

Résultats de la campagne de marquage des crevettes adultes

Théophile Rafalimanana et Frank Lhomme

Introduction

Les techniques de marquage des crevettes pénaïdes sont maintenant bien au point. On emploie des rubans de vinyl numérotés individuellement.

Dans le cadre des activités du PNRC, quatre campagnes de marquage ont été faites. Les trois expériences de marquage ont été réalisées durant la période de fermeture de la pêche avant la campagne 1999, dont :

- une sur la côte Est,
- une sur la côte Nord-Ouest,
- une sur la zone Sud

Une autre campagne de marquage a eu lieu également dans la zone Nord en pleine saison de pêche (au mois d'août 1999).

Les résultats attendus de la campagne de marquage concernent la croissance, la mortalité et les migrations des crevettes. Dans ce document, nous avons analysé les informations sur la migration et la croissance des crevettes. L'estimation de la mortalité n'a été faite ici que très sommairement par manque de données validées sur l'effort de pêche.

Marquage et recapture

1. Marquage

La méthodologie des marquages utilisée ainsi que le déroulement des campagnes effectuées sont présentés dans les documents PNRC cités en références.

Globalement, 18.000 crevettes marquées ont été relâchées en mer. Le tableau-1 donne la répartition par espèce et par zone de pêche des crevettes marquées.



Fonds Documentaire IRD
Cote : B* 26290 Ex : 1

Tableau 1 : Effectif de crevettes marquées

Côte	Grande Zone	Zone	Espèce					Total	
			MM	PI	PJ	PM	PS		
Ouest	A	I	612	5		1	1 028	1 646	
		B	II	1 359	31	3	1	354	1 748
			III	533	10	73	13	350	979
			IV	628	636		15		1 279
	C1	V	701	585	1	5	986	2 278	
		VI	307	1 072		1	1	1 381	
	C2	VII	61	945			126	1 132	
		VIII	691	855				1 546	
		IX	17	568				585	
		X	142	337				479	
Est	D	XII	1 867	205	30		118	2 220	
		XIII	292				355	647	
		XIV	1 913	159	10			2 082	
Total			9 123	5 408	117	162	3 192	18 004	

MM : *Metapenaeus monoceros*
PI : *Penaeus indicus*
PJ : *Penaeus japonicus*

PM : *Penaeus monodon*
PS : *Penaeus semisulcatus*

L'option de marquer une quantité limitée dans pratiquement toutes les zones de pêche ainsi que de marquer indifféremment toutes les espèces rencontrées a été adoptée dans l'ensemble de ces expériences de marquage.

2. Recapture

Globalement, plus de 1.500 crevettes ont été recapturées, soit 8,6% des crevettes marquées au cours de la campagne 1999 (Tableau-2). Le nombre très faible de recapture dans la zone Nord provient probablement d'un taux élevé de marques perdues dans les villages de pêcheurs traditionnels mal informés de la procédure à suivre pour l'acheminement des crevettes marquées. Pour les deux autres zones, l'effectif de recapture est satisfaisant en comparaison avec d'autres expériences de marquage réalisées dans le monde. Nous ne pouvons pas espérer mieux pour la côte Est, du fait que le rendement en crevettes a toujours été faible.

Certaines informations sur les recaptures sont insuffisantes ou douteuses. Les anomalies citées ci-après ont été répertoriées :

- Crevettes marquées sans fiches de recapture
- Fiches sans date de recapture
- Marques transplantées sur une autre crevette
- Crevettes marquées déjà étêtées

Comme cela est habituellement fait, ces données non valides ont été écartées des traitements effectués.

Tableau 2 : Nombre de crevettes recapturées et données validées

Zone	Marquage	Relâchées	Recapturées	% Recapture	Douteuse	Valides
Nord	août-99	3 396	84	2,5	14	70
Ouest	janv-99	9 659	1 202	12,4	105	1 097
Est	janv-99	4 949	267	5,4	33	234
Total		18 004	1 553	8,6	152	1 401

Sur les 1.401 crevettes recapturées valides, une ventilation par grande zone et par espèce a été effectuée (tableau-3) afin de déceler les groupes cibles, objet de l'analyse. Les sexes sont séparés du fait des différences notables de croissance entre pénéides mâles et femelles.

Tableau 3 : Effectif de crevettes recapturées validées par grande zone/espèce/sexe

Espèce	MM		PI		PJ		PM		PS		Total
	F	M	F	M	F	F	M	F	M		
A	9	6	2						26	27	70
B	15	12	119	132		2	1	7	10		298
C1	18	22	223	96		5	3	1	1		369
C2	32	12	278	102		2	1	3			430
D	116	32	39	13	1			14	19		234
Total	190	84	661	343	1	9	5	51	57		1 401

A : ex-Zone 1

B : ex-Zone 2-3-4

C1 : ex-Zone 5-6

C2 : ex-Zone 7 à 10

D : ex-Zone 11 à 14 (côte Est)

F : Femelle

M : Mâle

MM : *Metapenaeus monoceros*

PI : *Penaeus indicus*

PJ : *Penaeus japonicus*

PM : *Penaeus monodon*

PS : *Penaeus semisulcatus*

Compte tenu de l'exigence d'un effectif minimal et de la nécessité d'une variabilité des données pour réaliser l'ajustement, les groupes cités ci-après sont retenus pour l'étude de croissance :

- *Metapenaeus monoceros* Femelle et Mâle en zone C et D
- *Penaeus indicus* Femelle et Mâle en zone B, C1, C2 et D

Le regroupement de la zone A et B qui aurait dû être fait pour certaines espèce ne peut être admis puisque les marquages ont eu lieu à des périodes différentes ; l'un en pleine saison sèche et froide et l'autre en pleine saison pluvieuse et chaude, et donc pour des conditions de croissance qui pourraient être très différentes. Le tableau 4 suivant donne le nombre d'observation pour chaque groupe retenu pour l'analyse.

Tableau 4 : Nombre d'observation pour l'analyse de la croissance

ESPECE	3.2.1.1.1		MM	3.2.1.1.2		PI
Zone	F		M	F		M
B				119		132
C1	50		34	223		96
C2				278		102
D	116		32	39		13

3. Migration

Les positions de marquage et de recapture (nombreuses) ainsi que les trajets linéaires ont été représentés avec le logiciel MAPINFO (voir annexe).

Il faut faire les remarques suivantes :

- ♦ seules les recaptures avec position complète ont pu être prises en compte
- ♦ tous nos calculs et représentations font l'hypothèse d'un trajet en ligne droite c'est-à-dire le plus court entre marquage et recapture. C'est donc un trajet minimum en distance et en vitesse moyenne ; un trajet plus long est possible mais inconnu.
- ♦ quelques données aberrantes ont été écartées (trajet de 400 miles par exemple).

L'échelle des cartes est donnée par les carrés BANACREM de 20 miles de côté (37 km).

La distribution par individu des longueurs de trajet en milés (tableau-5) est représentée sur la figure-1 pour la côte Ouest et sur la figure-2 pour la côte Est. Dans les 2 cas, les trajets sont faibles et ne dépendent pas de la durée de liberté.

Tableau 5 : Trajet moyen des crevettes marquées

	Trajet moyen (miles)	Vitesse moyenne (miles/jour)	Trajet maximum (miles)
OUEST	6,6	0,2	63,0
EST	2,2	0,1	27,5

Ces résultats confirmeraient dans le cas de l'existence de plusieurs stocks liés chacun à une baie ou estuaire servant de nurserie que les stocks sont séparés et n'ont pas d'échanges de crevettes entre eux.

■ Croissance

1. Vitesse de croissance

Méthode d'analyse

Le modèle de croissance utilisé est celui de Von Bertalanffy (1938), qui rend bien compte de la croissance des crevettes (Le Reste et Marcille, 1976).

La procédure des modèles linéaires généralisés (SAS, PROC GLM) est utilisée pour étudier la vitesse de croissance (variable à expliquer) des crevettes selon leur taille. Les observations analysées sont les données de marquage prises individuellement. La vitesse de croissance se définit comme :

$$v_i = (l_{ri} - l_{mi}) / dt_i$$

où l_{ri} : Longueur à la recapture de la crevette i
 l_{mi} : Longueur au marquage de la crevette i
 dt_i : Intervalle de temps entre le marquage et la recapture de la crevette i

L'équation de Von Bertalanffy adoptée pour décrire la croissance des crevettes peut s'écrire sous la forme :

$$l(t) = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (1)$$

ou sa formule inverse :

$$t = \frac{1}{K} \left[\ln \left(\frac{L_{\infty} - l(t)}{L_{\infty} - l_0} \right) \right] \quad (2)$$

Le dérivé de (1) par rapport à t donne l'équation :

$$\frac{dl}{dt} = K L_{\infty} e^{-K t}$$

et en remplaçant t par l'équation (2) on obtient :

$$\frac{dl}{dt} = K [L_{\infty} - l(t)]$$

Par approximation, on obtient :

$$\frac{\Delta l_i}{\Delta t_i} = \frac{(l_{ri} - l_{mi})}{dt_i} \approx K (L_{\infty} - l_i) = a + b l_i \quad \text{avec : } a = K L_{\infty} \\ b = -K$$

Cette équation indique une relation théorique linéaire entre la vitesse de croissance et la longueur. Notre but, est de préciser de quelle façon la vitesse de croissance est liée à la longueur pour chaque sexe et espèce de crevettes. Avec ses variabilités, le modèle linéaire de la vitesse de croissance peut se traduire par la relation :

$$v_i = a_0 + a_1 l_i + e_i$$

l_i : longueur au marquage

a_0 et a_1 également fonction des paramètres de croissance K et L_{∞}

e_i : les résidus

Les K et L_{∞} étant sensiblement modifiés par les facteurs environnementaux, il est donc jugé nécessaire d'ajuster sur les variables de positionnement géographique : strates zones et strates bathymétriques.

Après l'introduction des variables reflétant les conditions du milieu, le modèle devient :

$$v_i = a_0 + a_1 l_i + a_2 z_i + a_3 b_i + e_i$$

z_i = zone de pêche crevettière

b_i = profondeur à la recapture

Résultats et discussions

La question posée étant : "Les paramètres de croissance calculés sont-ils différents selon la zone ?". Le tableau suivant donne un aperçu global des ajustements effectués.

Metapenaeus monoceros

Pour les femelles, le modèle retenu est celui considérant les effets "taille des crevettes" et "zone de pêche". Le test sur les effets croisés n'est pas significatif. La part de variance globale expliquée par ce modèle est de 24,9%. La fraction de variance attribuée aux effets de taille et de zone sont de 6,2% et de 18,7% respectivement (tableau-6).

Tableau 6 : Paramètres d'ajustement des modèles retenus

		Effets testés	Degré de liberté	%Variance expliquée	Niveau de confiance(*)
M. monoceros	Femelle (n=211)	Modèle	8	24,9	++
		Effet Taille	5	6,2	++
		Effet Zone	3	18,7	++
		Effet Croisé			NS
	Mâle (n=56)	Modèle			NS
		Effet Taille			NS
		Effet Bathymétrie			NS
		Effet Croisé			NS
P. indicus	Femelle (n=616)	Modèle	8	39,5	++
		Effet Taille	5	33,0	++
		Effet Zone	3	6,5	++
		Effet Croisé			NS
	Mâle (n=358)	Modèle	17	30,7	++
		Effet Taille	5	7,3	++
		Effet Zone	3	11,5	++
		Effet Croisé	9	11,8	++

(*) ++ : $p < 0,001$ + : $p < 0,05$ et NS : Non significatif

La différence sur les croissances des crevettes en fonction de la taille est significative. Toutes zones confondues, les croissances sont de l'ordre de 2 à 3mm/j pour les crevettes adultes de 18mm à 29mm de longueur céphalothoracique (LC). Elles sont de 1 à 2mm/jour pour les crevettes de 30mm et plus (figure-3).

Une différence significative sur la croissance des crevettes est observée avec l'effet zone. La croissance moyenne est de l'ordre de 3mm/jour de longueur céphalothoracique pour les crevettes de la zone Sud-Ouest. Elle est de 2mm/jour sur la zone Nord-Ouest et Sud-Nord-Ouest. La croissance moyenne est assez faible sur la côte Est, de l'ordre de 1,5mm/jour (figure-4).

Les effets testés ne sont pas significatifs pour les mâles.

Penaeus indicus

De même que pour les *Metapenaeus monoceros*, le modèle retenu pour les femelles ne considère que les effets "taille des crevettes" et "zone de pêche". La part de variance expliquée par le modèle est de 39,5%. La fraction de variance attribuée aux effets de taille et de zone sont de 33,0% et de 6,5% respectivement.

Les croissances des femelles atteignent 3,5 à 4,5mm/jour pour les crevettes adultes de 18 à 26mm de longueur céphalothoracique, de 2,5 à 3,5mm/jour pour les crevettes de 27 à 32mm et de 0,5 à 1,5mm/jour pour les crevettes de plus de 33mm (figure-5).

La vitesse de croissance moyenne des *Penaeus indicus* femelles est significativement différente si on considère l'effet zone de pêche. Sur la côte Ouest, elle augmente du Nord (1,5mm/jour) au Sud (3mm/jour). Au cours de la période considérée, nous avons obtenu une croissance plus élevée sur la côte Est avec une moyenne de 3,3mm/jour (figure-6). Cependant, il n'est pas justifié que la croissance soit plus rapide sur la côte Est que sur la côte Ouest et nous mettons en réserve cette constatation. D'ailleurs, cette constatation est tirée à partir des données de recapture sur un effectif faible (au nombre de 39).

Pour les mâles l'ajustement nécessite l'introduction d'un facteur combiné sur la taille et les zones de pêche. La part de variance expliquée par le modèle est de 30,7%. La fraction de variance attribuée aux effets de taille et de zone sont de 7,3% et de 11,5% respectivement. L'effet croisé contribue à expliquer 11,8% de la variance totale.

Les croissances des mâles sont beaucoup plus variées et bien inférieures à celles des femelles. L'accroissement est de l'ordre de 1,5 à 2,5mm/jour pour les crevettes adultes de 18 à 26mm de longueur céphalothoracique et de 0,5 à 1,0mm/jour pour les crevettes dans la classe de taille de 27mm et plus (figure-7).

2. Ajustement des courbes de croissance

Méthode d'analyse

L'estimation des paramètres L_{∞} et K est réalisée grâce à la méthode des moindres carrés de la relation de Von Bertalanffy, en partant de la formulation proposée par Fabens (1965) :

$$L_r = L_m + (L_{\infty} - L_m) (1 - e^{-K \Delta t})$$

où L_r : Longueur à la recapture
 L_m : Longueur au marquage
 L_{∞} : Longueur asymptotique
 K : Coefficient instantané de croissance
 Δt : Temps écoulé entre le marquage et la recapture

La même procédure de calcul est appliquée par Le Reste et Marcille (1976).

Les crevettes sont susceptibles de montrer un arrêt de croissance aussitôt après le marquage. Pour corriger cette anomalie un paramètre supplémentaire "a" a été introduit dans la formule :

$$L_r = L_m + (L_{\infty} - L_m) [1 - e^{-K (dt - a)}]$$

où a : correspond au temps nécessaire pour le redémarrage de la croissance après le marquage

Un essai d'ajustement de la courbe de croissance, pour chaque espèce et sexe, toute zone confondue, est effectué pour déterminer le temps (a) nécessaire au démarrage de la croissance après le marquage. Les résolutions des équations intégrant ce paramètre ne donnent pas de résultats satisfaisants (paramètre très variable selon le sexe, valeur souvent négative ou peu réaliste). Aussi, il est plus judicieux dans nos analyses de ne plus considérer ce facteur ($a = 0$).

La méthode de rééchantillonnage par la technique de Bootstrap est utilisée pour évaluer les variances d'estimation des paramètres L_{∞} et K. Au sein de chaque échantillon, 100 tirages Bootstrap sont ainsi effectués.

Résultats et discussions

Les fourchettes de valeurs que nous présentons ci-dessous (tableau-7) sont obtenues à partir de l'ajustement des courbes de croissance de Von Bertalanffy associées aux estimateurs Bootstrap. L_{∞} correspond à la longueur céphalothoracique asymptotique en mm et K la constante de croissance mensuelle associée. Globalement, le modèle utilisant les paramètres de croissance estimés est valable pour les crevettes mesurant 18 mm ou plus de longueur céphalothoracique (taille minimale au marquage).

Les courbes ajustées sont présentées sur les figures 8, 9, 10, 11, 12 et 13.

Les estimateurs Bootstrap et les erreurs-types associés sont donnés dans le tableau-6 pour chaque espèce, sexe et zone.

Tableau 7 : Valeur des paramètres estimés sur échantillons (L_{∞_ech} , K_ech), estimateurs Bootstrap (L_{∞_BT} , K_BT) et erreurs-types associées (e_L_{∞} , e_K)

Espèce/Sexe/Zone	L_{inf_ech}	L_{inf_BT}	e_L_{inf}	K_ech	K_BT	e_K
MM_F_C	42,5	42,7	1,3	0,0111	0,0110	0,0016
MM_M_C	33,3	33,3	1,3	0,0126	0,0136	0,0033
MM_F_D	59,2	60,7	8,1	0,0021	0,0021	0,0005
MM_M_D	29,5	30,3	2,3	0,0064	0,0061	0,0018
PI_F_B	38,2	38,6	1,2	0,0064	0,0063	0,0008
PI_M_B	30,8	32,3	4,6	0,0039	0,0038	0,0013
PI_F_C1	44,3	45,0	2,6	0,0071	0,0071	0,0016
PI_M_C1	38,1	38,3	3,0	0,0051	0,0053	0,0012
PI_F_C2	56,6	55,9	14,5	0,0041	0,0055	0,0027
PI_M_C2	39,8	39,9	7,1	0,0046	0,0066	0,0042
PI_F_D	48,5	49,0	1,6	0,0069	0,0069	0,0016
PI_M_D	36,0	35,9	1,3	0,0074	0,0078	0,0021

A : ex-Zone 1
B : ex-Zone 2-3-4
C1 : ex-Zone 5-6
C2 : ex-Zone 7 à 10
D : ex-Zone 11 à 14 (Côte Est)

F : Femelle
M : Mâle

MM : *Metapenaeus monoceros*
PI : *Penaeus indicus*
PJ : *Penaeus japonicus*
PM : *Penaeus monodon*
PS : *Penaeus semisulcatus*

La position médiane et la dispersion des estimateurs Bootstrap sont présentées sur les figures 14a, 14 b et 14c.

Metapenaeus monoceros

Globalement, la croissance des *Metapenaeus monoceros* femelles (une L_{∞} supérieure et un K inférieur) est plus rapide que celle des mâles (tableau-8). Les valeurs de K sont légèrement plus faibles sur la côte Est que sur la côte Ouest.

Tableau 8 : Valeurs estimées des paramètres de croissance de *Metapenaeus monoceros*

Côte	SEXE	Nombre Observation	K (mensuel) [intervalle de confiance]	L_{∞} (mm) [intervalle de confiance]
Ouest ¹	Femelle	50	0,333[0,285 , 0,381]	42,7[41,4 , 44,0]
	Mâle	34	0,408[0,309 , 0,507]	33,3[32,0 , 34,6]
Est	Femelle	116	0,063[0,048 , 0,078]	60,7[52,6 , 68,8]
	Mâle	32	0,183[0,129 , 0,237]	30,3[28,0 , 32,6]

Une remarque s'impose sur les valeurs obtenues pour les femelles sur la côte Est. La L_{∞} = 60,7 mm est considérée seulement ici comme paramètre d'ajustement ; à ne pas utiliser indépendamment de sa valeur associée K = 0,063 (mensuel). La taille asymptotique réelle serait environ de 45 mm de LC. Cette valeur a été enregistrée au cours du marquage effectué dans la zone de pêche de Rantabe (Baie d'Antongil).

Il est intéressant de confronter nos résultats avec ceux obtenus par Le Reste et Marcille (1976). Ils ont étudié la croissance des *Metapenaeus monoceros* au Nord-Nord-Ouest² de Madagascar à partir des données de marquage de 1972. La majorité des crevettes recapturées provient du marquage du mois de septembre. La période de marquage n'est pas la même que celle de la présente étude. Les paramètres K et L_{∞} ont été calculés également par la méthode de Fabens. Les résultats qu'ils ont obtenus correspondent aux valeurs suivantes :

* Pour les femelles (observations portant sur 66 crevettes) K = 0,253 et L_{∞} = 36,1 mm

* Pour les mâles (observations portant sur 10 crevettes) K = 0,257 et L_{∞} = 28,2 mm

Pour la même espèce mais au Mozambique, Coss et al. (1993) ont estimé les valeurs des paramètres suivants :

* Pour les femelles, K = 0,14 et L_{∞} = 48,3 mm

* Pour les mâles, K = 0,25 et L_{∞} = 36,0 mm

¹ Correspondant aux anciennes zones 5 à 10

² 11 Baie d'Ambaro et de Tsimipaika

Penaeus indicus

La comparaison des croissances des *Penaeus indicus* femelles et mâles n'est pas évidente. Les valeurs trouvées de K et de L_{∞} pour les femelles sont globalement supérieures à celles des mâles (tableau-9).

Tableau 9 : Valeurs estimées des paramètres de croissance de *Penaeus indicus*

Côte	SEXE	Nombre Observation	K (mensuel) [intervalle de confiance]	L_{∞} (mm) [intervalle de confiance]
N-O ³	Femelle	115	0,189[0,165, 0,213]	38,6[37,4, 39,8]
	Mâle	132	0,114[0,075, 0,153]	32,3[27,7, 36,9]
S-N-O ⁴	Femelle	220	0,213[0,165, 0,261]	45,0[42,4, 47,6]
	Mâle	96	0,159[0,123, 0,195]	38,3[35,3, 41,3]
S-O ⁵	Femelle	275	0,165[0,084, 0,246]	55,9[41,4, 70,4]
	Mâle	101	0,198[0,072, 0,324]	39,9[32,8, 47,0]
Est	Femelle	39	0,207[0,159, 0,255]	49,9[48,3, 51,5]
	Mâle	13	0,234[0,171, 0,297]	35,9[34,6, 37,2]

Le Reste et Marcille (1976). ont étudié la croissance des *Penaeus indicus* au Nord-Ouest de Madagascar⁶ à partir des données de marquage de 1972/1973. Les paramètres K et L_{∞} ont été calculés par la méthode de Fabens. Les marquages ont été également faits en pleine saison chaude et pluvieuse. Les résultats qu'ils ont obtenus correspondent aux valeurs suivantes :

* Pour les femelles $K=0,344$ et $L_{\infty}=42,4$

* Pour les mâles $K=0,373$ et $L_{\infty}=29,9$

Leurs valeurs de K sont beaucoup plus élevées et les valeurs de L_{∞} beaucoup plus faibles que les nôtres.

Coss et al. (1993) ont trouvé les valeurs suivantes pour *Penaeus indicus* au Mozambique :

* $K = 0,21$ et $L_{\infty} = 48,2$ mm pour les femelles.

* $K = 0,25$ et $L_{\infty} = 39,0$ mm pour les mâles

Ces valeurs sont comparables à nos résultats obtenus sur la côte Est malgache.

Nous donnons dans le tableau-10 suivant les valeurs de K et L_{∞} obtenues par marquage par divers auteurs chez différentes espèces de pénéides.

³ Correspondant aux anciennes zones 2 et 4

⁴ Sud-Nord-Ouest : Correspondant aux anciennes zones 5 à 6

⁵ Sud-Ouest : correspondant aux anciennes zones 7 à 10

⁶ Correspondant aux zones A et B

Tableau 10 : Paramètres de croissance observés par divers auteurs chez les pénéides autres que *M. monoceros* et *P. indicus*

AUTEUR	ESPECE	LIEU	FEMELLE		MALE	
			K (mois)	L^* (mm)	K (mois)	L_{∞} (mm)
Lhomme, 1978	<i>P. notialis</i>	Sénégal	0,38	43,2	0,50	31,3
Garcia, 1975	<i>P. diorarum</i>	Côte d'Ivoire	0,16	51,6	0,26	34,4
Lucas, 1974	<i>P. plebejus</i>	Australie	0,43	49	0,43	40
Berry, 1967	<i>P. diorarum</i>	Tortugas	0,22	20,2	0,19	17,7
Lindner et al., 1956	<i>P. setiferus</i>	G. du Mexique	0,20	19,0	0,27	17,8
Iversen et al., 1961	<i>P. diorarum</i>	Floride	0,09	46,5	0,07	46,4

Les valeurs de K et L_{∞} que nous obtenons se situent dans les limites des valeurs citées, à l'exception de celle déjà signalée plus haut.

Comparaison des croissances

Nous voulons comparer ici la croissance des crevettes *Metapenaeus monoceros* et *Penaeus indicus* étudiées ci-dessus. Pauly (1997) a défini un indice $P = \ln(K) + \ln(W_{\infty})$ comme une mesure objective de la croissance. Les performances de croissance caractéristiques de chaque unité biologique étudiée sont visualisées à l'aide d'un graphique appelé "grille auximétrique". L'axe des abscisses est celui des $\ln W_{\infty}$ (en g) et l'axe des ordonnées celui de $\ln(K)$ (en an⁻¹). La ligne de base représente toutes les combinaisons pour lesquelles P est égal à 0. La distance des points du plan par rapport à la ligne de base est une mesure de la valeur de P.

Les performances de croissance des crevettes étudiées sont visualisées sur la figure-15.

Cette étude a été basée sur les données recueillies en saison chaude et pluvieuse. Il se peut que les croissances des *Metapenaeus monoceros* et *Penaeus indicus* soient un peu ralenties en saison froide et sèche. Une autre campagne de marquage en pleine saison sèche devrait être réalisée pour avoir une idée sur les variations saisonnières des taux de croissance d'une part et de pouvoir couvrir un cycle annuel complet d'autre part.

Les crevettes marquées ne concernent que les individus adultes de plus de 17mm de longueur céphalothoracique pêchés dans les zones de pêche industrielle. Il faudrait donc être prudent sur l'utilisation des résultats présentés.

Il résulte de cette étude que les croissances des crevettes *Metapenaeus monoceros* et *Penaeus indicus* diffèrent significativement d'une zone à l'autre. Cette affirmation est valable du moins pour la période considérée et les modèles utilisés. Il serait important de préciser les conditions hydroclimatiques et la nature de l'enrichissement trophique des différentes zones pour permettre de comprendre cette différence. Aussi,

l'hypothèse de l'existence d'une différenciation purement physiologique entre des stocks distincts indépendamment des variations des conditions du milieu est à vérifier.

Moralité

La méthode de régression est utilisée pour l'évaluation de la mortalité totale Z ; supposée constante. Les effectifs marqués décroissent avec le temps suivant une loi exponentielle (Beverton et Holt, 1956 et Gulland, 1969) et l'évolution de leurs logarithmes est une droite de pente $-Z$.

Il est plus intéressant d'utiliser les recaptures par unité d'effort qui considère les variations de l'effort de pêche entre les intervalles de temps. Cette évaluation ne pourra être faite que lorsque nous disposerons des données d'effort de pêche pour l'année 1999. En attendant ces données, nous nous contentons d'utiliser seulement ici les recaptures pour la régression mais pas les recaptures par unité d'effort (méthode utilisée par Le Reste et Marcille, 1976). Les recaptures par décade et la droite de régression sont représentées dans les figures 16 pour la côte Ouest et 17 pour la côte Est.

On suppose pour cette analyse qu'au cours de l'expérience de marquage le recrutement, la mortalité additionnelle des crevettes marquées et la perte de marques sont faibles.

Nous obtenons ainsi une première estimation de la mortalité totale :

- $Z = 0,54$ pour la côte Ouest
- $Z = 0,46$ pour la côte Est

Conclusion

Les résultats des campagnes de marquage sont très encourageants, en particulier en ce qui concerne la volonté de chacun pour la mise en œuvre de cette opération coûteuse et aussi l'important pourcentage de recapture. Ceci montre également une bonne survie des crevettes marquées jusqu'à leur capture (faible mortalité due à la marque).

Il ne paraît pas de migration de crevettes de grande amplitude à Madagascar. Quelques cas de migration vers les zones intertidales ont été observés (recapture par la pêche traditionnelle).

La différence de croissance entre les espèces et les sexes est confirmée. Une forte différence est également observée entre les zones de pêche.

La mortalité totale estimée est de 0,54 pour la côte Ouest et de 0,46 pour la côte Est. Il ne faut pas perdre de vue que ces résultats sont valables pour les conditions d'environnements rencontrés et pour les tailles des crevettes marquées (crevettes adultes).

Dans l'avenir il sera indispensable de précéder aux marquages des crevettes adultes à une autre période de l'année, en particulier en ce qui concerne l'étude de la croissance qui peut changer en fonction des conditions hydrologiques. Il est également intéressant et nécessaire de compléter l'étude par le marquage des juvéniles. Cela nous permet de préciser la liaison entre les stocks de juvéniles dans une nourricerie et les stocks des crevettes adultes. On aurait également des précisions sur les délais de recrutement et sur la mortalité imputable à la pêche traditionnelle.

Références bibliographiques

- COSS M. L. et al. (1993). Modeling the Sofala Bank Shrimp Fisheries A Bioeconomic Approach. Rapp. Instituto de Investigaçao Pesqueira, Maputo, Mozambique. 38p.
- GARCIA S. (1975). Biologie de *Penaeus duorarum notialis* en côte d'ivoire, V nouvelle étude de la croissance. Doc. Sci. Cent. Rech. Océano. Abidjan. 6(1) : 1-19.
- GARCIA S. et LE RESTE L. (1981). Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes pénaïdes côtières - FAO Doc. Tech. Pêches (203) : 210 p.
- IVERSEN E.S. et JONES A.C. (1961). Growth and migration of Tortugas pink shrimp *Penaeus duorarum* and changes in the catch per unit of effort of the fishery. Tech. Ser., Fla. Bd. Conserv., (34). 28p.
- LE RESTE et al. (1974). Biométrie de quelques crevettes pénaïdes à Madagascar : *Penaeus indicus*, *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus japonicus*, *Metapenaeus monoceros*. Doc. Sci. Centre ORSTOM Nosy Be, (46) :29p.
- LE RESTE L. et MARCILLE J. (1976). Biologie de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edward à Madagascar : croissance, recrutement, migrations, reproduction, mortalité ; Contribution à l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cah. ORSTOM sér. Océan. Vol. XIV, n°2, 1976 : 109-127
- LE RESTE L. et MARCILLE J. (1976). Biologie des adultes chez la crevette *Metapenaeus monoceros* (Fabricius) au nord-ouest de Madagascar ; Contribution à l'étude d'une baie eutrophique de Madagascar - Cah. ORSTOM sér. Océan. Vol. XIV, n°3, 1976 : 249-259
- LE RESTE L. (1978). Biologie d'une population de crevettes *Penaeus indicus* H. Milne Edwards sur la côte nord-ouest de Madagascar. Trav. Doc. ORSTOM, (99), 291 p.
- LHOMME F. (1978). Biologie et dynamique de *Penaeus duorarum notialis* au Sénégal, Croissance. Doc. Sci. Cent. Rech. Océano. Dakar-Thiaroye, (64). 32p.
- LHOMME F. (1981). Biologie et dynamique de *Penaeus* (*Farfanta penaeus*) *notialis* (Perez Farfante 1967) au Sénégal. Thèse Doct. Sc. Nat. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris 6. 255p.
- LINDNER M.J. et al. (1956). Growth, migrations, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull., 56 : 553-645.
- LUCAS C. (1974). Preliminary estimates of stocks of the king prawn, *Penaeus plebejus*, in The South-East Queensland, Aust. J. mar.Freshwat.Res., 25 : 35-47.
- MARCILLE J. (1978). Dynamique des populations de crevettes pénaïdes exploitées à Madagascar. Trav. Doc. ORSTOM, (92), 197 p.
- PAULY D. (adapt. Fr. Moreau J.). (1997). Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques, Cepaduès-édition, Toulouse : 288p.

- RALISON A. (1985). Une campagne de marquage de crevettes pénéides sur la côte nord-ouest malgache. Rapport technique. N°1/5 CNRO Nosy Be. 16p.
- RANDRIAMBOLOLONA C. J. M. (1986). Mortalités immédiate et additionnelle des crevettes Penaeides marquées. Mém. DEA Univ. Toliara. 87p.

Documents PNRC

- LHOMME F. (1998). Protocole de marquage des crevettes. Rapport PNRC. 12p.
- LHOMME F. et T. RAFALIMANANA, (1999). Marquage des crevettes adultes : résultats de la première campagne janvier/février 1999. Rapport PNRC. 27p.
- RAFALIMANANA T., et F. LHOMME, (1999). Opération de marquage des crevettes adultes sur la côte est. Rapport de mission PNRC. 7p.
- RAFALIMANANA T. (1999). Opération de marquage des crevettes adultes dans les zones I et II. Rapport de mission PNRC. 14p.
- RAFALIMANANA T. (1999). Opération de marquage des crevettes adultes dans les zones III à VI. Rapport de mission PNRC. 5p.
- RAFALIMANANA T. (1999). Opération de marquage des crevettes adultes dans les zones VII à X. Rapport de mission PNRC. 5p.

Figure 1 : Migration côte Ouest

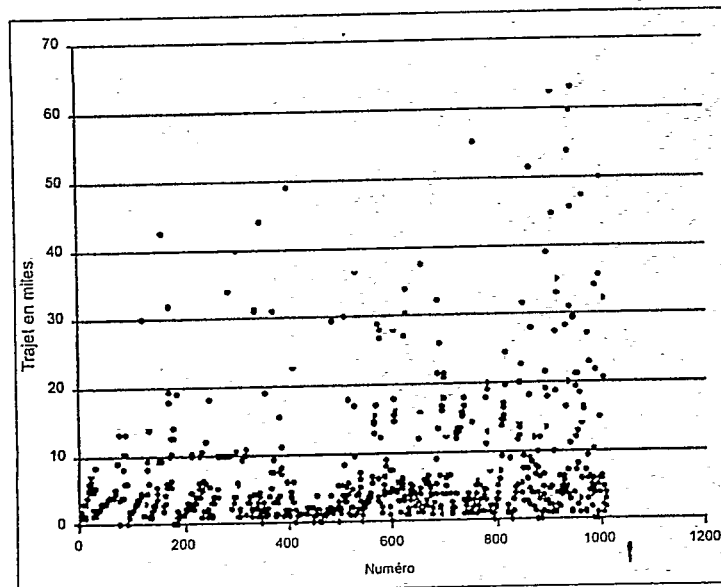


Figure 2 : Migration côte Est

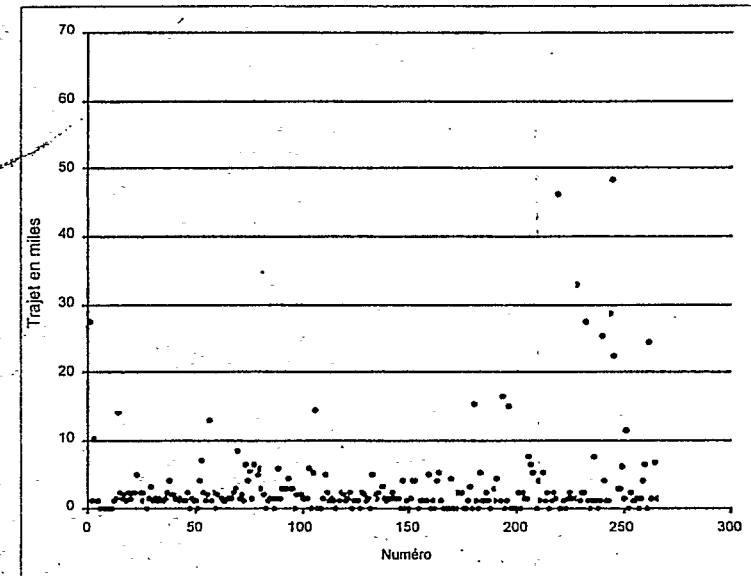


Figure 3 : Vitesse de croissance des *Metapenaeus monoceros*
Femelles par classe de taille

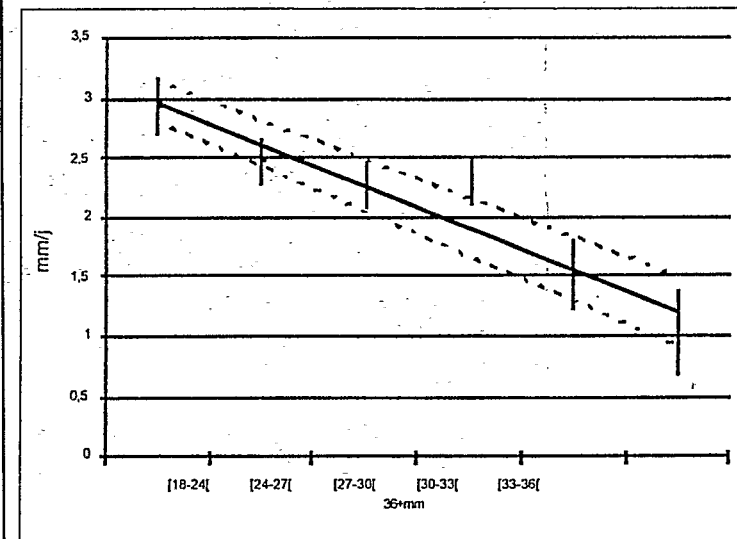


Figure 4 : Vitesse de croissance des *Metapenaeus monoceros*
Femelles par zone

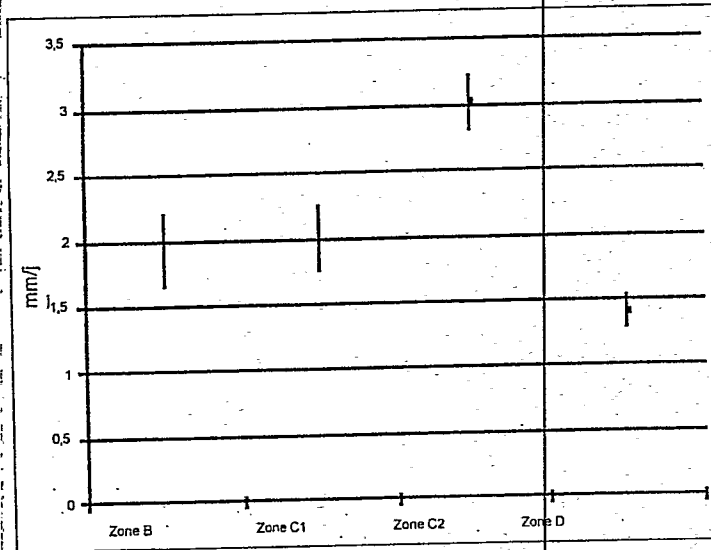


Figure 5 : Vitesse de croissance des *Penaeus indicus*
Femelles par classe de taille

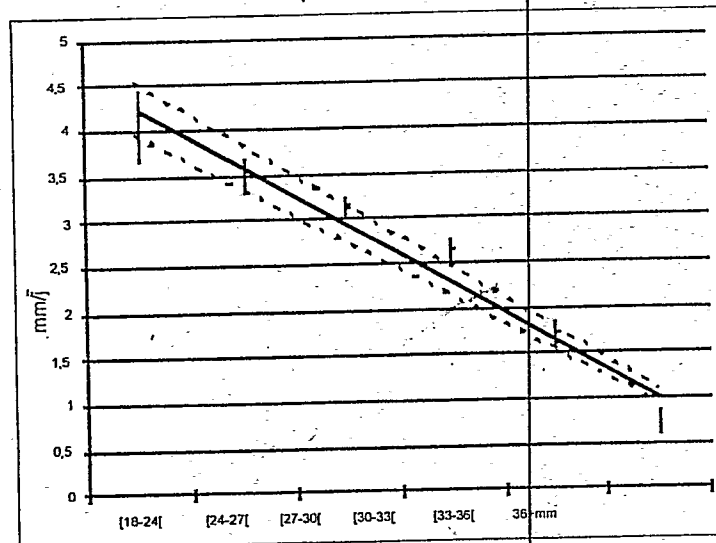


Figure 6 : Vitesse de croissance des *Metapenaeus monoceros*
Femelles par zone

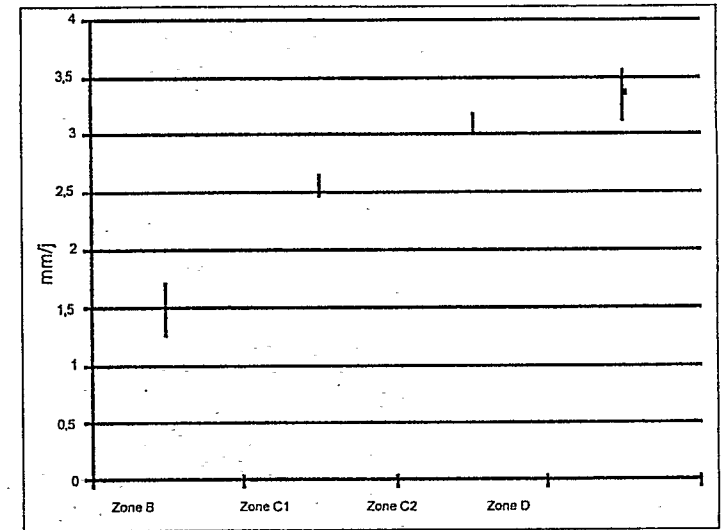


Figure 7 : Vitesse de croissance des *Penaeus indicus*
Mâles par classe de taille

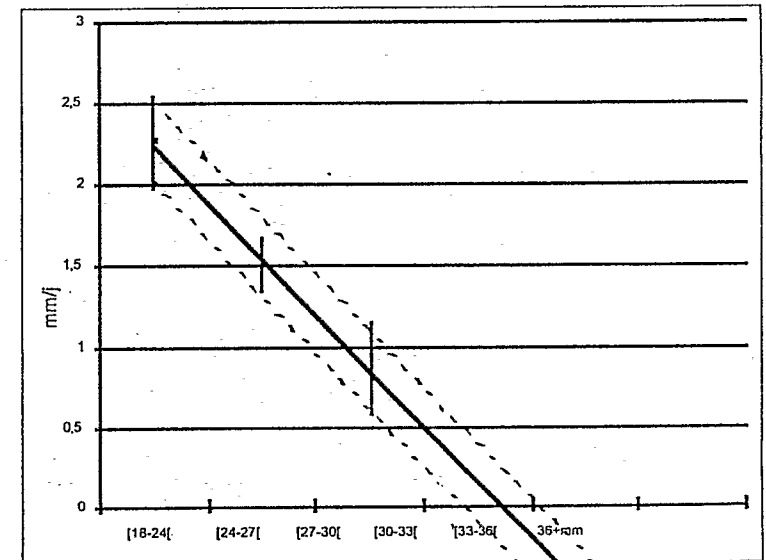


Figure 8 : Ajustement courbes de croissance *Metapenaeus monoceros* en zone C

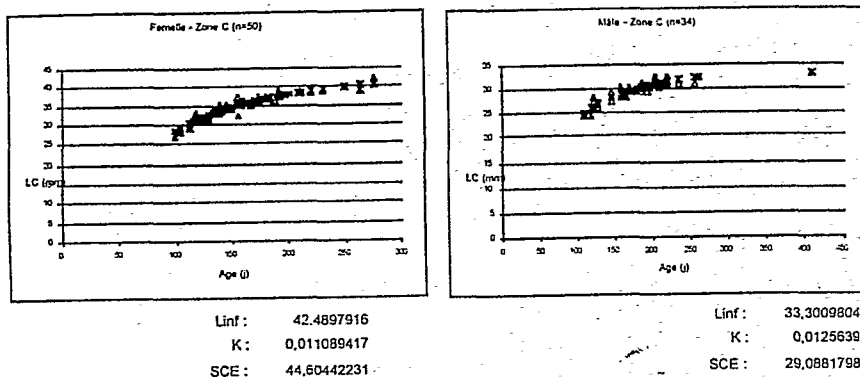


Figure 9 : Ajustement courbes de croissance *Metapenaeus monoceros* en zone D

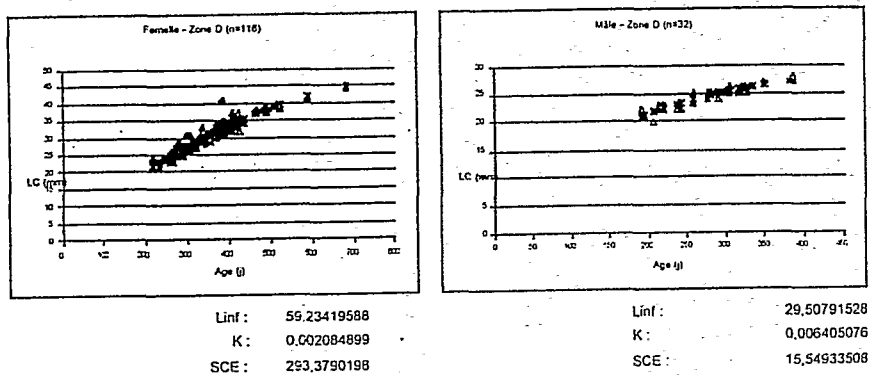


Figure 10 : Ajustement courbes de croissance *Penaeus indicus* en zone B

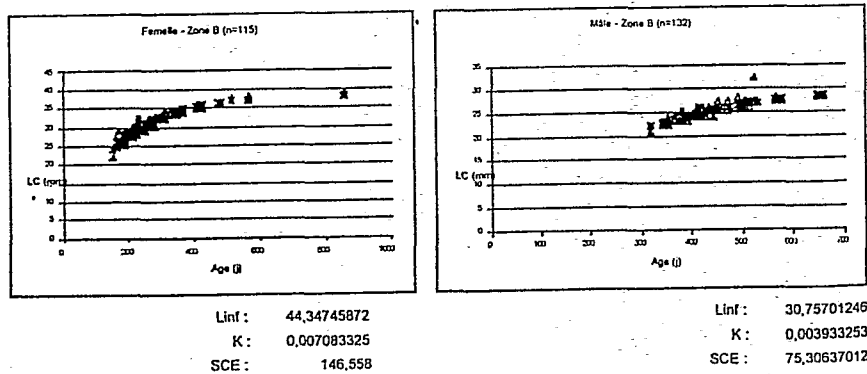


Figure 11 : Ajustement courbes de croissance *Penaeus indicus* en zone D

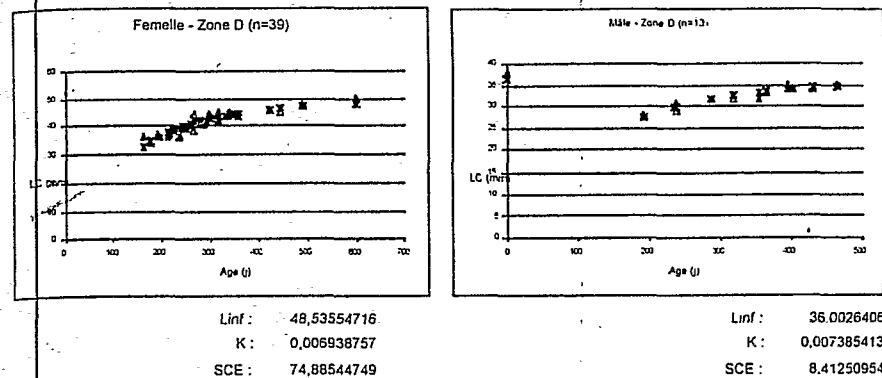


Figure 12 : Ajustement courbes de croissance *Penaeus indicus* en zone C1

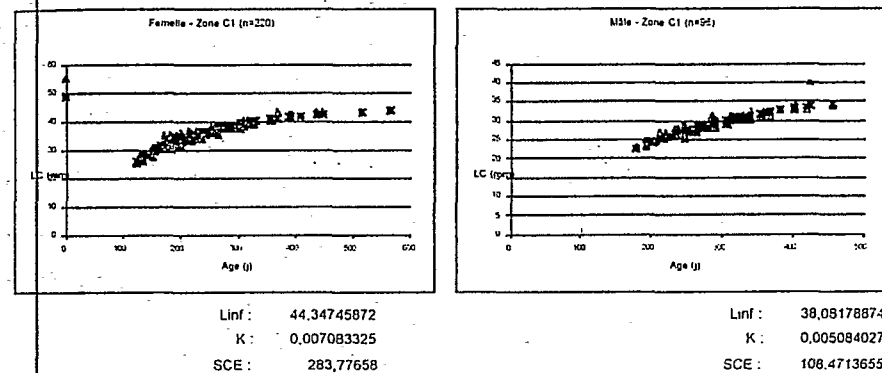


Figure 13 : Ajustement courbes de croissance *Penaeus indicus* en zone C2

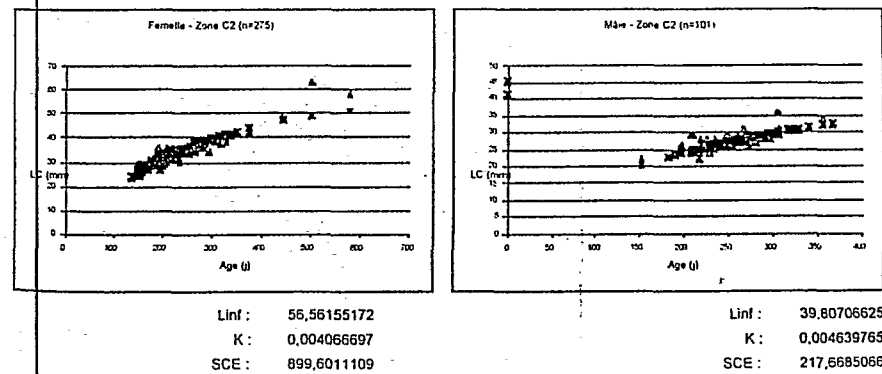
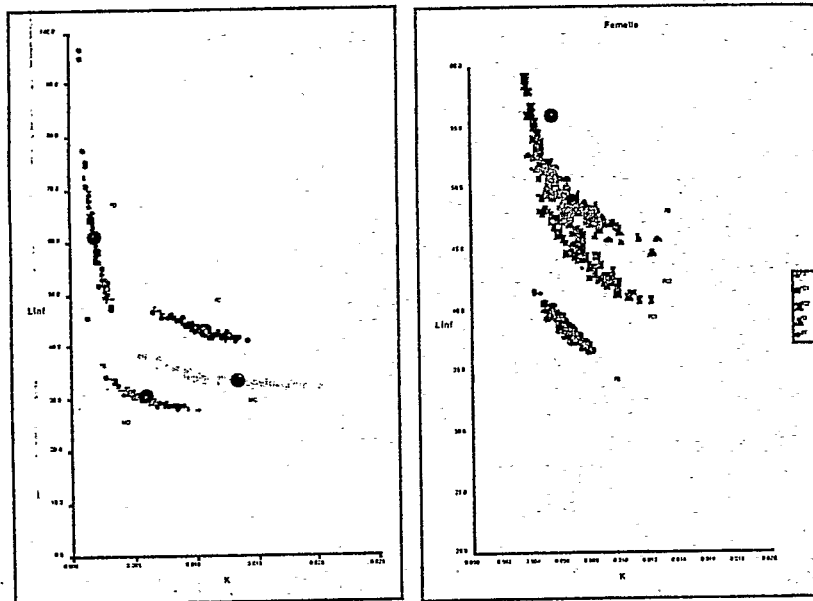
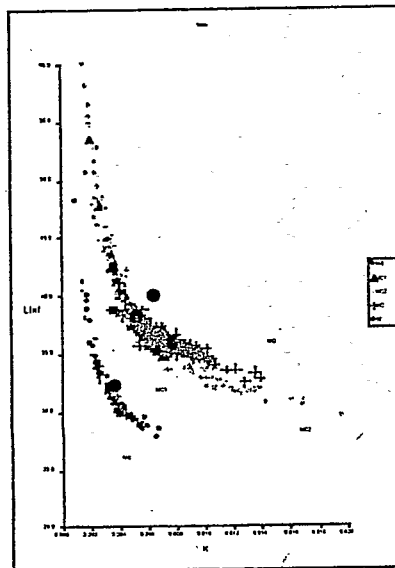


Figure 14 : Position et dispersion des estimations Bootstrap

(a) *Metapenaeus monoceros* Femelle et Mâle(b) *Penaeus indicus* Femelle(c) *Penaeus indicus* Mâle

Campagne de détermination de la date d'ouverture de la pêche crevettière en 2000

Herimamy Lalanianaina Razafindrakoto

Introduction

La fermeture de la pêche industrielle crevettière instaurée depuis 1973 est fondée sur les travaux de LE RESTE en baie d'Ambaro et avait pour objectif de protéger le recrutement. Cette fermeture dure en moyenne deux mois et elle commence entre le 1er décembre et prend fin vers le 15 février.

Pour mieux optimiser l'exploitation de la ressource il est utile de déterminer quelle est la date favorable pour commencer la pêche. Le présent document explique les démarches suivies par le PNRC pour aboutir aux résultats qui ont été l'objet de deux rapports.

La présente communication a été l'objet de deux rapports disponibles au PNRC.

1. Méthodologie

Il faudrait avoir dans une durée très courte, une image de la structure en taille des espèces de crevettes présentes sur les lieux de pêche. Ce qui nécessite l'utilisation simultanée de plusieurs bateaux et la mobilisation de plusieurs équipes scientifiques.

Etant donné que les résultats devaient être publiés une semaine après la fin de la campagne, toutes les données ont été traitées et analysées rapidement.

Pour que les résultats soient directement exploitables par l'Administration et la profession, les structures en taille ont été transformées en calibre standard.

2. Déroulement des campagnes

Deux campagnes ont été réalisées en 2000.

	ZONE	ARMEMENT	DEPART	RETOUR	EQUIPE	BATEAU
	I	PNB	30/01/2000	01/02/2000	2	Beloha
QUEST	II à IV	OFCF	30/01/2000	02/02/2000	3	Menabe 2
	V à X	RFO	30/01/2000	05/02/2000	3	Cap St Vincent
EST	XII	RFE	20/02/2000	23/02/2000	2	Fanantara

Actes de l'atelier - Antananarivo Madagascar
12-14 décembre 2000

Aménagement de la pêche crevettière à Madagascar

Edition Cite
Centre d'Information Technique et Economique

Antananarivo, 2001

Liste des auteurs

Charles Andrianaivojaona : Secrétaire Général du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (MPRH), Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar. Tél / Fax : (261) 20 22 416 55, Mail : andrianaivojaona@simicro.mg

Nick Caputi : Supervising Scientist (Invertebrates) – Fisheries Western Australia – Western Australian Marine Research Laboratories, PO Box. 20, North Beach WA 6020 – Australie. Tél. + 61 8 9246 8459, Fax. + 61 8 9447 3062, Mail : ncaputi@fish.wa.gov.au

- **Christian Chaboud** : Economiste de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Laboratoire HEA, Centre IRD de Montpellier, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex France. Tél. + (33) 4 67 63 69 70, Fax. + (33) 4 67 63 87 78, Mail : chaboud@mpl.ird.fr

- **Stéphane Courtois** : CNS Economiste de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Programme National de Recherche Crevetière (PNRC), BP 373, 401 Mahajanga, Madagascar. Tél. + (261) 20 62 227 49, Fax. + (261) 20 62 227 48, Mail : pncor@simicro.mg

Bertrand Coûteaux : Secrétaire Général du Groupement des Aquaculteurs et Pêcheurs de Crevettes de Madagascar (GAPCM), Villa Maria, Lot VA 20 BE, Tsiadana, 101 Antananarivo, Madagascar. Tél. (261) 20 22 628 29, Fax. (261) 20 22 321 84, Mail : gapcm@dts.mg, Web : <http://madagascar-contacts.com/gapcm>

Christian Dintheer : Consultant en crevettes, Adjoint du chef de département Ressources Halieutiques IFREMER, 150, quai de Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne sur Mer, France. Tél. (33) 2 21 99 56 00, Fax. (33) 2 21 99 56 01, Mail : cdintheer@ifremer.fr

- **Gilles Domalain** : Institut de Recherche pour le Développement (IRD), BP 5043, 321032 Montpellier Cedex 1, France. Tél. 33 4 67 41 94 00, Fax. 33 4 67 41 97 30, Mail : gilles.domalain@mpl.ird.fr

Sophie Goedefroit : Enseignant Chercheur en anthropologie, Institut des Sciences Economiques et Sociales, Université de Lille 1, France. Tél. + (33) 6 63 84 00 39, Mail : sophie.goedefroit@univ-lille1.fr

François Henry : Directeur de Département Appui Technique & Développement, AGRO MARCHES INTERNATIONAUX, 11 rue de Cambrai, 75019 Paris, France. Tél. + (33) 1 55 26 70 70, Fax : + (33) 1 53 26 00 01, Mail : f.henry@agromarches.fr

Zbigniew Kasprzyk : Gérant du Bureau d'étude Océan Consultant, BP. 3528, 101 Antananarivo, Madagascar. Tél. + (261) 20 22 640 28, (261) 20 22 253 38 Fax. + (261) 20 22 428 06, Mail : ocecon@dts.mg ou ocecon@vitelcom.mg

Jean Louis Lauzière : Assistant technique de l'Union Européenne, Centre de Surveillance des Pêches de Madagascar, Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar. Tél. + (261) 20 22 400 65, Fax. + (261) 20 22 40 14, Mail : cspmadag@dts.mg ou jllauz@dts.mg

Philippe Lemerrier : Délégué IFREMER à la Réunion, Station IFREMER, rue Jean Bertho, BP 60. 97822 Le Port Cedex, Réunion. Tél. + (262) 42 03 40 Fax. + (262) 43 36 84, Mail : philippe.lemerrier@ifremer.fr

Océan Consultant

B.P. 3528 - Antananarivo 101
Madagascar
Tél : 261 20 22 640 28
Fax : 261 20 22 428 06
E-mail : ocecon@dts.mg
E-mail : ocecon@vitelcom.mg

CITE

Centre d'Information Technique et Economique
Rue Rahamefy - Ambatonakanga - BP 74
Antananarivo 101 - Madagascar
Tél : 261 20 22 253 86
Fax : 261 20 22 336 69
E-mail : cite@cite.mg
Web : <http://www.cite.mg/>