

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DES PÊCHES INDUSTRIELLES DE CREVETTES DE LA COTE OUEST DE MADAGASCAR

par J. CHABANNE et R. PLANTE*

RÉSUMÉ

Les échantillons prélevés dans les pêches industrielles de crevettes de la côte ouest de Madagascar sont analysés pour rationaliser l'échantillonnage

*Les prises sont constituées par 4 espèces dont la plus abondante est *Penaeus indicus*. La composition spécifique des échantillons est très hétérogène et les proportions de *Penaeus indicus* par zone de pêche et pour une courte durée très variables. Un effort d'échantillonnage important est nécessaire pour que la composition en espèces des prises soit estimée de façon précise.*

*L'étude de la composition en longueurs des *Penaeus indicus* montre une forte variabilité entre les échantillons de la même zone prélevés pendant un mois. L'analyse de variance permet de déterminer qu'une dizaine d'échantillons de 70 femelles et de 50 mâles par mois et par zone sont nécessaires pour obtenir une précision satisfaisante sur la longueur moyenne.*

Le sex-ratio et les proportions de femelles mûres dans les échantillons sont assez variables. Les échantillons prélevés pour l'étude de la composition en longueurs des prises devraient suffire pour les estimer avec une précision satisfaisante.

ABSTRACT

Samples coming from commercial catches of the Madagascar west coast shrimp fisheries are analysed to improve sampling.

*Catches include 4 species, among which *Penaeus indicus* is largely dominant. Samples are very heterogeneous and proportions of *Penaeus indicus* per fishing area and during a short time interval very variable. Accurate estimates of species composition need a large sampling effort.*

*Study of *Penaeus indicus* length composition shows a large variability among samples collected during one month in the same area. From analysis of variance, we state that about 10 samples of 70 females and of 50 males are needed for each stratum during one month to obtain a good precision on the mean length.*

Samples for length composition study would must be sufficient for sex-ratio and maturity estimates.

* Océanographes biologistes. O.R.S.T.O.M.

En 1967, la pêche industrielle des crevettes débutait sur la côte ouest de Madagascar. A la fin de l'année 1967, la Division des Pêches Maritimes du Ministère de l'Agriculture demandait à l'O.R.S.T.O.M. d'étudier cette pêche et les populations exploitées. Les seuls travaux concernant les crevettes malgaches qui aient été publiés jusqu'alors (CROSNIER, 1965, CHABANNE et PLANTE, 1969) étaient des études d'ordre général qui ne faisaient qu'aborder la biologie des espèces. Pour la collecte des données nécessaires à cette étude un système d'échantillonnage des prises a été établi de façon empirique faute d'une bonne connaissance des conditions de la pêche et des populations sur lesquelles elle est fondée. Les premiers échantillons nous sont parvenus au début de 1968, d'abord en quantité nettement insuffisante, puis, à partir du début de 1969, de façon plus acceptable (1).

1. — Plan d'échantillonnage.

La présence de crevettes a été relevée tout le long de la côte ouest de Madagascar. Toutefois l'abondance est beaucoup plus forte dans les régions nord-ouest et ouest, c'est-à-dire dans les zones situées entre le Cap d'Ambre et le Cap Saint-André (fig. 1). Quinze bateaux, appartenant à 4 armements différents, ont pêché plus ou moins régulièrement pendant la période de 1967 à 1969. Tous ces bateaux étaient équipés pour le chalutage suivant le type floridien. Le traitement et la manipulation des crevettes, qui représentent deux points importants pour l'échantillonnage, ont beaucoup varié d'un armement à l'autre et même à l'intérieur d'un même armement suivant les circonstances de la pêche et de la commercialisation. C'est ainsi qu'à bord des bateaux les prises ont été soit mises en glace avec ou sans séparation par catégories de taille, soit congelées entières, soit étêtées, soit cuites. Les captures étaient soit débarquées par le bateau qui les avait faites, soit transbordées en rade ou sur les lieux de pêche sur des cargos ou des bateaux congélateurs, soit transbordées sur un autre crevettier qui les transportait jusqu'au port de débarquement. Le prélèvement d'échantillons au débarquement aurait été difficile, l'efficacité faible et la précision douteuse. D'autre part les conditions de travail locales imposaient le choix d'une technique d'échantillonnage aussi simple que possible et pouvant s'adapter aux fluctuations de la pêche sans nécessiter de fréquents changements d'instructions.

En conséquence, le plan d'échantillonnage suivant a été choisi :

- prélèvements des échantillons à bord, juste après l'ouverture du chalut, avant le tri. Ils étaient faits par des observateurs embarqués par la Division des Pêches ;
- stratification des échantillons suivant les zones de pêche et les armements ;
- pour un armement, le nombre d'échantillons prélevés devait être au minimum de un par quinze jours et par zone fréquentée par le ou les bateaux sur lesquels un observateur avait été embarqué. Ce plan était basé sur un nombre donné d'observateurs. Mais ce nombre, qui ne dépendait pas de nous, a souvent diminué sans que nous soyons avertis ce qui a entraîné des lacunes dans l'échantillonnage. Du point de vue de l'échantillonnage on peut considérer que l'embarquement des observateurs sur tel ou tel bateau était soumis au hasard.

La technique adoptée pour la collecte de l'échantillon est dérivée de celle recommandée par GULLAND (1957, 1966) pour échantillonner les prises à bord d'un navire de recherches. Elle consiste à prendre un secteur du tas formé par les captures, en partant du centre du tas. Cette façon de procéder évite un choix de la part de celui qui collecte l'échantillon. D'autre part, d'après nos observations, si les prises sont hétérogènes, leur répartition est plutôt concentrique. En prenant un secteur à partir du centre, les différentes catégories sont prélevées. La grandeur demandée pour l'échantillon était de 8 à 10 kg. Lorsqu'il n'était pas possible de prendre un secteur assez

(1) Nous remercions M. DAGET, Inspecteur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M., pour l'aide qu'il nous a apportée dans la rédaction de ce travail.

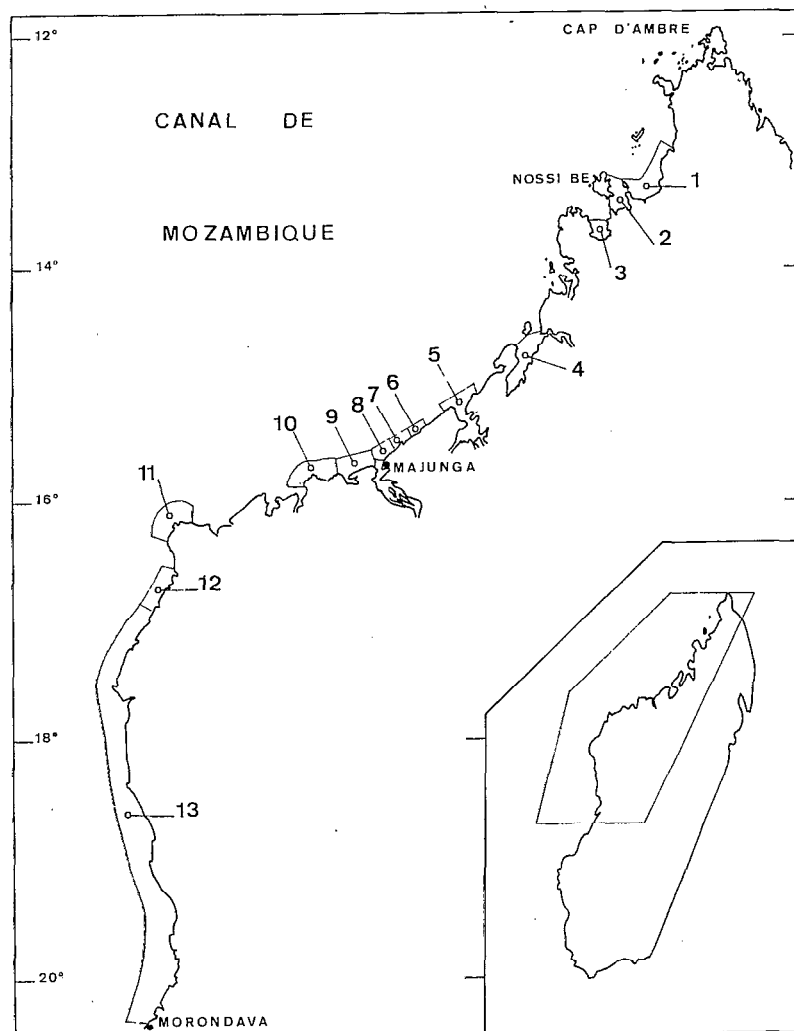


Fig. 1. — Zones de provenance des échantillons de crevettes :

- | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 : Baie d'Ambaro | 6 : Marosakoa | 11 : Cap Saint André |
| 2 : Baie de Tsimipaika | 7 : Maromanjo | 12 : Besalampy |
| 3 : Baie d'Ampasindava | 8 : Ampanjona | 13 : Morondava |
| 4 : Baie de Narendry | 9 : Baie de Boina | |
| 5 : Baie de Mahajamba | 10 : Cap Tanjona | |

réduit, les crevettes ramassées étaient mises dans un bac, mélangées et la quantité convenable prélevée. Le choix du trait à échantillonner était évidemment laissé à l'observateur, ce qui peut être considéré comme un prélèvement au hasard.

La stratification en zones de pêche n'a pas été définie *a priori*, mais basée sur la distribution des prises qui étaient concentrées en certains points. Ces lieux de pêche étaient nettement séparés les uns des autres dans la plupart des cas, ce qui a facilité le repérage des zones pour les observateurs.

Les observations faites sur les échantillons ont été les suivantes : composition en espèces des captures, composition en longueurs par espèce et par sexe, sex-ratio, maturité. Seule l'analyse des données recueillies pour *Penaeus indicus* est effectuée ici, l'échantillonnage étant insuffisant pour les autres espèces.

2. — Composition en espèces des prises.

Quatre espèces composent les prises. Ce sont : *Penaeus indicus* qui est la plus abondante, *Penaeus semisulcatus*, *Metapenaeus monoceros* et *Penaeus monodon*, cette dernière peu fréquente et peu abondante.

2.1. — COMPOSITION DES TRAITS EN FONCTION DE L'HEURE.

L'heure de 23 traits pour lesquels un échantillon a été prélevé est connue. Quinze se sont déroulés de jour, 8 de nuit ou presque entièrement de nuit. La répartition des espèces est donnée dans le tableau 1.

TABLEAU 1
Proportions des espèces dans les captures de jour et de nuit.

Espèces	Jour		Nuit	
	nombre	%	nombre	%
<i>Penaeus indicus</i>	10 294	96,4	2 301	28,1
<i>Penaeus semisulcatus</i>	150	1,4	897	10,9
<i>Metapenaeus monoceros</i>	234	2,1	5 003	60,9
<i>Penaeus monodon</i>	3		1	

D'autre part, l'observation des traits successifs de deux jours de pêche au même endroit a donné les résultats suivants :

trait de 22 h à 2 h : pas d'échantillon prélevé ; *Penaeus indicus* très peu abondantes (quelques individus)

trait de 2 h à 6 h : (lever du jour vers 5 h 30) : *Penaeus indicus* 10,6 %
Penaeus semisulcatus 14,3 %
Metapenaeus monoceros 75,1 %

trait de 6 h à 11 h : *Penaeus indicus* 95,9 %
Penaeus semisulcatus 2,5 %
Metapenaeus monoceros 1,6 %

trait de 11 h à 18 h : *Penaeus indicus* 95,6 %
Penaeus semisulcatus 2,3 %
Metapenaeus monoceros 2,1 %

trait de 4 h à 8 h : *Penaeus indicus* 74,6 %
Penaeus semisulcatus 5,5 %
Metapenaeus monoceros 19,8 %

La composition des captures semble donc dépendre assez étroitement de l'heure. De jour, les *Penaeus indicus* forment la quasi-totalité des prises. Leur importance diminue la nuit et peut même devenir nulle. A l'aube et au crépuscule, d'environ 2 heures avant à 2 heures après le lever et le coucher du soleil, les échantillons montrent que la proportion de *Penaeus indicus* peut varier de 0 à 100 %.

2.2. — HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA COMPOSITION EN ESPÈCES DES ÉCHANTILLONS.

Nous venons de voir une cause de variation des proportions des espèces dans les échantillons. Il peut y en avoir d'autres. L'hétérogénéité de la composition des captures doit être connue pour faire une estimation convenable de l'échantillonnage à accomplir. Cette analyse est présentée dans le tableau 2. Les échantillons ont été groupés par zone et par période de 3 mois maximum,

ceci afin d'éliminer d'éventuelles variations dues aux secteurs de pêche et aux différences saisonnières. Les échantillons proviennent de pêches exclusivement diurnes, sauf ceux de la baie de Tsimipaika en juillet et août 1969 (pêches d'un bateau, le « MASCAREIGNES II », qui pêchait jour et nuit).

TABLEAU 2
Hétérogénéité de la composition en espèces des captures

Zone	Date	C	n	q	p	p inf	p sup	χ^2	sp
Ambaro.....	2-4 au 16-5	7	520	96,9	3,1	0	20	220	2,0
Tsimipaika.....	12-7 au 27-8	11	708	58,5	41,5	0	100	4896	15,2
Narendry.....	25-1 au 16-3	21	474	64,7	35,3	0	78,5	3121	7,1
Narendry.....	7-4 au 3-6	8	405	99,0	1,0	0	4,7	65	0,5
Tanjona.....	22-6 au 6-8	6	459	40,7	59,3	12	100	1007	15,4
Saint-André.....	28-2 au 7-4	11	405	90,9	9,1	0	17,1	109	1,7
Morondava.....	1-5 au 4-6	7	406	75,5	24,5	5,3	46,7	600	7,7

C = nombre d'échantillons
n = nombre moyen par échantillon
q = proportion de *Penaeus indicus* en %
p = proportion des autres espèces en %
sp = erreur standard sur p

Les résultats donnés dans le tableau 2 montrent que l'hétérogénéité est forte dans tous les groupes. Il faut donc un échantillonnage important pour obtenir une bonne précision. Pendant le seul mois de février 1969, 16 échantillons ont été prélevés dans la baie de Narendry. Le pourcentage des espèces autres que *Penaeus indicus* est de 29 % avec comme maximum et minimum 62 % et 0,5 %. L'erreur standard sur p est 6,1 %, ce qui est assez élevé. Donc dans ce cas, le prélèvement de 16 échantillons de 438 crevettes en moyenne est insuffisant.

Les différentes espèces qui constituent les prises sont facilement reconnaissables. L'échantillonnage pour déterminer leurs proportions pourrait être avantageusement effectué au moment du débarquement ou dans les usines de conditionnement. C'est sans doute la seule façon de connaître avec exactitude les quantités pêchées pour chaque espèce.

3. — Étude de la composition en longueurs des échantillons de *Penaeus indicus*.

L'observation de la composition en longueurs des prises et de ses variations permet d'étudier différents aspects de la biologie : groupes d'âges, taux de croissance, présence de classes dominantes, taux de mortalité et ses changements en fonction de l'effort de pêche, migrations. Les moyennes des distributions de longueurs ont été comparées par l'analyse de variance, les échantillons étant regroupés par zone et par mois. Cette méthode a été choisie en raison de son application pour améliorer l'échantillonnage. Les mâles et les femelles ont été considérés séparément. Les mesures ont été regroupées par classes de 1 mm, ce qui donne un nombre de classes au moins égal à 12 dans la presque totalité des cas, c'est-à-dire suffisant pour une estimation convenable de la moyenne et de l'écart type (SNEDECOR 1967). Les distributions obtenues se rapprochent de la normale.

3.1. — PRÉCISION DE LA MÉTHODE DE MESURE.

La longueur mesurée est celle du céphalothorax. Elle est définie par la distance entre le creux orbitaire et le bord postérieur du céphalothorax au niveau de l'échancrure dorsale. La mesure est effectuée au pied à coulisse à 0,1 mm près. La précision réelle est inférieure, mais il nous a paru qu'en demandant une mesure aussi fine l'attention des observateurs serait plus grande et qu'il y

aurait moins d'erreurs. Le but recherché était que la variabilité entre les observateurs ne soit pas significative pour une précision de 0,5 mm. Trois expériences de mesures appariées ont été faites. Les résultats sont donnés dans le tableau 3. Il est à noter qu'à la précision de 0,1 mm certaines différences ne sont pas significatives. Après groupement par classes de 0,5 mm, aucune des différences n'est significative.

TABLEAU 3
Différence des mesures entre observateurs

Exp	Esp	Obs	n	\bar{D}	t	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	t
1	Mm ♀	A-B	85	-0,29	1,812		
1	Mm ♀	A-C	85	0,42	2,210*		
1	Mm ♀	B-C	85	0,71	3,659**	0,94	0,170
1	Mm ♂	A-B	66	-0,12	1,025		
1	Mm ♂	A-C	63	0,60	4,511**	0,24	0,043
1	Mm ♂	B-C	63	0,73	5,251**	0,16	0,043
2	Pi ♀	A-B	29	-0,28	1,069		
2	Pi ♂	A-B	118	-0,33	3,170**	-0,59	0,189
2	Mm ♀	A-B	52	-0,13	0,833		
2	Mm ♂	A-B	31	0,39	2,119*		
3	Pi ♀	A-B	12	0,17	0,371		
3	Pi ♂	A-B	103	-0,58	3,841**	-0,49	0,162
3	Mm ♀	A-B	68	-0,60	4,762**	-0,22	0,031
3	Mm ♂	A-B	115	-0,23	1,916		

Pi = *Penaeus indicus*

Mm = *Metapenaeus monoceros*

Les valeurs de t marquées * sont significatives à 0,05, celles marquées ** à 0,01. La différence $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ est la différence après le regroupement des mesures en classes de 0,5 mm.

En plus de ces trois séries de mesures, une expérience de contrôle a été effectuée. Un échantillon de *Penaeus semisulcatus* qui venait d'être mesuré a été repris sans que les premiers observateurs aient été prévenus. Les mesures ont été groupées en classes de 1 mm. La différence entre les nombres n_1 et n_2 provient d'une erreur dans la détermination du sexe de deux individus, erreur corrigée lors de la mesure de contrôle. Les résultats obtenus figurent dans le tableau 4.

TABLEAU 4
Différence des mesures entre observateurs

	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	n_1	n_2	t
Ps ♀	-0,155	110	108	0,301
Ps ♂	0,057	226	228	0,339

Ps = *Penaeus semisulcatus*

Les différences dans les mesures entre observateurs ne sont pas une cause de variation des moyennes des échantillons.

3.2. — ANALYSE DES DIFFÉRENCES DES MOYENNES DES ÉCHANTILLONS PAR SECTEUR DE PÊCHE ET PAR MOIS.

Lorsqu'on examine les longueurs moyennes des échantillons dans une zone de pêche et pour un mois, on voit qu'elles diffèrent sensiblement. Statistiquement ces différences sont significatives

(voir tableau 5). Dans plusieurs cas nous avons des échantillons provenant de bateaux différents, mais du même jour ou de deux jours successifs. Les longueurs moyennes de presque tous ces échantillons sont très voisines. Les différences significatives de longueurs n'apparaissent que dans les échantillons prélevés à quelques jours d'intervalle. Il semble donc qu'il y ait plusieurs groupes de tailles distincts les uns des autres, dans la même zone.

TABLEAU 5

Variations des longueurs moyennes des échantillons de *Penaeus indicus* pour un mois dans une zone

Zone	Nb mois	Nb échant	Sexe	dl 1	dl 2	F	F 0,01
Ambaro.....	2	7	♀	5	1648	114,6	3,02
	2	7	♂	5	1769	71,9	3,02
Tsimipaika.....	2	10	♀	8	1723	8,1	2,51
	2	10	♂	8	2394	11,7	2,51
Ampasindava.....	2	4	♀	2	1481	39,2	4,60
	2	4	♂	2	1568	47,8	4,60
Narendry.....	4	27	♀	23	3178	22,2	1,79
	4	27	♂	23	3617	18,3	1,79

dl = degrés de liberté

3.3. — EFFICACITÉ DE L'ÉCHANTILLONNAGE.

Il s'agit de déterminer le nombre d'échantillons et le nombre de crevettes par échantillon pour obtenir la plus petite variance de la moyenne pendant une période et pour un secteur donnés. Cette variance est égale à :

$$S^2_{\bar{X}} = \frac{S^2_1}{a} + \frac{S^2_0}{an}$$

où : — a est le nombre d'échantillons pendant la période donnée

— n est le nombre par échantillon.

S^2_1 et S^2_0 sont les composants de la variance. Le premier est associé aux échantillons, c'est la variance des différences entre échantillons. Le deuxième est relié aux individus qui varient indépendamment avec la variance S^2_0 . Ces composants sont estimés par l'analyse de variance.

Trois analyses ont été faites, une pour les zones Ambaro, Tsimipaika et Ampasindava regroupées, une pour la baie de Narendry, la dernière pour le secteur allant du cap Saint-André à Morondava. Dans la première analyse, le regroupement de trois zones de pêche n'augmente pas la variabilité. Il permet de généraliser les résultats obtenus en augmentant la durée de prélèvement des échantillons. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau 6.

TABLEAU 6

Analyse de variance des échantillons de *Penaeus indicus*

Zone	Durée	Espèce	S^2_0	S^2_1
Ambaro-Tsimipaika- ...	avril à août	<i>P. indicus</i> ♀	14,5	4,53
Ampasindava.....	avril à août	<i>P. indicus</i> ♂	3,2	1,06
Narendry.....	janvier à mai	<i>P. indicus</i> ♀	14,2	2,64
	janvier à mai	<i>P. indicus</i> ♂	4,2	0,56
Saint-André.....	février à juin	<i>P. indicus</i> ♀	18,1	5,68
	février à juin	<i>P. indicus</i> ♂	7,5	2,02

S^2_0 et S^2_1 : composants de la variance.

La variance entre échantillons a été calculée pour une durée de un mois, la variance entre les mois ayant été déduite. En faisant varier a et n , on peut calculer les valeurs de la variance de la moyenne qui seraient obtenues dans un mois pour un nombre et une taille d'échantillons donnés (tableaux 7, 8, 9 et 10). L'examen de ces tableaux montre que la variance ne diminue pas beaucoup lorsque l'effectif des échantillons est supérieur à 70 pour les femelles, à 50 pour les mâles. Par contre l'augmentation du nombre d'échantillons entraîne une diminution rapide de la variance. Au-dessus d'un certain nombre d'échantillons (5-6 pour les femelles, 4-5 pour les mâles), le nombre de crevettes par prélèvement peut être diminué.

Avec ces tableaux on peut calculer rapidement le nombre et la taille des échantillons à prélever dans un mois pour obtenir la moyenne avec une précision donnée. Il est également possible de déterminer de quelles façons cette précision peut être atteinte et de choisir la plus économique ou la plus facilement réalisable. En fait, il n'est pas certain que le nombre théorique d'échantillons puisse être prélevé chaque mois dans chaque zone pêchée. Il faut donc fixer un nombre de crevettes par échantillon qui donne la meilleure variance quel que soit le nombre d'échantillons. Nous avons vu que ce nombre est de 70 pour les femelles et de 50 pour les mâles. La grandeur de chaque échantillon étant fixée, on peut calculer le nombre à prélever chaque mois dans chaque zone pour obtenir une précision donnée. Si l'on choisit les intervalles de confiance à 95 % de $\pm 1,5$ mm pour les femelles et de ± 1 mm pour les mâles, les nombres à prélever seront pour la baie de Narendry :

$$\text{femelles : } S_{\bar{X}} = \frac{1,5}{t} \text{ où } t = t \text{ à } 95 \% \text{ pour } a-1 \text{ degrés de liberté.}$$

Il faut 8 échantillons de 70 femelles.

mâles : 5 échantillons de 50.

Pour les baies d'Ambaro, de Tsimipaika et d'Ampasindava

femelles : 11 échantillons de 70.

mâles : 7 échantillons de 50.

Les calculs n'ont pas été faits pour la zone Saint André-Morondava, l'échantillonnage n'ayant pas été assez important dans ce secteur qui couvre une grande superficie et qui devrait certainement être subdivisé si la pêche s'y développait. Les composants de la variance ont été donnés à titre indicatif. Il semble que la variabilité y soit plus élevée que dans les zones plus au nord, aussi bien entre que dans les échantillons. En particulier, les crevettes y atteignent une taille plus importante.

TABLEAU 7

Valeurs de la variance de la moyenne des échantillons pour le secteur de pêche Ambaro, Tsimipaika, Ampasindava
(*Penaeus indicus* femelles)

$\begin{matrix} n \\ a \end{matrix}$	20	30	40	50	70	100	150
1	5,25	5,01	4,99	4,82	4,73	4,68	4,63
2	2,62	2,50	2,44	2,39	2,36	2,33	2,31
3	1,75	1,66	1,63	1,60	1,58	1,56	1,54
4	1,31	1,25	1,22	1,20	1,18	1,17	1,16
5	1,06	1,01	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93
6	0,87	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77	
7	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,67	
8	0,66	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	
9	0,58	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	
10	0,52	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	
11	0,47	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	

TABLEAU 8

Valeurs de la variance de la moyenne des échantillons pour le secteur de pêche Ambaro, Tsimipaika, Ampasindava (*Penaeus indicus* mâles)

$\frac{n}{a}$	20	30	40	50	70	100
1	1,22	1,17	1,14	1,12	1,11	1,09
2	0,61	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55
3	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36
4	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27
5	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	
6	0,21	0,20	0,19	0,19		
7	0,17	0,17	0,16	0,16		
8	0,15	0,14	0,14	0,14		
9	0,14	0,13	0,13	0,13		
10	0,13	0,12	0,12	0,12		

TABLEAU 9

Valeurs de la variance de la moyenne des échantillons pour la zone de pêche de Narendry (*Penaeus indicus* femelles)

$\frac{n}{a}$	20	30	40	50	70	100	150
1	3,35	3,11	3,01	2,92	2,84	2,78	2,73
2	1,69	1,56	1,50	1,46	1,42	1,39	1,37
3	1,12	1,03	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91
4	0,84	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68
5	0,67	0,62	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55
6	0,58	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	
7	0,48	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	
8	0,42	0,39	0,37	0,37	0,36	0,35	
9	0,37	0,34	0,33	0,32	0,31	0,31	
10	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	
11	0,30	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	

TABLEAU 10

Valeurs de la variance de la moyenne des échantillons pour la zone de pêche Baie de Narendry (*Penaeus indicus* mâles)

$\frac{n}{a}$	20	30	40	50	70	100
1	0,77	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60
2	0,39	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30
3	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
4	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15
5	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	
6	0,13	0,11	0,11	0,10		
7	0,11	0,10	0,10	0,09		
8	0,10	0,09	0,08	0,08		
9	0,08	0,08	0,07	0,07		
10	0,08	0,07	0,07	0,07		

Une augmentation de la précision de la moyenne mensuelle demanderait une forte augmentation du nombre d'échantillons, mais leur taille pourrait être réduite à 20 ou 30 crevettes. Un tel échantillonnage pourrait être envisagé dans une zone pêchée régulièrement, pour l'étude d'un point particulier de la biologie, par exemple la croissance.

Nous avons vu que les échantillons doivent comporter 70 femelles et 50 mâles, c'est-à-dire 120 crevettes au total. Les proportions de femelles dans les captures peuvent varier d'environ 25 à 75 %. Il faut donc ramasser un échantillon de 300 *Penaeus indicus* environ pour que la quantité de 70 femelles soit présente à coup sûr.

En résumé, pour l'étude de la composition en longueurs des prises de *Penaeus indicus* et sans tenir compte de possibles différences de variabilité dans le temps et d'une zone à l'autre, il faut :

- prélever environ une dizaine d'échantillons par zone et par mois dans les secteurs de pêche qui vont du Camp d'Ambre au Cap Tanjona.
- chaque échantillon doit comporter 70 femelles et 50 mâles, ce qui entraîne le ramassage d'environ 300 crevettes de l'espèce *Penaeus indicus*.
- la précision obtenue par cet échantillonnage sera de l'ordre de 1,5 mm pour les femelles et de 1 mm pour les mâles dans l'estimation de la longueur moyenne.

4. — Autres observations.

4.1. — MATURITÉ DE *Penaeus indicus*.

La proportion de femelles mûres (femelles au dernier stade de maturité) peut être très variable d'un échantillon à l'autre et cette variabilité n'est pas la même tout le long de l'année. L'analyse des échantillons prélevés pendant la dernière semaine du mois de janvier et le mois de février 1969 dans la baie de Narendry donne les résultats suivants :

nombre d'échantillons : 17
 nombre moyen de crevettes par échantillon : 104
 pourcentage moyen de femelles mûres : 17,7 %
 pourcentage inférieur : 0,7 %
 pourcentage supérieur : 53,2 %
 $\chi^2 = 241$
 erreur standard sur p : 3,7 %

Cet ensemble d'échantillons a été choisi pour sa variabilité qui est la plus grande que nous ayons observée. Ces résultats semblent indiquer que les données sur la maturité pourront être recueillies avec une précision convenable à partir des échantillons prélevés pour l'étude de la composition en longueurs des prises. Ces données peuvent aussi être recueillies au débarquement ou lors du traitement des crevettes, le dernier stade de maturité étant très visible.

4.2. — SEX-RATIO.

Il présente des variations qui peuvent quelquefois être assez importantes. L'analyse des échantillons de la dernière semaine de janvier et de février 1969 prélevés en baie de Narendry donne les résultats suivants :

nombre d'échantillons : 16
 nombre moyen de *Penaeus indicus* par échantillon : 310
 pourcentage de mâles : 51,6 %
 pourcentage inférieur : 26,4 %
 pourcentage supérieur : 70,0 %
 $\chi^2 : 140$
 erreur standard sur le pourcentage de mâles : 2,1 %

L'échantillonnage pour l'étude de la composition en tailles doit suffire pour recueillir les données sur le sex-ratio.

5. — Conclusion.

L'analyse des échantillons prélevés pendant près de deux ans dans les prises de la pêche commerciale a été effectuée en vue de mettre sur pied un système d'échantillonnage rationnel. Les problèmes posés par l'étude de la pêche, qui demandent un échantillonnage des captures, ont été passés en revue et les conclusions suivantes peuvent être données.

— La composition en espèces est très variable et demande un échantillonnage important. Il pourrait être effectué au moment du débarquement ou du traitement des crevettes.

— Une dizaine d'échantillons de 70 *Penaeus indicus* femelles et de 50 mâles sont nécessaires par mois et par zone de pêche pour l'étude de la composition en longueurs des prises. Ces échantillons peuvent aussi fournir les données sur la maturité et le sex-ratio.

Aucun plan précis n'est donné. En effet, la mise sur pied d'un plan d'échantillonnage dépend essentiellement des conditions de travail et l'expérience a prouvé qu'elles peuvent être très changeantes. Nous avons seulement essayé de définir de façon précise chaque point de l'échantillonnage, afin de permettre à la nouvelle équipe de chercheurs qui travaillera sur ce problème d'utiliser au mieux les moyens mis à sa disposition.

Manuscrit reçu le 25 juin 1971.

BIBLIOGRAPHIE

- CHABANNE (J.) et PLANTE (R.), 1969. — Les populations benthiques (endofaune, crevettes Penaeides, poissons) d'une baie de la côte nord-ouest de Madagascar : écologie, biologie et pêche. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* VII, n° 1, pp. 41-71.
- CHABANNE (J.) et PLANTE (R.), 1970. — La pêche au chalut des crevettes Penaeides sur la côte ouest de Madagascar. Méthodes utilisées dans l'étude de la pêche. *O.R.S.T.O.M., Nosy-Bé, Doc. 14*, multigr., pp. 1-15.
- CROSNIER (A.), 1965. — Les crevettes Penaeides du plateau continental malgache : état de nos connaissances sur leur biologie et leur pêche en septembre 1964. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, Suppl. 3, pp. 1-158.
- DICKIE (L. M.) et PALOHEIMO (J. E.), 1965. — Heterogeneity among samples of the length and age compositions of commercial groundfish landings. *Int. Com. Northwest Atl. Fish., Res. Bull.*, n° 2, pp. 48-52.
- GULLAND (J. A.), 1957. — Sampling problems and methods in fisheries research. *F.A.O. Fish. Bull.*, 10, n° 4, pp. 157-181.
- GULLAND (J. A.), 1966. — Manuel des méthodes d'échantillonnage et des méthodes statistiques applicables à la biologie halieutique. Première partie : Méthodes d'échantillonnage. *Manuels F.A.O. de science halieutique*, n° 3, pp. 1-96.
- HENNEMUTH (R. C.), 1957. — An analysis of methods of sampling to determine the size composition of commercial landings of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*). *Inter Amer. Trop. Tuna Com. Bull.*, 2, n° 5, pp. 174-243.
- SNEDECOR (G. W.) et COCHRAN (W. G.), 1967. — Statistical methods. Sixth edition. *The Iowa State University Press, AMES, IOWA, U.S.A.*, pp. 1-593.