

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ACRONYMES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ANNEXES	x
INTRODUCTION	1
I. GENERALITES	3
I.1. Présentation du milieu d'étude.....	3
I.1.1. Localisation	3
I.1.2. Caractéristiques de la baie d'Ambaro	5
I.2. Présentation du matériel biologique.....	6
I.2.1. Position systématique et morphologie.....	6
I.2.2. Biologie et écologie.....	7
II. MATERIELS ET METHODES	12
II.1. Collecte des données	12
II.1.1. Bibliographie.....	12
II.1.2. Echantillonnage.....	12
II.2. Traitement et analyse des données	15
II.2.1. Aperçu des conditions du milieu.....	15
II.2.2. Analyse des tendances de variations de la structure en taille de la population..	16
II.2.3. Détermination de la relation entre la reproduction et le recrutement.....	17
II.2.4. Analyse globale de la sélectivité des engins traditionnels	18
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	20

III.1. Aperçu des conditions du milieu	20
III.1.1. Variations saisonnières des paramètres hydrologiques	20
III.1.2. Cycle saisonnier du phytoplancton	21
III.2. Tendances de variations de la structure en taille de la population	22
III.2.1. Effets du sexe, de la saison de capture et de la phase lunaire.....	22
III.2.2. Analyse post-hoc	27
III.2.3. Taille de l'effet	28
III.3. Relation entre l'intensité de reproduction et l'intensité de recrutement	29
III.3.1. Saisonnalité de l'intensité de reproduction.....	29
III.3.2. Saisonnalité de l'intensité de recrutement	29
III.3.3. Relation entre les deux écophases	30
III.3.4. Modélisation de la relation : régression linéaire simple	31
III.4. Sélectivité globale des engins de la pêche traditionnelle	34
III.4.1. Efforts de pêche	34
III.4.2. Production globale	34
III.4.3. Structure par catégorie de taille des captures.....	35
IV. DISCUSSIONS	41
IV.1. Evolution des paramètres hydrologiques et du plancton	41
IV.2. Effets du sexe, de la saison et de la phase lunaire sur la taille des individus.....	41
IV.3. Variabilités de la relation entre la reproduction et le recrutement.....	43
IV.4. Sélectivité globale des engins de la pêche traditionnelle.....	45
IV.5. Gestion de la pêche traditionnelle et plan de recherche.....	47
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	51
BIBLIOGRAPHIE	55
WEBOGRAPHIE	58

LISTE DES ACRONYMES

ADP : Associations des Pêcheurs

CDCC : Centre de Développement de la Culture de Crevettes

CLS : Comités Locaux de Surveillance

CNRE : Centre National de Recherches sur l'Environnement

CSP : Centre de Surveillance de la Pêche

DBA : Département de Biologie Animale

FAO : Food and Agriculture Organization

FIP : Fisheries Improvement Project

GAPCM : Groupement des Aquaculteurs et Pêcheurs de Crevettes à Madagascar

GPS: Global Positioning System

IH.SM : Institut Halieutique et des Sciences Marines (Université de Toliara)

LC : Longueur Céphalo-thoracique (LCT dans d'autres ouvrages)

MAEP : Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (actuellement Ministère des Ressources Halieutiques et de la Pêche ou MRHP)

MSC : Marine Stewardship Council

PNRC : Programme National de Recherches Crevettières (actuellement CEDP ou Centre d'Étude et de Développement de la Pêche)

PSP : Programme Sectoriel Pêche

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

U.I : Unité Internationale

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

ZCBS : Zone Crevetière Biologiquement Sensible

WWF: World Wild Fund for nature

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tests des effets des différents facteurs

Tableau 2 : Synthèse du tableau des comparaisons multiples

Tableau 3 : Estimation du coefficient de corrélation de Pearson

Tableau 4 : Evaluation de la pertinence du modèle de régression

Tableau 5 : Récapitulatifs du modèle de régression

Tableau 6 : Paramètres du modèle de régression

Tableau 7 : Croisement des variables type engin et calibre

Tableau 8 : Tableau des occurrences observées et attendues

Tableau 9 : Test de Chi-2

Tableau 10 : Mesures d'associations Phi et V de Cramer

Tableau 11 : Comparaisons des captures de 2003 et 2010 en termes de calibre pour les différents types d'engin

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Zones Nord et Sud de la baie d'Ambaro avec les villages références

Figure 2 : Localisation des ZCBS de la baie d'Ambaro

Figure 3 : Schéma modifié du cycle biologique des crevettes pénéides

Figure 4 : Schéma modifié de la ponte chez *F. indicus*

Figure 5 : Les différentes phases lunaires

Figure 6 : Evolutions mensuelles de la salinité et de la température

Figure 7 : Variations saisonnières de la turbidité

Figure 8 : Variations mensuelles de la biomasse phytoplanctonique

Figure 9 : Variations de la taille moyenne en fonction du sexe

Figure 10 : Variations de la taille moyenne en fonction de la saison

Figure 11 : Variations de la taille moyenne en fonction de la phase lunaire

Figure 12 : Graphique des moyennes marginales estimées de la taille des individus

Figure 13 : Variations saisonnières du pourcentage de femelles matures

Figure 14 : Variations saisonnières de l'intensité de recrutement

Figure 15 : Illustration de l'association entre l'intensité de reproduction et l'intensité de recrutement

Figure 16 : Moyennes mensuelles du nombre de sorties pirogues par engin

Figure 17 : Evolution mensuelle des rendements moyens par type d'engin

Figure 18 : Répartition de la taille des captures par calibre suivant l'engin

Figure 19 : Calibres des crevettes capturées par *horoba*

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Régime hydrographique de la baie d'Ambaro

Annexe II : Principales espèces de crevettes pénéides rencontrées en baie d'Ambaro

Annexe III : Morphologie d'une crevette pénéide adulte

Annexe IV : Sexualité et accouplement chez les pénéides

Annexe V : Echelle de détermination des stades de maturité des femelles

Annexe VI : Fiche de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau

Annexe VII : Fiche d'enquête sur les sorties de pirogues (captures, efforts et collecte)

Annexe VIII : Fiche de mensuration des crevettes

Annexe IXa : Caractéristiques des engins de la pêche traditionnelle

Annexe IXb : Description des principaux engins de la pêche traditionnelle

Annexe X : Tailles moyennes observées chez les groupes (statistiques descriptives)

Annexe XI : Tableau des comparaisons multiples (test post-hoc pour le facteur phase lunaire)

Annexe XII : Sites et pôles d'activité susceptibles d'induire la baisse de la production crevette

Annexe XIII : Exemples d'application de la méthodologie d'approche du PSP

Annexe XIVa : Décret n°2007-957 du 31 octobre 2007 portant définition des conditions d'exercice de la pêche des crevettes côtières – Titre IV de la gestion de la pêche traditionnelle

Annexe XIVb : Arrêtés d'application des dispositions relatives à la gestion de la pêche traditionnelle – Arrêtés fixant la période de fermeture de la pêche

INTRODUCTION

Les crevettes pénéides, outre les poissons et les mollusques, constituent une des principales ressources côtières de Madagascar. Sur la côte ouest de l'île, l'étendue des bassins versants donne lieu à d'importantes surfaces envasées, riches en éléments nutritifs apportés par les fleuves. Ces caractéristiques font que ces zones, dont la baie d'Ambaro, soient favorables au développement des crevettes.

En particulier, la baie d'Ambaro est le secteur principal de pêche traditionnelle de crevettes (Marin et Hough, 2009). Essentiellement menée sur les captures de ce mode de pêche, notre étude se concentrera sur l'espèce *Fenneropenaeus indicus* étant donné que celle-ci constitue la majorité des mises à terre (plus de 80%).

En outre, la baie d'Ambaro constituait déjà un pôle de recherches sur les crevettes depuis les années 50 par le Centre ORSTOM. C'est seulement à partir de 1997 que le Programme National de Recherches Crevettières (PNRC) y a commencé ses travaux en collaboration avec l'Institut de Recherches pour le Développement (Caverivière et al., 2008). En 2003, suite au constat d'une diminution des captures et d'une baisse de la qualité des produits de la pêche crevettière, des réunions de concertation entre les différents acteurs concernés (ceux de la pêche industrielle, la pêche artisanale, la pêche traditionnelle, les collecteurs et mareyeurs) ont permis au PNRC de lancer un programme d'enquête pilote dans la baie d'Ambaro afin de pouvoir impliquer le secteur de la pêche traditionnelle dans un aménagement de la pêcherie crevettière sur des bases tangibles. En adoptant de nouvelles orientations pour son programme scientifique, le PNRC s'est donné pour priorité d'identifier et de caractériser les facteurs induisant directement ou non des impacts sur la ressource crevettière (PNRC, 2008).

Nombre des travaux menés ont permis de mettre en évidence l'influence de l'environnement sur les écophases des crevettes, tels que la survie des larves et juvéniles, la croissance, la reproduction ou le recrutement. Déjà, suite aux travaux de Le Reste (1973) puis Le Reste et Marcille (1976) entre autres, un schéma résumant la ponte et le recrutement, suivant les conditions du milieu, a été défini. En 2001, Lhomme avance qu'en raison du cycle vital relativement court des crevettes, de l'ordre de l'année, le stock réagit rapidement à l'exploitation et/ou aux conditions du milieu. Par ailleurs, le sexe des individus serait également un facteur déterminant de variations intrinsèques chez les pénéides (Rafalimanana,

2003). Ceci étant, notre but est de vérifier si l'influence de ces divers facteurs explique bien les tendances de variations de la composition structurelle de la population étudiée.

Pour nous éclairer à ce sujet, nous aborderons successivement les grandes lignes de recherche suivantes:

- Dresser un aperçu des conditions du milieu ;
- Analyser les tendances de variations de la structure en taille de la population en fonction du sexe, de la saison et de la phase lunaire ;
- Déterminer si l'intensité de recrutement est fonction directe de l'intensité de reproduction ;
- Analyser la sélectivité globale des engins de la pêche traditionnelle.

A termes, ce travail compte étoffer les informations existantes sur les pénéides afin de contribuer à l'atteinte des objectifs fixés par les nouvelles orientations du programme scientifique du PNRC (cités plus haut) pour optimiser la gestion rationnelle du stock crevettier dans la baie d'Ambaro.

I. GENERALITES

I.1. Présentation du milieu d'étude

I.1.1. Localisation

Située sur la côte Nord-Ouest de Madagascar, la Baie d'Ambaro, incluse dans la région de Nosy Be et du Sambirano, s'ouvre au large sur le Canal de Mozambique.

Les différents travaux d'échantillonnage ont été effectués au niveau des deux principaux villages concernés par le système d'enquête du PNRC : Ankazomborona et Ambavanankarana. Dans la réalisation du nouveau programme, une étape primordiale était la mise en place récente des Zones Crevettières Biologiquement Sensibles (ZCBS) de la côte Ouest de Madagascar dans un système de réseau cogéré selon l'Arrêté n°2055/2009-MAEP : portant création de ZCBS en zone A dans la Baie d'Ambaro (PNRC, 2010). Ces dernières représentent les zones Nord et Sud de la baie.

✘ Zone I (au Nord)

- Superficie : 18,9 miles nautiques carrés
- Coordonnées géographiques : 12°52'S – 48°52'E / 12°55'S – 48°52'E / 12°55'S – 48°58'50''E / 12°52' – 48°50'55''E
- Village référence : Ambavanankarana

✘ Zone II (au Sud)

- 18,9 miles nautiques carrés
- Coordonnées géographiques : 12°52'S – 48°52'E / 12°55'S – 48°52'E / 12°55'S – 48°58'50''E / 12°52' – 48°50'55''E
- Village référence : Ankazomborona

Les figures 1 et 2 ci-après représentent respectivement les zones Nord et Sud avec leurs villages références, et la localisation des ZCBS.

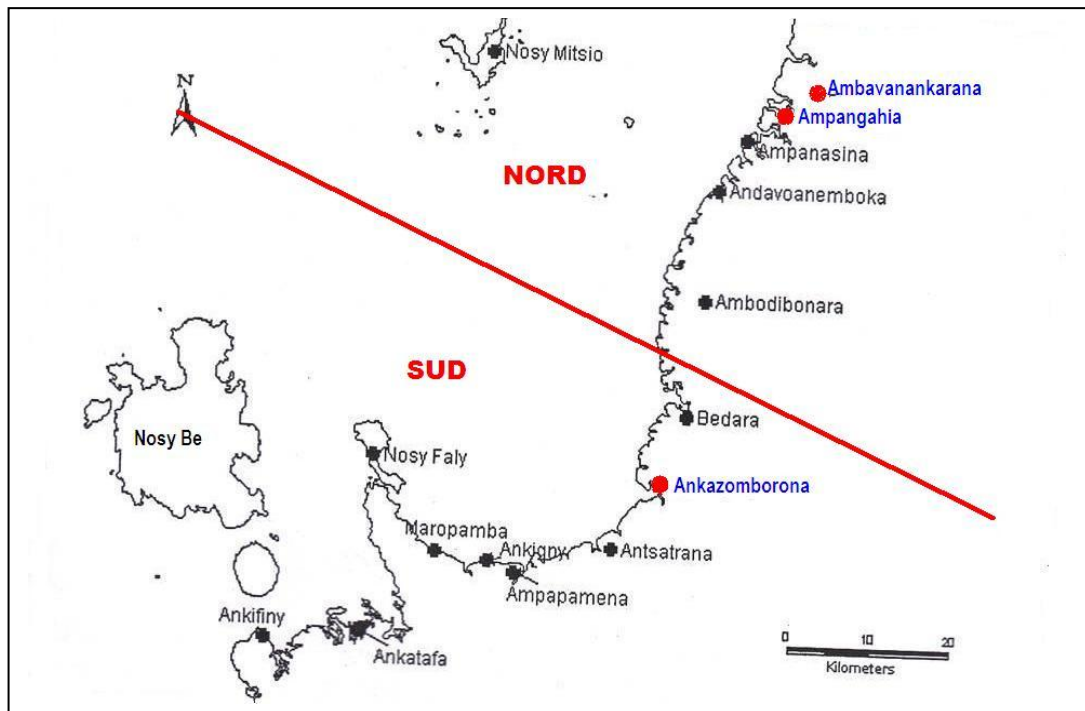


Figure 1 – Zones Nord et Sud de la baie d’Ambaro avec les villages références (PNRC, 2009)

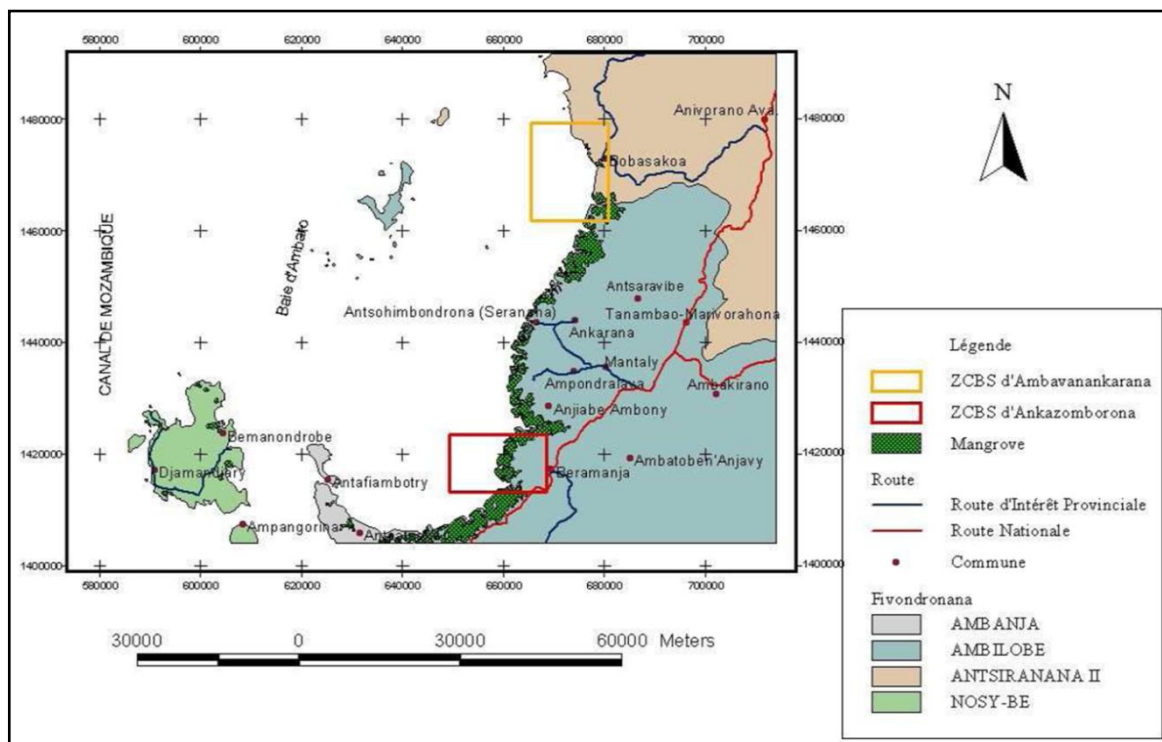


Figure 2 – Localisation des Zones Crevettières Biologiquement Sensibles de la Baie d’Ambaro (Rajaonarimanana pour PNRC, 2009)

I.1.2. Caractéristiques de la baie d'Ambaro

Situé sur le plateau continental Ouest qui s'étale entre 30 à 60 miles, la baie d'Ambaro couvre une superficie moyenne de 840 km² et s'ouvre sur 30 à 40 miles de large (Frontier, 1978). Elle se caractérise par une profondeur relativement faible, de 10 à 15m en moyenne (Rasolofo, 1988) et les crevettes sont pratiquement toujours trouvées en deçà de l'isobathe de 20 m (Le Reste, 1978).

Les fonds sont essentiellement de nature vaseuse ou sablo-vaseuse. Ce qui est caractéristique d'un écosystème d'estuaire bordé d'une mangrove¹ très vaste (14000 Ha d'après Kiener, 1965). La baie présente ainsi les principaux critères de définition d'une zone de mangroves sensible énoncés dans l'Arrêté interministériel n°4355/97 – MAEP :

- mangroves formant des forêts littorales tropicales se développant dans les zones de balancement des marées, des côtes plates et abritées ;
- présence d'une tanne herbacée et d'un important réseau de chenaux plus ou moins régulièrement inondés par la marée ;
- zones d'influence comprenant tout espace de 10 km au moins en amont à partir de la limite interne (co-terrestre) de la mangrove ; des zones de pêche crevettière, des zones récifales et les herbiers en aval..

De plus, la sensibilité de la zone de mangrove est également approuvée par l'insertion de ses zones d'influences dans sa délimitation. En effet, l'Arrêté n°4355/97 qualifie de « sensible » une zone constituée par un ou plusieurs éléments de nature biologique, écologique, climatique, physico-chimique, culturelle, socio-économique, caractérisée par une valeur spécifique et une certaine fragilité vis-à-vis des activités humaines et des phénomènes naturels susceptibles de modifier lesdits éléments et/ou de dégrader voire détruire ladite zone. Ces paramètres ont donc valu à la baie d'Ambaro la création de ces deux ZCBS citées plus haut.

Le climat global est caractérisé par l'alternance d'une saison fraîche et sèche de mai à octobre (hiver austral), et d'une saison chaude et pluvieuse de novembre à avril (été austral). La côte Nord-Ouest est caractérisée par des amplitudes thermiques peu marquées avec des

¹ Les espèces de palétuviers qui constituent la mangrove de la baie d'Ambaro sont : *Rhizophora mucronata*, *Ceriops candolleans*, *Brughiera gymnorhiza*, *Sonneratia alba*, *Carapa obovata*, *Avicennia marina*.

températures moyennes interannuelles situées entre 25 à 26°C. La région de Nosy Be et du Sambirano présente une humidité importante (de l'ordre de 75%, voisine de celle observée sur le versant oriental), un climat particulier du à la présence du massif de Tsaratanana, et aux pluies abondantes apportées par les courants de Nord-Ouest (Chaperon et *al.*, 1993). Le climat est donc chaud et humide toute l'année, bien que les pluies soient faibles en saison sèche (Rafalimanana, 2003).

Le régime hydrographique des rivières est celui du Tsaratanana (Aldegheri, 1967 cité dans Le Reste 1978) dont le fleuve type est le Sambirano (124 Km de long, bassin versant de 2500 Km²) qui se jette dans une baie voisine, la baie d'Ampasindava. Les deux fleuves qui se jettent dans la baie d'Ambaro sont l'Ifasy et l'Ambazoany (*annexe I*). Un tel bassin versant, ayant une superficie égale à trois fois la surface de la baie, peut apporter un volume d'eau douce équivalant chaque année à 25% du volume de la baie (Frontier, 1978). La forte turbidité de l'eau, les fortes baisses de salinité et la diminution de la teneur en oxygène dissous au voisinage du fond qui en découlent, surtout durant la période des pluies, traduisent ainsi le caractère eutrophe de la baie. D'ailleurs, la carte sédimentologique établie par Daniel et al. en 1972, montre que la baie d'Ambaro est très fortement soumise aux apports terrigènes, essentiellement vaseux.

1.2. Présentation du matériel biologique

I.2.1. Position systématique et morphologie

L'espèce *Fenneropenaeus indicus* est classée de la manière suivante (Rafalimanana, 2003) :

- Embranchement des ARTHROPODA
- Classe des CRUSTACEA
- Ordre des DECAPODA
- Famille des PENAEIDAE
- Genre *Fenneropenaeus* (Perez Farfante, 1969)
- Espèce *indicus* (H. Milne Edwards, 1837)

Il est à noter que cinq autres espèces de crevettes pénéides sont également rencontrées dans la baie d'Ambaro, une description est donnée à l'*annexe II* :

- *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798)
- *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798)
- *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844)
- *Marsupenaeus japonicus* (Bate, 1888)
- *Metapenaeus stebbengi* (Nobili, 1904)

Les pénéides atteignent leur morphologie définitive un mois et demi à plus de deux mois après l'éclosion, selon les espèces et en fonction des facteurs du milieu, à l'exception des caractères sexuels secondaires plus tardifs (Rafalimanana, 2003). L'annexe III présente un schéma descriptif de la morphologie d'une crevette pénéide adulte.

I.2.2. Biologie et écologie

I.2.2.1. Cycle de développement et croissance

La plupart des Pénéides ont un cycle amphibiotique avec une phase estuarienne. Les juvéniles vivent plutôt en milieu estuarien alors que les adultes préfèrent la « haute mer » (Pham, 2006). Les différentes phases du cycle se schématisent suivant la figure ci-après.

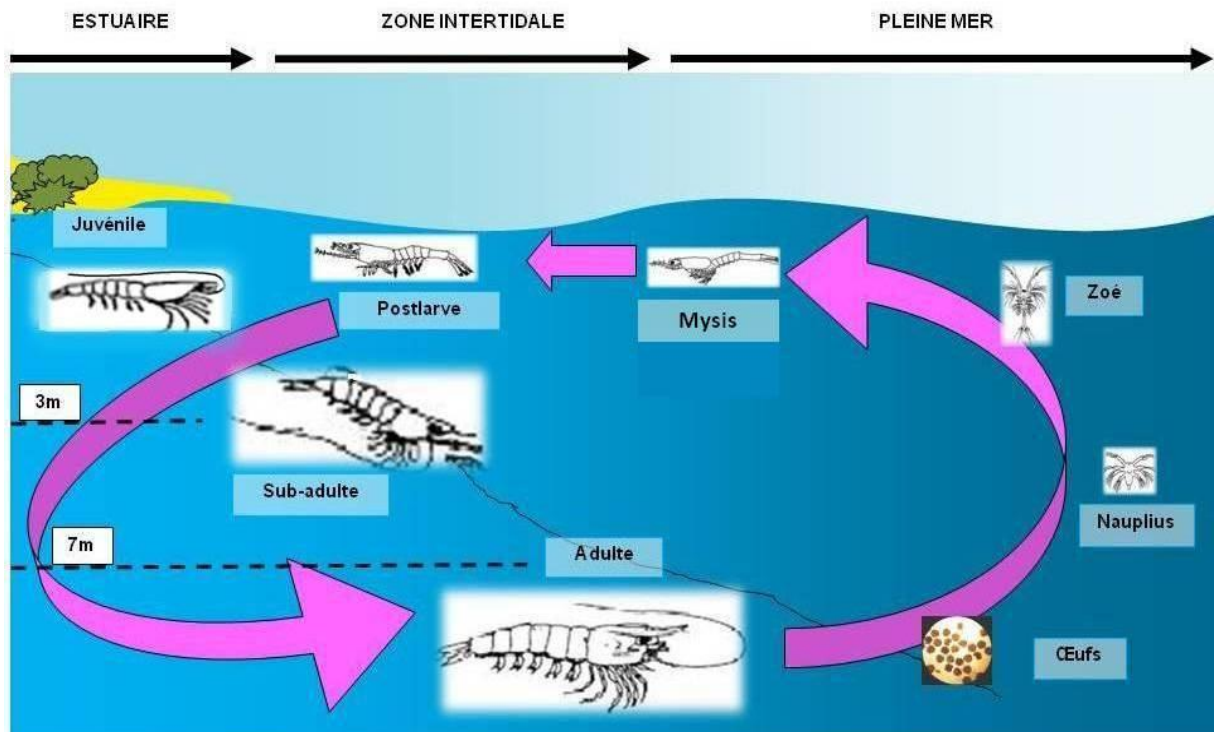


Figure 3 – Cycle biologique des crevettes pénéides
(Pham 2006, schéma modifié par l'auteur, 2015)

La première phase se déroule en pleine mer. Les femelles pondent au large des œufs démerseaux (œufs que leur densité fait tomber sur le fond où ils restent soit libres soit attachés au substrat). De ces œufs éclosent des larves planctoniques au stade nauplius. Le développement larvaire s'effectue d'une manière assez générale à travers onze stades successifs, le passage d'un stade à l'autre s'effectuant grâce à une mue : 5 stades « nauplius », 3 stades « protozoé » et 3 stades « mysis ».

La deuxième phase se passe dans les estuaires et pendant laquelle les larves se posent sur le fond. En effet, la dernière mysis subit une mue qui la transforme en postlarve. Les postlarves pénètrent dans les estuaires ou se rapprochent des côtes. Bien que ne mesurant que quelques millimètres, la postlarve a déjà l'apparence générale de l'adulte mais la dentition rostrale est incomplète. La postlarve va passer par plusieurs stades caractérisés chacun par une formule rostrale² particulière.

Les premiers stades post larvaires (jusqu'au stade 2 ou 3 dents sus rostrales) sont encore planctoniques, mais les suivants sont semi-benthiques.

Lorsque la crevette a acquis sa formule rostrale définitive, elle est qualifiée de juvénile. A ce stade, les crevettes quittent le milieu estuarien et migrent vers les zones intertidales. Les organes sexuels externes (petasma chez le mâle et thelycum chez la femelle) ne sont pas encore formés. Lorsqu'ils sont entièrement formés, la crevette est dite subadulte.

Les crevettes retournent en mer lorsqu'elles atteignent une dizaine de centimètres. C'est la phase de migration sexuelle. Le stade adulte est atteint lorsque les crevettes sont capables de se reproduire.

D'une durée de vie extrêmement courte, environ 18 mois, les crevettes sont des espèces à croissance rapide. Celle-ci varie entre 30 et 60 mm/mois pendant la phase juvénile (longueur totale) et diminue ensuite avec l'âge ; elle varie également avec la densité des individus et la température ambiante (Garcia et Le Reste, 1981). D'après les nombreuses observations effectuées en baie d'Ambaro, c'est chez l'espèce *F. indicus* que le phénomène de migration « estuaire – zone intertidale – mer ouverte » est le plus net.

² La formule rostrale est un des critères de détermination de l'âge et de l'espèce chez les crevettes. Elle est égale au rapport suivant : nombres de dents (épines) sus rostrales / sous-rostrales. Selon le manuel d'enquête du PNRC, on a les formules suivantes :

- 7 à 9/4 à 6 pour *F. indicus*
- 7 à 8/3 à 4 pour *P. monodon*
- 5 à 8/2 à 4 pour *P. semisulcatus*
- 9 à 12/0 pour *M. monoceros*

Depuis le stade « œuf », les pénéides mettent environ 1,5 mois pour atteindre le stade « juvénile » avec 9mm LC³. Les crevettes atteignent l'âge adulte vers 4,5 mois avec, respectivement, une taille de 24mm LC pour le mâle et 28mm LC pour la femelle (Anonyme 1989, cité dans Rafalimanana 2003).

I.2.2.2. Sexualité et accouplement

Les organes sexuels secondaires, visibles à l'œil nu, se développent de manière progressive au cours de plusieurs mues successives. On peut ainsi reconnaître une phase juvénile, avant apparition des organes sexuels secondaires ; une phase pré-pubère correspondant à l'apparition puis au développement de ces organes ; et enfin une phase pubère lorsqu'ils ont atteint leurs proportions définitives.

Chez les pénéides, les sexes sont séparés (*annexe IV*). La femelle possède un réceptacle séminal ouvert appelé thélycum, situé ventralement à la base de la cinquième paire de péréiopodes. Chez le mâle, la jonction des deux rames internes modifiées de la première paire de pléopodes forme l'organe copulateur dénommé petasma. Thélycum et pétasma sont complètement développés à l'âge de 4 ou 5 mois. L'activité sexuelle chez les mâles est plus précoce que chez les femelles.

Comme chez tous les Crustacés Décapodes, le transfert des gamètes mâles intervient au cours d'un véritable accouplement (voir *annexe IV*); le mâle dépose sur la femelle des spermatophores, capsules cornées plus ou moins ornementées qui contiennent les spermatozoïdes. Ceux-ci seront disponibles pour la fécondation des ovocytes au moment de la ponte.

I.2.2.3. Modalités de ponte et de recrutement

La composition structurelle d'une population donnée se base essentiellement sur les modalités de ponte et du recrutement qui s'ensuit, ce que résume la figure 4.

³ Longueur Céphalothoracique: longueur mesurée entre le creux orbitaire et le bord postérieur de la carapace. Quelquefois donnée en longueur totale ou LT (pointe du rostre à l'extrémité du telson). Selon Crosnier (1965), LT = 4,2LC. Pour les principales espèces rencontrées à Madagascar, Chabanne et Plante (1969) trouvent les rapports suivants de LT :

- *F. indicus* : 3,5 pour les femelles et 3,7 pour les mâles
- *M. monoceros* : 3,0 pour les femelles et 3,1 pour les mâles
- *P. semisulcatus* : 3,2 pour les femelles et 3,3 pour les mâles

D'une manière générale, il existe deux grandes périodes de ponte en mars-avril (ponte B) et en novembre (ponte A), la première étant plus importante que la seconde (Le Reste et Marcille, 1976). Cependant, des périodes de ponte plus modestes ont également été observées au cours des différentes études effectuées sur la biologie des pénéides. Selon Crosnier (1965), cité dans Le Reste et Marcille (1976), en étudiant *F. indicus* en baie d'Ambaro de février à juin 1959, l'examen des ovaires a montré que des pontes assez nombreuses ont dû avoir lieu en janvier-février (ponte ab1). Le Reste (1973), aurait en outre noté une quantité non négligeable de postlarves dans la nurserie en août 1972, lors de la préparation de ses travaux, qu'il aurait attribué au fait que, sous des conditions assez favorables, un petit nombre de femelles gravides aurait émis un nombre restreint d'œufs, ce qui correspondrait donc à la ponte ab2 de juillet-août.

Par ailleurs, le recrutement est défini comme le processus par lequel un groupe d'âges de crevette s'intègre pour la première fois dans le stock exploitable. Il présente des variations plus ou moins marquées suivant les conditions environnementales, notamment la pluviosité et les débits fluviaux. Sa variabilité expliquerait l'essentiel des variations d'abondance inter annuelles (Rafalimanana, 2003).

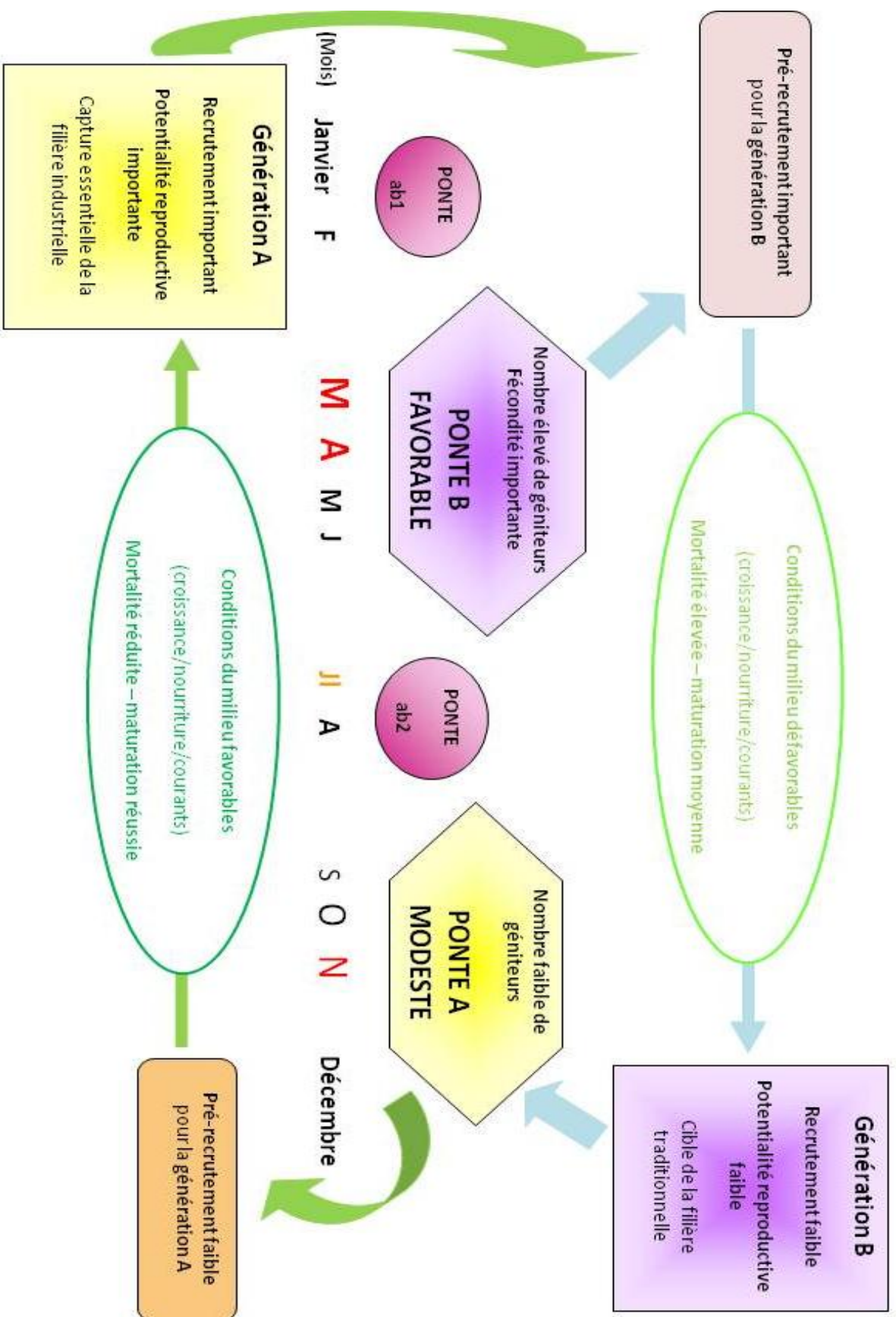


Figure 4 – Schéma modifié de la ponte chez *F. indicus* (PNRC, 2010)

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Collecte des données

II.1.1. Bibliographie

La recherche bibliographique est effectuée de façon permanente, depuis la phase préparatoire jusqu'à la finalisation du présent document. Il s'agit de réunir et d'étudier tous les documents disponibles portant sur les crevettes pénaïdes rencontrées en Baie d'Ambaro et particulièrement, ceux relatifs à notre étude.

II.1.2. Echantillonnage

Les différents travaux d'échantillonnage sont réalisés suivant le système adopté par le PNRC, d'autant plus que la présence de l'équipe entière nous a avatagés. Nous avons donc participé à la descente sur terrain du mois de septembre 2010, et les données couvrant les autres mois (mars à août, octobre, novembre) proviennent des archives du PNRC.

Les données collectées sont issues de trois sources : des séries de prélèvements portant sur les paramètres physico-chimiques de l'eau et sur le plancton, puis des échantillons de capture de la pêche traditionnelle.

II.1.2.1. Techniques de prélèvement

a) Paramètres hydrologiques

Les campagnes de prélèvement sont effectuées quotidiennement en pirogue au niveau des ZCBS, généralement dans la matinée, durant les heures où la marée est encore assez haute (se référer au calendrier des marées). L'échantillonnage se fait ainsi dans un laps de temps le plus court possible (trois heures au maximum, trajet aller-retour inclus). De plus, ces paramètres sont des descripteurs dits « instantanés » car ils peuvent varier rapidement et de manière significative dans le temps et dans l'espace (Guelorget et Reynaud, 1998).

La prospection se fait au niveau de stations pré-positionnées (vérification par GPS) : 3 stations pour la zone Nord et 6 stations pour la zone Sud.

Les mesures sont réalisées à l'aide d'une Sonde multi paramètre HORIBA modèle U22. Dix paramètres sont mesurés par la sonde dont la température, la salinité, et la turbidité que nous considérerons particulièrement du fait de l'importance de leurs rôles dans le développement des crevettes (Mamitiana, 2004) :

- La température en °C permet d'évaluer le mélange des masses d'eaux et de déterminer la valeur de saturation des gaz dissous, notamment l'oxygène. En milieu côtier la mesure de la température se fait à $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ près. La température joue un rôle important dans les cycles biologiques et donc sur la productivité du milieu en général.
- La salinité, exprimée en ‰, est une grandeur qui représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer. En milieu littoral, la salinité permet d'identifier des masses d'eaux d'origine différente et de suivre leurs évolutions (mélanges éventuels), et donc de préciser le fonctionnement hydrodynamique des masses d'eaux soumises à l'influence respective des eaux d'origine continentale et des eaux marines. Dans les océans, la salinité moyenne est voisine de 35‰ (World Ocean Atlas, 2013).
- La turbidité, exprimée en U.I., rend compte de l'abondance des matières en suspension, dont les apports nutritifs terrigènes. Elle permet d'évaluer la quantité de lumière mise à la disposition des micro-organismes et donc d'expliquer les variations de l'importance de la photosynthèse.

La fiche de mesure (*annexe VI*) est reproduite sur une écritoire et est complétée au fur et à mesure de l'échantillonnage. Elle est renouvelée à chaque fois qu'on change de station.

b) Plancton

Rappelons d'abord que le plancton, en complément des débris organiques présents dans l'eau de mer, constitue l'essentiel du régime alimentaire des crevettes. Celui-ci évolue d'autant plus qu'elles se développent. Au stade larvaire : les nauplii survivent grâce à leur réserve vitelline ; puis à partir du stade zoé, les larves commencent à s'alimenter de phytoplancton ; ensuite, c'est au stade mysis que les petites crevettes se nourrissent de zooplancton. Du stade post-larvaire jusqu'au stade adulte, elles auront acquis un régime détritivore et/ou carnivore (Mamitiana, 2004).

Les prélèvements sont effectués simultanément avec ceux des facteurs hydrologiques, au niveau des mêmes stations. Pour la réalisation des traits de plancton, le matériel se compose sur terrain :

- d'un filet à plancton immersible à trois niveaux différents de profondeur (30, 60 et 90 cm sous la surface) selon la position du flotteur ;

- de trois flacons de 125ml pour chaque station, contenant préalablement du formol à 10% pour fixer l'échantillon ;
- d'une étiquette en papier calque insérée dans le flacon une fois l'échantillon collecté et indiquant la date, le site, la station et le niveau de prélèvement.

Une fois le filet relevé après chaque trait, l'échantillon est transvasé dans le flacon qu'on remplit ensuite avec de l'eau de mer. Les échantillons sont ultérieurement analysés au laboratoire du Centre de Développement de la Culture de Crevette (CDCC) sis à Majunga afin de déterminer les espèces présentes et d'évaluer la biomasse planctonique.

c) Echantillons de capture de la pêche traditionnelle

Adopté depuis 2003, le système d'enquête (Rasoanandrasana et Sandon, 2004 ; Rakotondratsimba et Randriamiarisoa, 2009) utilise des fiches préétablies que nous fournissons à l'*annexe VII*. Il consiste à noter le nombre de pirogues sorties par jour. Puis, un échantillonnage stratifié au niveau des pirogues permet de noter régulièrement les quantités débarquées, ainsi que les captures de quelques unes d'entre elles par type d'engin (crevettes, poisson et autres crustacés). Sont également relevées les informations décrivant l'effort relatif à cette capture telles que le type d'engin et le maillage.

Ces enquêtes sur les sorties visent à esquisser les profils d'exploitation : rendements totaux par engin, dynamique saisonnier des sorties et répartition des captures par catégorie de taille.

II.1.2.2. Opérations effectuées sur les échantillons

a) Sous-échantillonnage sur le plancton

Cette opération est effectuée lors du traitement en laboratoire qui consiste en ces trois étapes suivantes :

- Les échantillons sont d'abord pris trois par trois puis, sont transvasés dans des éprouvettes graduées de 250 ml. Cette étape, la sédimentation, consiste à laisser les échantillons au repos (une heure) afin que toute matière solide se décante.
- Ensuite, le surnageant est réduit à un volume de 100ml avec une pipette graduée de 5 ml avant d'être re-mélangé avec le dépôt.
- Un volume de 0,25 ml (sous-échantillon) est alors prélevé pour être observé sous microscope. Le matériel d'observation se compose d'un microscope électronique

relié à un écran, et les espèces sont photographiées grâce à un appareil photo numérique adapté au microscope, afin de faciliter le comptage.

Les données issues du comptage sont enregistrées sur un fichier Excel : mois de prélèvement, station, espèces, nombre n dans le sous-échantillon (0,25 ml). La biomasse totale est représentée par le nombre N dans $0,25 \text{ m}^3$ extrapolé à partir de n . L'évaluation se fait par conversion et règle de trois comme suit :

$$\begin{aligned} 1 \text{ litre} &\rightarrow 1000 \text{ ml et } 1 \text{ m}^3 \rightarrow 1000 \text{ l} \\ \text{Donc } 1 \text{ m}^3 &\rightarrow 1000000 \text{ ml et } 0,25 \text{ m}^3 \rightarrow 250000 \text{ ml} \\ \text{Ainsi, } \mathbf{N} &= \mathbf{n \times 250000 \text{ ml} / 0,25 \text{ ml}} \end{aligned}$$

b) Sous-échantillonnage des échantillons de capture

Cette opération est effectuée une fois que les données sont saisies sous Excel afin de faciliter l'analyse ultérieure. Ainsi, pour chaque mois considéré, huit dates correspondant chacune à une phase lunaire (en général, dans un mois on peut observer les huit phases lunaires) ont été choisies, en se référant au calendrier lunaire de l'année considérée. Au final, les données retenues sont réparties sur 64 dates d'enquête.

c) Analyse biométrique des échantillons de capture

Un triage des captures permet d'isoler les crevettes dont le poids total capturé est noté. Un échantillon de 500g est ensuite prélevé et soumis à une analyse biométrique (mensuration, sexage). La longueur céphalothoracique (LC) est mesurée à 0,5 millimètre près à l'aide d'un pied à coulisse. En même temps, l'espèce, le sexe et le stade de maturité pour les femelles sont déterminés (échelle de détermination en *annexe V*) puis, notés dans une fiche préétablie (*annexe VIII*).

II.2. Traitement et analyse des données

Une grande partie du traitement se fait sur Excel 2007 et le reste sur le logiciel statistique SPSS version 19.

II.2.1. Aperçu des conditions du milieu

Nous présenterons ici :

- Les variations saisonnières des paramètres physico-chimiques⁴ de l'eau : température, salinité et turbidité
- Le cycle saisonnier du phytoplancton

Rappel : Le cycle lunaire (figure 5) comprend une succession de huit phases

- Gibbeuse décroissante (GD), dernier quartier (DQ), dernier croissant (DC) et nouvelle lune (NL) constituent les phases de lune décroissante ;
- Premier croissant (PC), premier quartier (PQ), gibbeuse croissante (GC) et pleine lune (PL) pour les phases de lune croissante.

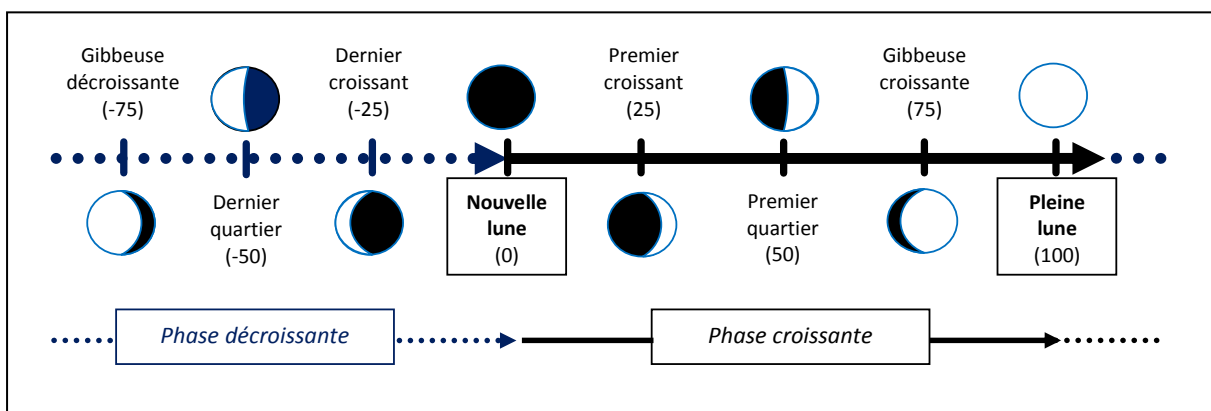


Figure 5 – Les différentes phases du cycle lunaire (auteur, 2015)

Les chiffres représentés sur la figure sont des codes que nous avons attribué à chaque phase pour faciliter leur identification dans la base de données utilisée pour les analyses sur SPSS.

II.2.2. Analyse des tendances de variations de la structure en taille⁵ de la population

Dans cette partie des analyses, que nous traiterons sur SPSS, nous cherchons à savoir si les crevettes mâles et femelles, peu importe la saison et la phase lunaire à laquelle elles ont été capturées, présentent en moyenne une taille équivalente.

⁴ L'analyse simultanée des évolutions mensuelles de la température et de la salinité rend compte des saisons hydrologiques (quatre saisons définies par Le Reste en 1978 : printemps, été, automne et hiver austral). Ces dernières sont en relation directe avec les saisons climatiques tout en y étant légèrement décalées.

⁵ Les variations de la structure en taille des crevettes sont également un indice des variations de la croissance chez ces animaux.

Etant donné que notre modèle comporte trois facteurs (sexe, phase lunaire et saison de capture) et une variable dépendante (taille des individus), nous allons utiliser l'analyse de variance (ANOVA) à plan factoriel. Notre modèle génère sept hypothèses que nous devons tester.

- H_{01} : Les individus mâles et femelles ne présentent pas de différence de la taille moyenne (sans tenir compte de la saison et de la phase lunaire) ;
- H_{02} : Il n'y a pas de différence entre la taille des individus capturés durant la saison sèche et ceux capturés en saison humide (tout sexe confondu et toute phase lunaire) ;
- H_{03} : La taille des individus capturés est la même pour toutes les phases lunaires observées (tout sexe confondu et toute saison) ;
- H_{04} : Il n'y a pas de différence de taille moyenne en fonction du sexe et de la saison de capture (tout sexe confondu) ;
- H_{05} : La taille moyenne des individus ne diffère pas en fonction du sexe et de la phase lunaire ;
- H_{06} : L'effet de la phase lunaire sur la taille des individus ne varie pas en fonction de la saison de capture,
- H_{07} : Il n'y a pas d'interaction entre les trois facteurs, c'est-à-dire que la saison et la phase lunaire exercent des effets équivalents sur la taille des crevettes mâles et femelles.

Comme pour tout ANOVA, les prémisses à vérifier sont : la normalité des distributions, l'homogénéité des variances et l'indépendance des échantillons.

II.2.3. Détermination de la relation entre la reproduction et le recrutement

A partir d'Excel, nous pouvons représenter les fluctuations saisonnières du sex-ratio, de l'intensité de reproduction et de l'intensité de recrutement⁶.

Puis, grâce à la corrélation de Pearson suivie d'une modélisation par régression linéaire simple, nous pouvons répondre aux deux questions suivantes :

⁶ L'intensité de reproduction est ici représentée par le taux de femelles en stade pré-ponte (F4) et l'intensité de recrutement par le taux de crevettes de petit calibre (taille ≤ 23 mm LC).

- La première : existe-t-il une relation linéaire significative entre l'intensité de reproduction et le taux de recrutement ? Nous testerons ici l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de relation entre ces deux écophases.
- La deuxième : est-ce que l'intensité de reproduction peut prédire le taux de recrutement ? Dans ce cas, notre hypothèse nulle serait que l'intensité de reproduction ne permet pas de prédire le taux de recrutement.

II.2.4. Analyse globale de la sélectivité des engins traditionnels

Les données issues des enquêtes sur les sorties de pirogues nous permettent tout d'abord d'estimer l'effort de pêche et de la production globale de chaque type d'engin. Les méthodes de calcul sont celles utilisées par le PNRC (Rakotondratsimba et Randriamiarisoa, 2009).

✘ Estimation de l'effort de pêche

L'effort est exprimé en nombre de sorties par type d'engin⁷ ; et la méthode d'extrapolation se fait comme suit : le nombre d'engin sorti par jour d'enquête est d'abord noté ; ce nombre est ensuite extrapolé à la semaine ou à la marée ou au mois⁸. La somme des résultats par semaine ou par marée, par indice semaine ou marée, donne les résultats mensuels. Les synthèses annuelles par engin s'obtiennent par sommation des indices mois et engins.

✘ Estimation de la production globale

La première étape consiste à calculer la prise totale par jour d'enquête. Pour ce faire, on calcule d'abord, pour chaque jour j d'enquête, la prise moyenne par engin $XPrj$. Cette prise est ensuite extrapolée à l'ensemble des sorties de pêche par engin, à partir du nombre de sorties par engin $Sortrj$. La prise totale par jour Prj est donc égale à $XPrj * Sortrj$.

Dans la seconde étape, ce résultat est extrapolé à la semaine ou à la marée ou directement au mois. Ainsi, au sein d'une semaine ou d'une marée ou d'un mois contenant M jours, n jours sont enquêtés ; et la prise extrapolée selon l'échelle temporelle sera alors égale à :

⁷ Trois types d'engin de pêche traditionnel légaux sont utilisés en baie d'Ambaro : kaokobe, periky et valakira. Mais, certains pêcheurs ont recours à des engins prohibés (horoba, pota, vonosaha). Des descriptions sont disponibles à l'annexe IX.

⁸ La semaine, la marée ou le mois sont les échelles temporelles utilisées dans la méthode de calcul.

$$Pr(\text{semaine ou marée ou mois}) = \binom{M}{n} * \sum_{j=1}^n Pr_j$$

Puis, pour vérifier lequel des trois types d'engin est le moins sélectif, nous allons tester l'hypothèse nulle qui suggère que les différents types d'engin de la pêche traditionnelle captureraient les mêmes proportions d'individus de petit et gros calibre. Puisqu'il s'agit ici d'analyser une variable qualitative d'intérêt (calibre des captures) en fonction d'une autre variable qualitative (type d'engin), nous utiliserons le test de Chi-2.

III.RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1. Aperçu des conditions du milieu

III.1.1. Variations saisonnières des paramètres hydrologiques

III.1.1.1. Evolutions saisonnières de la température et de la salinité

La figure 6 présente les variations mensuelles de la température et de la salinité.

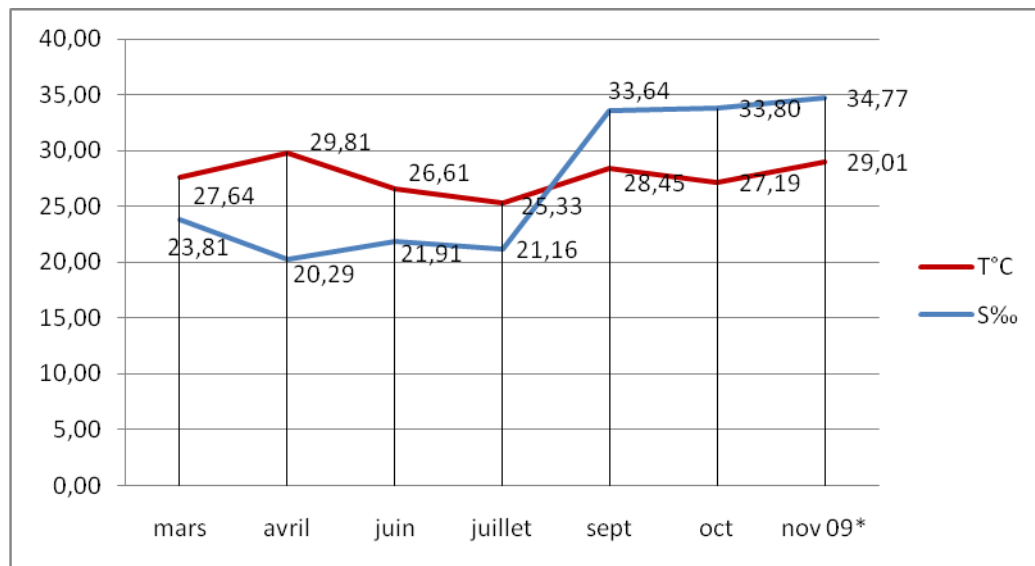


Figure 6 – Evolutions mensuelles de la température et de la salinité (Auteur, 2015)⁹

La température moyenne varie peu tout au long de l'année, tandis que la salinité présente des écarts marqués. De mars à avril, la température reste élevée (27,6 à 29,8°C) et la salinité diminue (23,8 à 20,3‰). D'avril à juin, la température diminue tandis que la salinité augmente (passant respectivement à 26,6°C et 21,9‰). Entre juin et juillet, les deux paramètres semblent observer une certaine stabilité. Ce n'est qu'à partir de septembre que la température s'élève progressivement, passant de 28,5 à 29°C, et que la salinité atteint même les 35‰ jusqu'en novembre.

III.1.1.2. Evolution de la turbidité

Selon la figure 7, la turbidité, qui dépend de l'abondance des pluies, varie également au rythme des saisons.

⁹ Les prélèvements du mois de Novembre 2009 sont ici utilisés pour illustrer le début de la saison pluvieuse, vu que nous ne disposons pas de ceux de Novembre 2010.

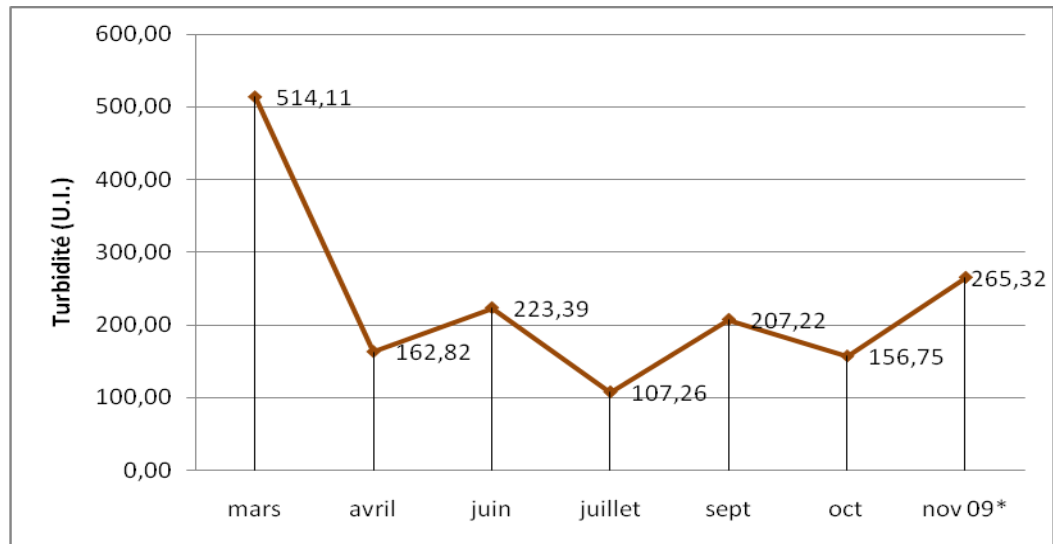


Figure 7 – Variations saisonnières de la turbidité

Essentiellement liée aux apports terrigènes drainés par la pluie depuis le bassin versant en amont jusque dans la baie, la turbidité ne peut être que maximale durant la saison humide (novembre à mars) et faible durant la saison sèche (fin avril à septembre).

III.1.2. Cycle saisonnier du phytoplancton

La figure qui suit nous donne un aperçu des variations mensuelles de la biomasse phytoplanctonique.

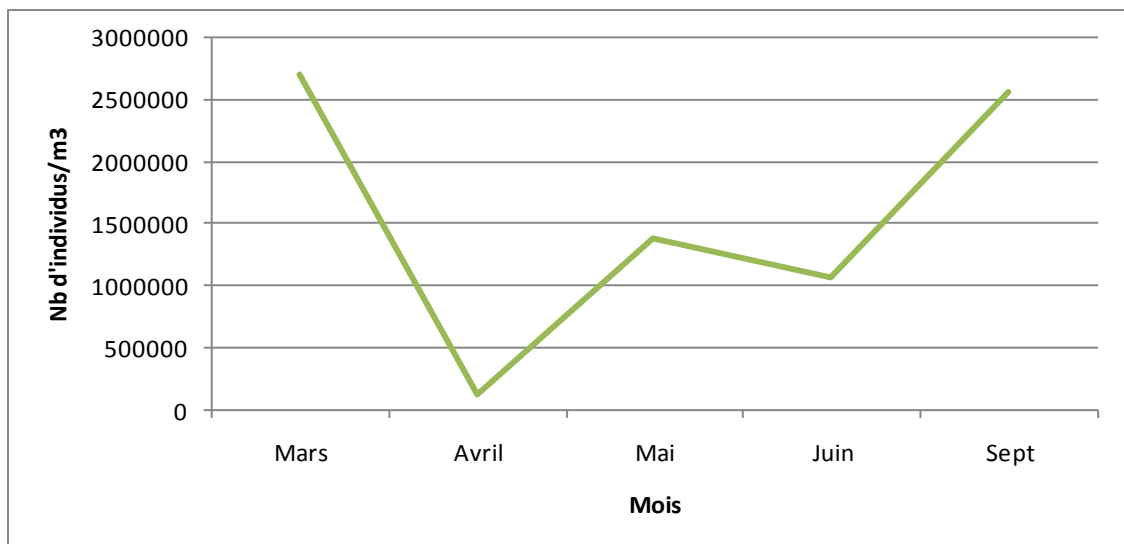


Figure 8 – Variations mensuelles de la biomasse phytoplanctonique

Nos données ne nous permettent d'apprécier la situation qu'à partir de la fin de la saison humide. Nous notons ainsi qu'en mars, le phytoplancton présente un effectif non négligeable

(soit environ 2 700 000 individus/m³ d'eau). Vers la fin de la saison pluvieuse (en avril), avec le tarissement des sources d'enrichissement terrigènes, le phytoplancton finit par observer une biomasse très réduite (seulement 126 400 individus/m³ d'eau).

Par ailleurs, la biomasse se rétablit très rapidement en début de la saison sèche, en mai, où le nombre d'individus atteint les 1 380 000 individus/m³. Puis, la biomasse décline progressivement jusqu'en juin, pour se reconstituer vers septembre.

III.2. Tendances de variations de la structure en taille de la population

III.2.1. Effets du sexe, de la saison de capture et de la phase lunaire

Le croisement des trois facteurs (tableau présenté à l'*annexe X*) nous rapporte les moyennes obtenues pour chacun des 32 sous-groupes formés.

Aussi, les tailles moyennes sont respectivement de 22,22 mm LC chez les mâles et de 27,38 mm LC chez les femelles. En termes de saison, les crevettes capturées ont respectivement une taille moyenne de 25,22 mm LC en saison sèche et de 26,05 mm LC en saison humide. Les crevettes mâles observent une taille moyenne constante (22,22 mm LC) toute l'année ; tandis que les femelles présentent une plus grande taille en saison humide (28,02 mm LC) qu'en saison sèche (26,85 mm LC). En fonction de la phase lunaire, la taille minimale s'observe lors de la gibbeuse décroissante (24,98 mm LC) et la taille maximale au premier quartier (26,22 mm LC). Si chez les individus mâles la taille moyenne reste autour de 22 mm LC tout au long du cycle lunaire, nous retrouvons la tendance générale chez les femelles (maxi $X_{PQ} = 28,47$ mm LC et mini $X_{GD} = 26,56$ mm LC). Par ailleurs, les tendances semblent se rapprocher que ce soit en saison sèche ou en saison humide avec une variabilité plus nette pendant les lunes décroissantes (mini $X_{HDQ} = 23,15$ mm LC et $X_{SPC} = 23,15$ mm LC ; maxi $X_{HNL} = 26,83$ mm LC et $X_{SDQ} = 27,02$ mm LC) qu'en lunes croissantes.

Des différences semblent donc exister, que ce soit en fonction du sexe, de la saison ou de la phase lunaire. Mais est-ce que ces différences sont simplement dues à la variabilité naturelle ou est-il possible de croire qu'elles sont suffisamment importantes dans la population pour que l'on puisse rejeter l'hypothèse nulle voulant que la saison et la phase lunaire aient une influence équivalente sur la taille moyenne des crevettes mâles et femelles ?

Voyons les résultats de l'analyse principale que nous rapporte le tableau 1

Tableau 1 : Résultats de l'analyse principale

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: taille

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification	Eta-carré partiel
Modèle corrigé	87495,053a	31	2822,421	128,867	,000	,234
Constante	5435536,048	1	5435536,048	248177,798	,000	,950
lune	1123,226	7	160,461	7,326	,000	,004
sexe	61057,051	1	61057,051	2787,766	,000	,176
saison	75,463	1	75,463	3,446	,063	,000
lune * sexe	833,323	7	119,046	5,435	,000	,003
lune * saison	2382,173	7	340,310	15,538	,000	,008
sexe * saison	531,347	1	531,347	24,260	,000	,002
lune * sexe * saison	125,159	7	17,880	,816	,573	,000
Erreur	286190,586	13067	21,902			
Total	8951827,000	13099				
Total corrigé	373685,640	13098				

R-deux = ,234 (R-deux ajusté = ,232)

Effet du facteur « sexe » : Nous constatons d'abord que la valeur F de la variable sexe est significative ($p < 0,001$). Nous pouvons rejeter H_{01} et nous devons conclure que les crevettes males ($X = 22,22$ mm LC) et femelles ($X = 27,38$ mm LC) diffèrent par leur taille moyenne lorsque nous ne tenons pas compte de la saison de capture ni de la phase lunaire. Le graphique à barres ci-dessous (figure 9) illustre bien cette différence. Nous voyons que la barre des mâles a nettement une plus faible hauteur que celle des femelles.

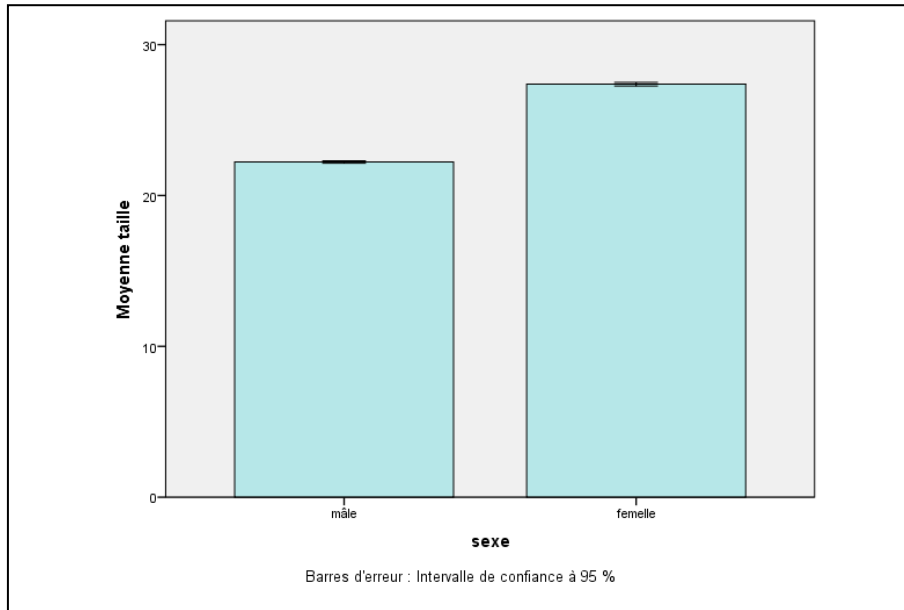


Figure 9 – Variations de la taille moyenne en fonction du sexe

Effet du facteur « saison » : En revenant au tableau d’analyse principale, nous constatons que la valeur F associée à la variable saison n’est pas significative ($p = 0,63 > 0,05$). Nous ne pouvons donc pas rejeter H_{02} . Ainsi, sans tenir compte du sexe et de la phase lunaire, on peut dire que les individus présentent une taille moyenne équivalente pour les deux saisons ($X_S = 25,22$ mm LC et $X_H = 26,05$ mm LC). Cette absence de différence est d’ailleurs illustrée par le graphique à barres ci-après (figure 10). Nous voyons que les deux barres sont sensiblement à la même hauteur.

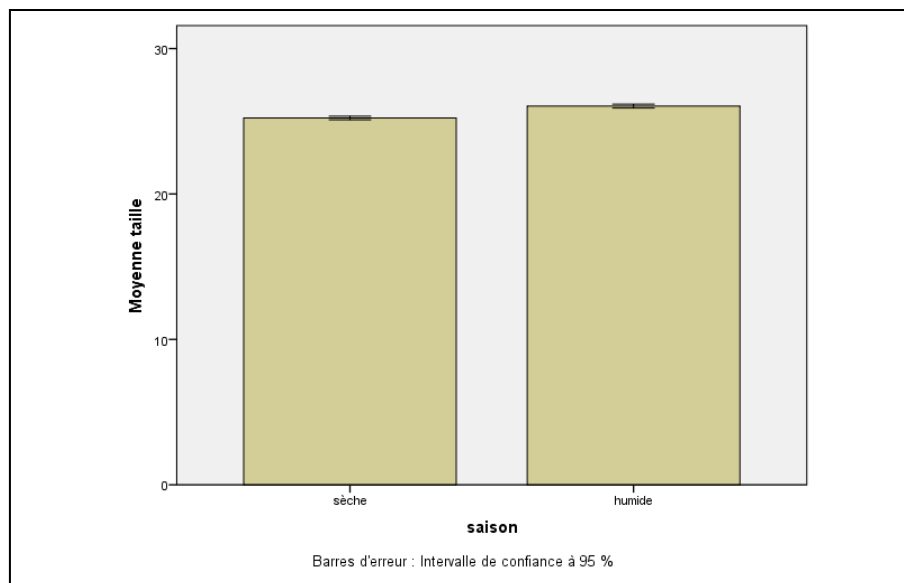


Figure 10 – Variations de la taille moyenne en fonction de la saison

Effet du facteur « lune » : Tout comme pour la première variable, la valeur de F est ici significative ($p < 0,001$). Nous rejetons donc H_{03} pour cette variable car il est très peu probable (moins de 0,1 % de chances) que dans la population, les individus capturés aux huit phases lunaires comparées aient la même taille lorsque nous ne tenons compte ni de leur sexe ni de la saison à laquelle ils ont été capturés. En visualisant la figure 11, nous voyons bien qu'il y a une variation du niveau des bâtons. Toutefois, pour les crevettes capturées au dernier quartier, à la nouvelle lune et au premier quartier, on note que les barres sont sensiblement à la même hauteur. De même, pour les individus capturés au dernier et premier croissant, en phase gibbeuse croissante et à la pleine lune, les bâtons se situent à des niveaux similaires mais plus bas que le groupe précédent. Nous supposons également que l'écart le plus important se trouve entre les crevettes capturées en phase gibbeuse décroissante et celles du premier quartier de lune, mais nous devons attendre d'examiner le tableau de comparaisons multiples pour nous en assurer.

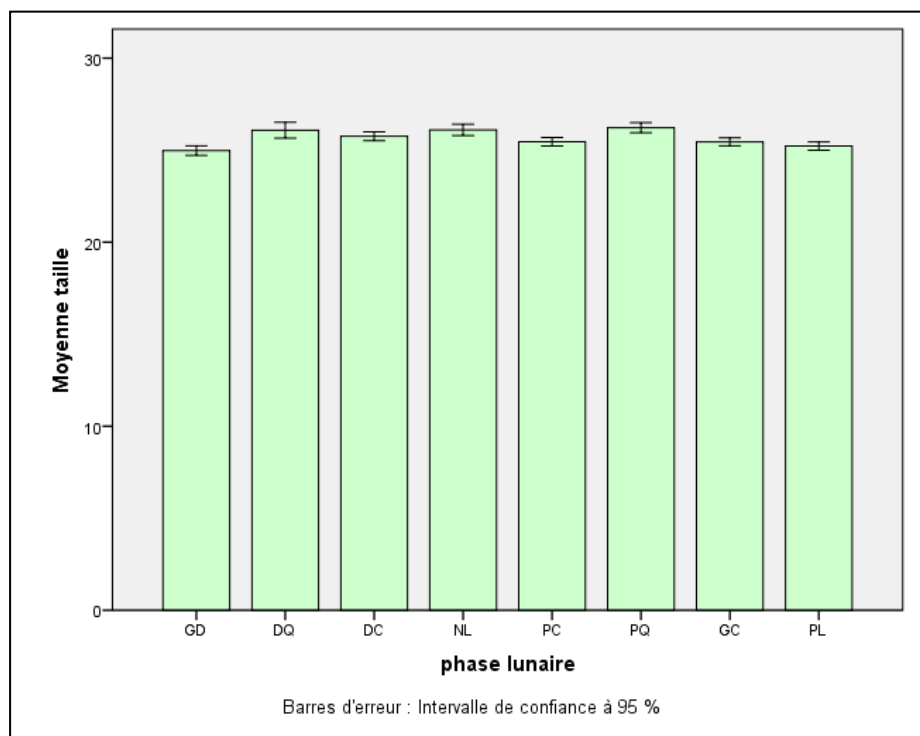


Figure 11 – Variations de la taille moyenne en fonction de la phase lunaire

Effets des facteurs d'interaction : « lune*sexe », « lune*saison », « sexe*saison » et « lune*sexe*saison »

Pour les deux premiers facteurs d'interaction, les valeurs de F qui leur sont associées sont toutes significatives ($p < 0,001$). Cela suppose que l'effet de la phase lunaire sur la taille moyenne varie, d'une part, en fonction du sexe de l'individu et, d'autre part, en fonction de la saison de capture. De même, la valeur de F correspondant à l'effet d'interaction sexe * saison est également significative. Nous pouvons donc dire que le sexe exerce des effets différents sur la taille des individus au sein de la saison de capture.

Par contre, le facteur d'interaction principale donne une valeur de F non significative ($p = 0,57 > 0,05$) qui nous indique qu'il n'y a pas d'interaction entre les trois facteurs. Le graphique des moyennes marginales estimées, présenté par la figure 12, illustre l'effet d'interaction principal « lune*sexe*saison ».

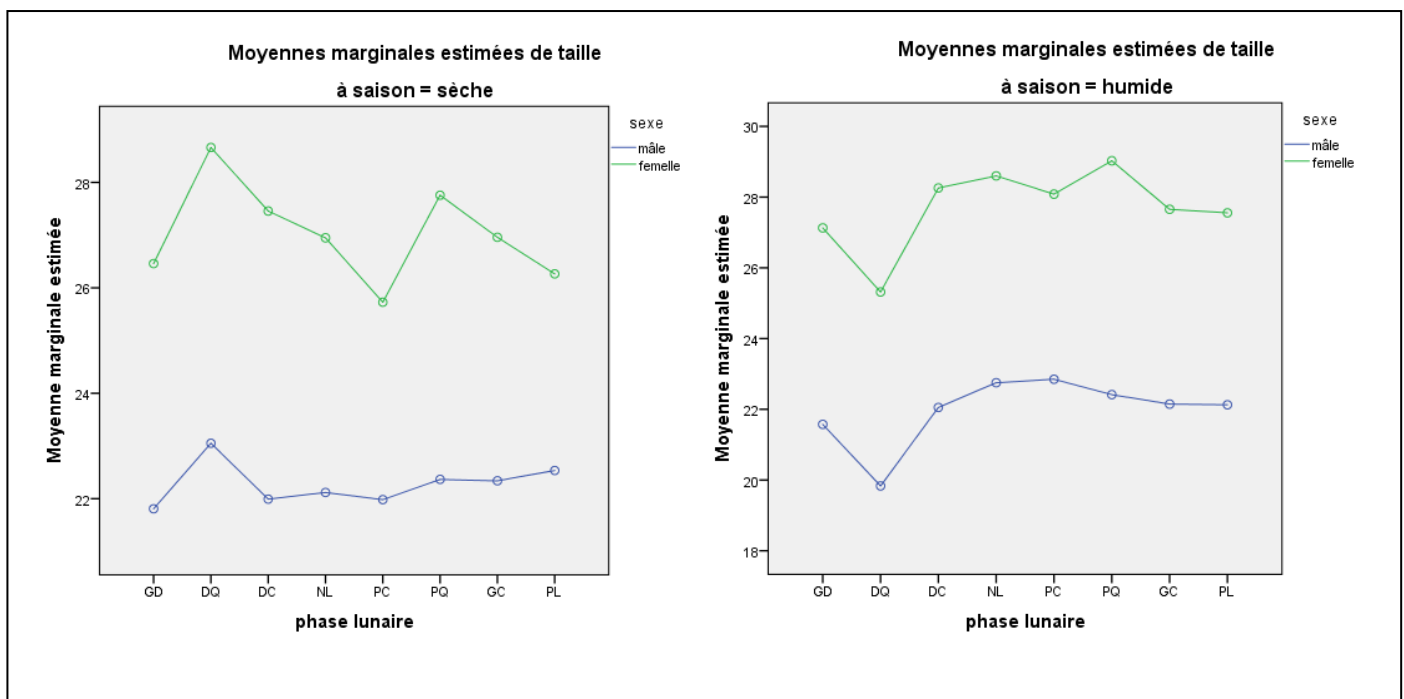


Figure 12 – Graphique des moyennes marginales estimées de la taille des individus

Les deux graphes supposent l'existence d'un contraste saisonnier général. Cependant, la taille moyenne reste autour de 22 mm LC chez les mâles et 27 mm LC chez les femelles pour les deux saisons. Ce qui indique une très faible (ou presque absente) variabilité de la taille en fonction de la saison et du sexe.

Concernant l'effet de la lune, nous notons que durant la saison sèche, la période la plus favorable à la croissance des crevettes se situe dans les trois premières phases décroissantes. Chez les femelles, le pic de croissance se situe lors du dernier quartier ($X_{DQ\text{♀}} = 28,66$ mm LC), mais un deuxième pic moins important s'observe lors du premier quartier ($X_{PQ\text{♀}} = 27,76$ mm LC). Les périodes les moins favorables se remarquent au premier croissant ($X_{PC\text{♀}} = 25,73$ mm LC), puis vers la pleine lune ($X_{PL\text{♀}} = 26,26$ mm LC). Chez les mâles, le pic de croissance se trouve également au dernier quartier ($X_{DQ\text{♂}} = 23,05$ mm LC). Ensuite, la taille moyenne chute pour rester autour de 22 mm LC lors de la transition entre le dernier croissant et le premier croissant, pour ensuite observer une légère croissance à partir du premier quartier jusqu'à la pleine lune ($X_{PQ\text{♂}} = 22,37$ mm LC à $X_{PL\text{♂}} = 22,53$ mm LC).

En saison humide, la tendance semble s'inverser puisque la période la moins favorable à la croissance des crevettes se retrouve dans les trois premières phases décroissantes, avec les moyennes les plus basses au dernier quartier ($X_{DQ\text{♂}} = 19,83$ mm LC et $X_{DQ\text{♀}} = 25,32$ mm LC). Ensuite, l'allure des courbes indique une situation plus favorable à partir du dernier croissant jusqu'à la pleine lune, quoique les variations soient encore plus marquées chez les femelles. En effet, chez ces dernières, la taille moyenne maximale observée lors du premier quartier ($X_{PQ\text{♀}} = 29,03$ mm LC) forme un pic net, tandis que chez les mâles elle est plus discrète et s'observe lors du premier croissant ($X_{PC\text{♂}} = 22,85$ mm LC).

III.2.2. Analyse post-hoc

Le tableau 2 que nous présentons ci-dessous résume les comparaisons multiples effectuées par SPSS (tableau intégral fournit à l'*annexe XI*).

Les comparaisons multiples nous confirment les résultats précédents : une différence significative existe entre la taille des crevettes capturées pendant la gibbeuse décroissante (groupe 1) et les groupes 2, 4 et 6 (dernier quartier, nouvelle lune et premier quartier). SPSS révèle qu'une autre différence significative est observable entre les individus de la pleine lune (8) et les mêmes groupes 2, 4 et 6.

Tableau 2 : Synthèse du tableau des comparaisons multiples

(I) Phase lunaire	(J) Phase lunaire	Différence moyenne (I – J)	Erreur standard	Signification
1 GD	2 DQ	-1,11	,214	,000
	3 DC	-0,78	,158	,000
	4 NL	-1,12	,176	,000
	6 PQ	-1,24	,170	,000
4 NL	5 PC	0,64	,167	,004
	7 GC	0,65	,166	,003
6 PQ	5 PC	0,76	,161	,000
	7 GC	0,77	,160	,000
8 PL	2 DQ	-0,86	,206	,001
	3 DC	-0,53	,147	,008
	4 NL	-0,88	,167	,000
	6 PQ	-1,00	,160	,000

1 à 8 : numérotation des groupes correspondant aux huit phases lunaires successives

Par ailleurs, des différences moins importantes se notent entre le dernier croissant (3) et les groupes 1 et 8 ; puis entre le premier quartier (5) et les groupes 4, 6 ; et enfin entre les individus du groupe 7 (gibbeuse croissante) et toujours les groupes 4 et 6. Il semble donc que les crevettes capturées lors du dernier quartier, de la nouvelle lune et du premier quartier (2, 4 et 6) ont une taille moyenne supérieure à celle des autres groupes. La différence maximale (1,24 mm LC) se trouve entre les individus du premier quartier et ceux de la gibbeuse décroissante.

III.2.3. Taille de l'effet

Finalement, l'état-carré partiel (η^2 partiel) fournit par SPSS dans le tableau d'analyse principale pour les cinq effets significatifs (sexe = 0,18 ; lune = 0,04 ; sexe*saison = 0,02 ; sexe*lune = 0,03 et saison*lune = 0,08) nous donne une estimation de la taille d'effet. En se fiant aux balises de Cohen (1988), dans le premier cas, l'effet est de grande taille, dans les deuxième et cinquième cas, il est sensiblement de taille moyenne et pour les cas 3 et 4, l'effet est de petite taille.

III.3. Relation entre l'intensité de reproduction et l'intensité de recrutement

III.3.1. Saisonnalité de l'intensité de reproduction

Les femelles de crevette passent par trois phases de maturité sexuelle qui correspondent aux différents stades de maturation des ovaires (*annexe V*) : la phase immature F1, les phases de développement F2 - F3 et la phase pré-ponte F4.

L'analyse isolée du pourcentage de femelles matures (stade F4) est souvent utilisée pour mettre en évidence l'intensité de la reproduction (Figure 13).

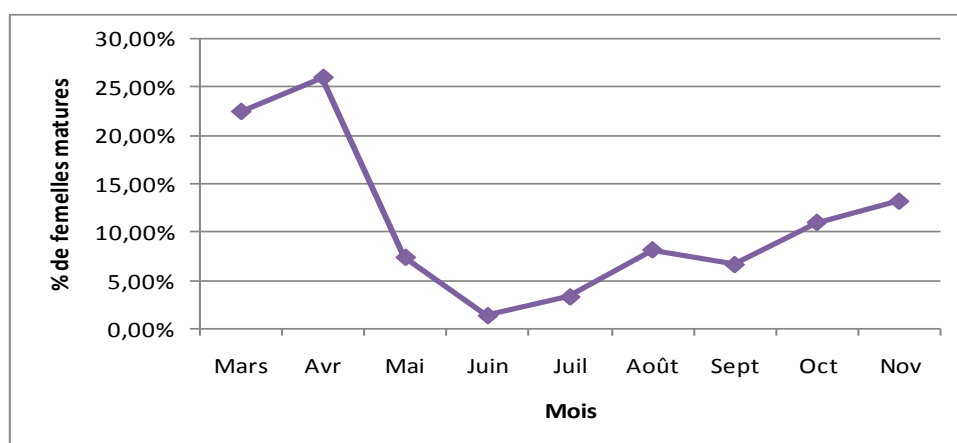


Figure 13 – Variations saisonnières du pourcentage de femelles matures

D'après l'allure générale de la courbe, deux périodes de reproduction maximale peuvent être distinguées. La première, se situe en Mars-Avril (24,27% de femelles gravides en moyenne). La seconde, se passe en Novembre, la proportion de femelles matures passant de 11,06% à 13,24% d'Octobre à Novembre. Nous notons également que le petit nombre de femelles gravides entre Juillet et Août (5,79%) peut être considéré comme une période de reproduction moins importante. Bref, chez les pénéides, la reproduction est presque continue durant toute l'année.

III.3.2. Saisonnalité de l'intensité de recrutement

La figure 14 présente l'évolution du pourcentage mensuel en nombre de petits individus.

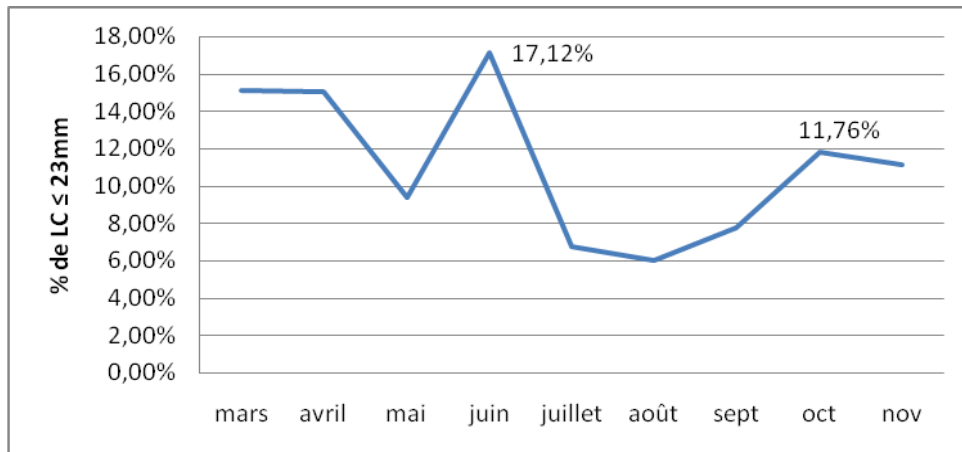


Figure 14 – Variations saisonnières de l'intensité de recrutement¹⁰

D'un premier abord, on note que le recrutement n'est jamais nul dans l'année. Cependant, il présente des périodes de fortes intensités. Le premier pic du mois de juin est le plus important (17%) et un second pic, moins important, s'observe en octobre (12%).

III.3.3. Relation entre les deux écophases

La figure 15 nous donne un premier aperçu de l'association entre nos deux variables.

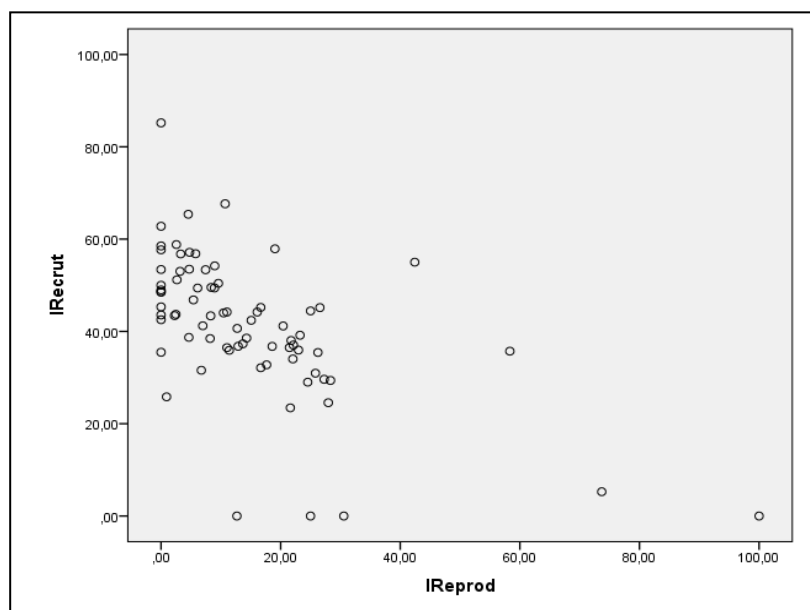


Figure 15 – Association entre l'intensité de reproduction (IReprod) et l'intensité de recrutement (IRecrut)

¹⁰ Selon Lhomme (1981), cité dans Rasoanandrasana et Sandon (2004), un recrutement peut être localisé dans le temps par l'augmentation de la fréquence des crevettes de petite taille dans les distributions de fréquences de tailles des échantillons. La limite supérieure des petites tailles a été arbitrairement fixée à 23 mm LC (Rasoanandrasana et Sandon, 2004) pour *F. indicus*.

Malgré une répartition non homogène des points, le sens général observé de la dispersion nous permet de dire qu'il s'agit d'une relation linéaire négative. Plus le taux de reproduction augmente, plus le taux de recrutement diminue. Le test de corrélation (tableau 3) nous permet, par la suite, de savoir si cette relation est suffisamment forte sur le plan statistique.

Tableau 3 : Estimation du coefficient de la Corrélation de Pearson

		Corrélations	
		IRecrut	IReprod
IRecrut	Corrélation de Pearson	1	-,597**
	Sig. (bilatérale)		,000
	N	75	75
IReprod	Corrélation de Pearson	-,597**	1
	Sig. (bilatérale)	,000	
	N	75	75

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

Nous remarquons que la corrélation est significative, nous pouvons donc rejeter l'hypothèse nulle d'absence de relation entre le taux de reproduction et le taux de recrutement. Ceci signifie que la probabilité d'obtenir ce coefficient dans une population où ces deux variables ne sont pas reliées est de moins de 5%. Nous acceptons l'hypothèse alternative : il existe une relation linéaire négative (puisque le coefficient est négatif) entre les deux variables. Le coefficient de corrélation significatif ainsi calculé nous donne deux informations :

- 1) le sens de la relation entre les variables : Comme le coefficient est négatif, plus le taux de reproduction est élevé, plus le taux de recrutement diminue.
- 2) la force de la relation (la taille d'effet) : En examinant la valeur du coefficient ($r = -0,60$), nous pouvons dire que l'effet de la relation entre ces deux variables est de grande taille et que l'association est forte.

III.3.4. Modélisation de la relation : régression linéaire simple

L'évaluation de la pertinence du modèle de régression nous permet de vérifier si le modèle avec prédicteur explique significativement plus de variabilité du taux de recrutement

qu'un modèle sans prédicteur. Pour prendre cette décision préalable sur l'hypothèse nulle, nous allons interpréter les résultats du tableau 4.

Tableau 4 : Evaluation de la pertinence du modèle de régression

ANOVA^a

Modèle	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1 Régression	6186,331	1	6186,331	40,492	,000b
Résidu	11152,849	73	152,779		
Total	17339,180	74			

a. Variable dépendante : IRecrut

b. Prédicteurs : (Constante), IReprod

La valeur de F calculée est de 40,50 et est significative à $p < 0,0005$. Ce qui signifie que les probabilités d'obtenir cette valeur de F par hasard sont de moins de 0,05%. Dans ce cas, nous devons rejeter l'hypothèse nulle formulée plus haut. Il y a donc une relation statistiquement significative entre la variable dépendante et la variable indépendante. Nous pouvons donc conclure que le modèle avec prédicteur permet de mieux prédire la variable y que ne le fait le modèle sans prédicteur (la moyenne de y).

Les informations du tableau 5 nous permettent ensuite de rapporter dans quelle mesure le modèle représente bien la dispersion des points dans le graphique.

Tableau 5 : Récapitulatif du modèle de régression

Récapitulatif des modèles^b

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,597a	,357	,348	12,36037

a. Prédicteurs : (Constante), IReprod

b. Variable dépendante : IRecrut

La valeur du coefficient de corrélation multiple « R » est de 0,60. Cette valeur suggère que les données sont assez bien ajustées au modèle. La valeur R^2 (0,357) nous indique que l'intensité de reproduction peut expliquer près de 36% du taux de recrutement.

Cette même valeur de R^2 , qui est relativement faible, indique aussi que notre modèle de régression n'explique, avec une seule variable, qu'environ 36% de la variabilité du taux de recrutement chez les pénéides.

En dernier lieu, le tableau 6 nous donne les paramètres de l'équation de notre modèle (valeur du coefficient beta B) et son degré de signification.

Tableau 6 : Paramètres du modèle de régression

Coefficients^a

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Corrélations		
	B	Erreur standard	Bêta			Corrélation simple	Partielle	Partielle
1 (Constante)	49,512	1,899		26,069	,000			
IReprod	-,551	,087	-,597	-6,363	,000	-,597	-,597	-,597

a. Variable dépendante : IRecrut

Les coefficients non standardisés nous permettent de reconstituer l'équation de la droite de régression. L'ordonnée à l'origine est la valeur B de la constante dans le tableau et la pente est indiquée par la valeur B pour la variable indépendante (IReprod).

$$\text{Valeur prédite du taux de recrutement} = 49,512 + (-0,551 \times \text{Intensité de reproduction})$$

$$Y_{\text{prédit}} = b_0 + b_1 X$$

Plus haut, la valeur du coefficient de corrélation suggère que le modèle (la droite) de régression est assez bien ajusté aux données. Ici, elle apporte une nouvelle information : la valence de cette valeur (+ ou -) qui permet d'interpréter le sens de la relation. La valeur du coefficient est de -0,597 compte tenu de la relation négative entre les deux variables.

La valeur t teste l'hypothèse nulle à l'effet que le coefficient est égal à « 0 » dans la population. Pour notre part, nous pouvons dire que les probabilités d'obtenir une valeur de t de -6,36 si la valeur de l'ordonnée à l'origine (b) est de zéro sont de moins de 0,0005. Le b est donc différent de zéro et nous pouvons conclure que l'intensité de reproduction contribue significativement ($p < 0,0005$) à prédire le taux de recrutement des pénéides.

III.4. Sélectivité globale des engins de la pêche traditionnelle

III.4.1. Efforts de pêche

L'effort moyen mensuel alloué par type d'engin est représenté dans la figure 16.

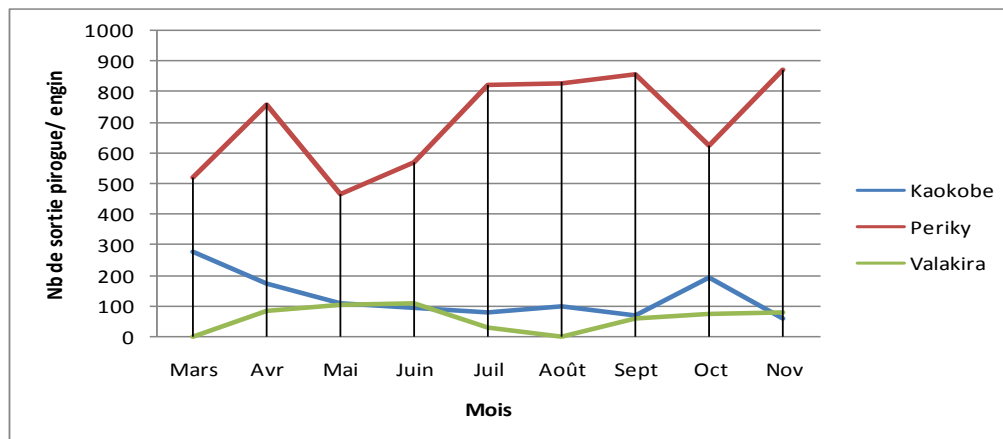


Figure 16 – Moyennes mensuelles du nombre de sorties pirogue/ engin

D'après l'allure des courbes, nous constatons que les *periky* sont très actifs tout au long de l'année avec des maxima en avril, septembre et vers novembre. L'activité des *kaokobe* se remarque durant la saison humide (entre octobre et mars) puis chute pour rester plus ou moins constant durant la saison sèche à partir d'avril. Par ailleurs, les *valakira*, quasiment inactifs en mars et août, le sont plus en juin et à partir de septembre.

III.4.2. Production globale

Durant la période de mars à novembre 2010, les captures des *periky* constituent plus de la moitié (61%) de la production totale. Les *kaokobe* apportent 32% de la production et les *valakira* ne représentent que 5% des mises à terre de crevettes. L'évolution mensuelle des rendements moyens par engin est représentée dans la figure 17.

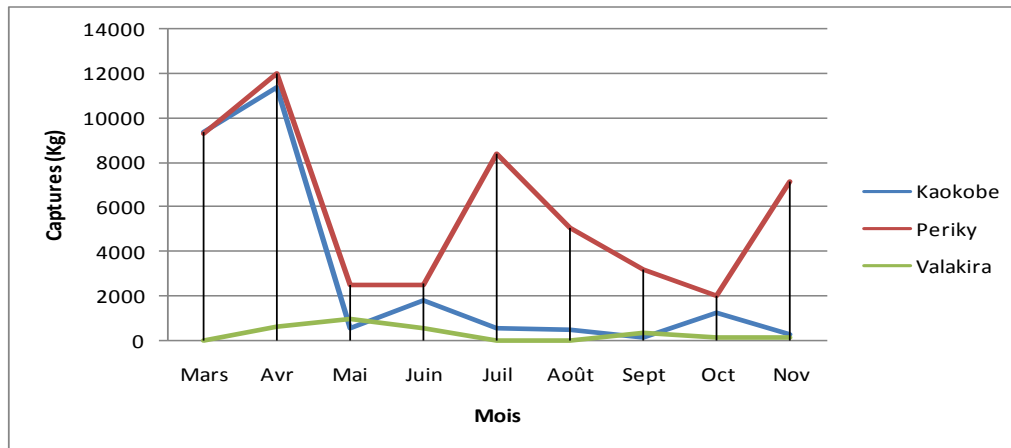


Figure 17 – Evolution mensuelle des rendements moyens par type d’engin

En général, les *periky* sont les engins les plus productifs avec une capture moyenne de 5,8 tonnes par mois ; les meilleurs rendements se situant aux mois d’avril et juillet, puis vers novembre. Le rendement des *kaokobe* présente également un maximum au mois d’avril puis chute pour rester en dessous de 2 tonnes le reste de l’année. N’étant opérationnels qu’à partir du mois d’avril, les *valakira* se trouvent être les moins productifs avec un rendement moyen ne dépassant pas 1 tonne.

III.4.3. Structure par catégorie de taille des captures

La sélectivité de chaque type d’engin se reflète à travers la structure de leurs captures respectives.

En termes de calibre, la répartition de la taille des captures est illustrée par la figure 18. Trois classes de tailles sont définies (Rasoanandrasana et Sandon, 2004):

- Les petits individus, appartenant aux calibres 150up, 120/150 et 100/120 ;
- Les individus moyens de calibres 80/100, 60/80 et 40/60 ;
- Et les gros individus qui correspondent aux calibres 30/40, 20/30 et 10up.

Les calibres définis sont fonction des tailles des individus. Par exemple, le calibre 150 up regroupe toutes les petites crevettes au nombre de 150 ou plus dans un kilo. De même, le calibre 60/80 comprend des crevettes de tailles homogènes pour lesquelles il y a 60 à 80 individus entiers dans un kilo (De Rodellec et Caverivière, 2008).

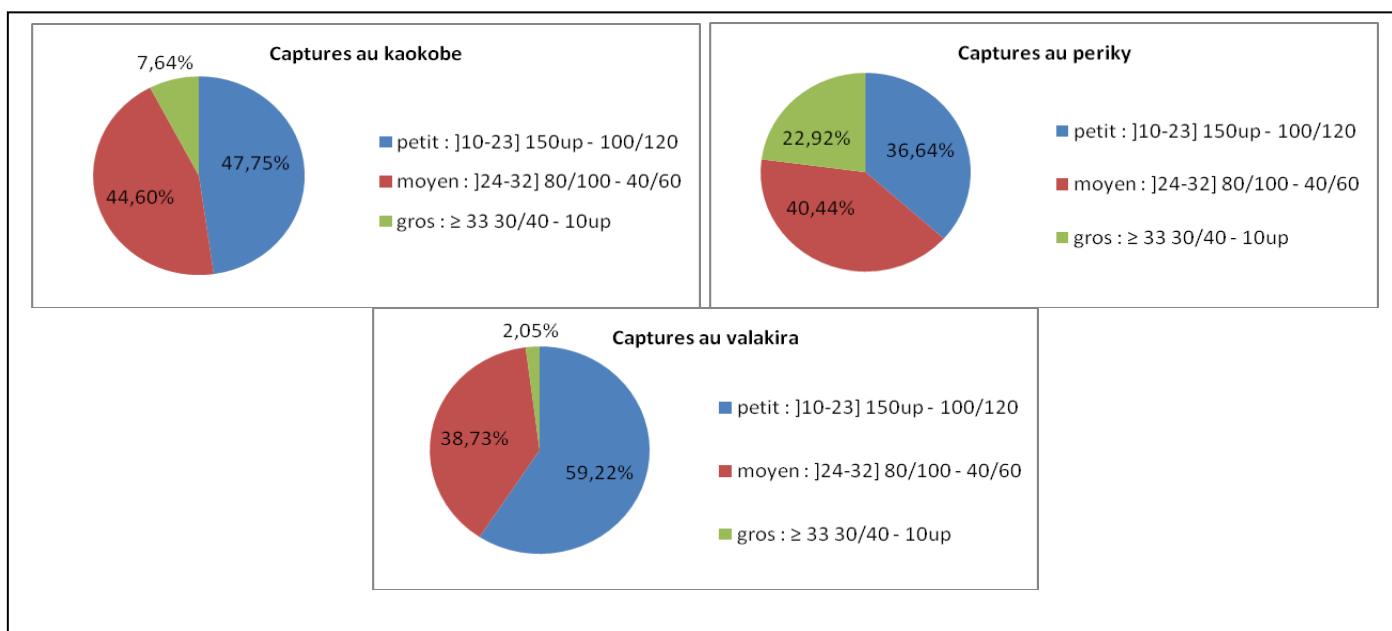


Figure 18 – Répartition de la taille des captures suivant le type d’engin

D’après ces diagrammes obtenus sur Excel, nous voyons nettement que les *valakira*, avec un taux de 59,22%, capturent plus de crevettes de petit calibre que les *kaokobe* et les *periky*. Par contre, si les *valakira* ne capturent que 2,05% d’individus de gros calibre, ce sont les *periky* qui ont la plus grande proportion pour cette catégorie de taille avec 22,92%.

Le tableau croisé qui suit, fournit par SPSS, confirme ces observations (tableau 7). En effet, 37% des individus de petit calibre sont capturés par les *periky* alors que 59% sont capturés par les *valakira*. Inversement, 23% des captures de *periky* sont des individus de gros calibre contre seulement 2% pour les *valakira*. Dans notre échantillon, les *valakira* semblent être les engins les moins sélectifs par rapport aux deux autres types d’engin.

Tableau 7 : Croisement des variables type engin et calibre

Tableau croisé type engin * calibre

			calibre			Total
			petit	moyen	gros	
type engin	kaokobe	Effectif	2155	2013	345	4513
		% dans type engin	47,8%	44,6%	7,6%	100,0%
	periky	Effectif	2770	3058	1733	7561
		% dans type engin	36,6%	40,4%	22,9%	100,0%
	valakira	Effectif	607	397	21	1025
		% dans type engin	59,2%	38,7%	2,0%	100,0%
Total		Effectif	5532	5468	2099	13099
		% dans type engin	42,2%	41,7%	16,0%	100,0%

Pour savoir ce que l'on peut conclure en regard de la population en partant de ces résultats, nous devons tester l'hypothèse nulle selon laquelle, dans la population, les différents types d'engin capturent le même pourcentage d'individus de petit et gros calibres, c'est-à-dire si la variable « calibre » est indépendante de la variable « type d'engin ».

Pour ce faire, calculons la statistique du Chi-2 à partir de la différence entre les occurrences observées et attendues. Le tableau 8 fournit ces deux informations et la différence entre les deux (résidus standardisés).

Nous remarquons que l'effectif théorique (ou attendu) se distingue de l'effectif observé dans l'échantillon. Mais la différence est-elle significative ? La statistique de Chi-2 peut nous aider pour cette évaluation.

Tableau 8 : Tableau des occurrences observées et attendues

Tableau croisé type engin * calibre

			calibre			Total
			petit	moyen	gros	
type engin	kaokobe	Effectif	2155	2013	345	4513
		Effectif théorique	1905,9	1883,9	723,2	4513,0
		standard	249,1	129,1	-378,2	
	periky	Effectif	2770	3058	1733	7561
		Effectif théorique	3193,2	3156,2	1211,6	7561,0
		standard	-423,2	-98,2	521,4	
	valakira	Effectif	607	397	21	1025
		Effectif théorique	432,9	427,9	164,2	1025,0
		standard	174,1	-30,9	-143,2	
Total		Effectif	5532	5468	2099	13099
		Effectif théorique	5532,0	5468,0	2099,0	13099,0

Par la somme de chaque résidu mis au carré divisé par l'occurrence attendue, nous obtenons la valeur de Chi-2. Voici le calcul :

$$\frac{(2155 - 1905,9)^2}{1905,9} + \frac{(2013 - 1883,9)^2}{1883,9} + \frac{(345 - 723,2)^2}{723,2} + \frac{(2770 - 3193,2)^2}{3193,2} + \frac{(3058 - 3156,2)^2}{3156,2} + \frac{(1733 - 1211,6)^2}{1211,6} + \frac{(607 - 432,9)^2}{432,9} + \frac{(397 - 427,9)^2}{427,9} + \frac{(21 - 164,2)^2}{164,2} = 719,86$$

La valeur de Chi-2 calculée est assez élevée. Ce qui suppose un écart assez grand entre l'hypothèse nulle (occurrences attendues) et la situation réelle (occurrences observées). Le tableau 9 qui suit positionne ce résultat dans une distribution Chi-2 ajustée en fonction du degré de liberté : (nombre de rangées - 1)*(nombre de colonnes - 1). Dans notre cas, le ddl est 4.

Tableau 9 : Test du Chi-2

Tests du khi-deux

	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
khi-deux de Pearson	719,884 ^a	4	,000
Rapport de vraisemblance	809,667	4	,000
Association linéaire par linéaire	40,534	1	,000
N d'observations valides	13099		

a. 0 cellules (0,0%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 164,25.

Nous remarquons que la valeur de Chi-2 calculée par SPSS est identique à celle que nous avons calculée à la main. Le degré de signification, qui est très bas, indique que les différences entre les occurrences observées et attendues sont significatives, ce qui veut dire que l'on retrouverait ces différences à moins de 1 fois sur 1000 si l'hypothèse nulle était vraie. Nous devons donc rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les différents types d'engin de la pêche traditionnelle capturent les mêmes proportions d'individus de petit et gros calibre. Il apparaît que les *valakira* sont significativement les engins les moins sélectifs par rapport aux *periky* et aux *kaokobe*.

Enfin, les mesures d'associations (Phi et V de Cramer), présentées dans le tableau 10, nous indiquent la force de la relation entre le type d'engin et la proportion de chaque calibre des individus capturés.

Tableau 10 : Mesures d'associations Phi et V de Cramer

Mesures symétriques

	Valeur	Signification approximative
Nominal par Nominal Phi	,234	,000
V de Cramer	,166	,000
N d'observations valides	13099	

La statistique de Cramer a une valeur de 0,166 sur une valeur maximale possible de 1. Cela représente une petite association entre le type d'engin utilisé et le fait que l'un de ces engins soit moins sélectif que les autres quant au calibre des captures (en termes de coefficient de corrélation, cette valeur représente un effet de petite taille).

La valeur du test est très significative ($p < 0,001$), ce qui indique que les chances d'obtenir une valeur de 0,166 par hasard est très faible. Nous confirmons donc le résultat du Chi-2 : la relation entre le type d'engin et la variable « calibre » est statistiquement significative.

Outre les *kaokobe*, *periky* et *valakira*, qui bénéficient d'un statut légal d'utilisation, les pêcheurs traditionnels utilisent deux autres types d'engin non légaux : *horoba* et *pôtô*. Les captures au *horoba* sont présentées dans la figure 19.

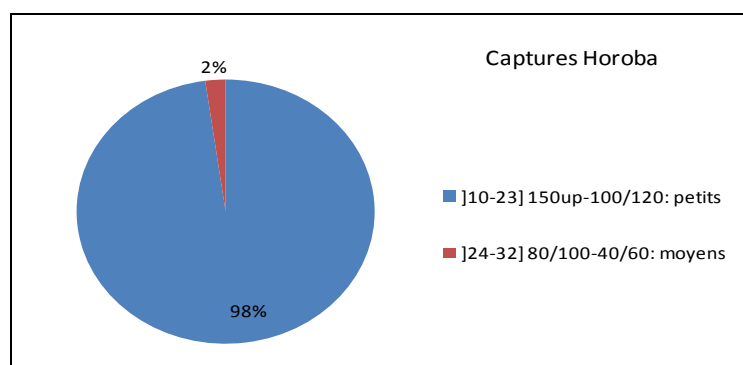


Figure 19 – Calibres des crevettes capturées par horoba

Le diagramme montre que le *horoba* capturent une proportion massive d'individus de petite taille, soit 98%. De même, Rasoanandrasana et Sandon (2004) trouvent une proportion de 78% d'individus de petit calibre dans les captures des *pôtô*. Ces résultats indiquent que ces deux engins ont une sélectivité presque nulle, pires que les *valakira*.

IV. DISCUSSIONS

IV.1. Evolution des paramètres hydrologiques et du plancton

De prime abord, l'aperçu des évolutions mensuelles de la salinité et de la température nous permet de retrouver les quatre saisons hydrologiques définies par Le Reste (1978). Durant l'été austral (novembre à mars), l'apport abondant de pluie explique la dessalure maximale observée, entraînant également une turbidité maximale de l'eau. Frontier (1978) explique que l'intense fertilisation de la baie au début de cette saison suscite une prolifération excessive du phytoplancton, à l'origine d'une production primaire importante. La circulation estuaire qui s'établit vers janvier, grâce à la diminution du gradient de salinité, favorise la sédimentation et la minéralisation du matériel organique charrié au voisinage du fond en formant des poches anoxiques dans la partie interne de la baie. Vers la fin de la saison pluvieuse (avril), avec le tarissement des sources d'enrichissement terrigènes, le phytoplancton finit par observer une biomasse très réduite.

Ensuite, à partir de l'automne austral, période correspondant au début de la saison sèche (mai), la température diminue tandis que la salinité augmente. L'homogénéisation de la couche d'eau néritique qui en découle permet la diffusion progressive des produits de minéralisation formés lors de la saison humide, d'où le rétablissement rapide de la biomasse phytoplanctonique (second maximum de mai également observé par Angot en 1968, le premier se situant en février). Puis, la biomasse décline progressivement avec la disparition des poches anoxiques entre juin-juillet, c'est-à-dire durant l'hiver austral où la température et la salinité se stabilisent. Le phytoplancton se reconstitue finalement vers septembre, peut-être grâce aux pluies sporadiques du mois d'août dont Frontier (1978) mentionne le rôle comme source tertiaire du milieu ; mais pouvant également expliquer la dessalure minimale caractéristique du printemps austral. L'arrivée des premières pluies de novembre transforme brutalement le milieu, et le cycle recommence.

Il apparaît ainsi que les différents paramètres hydrologiques (température, salinité, turbidité et phytoplancton) soient étroitement liés et que les variations observées soient respectivement caractéristiques des quatre saisons hydrologiques définies.

IV.2. Effets du sexe, de la saison et de la phase lunaire sur la taille des individus

L'étude des variations de la structure en taille de la population de crevettes nous a permis de mettre en exergue les effets de trois facteurs : le sexe des individus, la saison et la phase lunaire à laquelle ils ont été capturés. Grâce aux résultats obtenus lors de la vérification des

prémisses au test d'ANOVA à plan factoriel (indépendance des échantillons, normalité des données et égalité des variances), il nous a été possible de procéder à l'analyse sans avoir une normalité parfaite étant donné que l'ANOVA n'est pas très sensible aux écarts de normalité et avec des variances inégales puisque l'ANOVA à plan factoriel y est moins sensible que l'ANOVA (SPSS à l'UdeS, 2012).

A l'issue de cette analyse, nous notons que les facteurs sexe et phase lunaire induisent des variations significatives de la taille moyenne des individus, alors que le facteur saison ne produit presque pas de variabilité. Ainsi, nous rejetons donc H_{01} et H_{03} pour conclure, d'une part, qu'il y a une différence significative entre la taille moyenne des individus mâles et femelles ; et d'autre part, que la taille moyenne des individus capturés varie significativement en fonction de la phase lunaire. Dans le premier cas, Chabanne et Plante (1969) expliquent que, chez les pénéides, les mâles ont en général une croissance plus faible que celle des femelles. Dans le second cas, l'analyse post hoc (comparaisons multiples) effectuée rend compte du fait que certaines phases lunaires sont plus déterminantes que d'autres. Il en ressort que les crevettes capturées lors du dernier quartier, de la nouvelle lune et du premier quartier soient nettement de plus grandes tailles que celles des autres groupes, et particulièrement ceux du premier quartier se distinguent. L'écart maximum (-1,24) observé entre la gibbeuse décroissante et le premier quartier le confirme et laisse également penser que les individus capturés lors de la gibbeuse décroissante présentent les plus petites tailles par rapport à ceux des autres phases. Les tailles moyennes observées pour ces trois phases lunaires ($X_{DQ} = 26,08$ mm LC ; $X_{NL} = 26,10$ mm LC et $X_{PQ} = 26,22$ mm LC) supposent, d'abord, qu'il pourrait s'agir des juvéniles en migration chez lesquels les variations lunaires de capturabilité sont très évidentes (Garcia et Le Reste, 1981). Cité par ces auteurs, Salomon (1968) a effectivement obtenu de meilleures captures en lune sombre (DQ, NL et PQ) qu'en lune claire (PL). Enfin, ces observations sont probablement liées au phénomène de mue qui dépend également du cycle lunaire et des marées (Mamitiana, 2004). Durant les marées de vives eaux (NL), la majorité des crevettes sont en stade dure (normale), tandis que durant les marées de mortes eaux (DQ et PQ), elles sont molles (en période de mue). L'augmentation progressive de la taille moyenne observée, en parallèle avec la succession naturelle des phases lunaires concernées, semble refléter une évolution rapide de la croissance des individus. Laroche et al. (1995) affirment que, pour *F. indicus*, la croissance en estuaire est supérieure à celle observée en mer. La première période de mue des juvéniles en estuaire se situerait ainsi entre la GD et le DQ ; et la taille de migration vers la mer serait atteinte après la mue du PQ. Ce qui pourrait

ainsi justifier le fait que les crevettes de la GD aient les plus petites tailles ($X_{GD} = 24,98$ mm LC) et que celles du PQ présentent les tailles maximales ($X_{PQ} = 26,22$ mm LC).

Par ailleurs, nous retenons H_{02} et nous pouvons dire que les individus capturés durant les deux saisons présentent une taille moyenne équivalente ($X_S = 25,22$ mm LC et $X_H = 26,05$ mm LC). Cette absence « apparente » de différence accuse, en plus de son caractère eutrophique, la circulation de type « estuaire » (Magnier et Piton, 1972) qui caractérise la baie. Aussi, durant toute l'année, les crevettes y rencontrent des conditions favorables à leur croissance et survie. Toutefois, un léger décalage entre les tailles moyennes se présente étant donné que ces conditions sont plus marquées en saison des pluies.

En outre, la valeur non significative du facteur d'interaction principal (lune*sexe*saison) nous indique l'absence d'interaction entre les trois facteurs. Autrement dit, ces derniers exercent tous une influence sur la taille des individus, mais qu'ils agissent indépendamment les uns des autres. L'effet de l'un n'interfère pas sur les effets des autres.

Force est de constater au final que les résultats montrent une influence dominante du sexe (effet de grande taille avec η^2 partiel = 0,18) sur la taille des crevettes par rapport aux deux autres facteurs ; les variations étant plus marquées chez les femelles que chez les mâles, d'où l'absence d'intersection entre les courbes mâles et femelles. D'ailleurs, l'allure générale de ces courbes témoigne déjà d'une plus grande variabilité chez ces dernières. Ce qui rejoint de plus l'observation faite par Rafalimanana (2003) et nous permet de dire qu'en tant que facteur intrinsèque, le sexe des individus est bien un facteur déterminant de variations chez les pénéides.

IV.3. Variabilités de la relation entre la reproduction et le recrutement

Notre étude sur les variations saisonnières du recrutement et de la reproduction des pénéides nous a permis, dans un premier temps, de retrouver le schéma proposé par Le Reste (1978) pour les modalités de ponte chez *F. indicus*. Les deux périodes de reproduction maximale identifiées correspondent aux pontes B (mars-avril) et A (novembre), la deuxième étant plus modeste que la première. Si nos résultats n'ont pu faire état de la ponte ab1 de janvier-février, nous retrouvons par contre le petit nombre de femelles gravides de juillet, responsable de la ponte ab2 de juillet-août. Les études menées par Le Reste (1978) et Rafalimanana (2003) stipulent même que la période favorable à la maturation des gonades se situe entre août et décembre. Faisant logiquement suite aux périodes de ponte, les deux pics

de recrutement de juin et octobre coïncident avec les résultats de Le Reste (1976) qui a dénombré, au cours d'une année, une dizaine de cohortes dont certaines peuvent être regroupées. Ces dernières correspondent à sept périodes de recrutement dont celles de juin et mi-octobre (les autres périodes étant localisées en janvier, février, septembre, fin novembre et fin décembre).

Dans un second temps, nous avons vu qu'il existait une relation linéaire négative entre l'intensité de reproduction et le taux de recrutement. En effet, plus l'intensité de reproduction augmente, plus le taux de recrutement diminue. Autrement dit, en période de forte reproduction, le recrutement ne peut être que faible puisque seule la présence d'individus adultes peut donner lieu à la reproduction, le recrutement étant assimilé à la présence d'individus de petit calibre en général immatures ou juvéniles dans la population. Le coefficient de corrélation de Pearson obtenu ($r = -0,60$) suppose également une forte association entre les deux variables.

Finalement, la modélisation de cette relation par régression linéaire simple nous indique que l'intensité de reproduction contribue significativement à prédire le taux de recrutement. Cependant, le récapitulatif du modèle nous rapporte une valeur de R^2 faible (0,357). Notre modèle n'expliquerait donc, avec comme seule variable l'intensité de reproduction, qu'environ 36% du taux de recrutement des crevettes. Ce qui suppose qu'une ou d'autres variables pourraient expliquer la proportion restante des variations observées du taux de recrutement. En effet, dans son schéma, Le Reste (1978) illustre également les variations saisonnières des conditions du milieu. Force est de confirmer que le développement et la survie des larves, pour assurer le recrutement, est étroitement lié à l'état des paramètres hydrologiques (température, salinité, courants) et à la disponibilité en nourriture (plancton, détritiques organiques), observations qui concordent avec ceux de Razafimanantsoa (2007). Frontier (1978) explique que durant la saison des pluies, 1978) signale que la dérive continue vers le large d'une partie du plancton enrichit des eaux extérieures à la baie. Un maximum de larves d'Invertébrés benthiques se retrouve ainsi sur la moitié externe du plateau continental entre janvier et mars, et correspond à un maximum de maturation sexuelle et de ponte des adultes se situant en novembre et décembre : la ponte A. A cette période, les conditions se montrent bien favorables ($T^{\circ}C$ élevée, dessalure, circulation estuaire, biomasse planctonique abondante) pour que la ponte A, aussi modeste soit-elle, assure le recrutement de la génération A. Cette dernière donnera logiquement suite à une reproduction maximale, la ponte B. En saison sèche, les conditions semblent moins favorables ($T^{\circ}C$ diminue, salinité

augmente, tarissement des apports terrigènes, biomasse phytoplanctonique faible), affaiblissant alors le recrutement et la potentialité reproductive de la génération B responsable de la ponte A. L'arrivée des premières pluies importantes de novembre transforme brutalement le milieu, et le cycle recommence.

IV.4. Sélectivité globale des engins de la pêche traditionnelle

L'analyse des profils d'exploitation traditionnelle des pénéides nous permet de situer l'influence de ce mode d'exploitation sur les crevettes. Il est d'abord important de rappeler que la pêche crevette traditionnelle se pratique essentiellement au niveau de l'estuaire et de la zone intertidale (*cf. annexe XII*), zones principales où les crevettes évoluent.

L'étude de la sélectivité des engins utilisés (*periky*, *kaokobe*, *valakira*) montre que les captures de la pêche traditionnelle sont composées en majorité d'individus de petites tailles, en d'autres termes de jeunes crevettes. Après analyse, il apparaît que les *valakira* capturent plus de crevettes de petit calibre (59%) que les *kaokobe* et les *periky*. Avec seulement 2% d'individus de gros calibre, les *valakira* sont les moins sélectifs des trois types d'engin. Cela peut s'expliquer si on se réfère aux particularités de ces engins (*cf. annexe IX*).

Par contre, les *periky* sont les plus sélectifs du fait qu'ils capturent en majorité des crevettes de grande taille (respectivement 40% et 23% pour les calibres moyens et gros). Les mailles de 20 mm capturent plus de crevettes que les mailles de 25 mm dont les prises sont essentiellement constituées de poissons (enquêtes personnelles, 2010). De plus, théoriquement, des captures de LC inférieures à 22 mm seraient impossibles pour la maille de 25 mm, mais la présence d'un nombre non négligeable de petites crevettes peut s'expliquer par le fait que celles-ci se retrouvent accrochées par leur rostre ou leurs pattes alors qu'elles devraient normalement s'échapper à travers les mailles (De Rodellec et Caverivière, 2008).

Les *kaokobe* apparaissent également plus sélectifs (53% pour l'ensemble des crevettes de calibres moyen et gros) avec des filets maillants de 12 à 15 mm. Avantages : les pirogues peuvent se déplacer et exercer vers des zones situées plus au large, où la probabilité de réaliser de bonnes captures¹¹ est plus grande. En 2004, une décision de principe a été prise pour le passage de la maille de 12 à la maille de 15 pour les *kaokobe* (De Rodellec et Caverivière, 2008).

¹¹ Captures de crevettes de grande taille, plus recherchées sur le marché et donc plus rentables.

Par ailleurs, les proportions massives d'individus de petite taille capturés par les *horoba* et *pôtô* peuvent s'expliquer par les caractéristiques même de ces engins. Praticué surtout par les femmes, le *horoba* utilise des tulles moustiquaires en guise de filets. Les *pôtôs*, sortes de petits chaluts à l'étalage, utilisent comme poche terminale des filets de 12 mm maille côté. De plus, la pêche avec ces deux types d'engins se pratique dans des zones proches des bordures de la mangrove, pratiquement dans la nurserie.

Une comparaison des captures entre 2003 (Rasoanandrasana et Sandon, 2004) et 2010 (tableau 11) montre que la qualité de celles-ci en termes d'abondance des différents calibres s'est quelque peu dégradée depuis 2003, année durant laquelle les engins capturaient beaucoup plus d'individus de grosses tailles.

Tableau 11 : Comparaison des captures de 2003 et 2010 en termes de calibres pour les différents types d'engins

Taille des individus	Periky		Kaokobe		Valakira	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
Petits calibres]10 – 23 mm LC]	32%	37%	47%	48%	61%	59%
Calibres moyens] 24 – 32 mm LC]	44%	40%	39%	45%	35%	39%
Gros calibres ≥ 33 mm LC	24%	23%	14%	7%	4%	2%

Sources : Rasoanandrasana et Sandon (2004) ; Auteur (2015)

Cette différence montre que la taille des individus capturés par la pêche traditionnelle a nettement diminué. Ce qui pourrait mettre en cause l'accroissement du taux de mortalité juvénile occasionnée par certains engins tels que les *pôtôs*, les *horoba* et les *valakira*. Ceci pourrait également accuser l'existence d'un processus de changement progressif de la qualité du biotope, et que par adaptation, la croissance des crevettes s'en trouve diminuée.

De plus, la saisonnalité d'activité des différents engins et de leurs productions respectives nous amène à penser que leur utilisation pourrait effectivement perturber le cycle de succession des générations et donc diminuer la qualité structurelle même de la population. Par exemple, les *valakira* montrent un maximum d'activité entre avril et juin, puis en septembre ; périodes correspondant à l'émission d'un maximum de larves et de jeunes crevettes issus de la ponte de mars-avril et de celle de juillet-août. En ciblant particulièrement les larves et les juvéniles, ces engins peuvent affaiblir le potentiel de recrutement de la population et donc, son potentiel reproductif à travers les générations qui se succèdent. Toutefois, De Rodellec et

Caverivière (2008) stipulent que le *valakira* serait moins utilisé qu'auparavant, car il demande beaucoup de travail de mise en œuvre et une quantité de raphia importante, souvent difficile à trouver dans certaines zones ; de plus, la pêche au *valakira* est le plus souvent pratiquée par des pêcheurs disposant d'un droit foncier traditionnel sur la zone d'implantation de l'engin. Ils estiment également qu'une amélioration de la sélectivité des *valakira* serait possible par augmentation de l'écartement entre les lattis : en passant à 9,5 mm d'écartement, la L_{50} ¹² de capture serait de 16,1 mm, et donc une protection non négligeable des juvéniles.

Certes, De Rodellec et Caverivière (2008) voient juste en affirmant que les résultats de l'étude de la sélectivité des engins peuvent très bien conforter les décisions d'aménagement et que les effets seraient positifs, tant sur le plan écologique (protection des jeunes crevettes) que sur le plan économique (les petits calibres étant moins recherchés sur le marché, les pertes seraient moindres pour les pêcheurs qui devraient profiter du grossissement futur des petites crevettes). Cependant, dans leur propos même, ils évoquent les difficultés de mise en œuvre effective de ces décisions quand il s'agit de pêcheurs vivant dans des régions enclavées et ayant des besoins immédiats importants, et ce malgré que la population concernée comprenne l'utilité de ces décisions. A l'exemple de la baie d'Ambaro (De Rodellec et Caverivière, 2008), l'élimination des *pôtôs* en 2002 n'a fait que favoriser leur retour en plus grand nombre à Ankazomborona. Pire, ce type d'engin utilise désormais un maillage plus petit qu'auparavant comme poche terminale et n'a pas souvent respectée la période de fermeture de pêche entre Décembre 2005 et Janvier 2006. De plus, un autre engin, le *vonosaha*, a été découvert en 2006 en considérable augmentation dans les petits chenaux de mangroves difficilement accessibles. Ne capturant que des crevettes de très petite taille, ces engins présentent une sélectivité presque nulle. En utilisant de tels moyens de capture, l'impact négatif de la pêche traditionnelle serait considérable en dynamique des populations.

IV.5. Gestion de la pêche traditionnelle et plan de recherche

Le système de gestion de la pêche crevette est la co-gestion, assurée par le Ministère des Ressources Halieutiques et de la Pêche (MRHP, ex-MAEP) et impliquant le secteur privé représenté par le GAPCM. Le cadre réglementaire de la pêche a connu d'importantes modifications avec le développement de l'exploitation, l'évolution du contexte économique national et international, et l'adhésion du pays aux grandes orientations internationales en matière de développement durable, protection de l'environnement, préservation de la

¹² L_{50} : Taille moyenne des crevettes constituant 50% des captures pour un engin donné.

biodiversité marine et pêche responsable. Les changements dans les mesures de gestion de la pêcherie des crevettes côtières n'ont, cependant, concerné que la pêches industrielle et artisanale. Restée pendant longtemps sans contrôle, la pêche traditionnelle de crevettes s'est développé rapidement en utilisant des engins compromettant le renouvellement de la ressource (Marin et Hough, 2009). Confrontée à cette situation inquiétante, l'Administration des pêches s'est attachée depuis 2006 à définir un cadre réglementaire pour l'exercice de cette activité (cf. *annexe XIV*). Les premières dispositions réglementaires relatives à la gestion de la pêcherie traditionnelle crevettière sont celles du Décret n° 2007- 957 du 31 Octobre 2007, articles 10 à 18 (MAEP, 2007). Les arrêtés d'application de ces dispositions ont été pris début 2009 mais la crise politique aidant, ils sont restés lettre morte (GAPCM, 2009). La mise en œuvre du projet Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) à Madagascar, initié en 2005, souligne en effet l'absence d'un dispositif de contrôle et de sanctions opérationnel. L'équipe ZAC soulève deux causes principales à ce problème (Morlat et *al.*, 2009).

✘ Le manque notoire de moyens (matériels et humains) et une mauvaise articulation entre le central et le local constituent un réel handicap. Cette situation a entraîné la faible implication de l'administration des pêches, tant au niveau central qu'au niveau régional et local. Ce qui a créé un flou dans les attributions et responsabilités, diminuant ainsi l'efficacité des différentes institutions et la lisibilité de leurs actions, et augmentant les délais dans la prise de décision et la mise en œuvre des actions. Le CSP connaît les mêmes difficultés. En plus du manque de moyens, la centralisation des compétences de ce service limite considérablement les possibilités d'une collaboration officielle entre ses responsables et les organisations de base des pêcheurs traditionnels pour renforcer le contrôle du respect de la période de fermeture de la pêche. Non habilités à attribuer des sanctions, les CLS (Comités Locaux de Surveillance) sont uniquement chargés de réaliser des inspections et d'effectuer des rapports au service central. Le contrôle effectif ne peut donc se faire que lors du déplacement des agents du service central sur le terrain.

✘ Les acteurs de la concertation ont également montré des difficultés à comprendre leur rôle, à assumer leurs positions et à se coordonner entre eux pour concrétiser les actions décidées ensemble. Du fait de ses difficultés à assumer son rôle de garant de l'application des décisions, l'administration des pêches n'a pas vu la concertation comme un outil, mais comme un dispositif se substituant à elle pour un temps donné. En outre, ce contexte a accentué l'inégalité des pouvoirs des différents acteurs et de leurs capacités à se défendre en concertation. Du fait d'un consensus insuffisant et d'un manque de confiance des

acteurs entre eux, la mise en place des CLS en baie d'Ambaro n'a pas été menée dans les termes définis en concertation.

Dans leur rapport de pré-évaluation de la pêche crevette par rapport aux normes MSC (Marine Stewardship Council) commissionné par le GAPCM, Hough et Marin (2009) constatent bien qu'il n'existait pas de système de suivi, contrôle et surveillance de la pêche traditionnelle de crevettes pour vérifier la mise en application effective des mesures de gestion définies et mesurer leur impact. Récemment, en novembre 2014, le MRHP, le GAPCM et le WWF ont signé un protocole d'accord visant à élaborer et à mettre en œuvre un projet d'amélioration de la pêche ou « fisheries improvement project » (FIP) pour la pêche crevette industrielle à Madagascar (WWF, 2015). Quoique les principaux traits du plan d'action intègrent tous les secteurs de la pêche crevette, deux d'entre eux font mention particulière de la pêche traditionnelle. Il s'agit de la révision du système de suivi de la pêche crevette traditionnelle et de l'élaboration d'une stratégie de gestion de ce secteur.

Par ailleurs, un plan de recherche est incorporé dans le système de gestion de la pêche, avec le PNRC. Le PNRC a été créé en 1997 pour combler les lacunes dans les connaissances sur la ressource crevette et répondre aux besoins en informations scientifiques du système de gestion de la pêche de crevettes côtières. En 2007, l'article 6 du Décret N°2007-957 du 31 octobre 2007 précise le rôle du PNRC comme outil d'aide à la prise de « décision sur les questions concernant l'aménagement de la pêche crevette ».

Depuis sa création, le PNRC a connu des phases d'activité d'intensité variable, surtout en fonction de la réduction de ses moyens humains. Lors de notre passage en 2010, le Programme comptait trois chercheurs nationaux (dont le Directeur national et le Chef de département scientifique) et un biologiste. Actuellement, mis à part le Directeur exécutif qui est Ingénieur halieute, avec un seul chercheur senior halieute et un biologiste, et l'absence conséquente de financement, les moyens du CEDP (ex-PNRC) restent très limités pour poursuivre ses missions de recherche. Déjà, lors de notre passage en 2010, nous avons noté que le manque d'effectif handicapait la collecte de données. Les efforts étant surtout concentrés sur le suivi de la pêche traditionnelle (enquêtes sur les captures et sorties pirogues), l'étaient moins quant au suivi des composantes environnementales. Les irrégularités observées dans les archives auraient pu compromettre la validité de nos données. En effet, certains mois ne sont pas représentés sur les campagnes de prélèvement des paramètres hydrologiques (mai et août) et celles du plancton (juillet, août, octobre et

novembre) pour diverses raisons techniques, d'après les techniciens interrogés. De plus, les travaux de laboratoire sur le plancton sont uniquement concentrés sur le phytoplancton. Toutefois, la disponibilité de plusieurs ouvrages de référence nous a permis, par une synthèse de nos résultats avec ceux des auteurs, d'établir une représentativité fiable. Mise à part leur ancienneté, certains ouvrages constituent néanmoins les seuls documents pertinents relatifs à l'étude bioécologique des crevettes pénéides côtières en baie d'Ambaro ; mais il aurait été souhaitable d'exploiter des données plus récentes étant donné le contexte environnemental actuel.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La synthèse des résultats nous permet de faire lumière quant aux influences de divers facteurs (facteurs biologiques, conditions du milieu, exploitation traditionnelle) sur la composition structurelle de la population de crevette étudiée, pour la période de mars à novembre 2010. En effet, les tendances de variations de la structure de la population résultent des fluctuations des différentes écophases (reproduction, croissance, recrutement) qui sont directement régies par les variabilités des conditions du milieu.

Ainsi, l'analyse simultanée des influences de trois facteurs (sexe, saison et phase lunaire) sur la taille moyenne des crevettes nous rapporte qu'avec un effet de grande taille, le facteur intrinsèque sexe détermine plus les variabilités de la croissance des crevettes par rapport aux deux autres. Ce qui confirme l'absence d'interaction entre ces derniers, et donc qu'ils agissent de manière indépendante.

Par ailleurs, l'étude de la reproduction et du recrutement nous a montré, d'un premier abord, que ces derniers traduisent des variations rythmées par l'alternance des saisons. En allant plus loin, nous avons trouvé qu'il existe une relation linéaire significative entre l'intensité de reproduction et le taux de recrutement. Cependant, l'intensité de reproduction ne peut prédire le taux de recrutement qu'en partie. D'autres facteurs relatifs à la qualité du biotope, régissant directement le développement et la survie des larves, doivent être pris en compte. La variabilité des conditions du milieu dans lequel les crevettes évoluent peut ainsi expliquer celle de la structure de la population. Une telle relation confirme une certaine capacité d'adaptation écologique chez ces animaux.

Enfin, en se penchant sur les profils d'exploitation traditionnelle des crevettes de la zone, nous constatons également que ce type de pêche utilise certains engins (tels que les *valakira*, *horoba* et *pôtô*) qui contribuent négativement aux variations structurelles de la population de crevettes du fait de leur faible sélectivité et de leur dynamique d'activité.

Les influences de l'environnement sur la structure de la population des pénéides sont telles qu'elles se reflètent à travers les variabilités saisonnières et inter-annuelles de la qualité des captures. Parallèlement, la pression croissante que la pêche traditionnelle exerce sur la fraction juvénile du stock crevettier perturbe également ces variations vu qu'elle peut compromettre le renouvellement du stock. Notre étude traduit ainsi l'existence d'une étroite relation entre la biologie, l'écologie et l'exploitation de ces animaux. Ce qui justifie bien l'initiative d'une modélisation bioéconomique entreprise par Chaboud (2008) pour une

meilleure compréhension et une meilleure représentation des phénomènes, mais aussi pour répondre à une demande de recherche appliquée à la gestion du stock crevettier en général.

Aussi, nos premières propositions visent à optimiser la représentativité des données de base dans le sens où elles peuvent donner un essor aux travaux de recherches du CEDP, tout en favorisant la participation des villageois. Il s'agit notamment :

- ✘ De mettre en œuvre un plan de renforcement de l'équipe scientifique du Centre. Pour ce faire :
 - Envisager le recrutement d'halieutes nationaux et/ou de biologistes (sortants de l'IH.SM de l'Université de Toliara, des Universités d'Antananarivo et de Mahajanga également)
 - Relancer le partenariat avec les diverses institutions scientifiques rattachées au Programme ;
 - Optimiser le suivi participatif et régulier des activités des enquêteurs locaux en attribuant à certains d'entre eux le rôle d'agent superviseur en l'absence des représentants du CEDP sur terrain.
- ✘ D'améliorer le système de collecte de données en distribuant les tâches par volet (pêche, environnement, socio-économie), et par la constitution d'équipes bien distinctes par volet, incluant chacune un représentant du Centre et un (ou deux) enquêteurs locaux. Par exemple :
 - Equipe pêche : récolte et traitement des données relatives aux enquêtes sur la pêche (sorties, efforts, captures, mensurations...);
 - Equipe environnement : récolte et traitement des données relatives aux conditions environnementales (paramètres hydrologiques, plancton, état mangrove...)
 - Equipe socio-économique : récolte et traitement des données relatives à l'évolution du contexte socio-économique de la zone.
- ✘ D'orienter les activités de recherche du CEDP vers le soutien de la totalité de la filière « pêche crevettière », conformément au 'Plan de recherche' préconisé par le MSC (Hough et Marin, 2009).

Les recommandations suivantes comptent, d'autre part, contribuer à la mise en œuvre effective des mesures d'aménagement relatives à la gestion de la pêche traditionnelle des crevettes.

Il va sans dire que la signature récente du Protocole d'accord de novembre 2014, pour l'application du FIP, confirme que Madagascar possède désormais un plan d'action, qui fournit au secteur de la pêche crevettière un cadre pour évoluer vers la durabilité. Le MRHP, le GAPCM et le WWF se sont engagés à soutenir la mise en œuvre de ce plan d'action qui a été validé par toutes les parties prenantes (WWF, 2015). Particulièrement, dans l'élaboration d'une stratégie de gestion du secteur traditionnel, il serait sensé de s'appuyer sur les résultats du projet ZAC (*cf.* Morlat et *al.*, 2009) afin de contourner les problèmes existant. L'équipe ZAC montre qu'il serait judicieux d'achever le processus de décentralisation, entamé depuis les années 90, afin de compenser le manque de moyens (humains et matériels) ainsi que la lisibilité des attributions et responsabilités au niveau de l'administration pour une bonne articulation entre le central et le local. Dans le cas du CSP, il faudrait reconsidérer les possibilités d'une collaboration officielle avec les CLS en leur attribuant de réelles responsabilités de contrôle. En outre, la concertation n'est certes pas le seul moyen de résoudre les problèmes de gestion des ressources halieutiques, mais son bon fonctionnement nécessite primordialement une implication effective de la part des acteurs. Le dialogue ne peut être constructif que si les participants ont un minimum de confiance en la capacité de leurs interlocuteurs à prendre des engagements et à les respecter. Ce qui conduirait facilement les acteurs à converger leurs efforts respectifs pour l'intérêt de tous.

En alternative, il serait également intéressant d'envisager la reproduction d'un projet mis en œuvre et à succès sur la côte Sud, dans la région de Toliara. Il s'agit du « Développement communautaire intégré de la pêche traditionnelle » (Dasylyva et Rakotondrasoa, 1997). Les activités de développement intégré réalisées entre Soalara et Androka (région enclavée du Sud de Toliara) a permis de stimuler la production, d'améliorer les conditions de vie des communautés d'une manière autonome et durable, d'améliorer les structures organisationnelles de ces communautés par des réalisations à caractère social, d'améliorer les techniques de pêche et de conservation, de faciliter l'écoulement des produits et, d'informer et de sensibiliser les bailleurs de fonds aux différents problèmes existant dans ces régions enclavées. L'expérience vécue par les auteurs cités leur ont permis de considérer trois éléments importants: la possibilité de reproduire l'expérience dans d'autres zones en prenant en compte les spécificités propres de ces nouvelles zones, l'importance d'une catalysation des différentes interventions sans rechercher une coordination quelconque que les communautés doivent assurer et la nécessité d'une participation réelle de la communauté à toutes les étapes. Dasylyva et Rakotondrasoa (1997) affirment que l'approche développée dans le cadre du thème

2 du Programme Sectoriel Pêche¹³ s'est, en effet, avérée être particulièrement adaptée à l'objectif de développement et de valorisation du potentiel halieutique au bénéfice des communautés côtières. Le thème 2 a constitué un projet pilote qui, pour la première fois, a permis au pays de disposer d'une approche appropriée pour la promotion de la pêche traditionnelle (activité prédominante au niveau national et dont les résultats obtenus à date ont été considérés comme positifs). D'où l'intérêt de valoriser cette expérience qui prend en compte tous les aspects de la vie du pêcheur et de sa communauté, toutes les activités du projet impliquant une participation de la population notamment en ce qui concerne les micro-réalisations. Quelques exemples permettant de comprendre cette méthodologie sont donnés à l'*annexe XIII*.

Bref, nous tenons sans doute ici une opportunité de contourner les problèmes liés à la non-coopération des pêcheurs quant à l'abandon des engins prohibés. Alors, pourquoi ne pas envisager de poursuivre et d'étendre ces activités sur la côte Nord-Ouest ? Reste à susciter, d'une manière effective, l'intérêt et la demande des autorités compétentes et des communautés. D'ailleurs, il est important de signaler que, par la promotion d'une concertation participative, les finalités du projet ZAC s'inscrivent déjà dans le cadre d'une gestion intégrée de la ressource crevette. Certes, la mise en œuvre effective de ces perspectives ne sera pas aisée, étant donné le contexte socio-politique actuel, mais nous sommes convaincus qu'il serait judicieux de les soumettre à mûre réflexion. En œuvrant ensemble pour leur application, tous les partenaires espèrent apporter une solution à la crise de l'industrie crevette et redonner à la pêche crevette sa vitalité économique, tout en garantissant des pratiques durables et la sécurité alimentaire pour les communautés locales.

¹³ Programme Sectoriel Pêche (PSP) : programme financé par le PNUD et exécuté par la FAO en collaboration étroite avec la Direction des Ressources Halieutiques et plusieurs autres institutions nationales. Le thème 2, un des thèmes principaux de réalisation du PSP, s'intitule « développement communautaire intégré de la pêche traditionnelle sur la côte Sud ».

BIBLIOGRAPHIE

- Angot M., 1968.** Variations de la production primaire aux environs de Nosy-Be (Madagascar) en 1965. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 6 (2).
- Caverivière A., Chaboud C. et Rafalimanana T., 2008.** Les crevettes côtières de Madagascar : biologie, exploitation, gestion. Ed. IRD. Synthèse des principaux résultats du PNRC.
- Chabanne J. et Plante R., 1969.** Les populations benthiques (endofaune, crevettes pénéides, poissons) d'une baie de la côte nord-ouest de Madagascar : écologie, biologie et pêche. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 7 (I) : pp 11-77.
- Chaboud C., 2008.** Modélisation bioéconomique de la pêcherie crevette malgache. In Les crevettes côtières de Madagascar : biologie, exploitation, gestion. Eds. Caverivière A., Chaboud C. et Rafalimanana T., IRD : pp 261-310.
- Chaperon P., Danloux J. et Ferry L., 1993.** Fleuves et rivières de Madagascar. Ed. ORSTOM : 874 p.
- Crosnier A., 1965.** Les crevettes pénéides du plateau continental malgache. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., suppl. vol III, 3 : 158 p.
- Daniel J., Dupont J. et Jouannic C., 1972.** Bathymétrie et sédimentologie de la baie d'Ambaro (Nord-Ouest de Madagascar). Contribution à l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cah. ORSTOM, sér. Géol. 4 (I).
- De Rodellec A. et Caverivière A., 2008.** Principaux engins de la pêche traditionnelle et leur sélectivité sur la côte Nord-Ouest de Madagascar (baie d'Ambaro). In Les crevettes côtières de Madagascar : biologie, exploitation, gestion. Eds. Caverivière A., Chaboud C. et Rafalimanana T., IRD : pp 121-141.
- Dasyva G. et Rakotondrasoa M., 1997.** Projet de développement communautaire intégré de la pêche traditionnelle sur la côte Sud. Programme Sectoriel Pêche MAG/92/004-DT/9/97, PNUD – FAO – MPRH : 37 p.
- Frontier S., 1978.** Ecosystèmes d'estuaires dans les baies de la côte Nord-Ouest de Madagascar. Bull. Ecol. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 9 (1).

- Garcia S. et Le Reste L., 1981.** Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes penaeides cotières. FAO Doc. Tech. Pêches, (203) : 210 p.
- Guelorget O. et Reynaud C., 1998.** Organisation et fonctionnement des écosystèmes littoraux de la côte Ouest de Madagascar. In Etude du schéma d'aménagement de l'aquaculture de crevettes à Madagascar, Phase I : cas des zones 2, 3, 5. Rapport final. Eds. OSIPD – FTM – PHD – ORSTOM: 52 p.
- Hough A. et Marin J., 2009.** Rapport de pré-évaluation pour la pêcherie au chalut des crevettes côtières de la côte Ouest de Madagascar. Version complétée à l'issue de l'atelier du GAPCM tenue à Antananarivo le 20 octobre 2009. Ed. MOODY MARINE LTD : 84 p.
- Kiener A., 1965.** Contribution à l'étude écologique et biologique des eaux saumâtres malgaches. Les poissons euryhalins et leur rôle dans le développement des pêches. Vie, milieu, 16 (2).
- Laroche J., Benoely, Siaviri A., 1995.** Biologie et pêche traditionnelle des crevettes pénéides dans l'embouchure d'un fleuve en milieu semi-aride (Sud-Ouest de Madagascar). In Revue scientifique internationale : Oceanologica acta. Ed. Elsevier, Paris, France (1978 – 2003), vol. 18, n°6 : pp 659-670 (1 p.).
- Le Reste L., 1973.** Etude du recrutement de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards dans la zone de Nosy-Be (Côte Nord-Ouest de Madagascar). Contribution à l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 11 (2) : pp 171-178.
- Le Reste L. et Marcille J., 1976.** Biologie de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards à Madagascar : croissance, recrutement, migrations, reproduction, mortalité. Contribution à l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 14 (2) : pp 109-127.
- Le Reste L., 1978.** Biologie d'une population de crevettes *Penaeus indicus* H. Milne Edwards sur la côte Nord-Ouest de Madagascar. Trav. et Doc. ORSTOM, n°99. 291 p.
- Lhomme F., 2001.** Relation pêche-environnement chez les crevettes pénéides. Revue mondiale : problème posé par l'application à Madagascar. In Actes de l'atelier sur l'aménagement de la pêche crevette à Madagascar, Antananarivo, Décembre 2000.

MPRH/FAO. Eds. Ranaivoson E. et Kasprzyk Z., CITE – Océan Consultant: pp 113-129.

Mamitiana F., 2004. Influence des paramètres physico chimiques sur l'évolution des stades de mues des juvéniles de *Penaeus monodon* (Cas de la ferme de l'AQUALMA Besalampy). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Maîtrise des Sciences et Techniques de la Mer et du Littoral MaST/ML, IHSM, CUR Toliara : 43p.

Magnier Y. et Piton B., 1972. La circulation en baie d'Ampasindava (Madagascar) et ses implications biochimiques. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 10 (1) : pp 75-97.

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, 2007. Décret N°2007-957 du 31 Octobre 2007 portant conditions d'exercices de la pêche des crevettes côtières, Titre IV de la gestion de la pêche traditionnelle, Articles 10 à 18. MAEP : 17 p.

Morlat L., Andrianaivojaona C., Le Marec R., Neu D., 2009. La concertation peut-elle contribuer à la gestion durable d'une ressource halieutique ? La pêche crevette et l'expérience du projet ZAC à Madagascar. Ed. GRET : 160 p.

Pham D., 2006. La reproduction des crevettes : du géniteur à la post-larve... Fiche pédagogique, Département Aquaculture IFREMER Calédonie : 10 p.

Plante-Cuny M. R., 1978. Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (Nosy-Be, Madagascar). Résumé de la Thèse Doct. ès-Sciences, Université d'Aix-Marseille II. J. Rech. Océanogr. ORSTOM, 3 (1) : 14 p.

Programme National de Recherches Crevettières, 2008. Brochure de présentation des propositions et perspectives pour la relance du Programme National de Recherche crevette. Ed. Août – novembre 2008, PNR.

Rafalimanana T., 2003. Les crevettes péneïdes exploitées sur la côte Ouest de Madagascar : variabilité spatio-temporelle des paramètres biologiques et dynamique des populations. Thèse Doct., Dép. Halieutique UPR MESH ENSA Rennes – France : 268 p.

Rakotondratsimba B.A. et Randriamiarisoa, 2009. Pêche crevettière traditionnelle à Ankazomborona en 2006 : Estimation de l'effort de pêche et de la production selon différentes échelles temporelles. Doc. Sci. PNRC n°2 : 12 p.

Rasoanandrasana N. et Sandon Y., 2004. La pêche traditionnelle crevettière dans la baie d'Ambaro : Analyses des enquêtes 2003. Rapp. Sci. PNRC : 41 p.

Rasolofo V.M., 1988. Etude de la répartition et de la disponibilité des crevettes pénéides dans les mangroves de la baie d'Ambaro. Résumé du Mémoire soutenu pour l'obtention du DEA en Sciences Naturelles, Dép. Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo – CNRO : 9 p.

Razafimanantsoa V. A., 2007. Amélioration des conditions de vie des crevettes *Peneaus monodon* en élevage semi-intensif par l'application du produit EPICIN (Cas de la Société AQUAMEN EF). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Maîtrise des Sciences et Techniques de la Mer et du Littoral MaST/ML, IHSM, CUR Toliara : 37 p.

World Ocean Atlas (WOA), 2013. Wikipédia, l'encyclopédie libre. Page consultée à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=World_Ocean_Atlas et action = history.

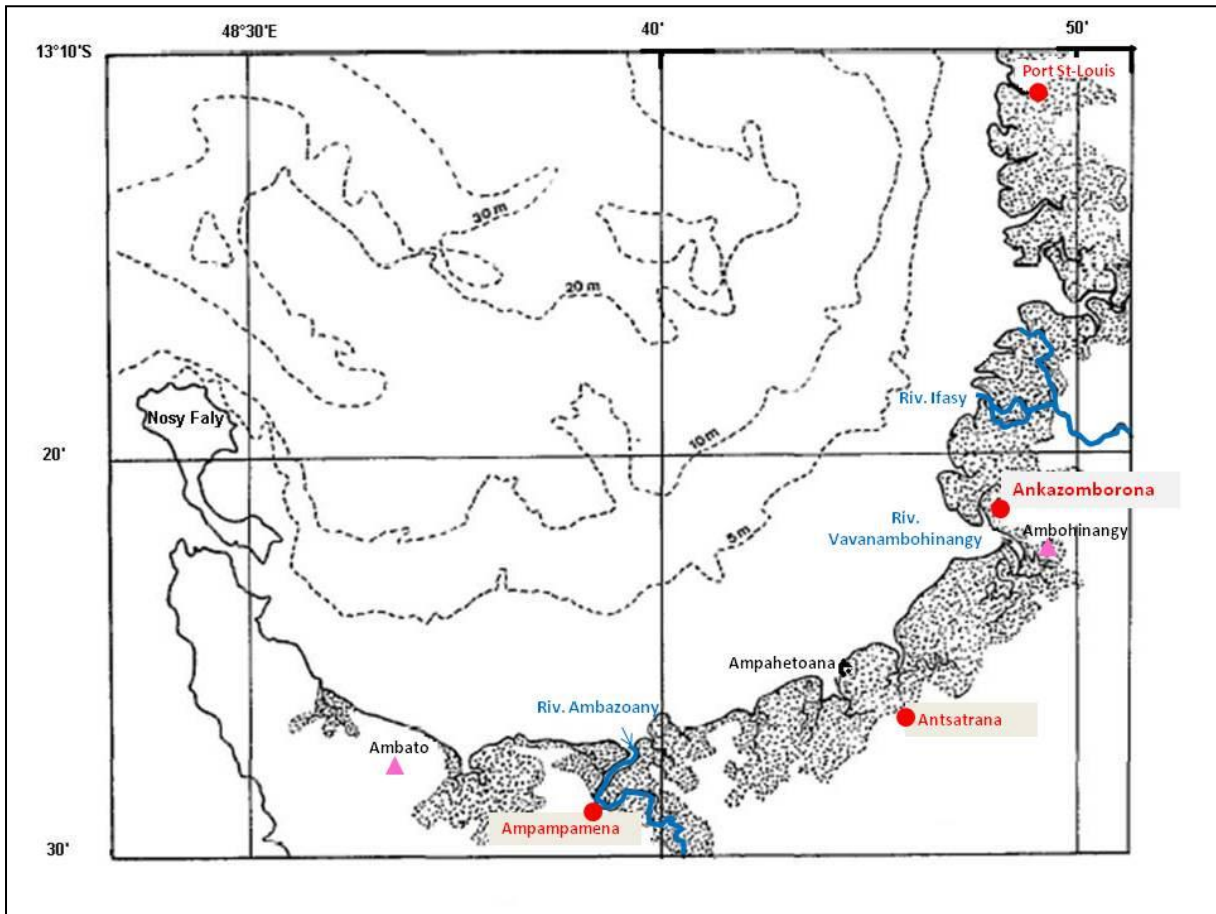
World Wild Fund for nature (WWF), 2015. Renforcement de l'industrie crevettière à Madagascar. Article publié le 25 mai 2015 sur [WWF.org](http://www.wwf.org)

WEBOGRAPHIE

- <http://pages.usherbrooke.ca/spss/pages/statistiques-inférentielles/> : SPSS à l'UdeS, 2012
- www.madadoc.mg/12333_zooplancton.pdf: Zooplancton de la région de Nosy be
- www.gapcm.org/index.php?IdArchives=53: Actualités du GAPCM, année 2009
- www.fao.org/docrep/field/380981.html: Développement communautaire intégré de la pêche traditionnelle sur la côte Sud
- Horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins-textes/cahiers/océanographies/19452.pdf
- Halieutique.agrocampus-ouest.fr/publi/601/partiel.pdf : contexte de la pêche crevettière

ANNEXE I

– Régime hydrographique de la baie d'Ambaro – (Fleuves types : Ifasy et Ambazoany)



Source : Le Reste, 1978

(Étiquettes modifiées par l'auteur, 2014)

Légendes

- Villages
- ▲ Massif
- Fleuve, rivière
- ▨ Mangrove
- Courbe de niveau bathymétrique

ANNEXE II

– Principales espèces de crevettes pénéides rencontrées en baie d'Ambaro –



Fenneropenaeus indicus (Auteur, 2010)
Rostre avec épines ventrales
Corps lisse, couleur blanchâtre
« White »



Metapenaeus monoceros (Wikipédia)
Rostre sans épines ventrales
Corps à poils fins, couleur rose
« Pink » ou « Brown »



Penaeus semisulcatus (Auteur,
2010)
Rostre avec épines ventrales
Corps lisse, couleur vert clair et vert
sombre alternées
« Flower », « Brown » ou « Tiger »



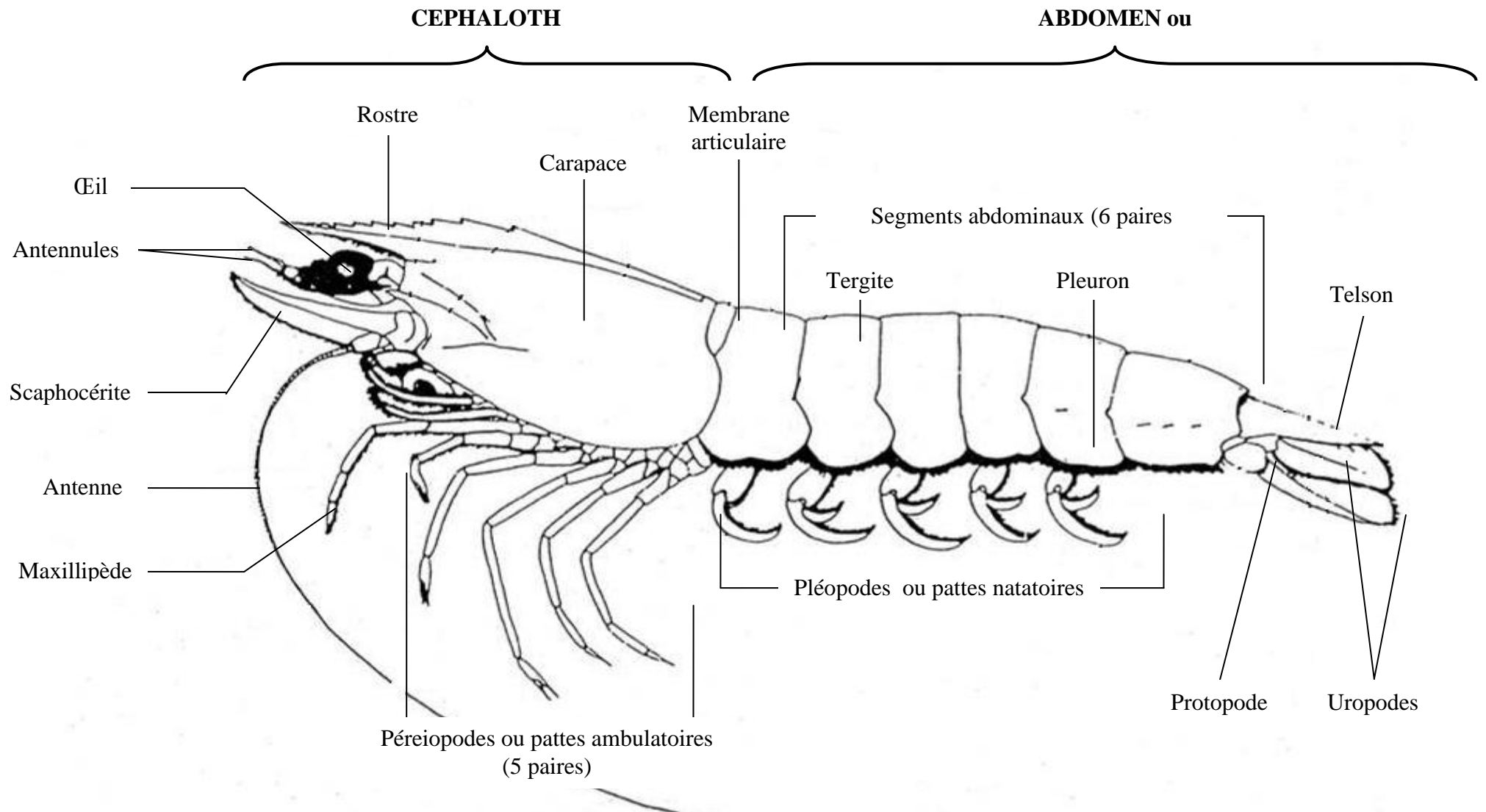
Penaeus monodon (Wikipédia)
Rostre avec épines ventrales
Corps lisse, couleur violacée
« Black tiger » ou « Camaron »



Marsupenaeus japonicus (Google images)
Rostre avec épines ventrales
Corps lisse, couleur jaunâtre, uropodes
bleu-jaune
« Tiger » ou « Kuruma »

ANNEXE III

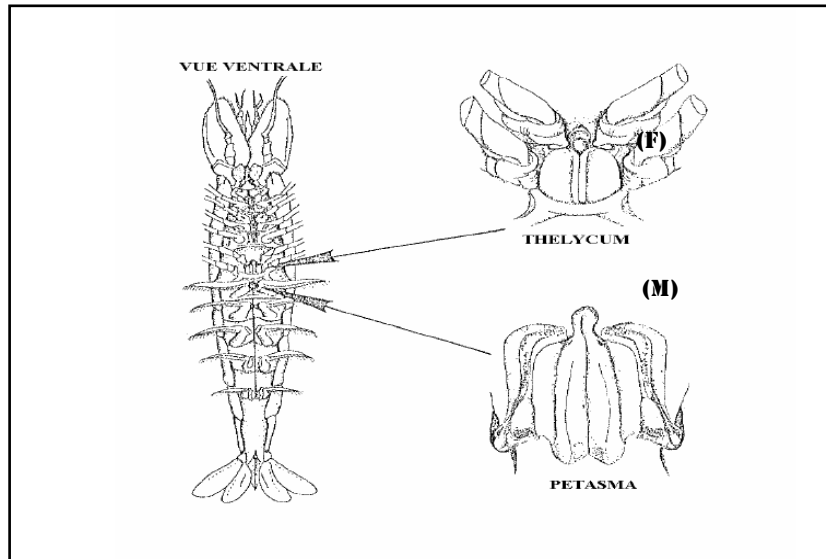
– Morphologie d'une crevette pénéide adulte –



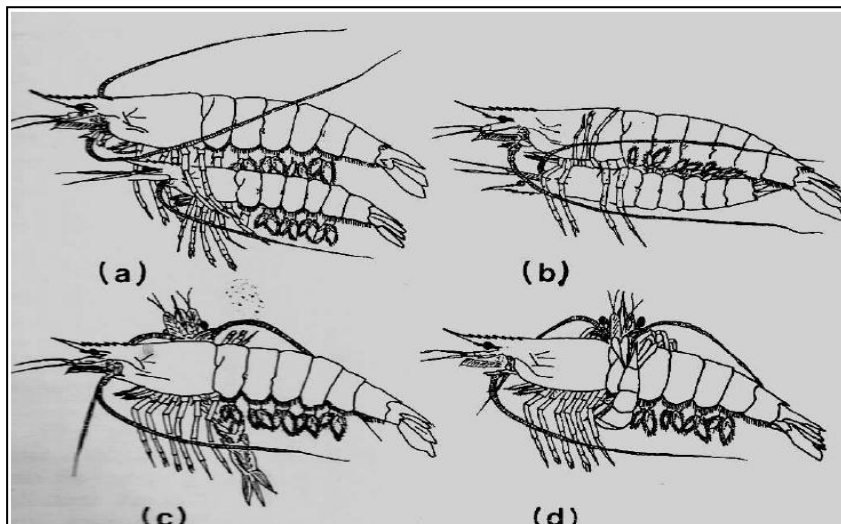
Source : Tipic, *in* Morphologie et anatomie d'une crevette (Google search), schéma modifié par l'auteur.

ANNEXE IV

– Sexualité et accouplement chez les pénéides –



(A) Dimorphisme sexuel chez les pénéides : femelle en haut et mâle en bas (Pham, 2006)



(B) Différentes phases de l'accouplement chez *P. monodon*

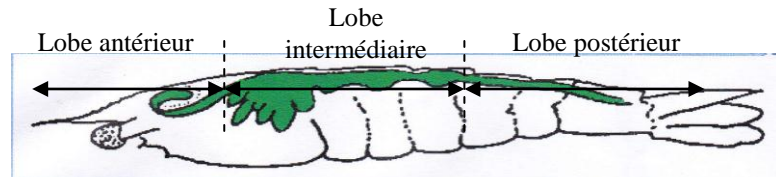
(Primavera, 1979 ; cité dans Pham, 2006)

- (a) Nage parallèle de la femelle (au-dessus) et du mâle (en dessous)
- (b) Mâle se retournant et s'accrochant à la femelle
- (c) Mâle se mettant perpendiculairement à la femelle
- (d) Mâle enroulé autour de la femelle et donnant des coups de tête et de queue simultanément

ANNEXE V

– Echelle de détermination des stades de maturité des femelles –

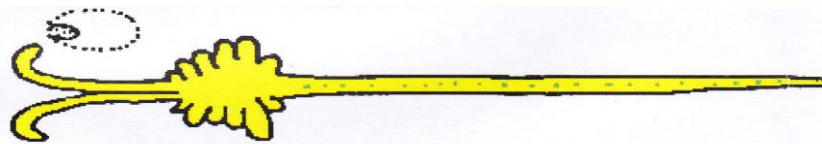
Source : PNRC, 2010



(a) Position anatomique des ovaires chez les crevettes.



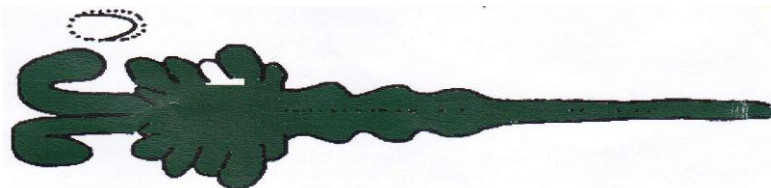
(b) Phase immature correspondant au stade **F1** : ovaires fins et transparents, non pigmentés et confinés à l'abdomen.



(c) Phase de développement correspondant au stade **F2** : ovaires plus grands avec lobes antérieurs et médians développés, de couleur jaune à vert, visibles à travers la cuticule.



(d) Phase de développement correspondant au stade **F3** : ovaires de couleur verte bien visibles à travers la cuticule, lobes antérieurs et médians bien développés.



(e) Phase de pré-ponte correspondant au stade **F4** : ovaires vert-sombres et bien visibles à travers la cuticule.

ANNEXE VI

– Fiche de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau –

Village :

Date :

Zone :

Heure :

Vitesse du courant :

	STATION 1			STATION 2			STATION 3		
	Lat:	Long:		Lat:	Long:		Lat:	Long:	
PROFONDEUR (m)	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5
pH									
COND (mS/ cm)									
TURB (U.I)									
DO (mg/L)									
TEMP (°C)									
DEP (m)									
SAL (‰)									
TDS (g/L)									
OT (σt)									
ORP (mV)									

COND : Conductivité

TEMP : Température

TDS : Solides Totaux Dissous

TURB : Turbidité

DEP : Profondeur

OT : Gravité spécifique eau de mer

DO : Oxygène dissous

SAL : Salinité

ORP : Potentiel Redox

ANNEXE VII
FICHE CAPTURES, EFFORT ET COLLECTE

Village :

Date : Marée : VE ou ME

Enquêteur :

Nombre de pirogues sorties	
Periky :	Valakira :
Kaokobe :	Horoba :

N° Echantillon	Nom pêcheur	Engin	Maillage (mm)	Longueur (m)	Total poissons (Kg)	Total crevettes (Kg)	Période (Jour/ Nuit)	Marché local		Collecte		Auto consommation (Kg)
								Quantité (Kg)	Prix	Quantité (Kg)	Prix	
Pirogue 1												
Pirogue 2												
Pirogue 3												
Pirogue 4												
Pirogue 5												
Pirogue 6												
Pirogue 7												
Pirogue 8												
Pirogue 9												
Pirogue 10												

VE : vives eaux (rano samonta) / ME : mortes eaux (rano maty)

ANNEXE VIII

FICHE DE MENSURATION CREVETTES

Date :.....
 Nom du Pêcheur :.....
 Engin :.....
 Maille :..... Longueur :.....
 Capture Totale :.....
 Poids échantillon :.....

Date :.....
 Nom du Pêcheur :.....
 Engin :.....
 Maille :..... Longueur :.....
 Capture Totale :.....
 Poids échantillon :.....

Date :.....
 Nom du Pêcheur :.....
 Engin :.....
 Maille :..... Longueur :.....
 Capture Totale :.....
 Poids échantillon :.....

N°	ESP	LCT	SEXE	STADE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

N°	ESP	LCT	SEXE	STADE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

N°	ESP	LCT	SEXE	STADE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

Sexe : F (femelles), M (mâles)

+ Stades de maturité : F1, F2, F3, F4

Espèces

Pi : *Fenneropenaeus (Peneaus) indicus*
 (makamba malandy)

Pm : *Peneaus monodon* (Camaron)

Ps : *Peneaus semisulcatus*

Pj : *Marsupeneaus (Peneaus) japonicus*

Mm : *Metapeneaus monoceros*

VL : *Metapeneaus sp* (vivre longtemps)

ANNEXE IXa

– Caractéristiques des engins de la pêche crevettière traditionnelle –

Engins	Matériau	Longueur (m)	Hauteur (m)	Largeur (m)	Maille (mm côté)	Nombre pêcheurs	Utilisation	
							Temps	Espace
<i>Valakira</i>	Raphia	150 à 300	3		7,5*	1	VE – marée descendante	Sortie estuaire
<i>Pôtô</i>	Nylon multifil	9	3	5	10 ou 12	1	VE – marée	Estuaire
<i>Kaokobe</i>	Nylon multifil	45 à 70	6 à 8		10, 12 ou 15	4	Difficile si trop de courant	Sortie estuaire / large
<i>Periky</i>	Nylon monofil	100 à 300	4 à 6		20 ou 25	2	VE – ME	Côte / large

Source : Chaboud et al., 2008

* Ecartement entre les lattis, d'après Le Reste (1978)

La maille en gras est la plus couramment utilisée

VE : vives eaux, ME : mortes eaux

ANNEXE IXb

– Description des principaux engins de la pêche crevette traditionnelle –

Les *valakira*

Les *valakira* sont des barrages côtiers implantés en sortie d'estuaire, dans des zones découvrant généralement par marées basses en période de vives eaux. Le piège est formé de trois parties fixées par des pieux en palétuvier enfoncés dans le sédiment, soit la chambre de capture et les deux ailes qui délimitent un V orienté vers le rivage. Les pieux, séparant chaque unité de lattis, sont espacés de 12m et l'espacement permettant le passage de l'eau entre chaque fibre de raphia composant un lattis a été estimé à 7,5 mm par Le Reste (1978). Ces engins sont souvent démontés en période de mortes eaux et pendant la saison des pluies, en raison du colmatage et par crainte de leur destruction par des débris lors des crues. En fonction de l'espace disponible et de l'étendue de la zone de marnage, plusieurs lignes de *valakira* peuvent être disposées. L'engin est peu sélectif et capture de nombreux juvéniles de crevettes et d'autres espèces.



Barrage palissade *valakira* (PNRC, 2010)

Les *kaokobe*

Les *kaokobe* sont des sortes de sennes tournantes (sans coulisse) employées par quatre pêcheurs pour encercler des bancs de crevettes préalablement repérés à vue. Ils permettent de pêcher dans des zones peu profondes à la sortie des estuaires, ou plus au large jusqu'à une profondeur de 4 à 5 m. Ils sont réalisés essentiellement à partir de matériel recyclé des thoniers senneurs débarquant au port d'Antsiranana. Ces engins avaient encore récemment une longueur de 50 à 100 m, la maille de côté variant entre 10, 12 et 15 mm, pour une chute de 6 à 10 m. Le nombre des nappes utilisées a augmenté au fil des ans, permettant des pêches plus profondes. Ces filets ne sont pas utilisés quand les courants de marées trop importants empêchent leur mise en œuvre correcte.



Pêche au filet maillant *kaokobe* (PNRC, 2009)

ANNEXE IXb (suite)

Les *periky*

Les *periky* sont des engins passifs récents, utilisés principalement dans la baie d'Ambaro. Ils se sont rapidement développés à l'incitation des sociétés collectrices de crevettes, intéressées par la taille moyenne importante des crevettes capturées. Ce sont des filets maillants calés (posés au fond de l'eau) à simple nappe. La maille de côté est de 20 (la plus courante) ou 25 mm et la hauteur de chute du filet est de 3 à 4 m, hauteur qui est de plus en plus souvent augmentée en ajoutant une nappe par le dessus. Chaque pirogue (deux pêcheurs) utilise 100 à 300 m de longueur de filets, pendant les mortes eaux ou les vives eaux, à la côte ou au large. Le *periky* est l'engin de pêche traditionnelle qui travaille le plus au large et les conflits d'espace sont relativement fréquents avec les chalutiers. Le *periky* est un filet relativement fragile, dont le coût annuel de renouvellement et d'entretien est élevé.



Pêche au filet maillant *periky* (Caverivière *et al.*, 2008)

Les *pôtô*

Les *pôtô*, du terme français poteau, sont des engins qui fonctionnent sur le même principe que les *valakira*. Ce sont des engins passifs, sortes de chaluts à l'étalage, qui travaillent à marée descendante de vives eaux et sont démontés pendant les mortes eaux ou après chaque jour d'emploi selon leur type. À Ankazomborona, les engins de 9 m de long ont une ouverture horizontale de 5 m et une ouverture verticale d'environ 3 m, la partie avant du filet est d'un maillage plus important que la partie finale. Ils sont disposés en série de 8 ou 9 sur trois lignes différentes, barrant pratiquement l'estuaire à marée basse (Rodellec, 2002). Le maillage de la poche des filets est de 10 ou 12 mm, plus rarement 14 ou 15 mm de côté. Depuis 2006, et très probablement 2005, une enquête a montré que beaucoup de *pôtô* situés devant Ankazomborona ont une poche faite de tulle moustiquaire dont le maillage mesure 1,5 mm de côté. Ils capturent essentiellement des *tsivaky* mais aussi des petits juvéniles de crevettes pénéides (24 %) des espèces *F. indicus* et *M. monoceros*. Ces *pôtô* à poche moustiquaire sont mis en place 4 jours en moyenne à chaque période de marées de vives eaux pendant la saison d'abondance des *tsivaky*, soit potentiellement de janvier à avril-mai (si la fermeture de la pêche à la crevette n'est pas respectée).

ANNEXE IXb (suite)



Pêche au *pôtô* dans un chenal de mangrove (PNRC, 2010)

Les *vonosaha*

Les *vonosaha* sont des barrages d'affluent comme les désignent leur appellation dialectale. Cet engin consiste à capturer les crevettes dans les diverticules des estuaires à l'aide d'un barrage fait en lattis de raphia ayant comme écartement 1 à 2 mm suivant le cordage utilisé. Parfois des moustiquaires sont utilisées en appoint, mais le cas se présente rarement car lorsque le *vonosaha* est bien construit la maille est aussi petite que celle d'une moustiquaire. La longueur d'une nappe de barrage de *vonosaha* est d'environ 4 m. Le nombre de nappes pour faire un barrage varie de 1 à 6 suivant la largeur de l'affluent. Ils sont mis en place du début de la période des marées de vives eaux au début des marées de mortes eaux, quelques heures avant la marée basse pendant laquelle les crevettes sont récoltées. Ces crevettes seraient constituées à 90 % de petits juvéniles de *F. indicus* d'un poids moyen de 1,2 g d'après une enquête officielle réalisée en mai-juin 2006. Les *vonosaha* sont utilisés une quinzaine

de jours par mois en saison sèche, de mai à novembre, car leur constitution ne leur permet pas de résister à la force des crues, et sont situés principalement dans la partie nord de la baie d'Ambaro. L'existence des *vonosaha* est connue depuis longtemps, mais ils n'apparaissent pas dans les enquêtes et recensements car ils sont généralement situés dans des lieux très difficiles d'accès et étaient considérés comme peu nombreux jusqu'à une période récente. Leur nombre aurait considérablement augmenté, jusqu'à 500-800 en baie d'Ambaro d'après l'enquête de mai-juin 2006.



Le *vonosaha*, implanté dans les reculs de la mangrove (Caverivière *et al.*, 2008)

ANNEXES X

– Tailles moyennes observées chez les groupes –

Statistiques descriptives

Variable dépendante: taille

phase lunaire	sexe	saison	Moyenne	Ecart type	N
GD	mâle	sèche	21,81	2,783	407
		humide	21,57	2,697	108
		Total	21,76	2,764	515
	femelle	sèche	26,46	5,339	882
		humide	27,13	5,816	162
		Total	26,56	5,419	1044
	Total	sèche	24,99	5,160	1289
		humide	24,91	5,529	270
		Total	24,98	5,224	1559
DQ	mâle	sèche	23,05	2,275	154
		humide	19,83	2,664	66
		Total	22,09	2,812	220
	femelle	sèche	28,66	5,870	371
		humide	25,32	5,052	101
		Total	27,95	5,862	472
	Total	sèche	27,02	5,690	525
		humide	23,15	5,038	167
		Total	26,08	5,778	692
DC	mâle	sèche	21,99	2,911	367
		humide	22,05	2,641	360
		Total	22,02	2,779	727
	femelle	sèche	27,46	5,776	576
		humide	28,26	5,335	693
		Total	27,89	5,551	1269
	Total	sèche	25,33	5,546	943
		humide	26,14	5,456	1053
		Total	25,76	5,512	1996

ANNEXES X (suite)

Variable dépendante : taille

phase lunaire	sexe	saison	Moyenne	Ecart type	N
NL	mâle	sèche	22,12	3,260	212
		humide	22,75	2,498	161
		Total	22,39	2,968	373
	femelle	sèche	26,95	6,042	541
		humide	28,60	5,229	370
		Total	27,62	5,780	911
	Total	sèche	25,59	5,824	753
		humide	26,83	5,307	531
		Total	26,10	5,647	1284
PC	mâle	sèche	21,98	3,264	330
		humide	22,85	2,442	328
		Total	22,41	2,914	658
	femelle	sèche	25,73	5,452	637
		humide	28,08	5,264	699
		Total	26,96	5,481	1336
	Total	sèche	24,45	5,134	967
		humide	26,41	5,169	1027
		Total	25,46	5,243	1994
PQ	mâle	sèche	22,37	2,308	271
		humide	22,41	2,539	275
		Total	22,39	2,425	546
	femelle	sèche	27,76	5,498	404
		humide	29,03	5,119	524
		Total	28,47	5,322	928
	Total	sèche	25,59	5,216	675
		humide	26,75	5,410	799
		Total	26,22	5,351	1474

ANNEXES X (suite)

Variable dépendante : taille

phase lunaire	sexe	saison	Moyenne	Ecart type	N
GC	mâle	sèche	22,34	2,713	375
		humide	22,15	2,335	395
		Total	22,24	2,526	770
	femelle	sèche	26,96	5,371	558
		humide	27,65	5,131	739
		Total	27,36	5,245	1297
	Total	sèche	25,10	5,033	933
		humide	25,74	5,093	1134
		Total	25,45	5,074	2067
PL	mâle	sèche	22,53	2,575	434
		humide	22,13	2,591	298
		Total	22,37	2,588	732
	femelle	sèche	26,26	5,751	733
		humide	27,55	5,206	568
		Total	26,83	5,554	1301
	Total	sèche	24,88	5,146	1167
		humide	25,69	5,169	866
		Total	25,22	5,170	2033
Total	mâle	sèche	22,22	2,809	2550
		humide	22,22	2,578	1991
		Total	22,22	2,710	4541
	femelle	sèche	26,85	5,669	4702
		humide	28,02	5,278	3856
		Total	27,38	5,527	8558
	Total	sèche	25,22	5,339	7252
		humide	26,05	5,309	5847
		Total	25,59	5,341	13099

ANNEXES XI

– Tableau des comparaisons multiples : facteur phases lunaire –

Comparaisons multiples :

Variable dépendante: taille

Bonferroni

(I) phase lunaire	(J) phase lunaire	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Signification	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
GD	DQ	-1,11*	,214	,000	-1,77	-,44
	DC	-,78*	,158	,000	-1,27	-,28
	NL	-1,12*	,176	,000	-1,67	-,57
	PC	-,48	,158	,063	-,98	,01
	PQ	-1,24*	,170	,000	-1,77	-,71
	GC	-,47	,157	,073	-,96	,02
	PL	-,25	,158	1,000	-,74	,25
DQ	GD	1,11*	,214	,000	,44	1,77
	DC	,33	,206	1,000	-,32	,97
	NL	-,02	,221	1,000	-,71	,67
	PC	,62	,206	,071	-,02	1,27
	PQ	-,14	,216	1,000	-,81	,54
	GC	,63	,206	,057	-,01	1,28
	PL	,86*	,206	,001	,22	1,51
DC	GD	,78*	,158	,000	,28	1,27
	DQ	-,33	,206	1,000	-,97	,32
	NL	-,34	,167	1,000	-,87	,18
	PC	,30	,148	1,000	-,17	,76
	PQ	-,46	,161	,107	-,97	,04
	GC	,31	,147	1,000	-,15	,76
	PL	,53*	,147	,008	,07	,99
NL	GD	1,12*	,176	,000	,57	1,67
	DQ	,02	,221	1,000	-,67	,71
	DC	,34	,167	1,000	-,18	,87
	PC	,64*	,167	,004	,12	1,16
	PQ	-,12	,179	1,000	-,68	,44
	GC	,65*	,166	,003	,13	1,17
	PL	,88*	,167	,000	,36	1,40

ANNEXES XI (suite)

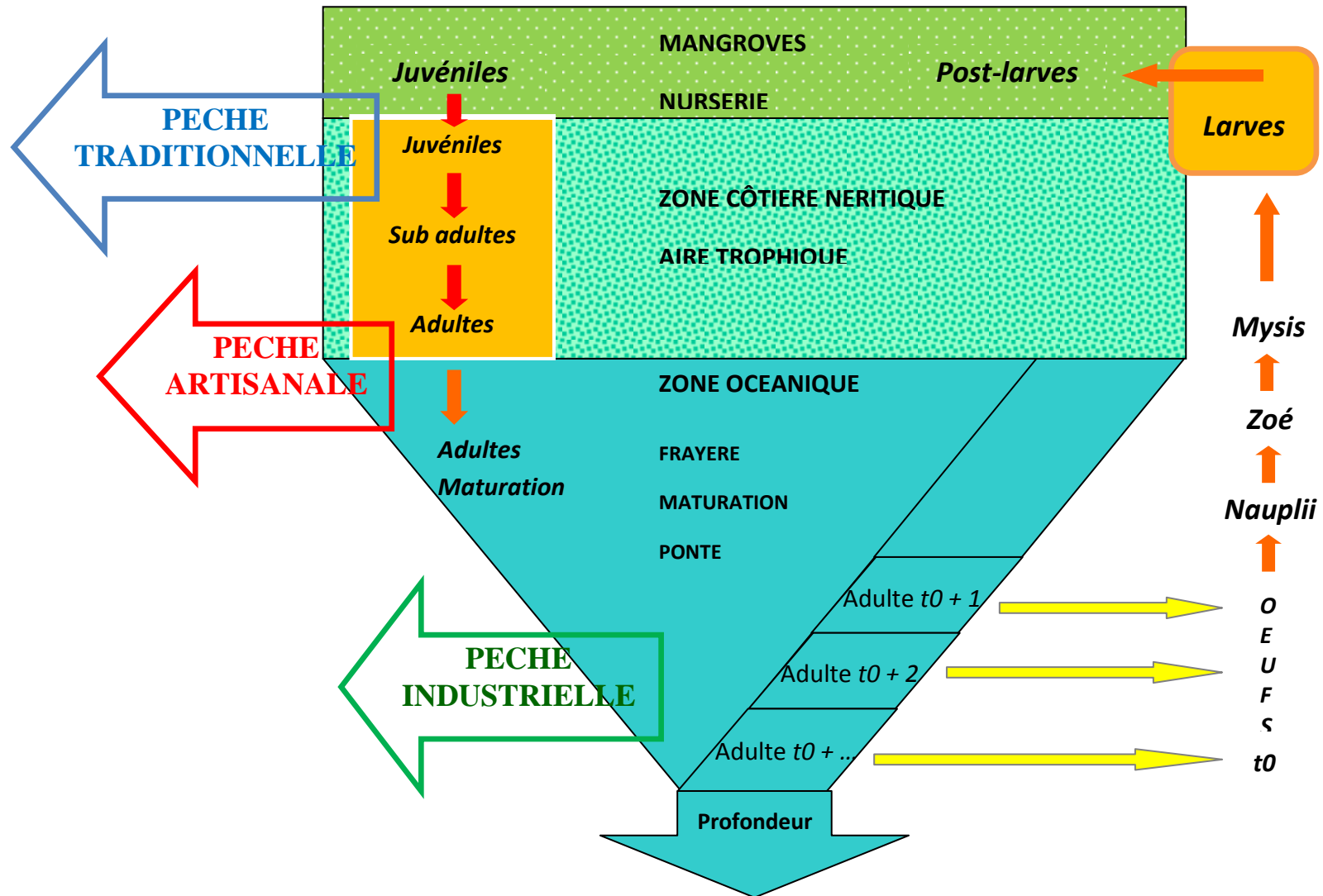
Variable dépendante: taille

Bonferroni

(I) phase lunaire	(J) phase lunaire	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Signification	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
PC	GD	,48	,158	,063	-,01	,98
	DQ	-,62	,206	,071	-1,27	,02
	DC	-,30	,148	1,000	-,76	,17
	NL	-,64*	,167	,004	-1,16	-,12
	PQ	-,76*	,161	,000	-1,26	-,26
	GC	,01	,147	1,000	-,45	,47
	PL	,24	,148	1,000	-,22	,70
PQ	GD	1,24*	,170	,000	,71	1,77
	DQ	,14	,216	1,000	-,54	,81
	DC	,46	,161	,107	-,04	,97
	NL	,12	,179	1,000	-,44	,68
	PC	,76*	,161	,000	,26	1,26
	GC	,77*	,160	,000	,27	1,27
	PL	1,00*	,160	,000	,50	1,50
GC	GD	,47	,157	,073	-,02	,96
	DQ	-,63	,206	,057	-1,28	,01
	DC	-,31	,147	1,000	-,76	,15
	NL	-,65*	,166	,003	-1,17	-,13
	PC	-,01	,147	1,000	-,47	,45
	PQ	-,77*	,160	,000	-1,27	-,27
	PL	,23	,146	1,000	-,23	,68
PL	GD	,25	,158	1,000	-,25	,74
	DQ	-,86*	,206	,001	-1,51	-,22
	DC	-,53*	,147	,008	-,99	-,07
	NL	-,88*	,167	,000	-1,40	-,36
	PC	-,24	,148	1,000	-,70	,22
	PQ	-1,00*	,160	,000	-1,50	-,50
	GC	-,23	,146	1,000	-,68	,23

ANNEXE XII

– Sites et pôles d'activité susceptibles d'induire la baisse de la production crevetterière –



Source : PNRC, 2010

ANNEXE XIII

– Exemples d'application de la méthodologie d'approche du PSP –

(Projet de développement intégré de la pêche traditionnelle sur la côte Sud)

Source : DasyIva et Rakotondrasoa (1997)

La méthodologie appliquée par le projet consiste à considérer chaque action à entreprendre en fonction de sa pérennisation, c'est-à-dire les possibilités pour les pêcheurs et/ou leur communauté d'assumer la poursuite de l'opération après l'assistance temporaire du projet.

Les techniciens du projet n'interviennent pas pour remplacer les pêcheurs mais les aident à démarrer les actions considérées comme importantes pour le progrès de la pêche ou du village. Cette méthodologie peut être appliquée aussi bien pour des actions liées directement à la pêche/transformation des produits qu'aux micro-projets à caractère économique ou social. Quelques exemples permettent de comprendre cette méthodologie:

a) Approvisionnement en matériels de pêche

Cette activité a pris une grande importance à cause de la demande des pêcheurs. En effet pour la première fois, les pêcheurs pouvaient disposer sur place des matériels dont ils ont besoin pour leur activité, ensuite les pêcheurs qui n'avaient pas beaucoup de moyens financiers pouvaient acquérir ces matériels grâce au système de location-vente initié par le projet. Après la vente par le projet, le relais a été pris par les Associations Des Pêcheurs puis, après un an, le relais est définitivement pris par les commerçants (épiciers) du village. Le projet va encore assurer pendant un an l'encadrement et la formation en petite gestion, ensuite les commerçants négocieront directement avec les fournisseurs pour l'approvisionnement de leurs matériels.

b) Nouvelles méthodes de pêche

Les essais de pêche à la palangre pour les gros pélagiques introduits par le projet ou des turluttés sont probants et les pêcheurs, en moins de 2 ans ont adopté sans problème majeur ces nouvelles méthodes de pêche. Les palangres (plus sélectives) pourraient, se substituer progressivement aux filets à requins. Les turluttés qui n'étaient pas non plus connus dans la plupart des villages devraient remplacer également les filets pour la pêche aux calmars. Pour ce qui est de la pêche au lamparo, les pêcheurs n'en voient pas encore l'utilité.

c) Traitement et valorisation des produits halieutiques

Depuis le démarrage du projet, un effort particulier est fait pour améliorer les techniques de transformation et de conservation des poissons. Des pertes importantes étaient aussi constatées après capture des produits. Les techniques de transformation utilisées (fumage, salage et séchage) ont peu évolué.

C'est pourquoi le projet a entrepris plusieurs actions pour remédier à cet état des choses par la formation et la vulgarisation de techniques simples de traitement et de valorisation des produits. Les pêcheurs et les mareyeurs essaient d'appliquer ces techniques mais souvent sans grande conviction. Or, la recherche des débouchés pour les produits mieux traités et la formation des opérateurs sur l'utilisation et la valorisation de ces produits permet de

poursuivre cette opération même après le départ du projet à condition que les pêcheurs et les collecteurs ne trichent pas et respectent les gains de chaque partie. Ainsi, le relais pourrait être pris par les opérateurs économiques et non par l'Administration ni par un projet qui remplacerait un autre projet.

d) Microprojets

Plusieurs infrastructures sollicitées par la population ont été réalisées. Prenons l'exemple du dispensaire de Beheloka. Le projet, après avoir discuté avec la population de l'intérêt et des problèmes relatifs à la mise en place d'une telle infrastructure, a proposé de mettre en place dans un premier temps une structure médicale avant la construction d'un bâtiment. Ainsi, la Mission Catholique a mis à la disposition du village un médecin privé.

C'est la population qui a ensuite construit la case faisant office d'habitation et de cabinet de soins tout en payant à chaque intervention le médecin et tous les médicaments délivrés.

Un an après, les pêcheurs ayant pris conscience de l'importance de la présence d'une telle structure pour leur santé ont demandé au projet de rechercher un financement pour la construction d'une infrastructure solide. C'est ainsi que le projet a sollicité l'OMS pour le financement et la construction de ce bâtiment. Le budget de l'OMS ne pouvait réaliser qu'un bâtiment de 2 pièces, or la population souhaitait un bâtiment de 3 pièces pour disposer d'une salle d'accouchement. Ainsi, la population a pu financer le complément du projet pour obtenir les 3 pièces nécessaires. L'Administration de santé a mis à la disposition de la population un infirmier diplômé d'Etat et l'OMS devait compléter en petits matériels et médicaments nécessaires. L'année prochaine, il est envisagé de mettre en place un système de gestion communautaire de ce dispensaire où le médecin libre pourrait travailler avec l'infirmier d'Etat sous la responsabilité de l'Association des pêcheurs et de la commune du village.

ANNEXE XIVa

REOBLIKAN'I MADAGASIKARA

Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana

MINISTERE DE L'AGRICULTURE DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE

DECRET N°2007-957

Portant définition des conditions d'exercice de la pêche des crevettes côtières

LE PREMIER MINISTRE, CHEF DU GOUVERNEMENT,

Vu la Constitution,

Vu la loi n°99-028 du 3 février 2000 visant refonte du Code Maritime,

Vu l'Ordonnance n°93-022 du 04 mai 1993 portant réglementation de la pêche et de l'aquaculture,

Vu le Décret n° 2000-415 du 16 juin 2000 portant définition du système d'octroi des licences de pêche crevettière,

Vu le Décret n° 2007-022 du 22 janvier 2007, portant nomination du Premier Ministre, Chef du Gouvernement,

Vu le Décret n°2007-926 du 27 octobre 2007, portant nomination des membres du Gouvernement,

Vu le Décret 2003-1101 du 25 novembre 2003, modifiant certaines dispositions du Décret n°71-238 du 12 mai 1971

Vu le Décret n°2007-186 du 27 février 2007 fixant les attributions du Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche ainsi que l'organisation générale de son Ministère,

Sur proposition du Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche,

En Conseil de Gouvernement,

DECRETE

TITRE IV

DE LA GESTION DE LA PECHE TRADITIONNELLE

SECTION I

Nombre d'engins de pêche traditionnelle et de permis de collecte

Article 10 : Par application du principe de précaution, l'effort de pêche appliqué par la pêche traditionnelle sur la crevette ainsi que la collecte de ce produit est gelé au niveau défini par l'article 11 ci-dessous. Ce gel peut être levé à la publication des résultats d'études validées justifiant un ajustement en hausse ou en baisse de l'effort de pêche dans le cadre de la recherche de la production maximale économique équilibrée.

Article 11 : Le niveau de gel de l'effort de pêche de la pêche traditionnelle est le nombre de tous les engins de pêches autorisés et recensés au cours d'un inventaire physique. Le Centre de Surveillance des Pêches effectue un marquage des engins de pêche inventoriés.

Article 12 : Un registre des engins de pêche inventoriés, avec le nom de leur propriétaire, est tenu par le Service déconcentré chargé de la pêche. Le registre doit être côté, paraphé, arrêté et signé par le service déconcentré chargé de la pêche et le Chef du district concerné. Un extrait du registre, dûment légalisé par le Service déconcentré chargé de la pêche est remis à chaque Fonkontany, pour les données qui le concernent.

Une copie de chacun de ces registres sera transmise par la Direction chargée des pêches au Centre de Surveillance des Pêches, à l'Observatoire Economique et aux Organisations professionnelles représentatives, pour information et suivi.

Tout propriétaire d'engins de pêche doit être titulaire d'un titre de propriété de ses engins.

Article 13 : Les modalités pratiques pour la gestion de ce gel de l'effort de pêche, notamment celles concernant la mise à jour des recensements, le remplacement des engins de pêche et des permis de collecte, sont définies par voie d'arrêté.

Article 14 : Tout pêcheur traditionnel pêchant les crevettes côtières doit être doté d'une carte professionnelle de pêcheur. Les modalités de gestion du registre des pêcheurs et d'octroi de cette carte sont définies par voie d'arrêté.

Article 15 : La délivrance de permis de collecte est gelée.

Une copie du registre des permis de collecte est publiée par la Direction chargée des pêches, affichée au bureau de chaque Service déconcentré chargé de la pêche et est transmise par la Direction chargée des pêches, au Centre de Surveillance des Pêches, à l'Observatoire Economique et aux Organisations professionnelles représentatives, pour information et suivi.

Tout moyen de collecte de crevettes, par voie maritime ou terrestre, doit être enregistré auprès du Service déconcentré chargé des pêches. Les modalités d'application et de gestion du registre des permis de collecte sont définies par voie d'arrêté.

SECTION II

Engins de pêche traditionnelle

Article 16 : Sont interdits les filets maillants utilisés par la pêche traditionnelle, avec une maille étirée inférieure à 40 mm.

Article 17 : L'utilisation des engins fixes, communément appelés « pôto » et « vonosaha » dans la baie d'Ambaro et les autres de mêmes caractéristiques, ainsi que de tous les engins confectionnés à l'aide de tuelles moustiquaires est strictement interdite dans toutes les zones.

Article 18 : Les autres engins de pêche, utilisés par la pêche traditionnelle et non mentionnés dans les articles 16 et 17 ci-dessus, feront l'objet d'études spécifiques. Les conditions de leur utilisation seront fixées par voie d'arrêté.

Fait à Antananarivo, le 31 octobre 2007

Par le Premier Ministre, Chef du
Gouvernement

Charles RABEMANANJARA

Le Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage
et de la Pêche

Le Ministre de l'Education Nationale et
de la Recherche Scientifique

RATOLOJANAHARY Marius

RADAVIDSON Andriamparany Benjamin

Le Ministre de l'Environnement, des Eaux et
Forêts et du Tourisme

RANDRIARIMANANA Harison Edmond

ANNEXE XIVb

– Arrêtés d'application des dispositions relatives à la gestion de la pêche traditionnelle –

Arrêté N° 844-2006 du 18 janvier 2006

- L'effort de la pêche traditionnelle et la collecte de crevettes sont gelés dans la zone A.
- Les engins de pêche traditionnelle utilisés pour la capture des crevettes seront recensés et marqués par le Centre de Surveillance des Pêches (CSP). Ils figureront dans les registres d'engins de pêche des différents districts, avec leurs caractéristiques techniques.

Arrêté N° 18679-2006 du 30 octobre 2006

- Dans la zone A, sont autorisés, pour la capture des crevettes, les filets maillants calés sur le fond (*periky*) de maille étirée supérieure ou égale à 40 mm et les sennes (*kaokobe*) de maille étirée supérieure ou égale à 30 mm.
- Les autres engins figurant dans les registres d'engins de pêche des districts de la zone A peuvent être utilisés, en attendant la réalisation d'études spécifiques sur leur sélectivité.

Arrêté N° 2053-2009 du 6 février 2009 – Dans la zone A, la pêche de crevettes côtières à l'aide de filets maillants non marqués est interdite.

Arrêté N° 2054-2009 du 6 février 2009 – Les engins de pêche traditionnelle autorisés pour la pêche des crevettes côtières doivent être munis en permanence de marques d'identification, fixées par les agents du CSP.

Arrêté N° 2055-2009 du 6 février 2009

- Deux Zones Crevettière Biologiquement Sensibles (ZCBS) sont créées dans la zone A, au nord et au sud de la baie d'Ambaro.
- Dans ces deux ZCBS, la pêche au *valakira* (barrage en latis de raphia) est autorisée, sous réserve que les caractéristiques techniques de l'engin soient conformes à celles précisées dans l'arrêté.

Arrêté N° 2056-2009 du 6 février 2009

- Pour exercer une activité de pêche traditionnelle, tout pêcheur doit être titulaire d'une carte professionnelle de pêcheur, délivrée pour une durée de 5 ans renouvelable et valable dans une région donnée.
- Un pêcheur peut posséder une ou plusieurs cartes relevant de différentes régions.

Arrêté N° 2057-2009 du 6 février 2009

- Le droit de pêche est constitué par un titre de propriété attribué à un propriétaire d'engin de pêche traditionnelle. Il est valide jusqu'au 31/12/2016.
- Le registre des engins de pêche inventoriés constitue la base du gel de l'effort de pêche. Il mentionne
 - i) les types d'engins utilisés par zone,
 - ii) leur nombre maximum initial par zone,
 - iii) la répartition initiale des engins par zone.
- L'utilisation d'engins confectionnés à l'aide de tulle moustiquaire, ainsi que de filets, engins fixes ou autres engins de maille inférieure à 40 mm, est interdite.
- Seul le titulaire d'une carte professionnelle de pêcheur traditionnel d'une zone peut utiliser des engins autorisés et marqués dans la dite zone.

Arrêté N° 2058-2009 du 6 février 2009

- L'effort de pêche traditionnelle de crevettes est gelé dans la zone A.
- Les engins autorisés pour la capture des crevettes dans la zone A sont :
 - i) les filets maillants (*periky*),
 - ii) les sennes (*kaokobe*),
 - iii) les éperviers (*privé*),
 - iv) les barrages (*valakira*).
- Les caractéristiques des engins sont spécifiées ; et le nombre maximum d'engins correspondant à l'effort de pêche dans la zone A est fixé à 3 362 et répartis comme suit : 2 534 filets maillants, 310 sennes, 392 barrages fixes, et 126 éperviers.

– Arrêtés fixant la période de fermeture de la pêche –

Depuis 2007, la période de fermeture est de trois mois (décembre, janvier et février) ; elle est étendue à toutes les zones (zones A, B, C et D) ainsi qu'aux trois formes de pêche (traditionnelle, artisanale et industrielle). Chaque année, les dates d'ouverture et de fermeture de la campagne de pêche crevettière sont fixées par arrêté.

Arrêté N° 5164-2008 du 26 février 2008

- La campagne de pêche crevettière, dans toutes les zones de la côte ouest et pour toutes formes de pêche (traditionnelle, artisanale et industrielle) est ouverte à partir du 01 mars 2008 à 00h00.
- Elle est ouverte pendant toute l'année sur la côte est.

Arrêté N° 19940-2008 du 11 novembre 2008

- La campagne de pêche crevettière, dans toutes les zones et pour toutes formes de pêche (traditionnelle, artisanale et industrielle) est fermée à partir du 01 décembre 2008 à 00h00.
- Chaque armement ou collecteur de crevettes est tenu d'avoir déclaré ses stocks auprès du Service Régional de la Pêche et des Ressources Halieutiques du MAEP, au 30 novembre 2008.

Arrêté N° 2273-2009 du 23 février 2009

- La campagne de pêche crevettière, dans toutes les zones et pour toutes formes de pêche (traditionnelle, artisanale et industrielle) est ouverte à partir du 01 mars 2009, à 5 heures sur les lieux de pêche.
- La pêche de nuit est interdite de 18h00 à 5h00 jusqu'au 14 avril 2009.

Arrêté N° 33929/14 du 12 novembre 2014

- La campagne de pêche crevettière, dans toutes les zones pour la côte Ouest et dans la zone comprise entre Cap d'Ambre et l'embouchure de la rivière Mangoro (District de Mahanoro) pour la côte Est, pour toutes formes de pêcherie (traditionnelle, artisanale et industrielle) est fermée à partir du 01 décembre 2014 à 00h00.
- Chaque société de pêche, les collecteurs, les poissonneries ainsi que tous les revendeurs de crevettes sont tenus de déclarer leurs stocks au 30 novembre auprès de la Direction Régionale de la Pêche et des Ressources Halieutiques la plus proche, au plus tard le 10 décembre 2014.

TITRE : « Etude des tendances de variations de la structure de la population de crevettes pénéides dans la baie d'Ambaro (Nord-Ouest de Madagascar) »

RESUME

Dans le présent travail, nous étudions les tendances de variations de la structure de la population de *Fenneropenaeus indicus* en baie d'Ambaro pour la période de Mars à Novembre 2010. Basées sur l'analyse des données sur les captures de la pêche traditionnelle et sur les conditions du milieu, les méthodes adoptées ont permis de mettre en exergue les influences de divers facteurs sur la composition structurelle de la population. D'une première part, les variabilités de la structure de la population sont les conséquences directes des effets indépendants du sexe et des conditions du milieu (saison et phase lunaire) sur la croissance des crevettes. La dominance de l'effet du facteur sexe (effet de grande taille avec η^2 partiel = 0,18) justifie l'absence d'interaction entre les trois facteurs. D'autre part, malgré une forte relation ($r = -0,60$) entre l'intensité de reproduction et le taux de recrutement, le fait que la première variable ne peut prédire que 36% des variabilités de la seconde confirme l'influence avérée de la qualité du biotope sur les modalités de reproduction et de recrutement. Toutefois, la structure même des captures de la pêche traditionnelle accuse également la contribution de la sélectivité des engins dans ces variations, notamment ceux dont les caractéristiques ciblent les jeunes crevettes. Les variabilités de l'interdépendance entre les paramètres biologiques, écologiques et anthropiques traduisent ainsi une certaine capacité d'adaptation des crevettes aux conditions existantes, si bien que ces variabilités se reflètent à travers la qualité des captures. Aussi, en commençant par un suivi régulier de l'évolution des phénomènes pour une compréhension optimale des contextes, la recherche d'une meilleure façon de contourner les difficultés d'application des mesures d'aménagement définies s'inscrit dans le cadre d'une gestion communautaire intégrée de la pêche crevette traditionnelle basée sur la concertation.

Mots clés : Baie d'Ambaro, *Fenneropenaeus indicus*, structure de la population, tendances de variations, conditions du milieu, pêche traditionnelle.

ABSTRACT

In the present study we deal with the variations tendencies of the *Fenneropenaeus indicus* population's structure in Ambaro bay, from March to November 2010. Based on the analysis of the data about traditional fishing captures and environmental conditions, the carried out methods allowed to highlight varied factors influences on the population's structural composition. Firstly, the population's structure variability is the direct result of the sex and environmental conditions (season, moon phase) independent effects on the shrimp's growth. The absence of interaction between those three factors is proved by the dominance of the factor sex effect (high leveled effect with partial $\eta^2 = 0, 18$). On the other part, despite a high leveled relation ($r = -0,60$) between the breeding intensity and the recruitment rate, the fact that the first variable only allows to predict 36% of the second's variability confirms the biotope quality established influence on the breeding and the recruitment modalities. However, the traditional fishing captures structure itself also defines the contribution of the fishing tackles selectivity in these variations, particularly those which characteristics aim to catch juvenile shrimps. The variability of the interdependence between biologic, ecologic and anthropoid parameters shows consequently a certain adaptability of the shrimps to the existent conditions, so that this variability is reflected through the captures quality. Therefore, starting with a regular follow-up of the phenomenon's evolutions for an optimal understanding of the contexts, searching a better way to circumvent the application difficulties of the defined planning measures is in keeping with a community integrated management of the traditional shrimp fishing based on consultation.

Keywords : Ambaro bay, *Fenneropenaeus indicus*, population structure, variations tendencies, environmental conditions, traditional fishing.

Encadreur :

Professeur RAMINOSOA R. Noromalala
Laboratoire de Biologie des Populations Aquatiques
Département de Biologie Animale
Faculté des Sciences - Université d'Antananarivo

Impétrante :

ANDRIAMANGA Arotsilavo Salohy
Lot F4, Cité Grand Pavois - Antsiranana 201
+ 261 33 07 639 51
sally2youbis@gmail.com