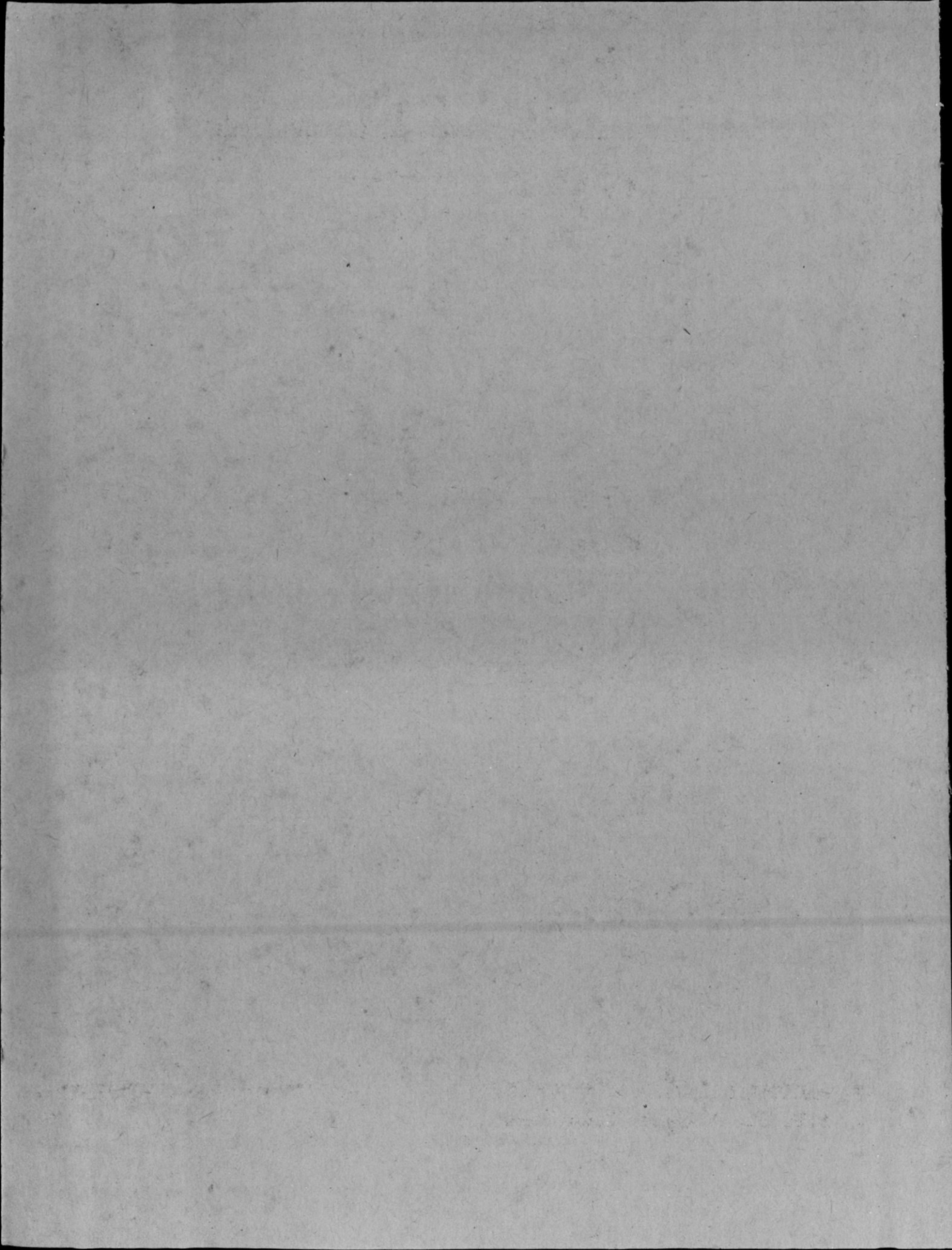


Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

Biologie de Penaeus indicus M. E.
en baie de Narindra (Madagascar)

Centre National de Recherches Oceanographiques





CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES

B.P. 68 - Nosy-Be

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek

Institute for Marine Scientific Research

Prinses Elisabethen 69

8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

BIOLOGIE DE Penaeus indicus M.E.

EN BAIE DE NARINDRA (MADAGASCAR)

par

RALISON Andrianirina (*)

(*) Adresse actuelle : Centre National de Recherches Océanographiques,
B.P. 68, Nosy-Be (Madagascar).

Ont participé à la réalisation du présent document :

- Madame MAMY C.F. (adresse actuelle : B.P. 96, Nosy-Be) ;
- Monsieur GOVA (adresse actuelle : Secteur des Pêches Maritimes de Tolagnaro) ;
- Messieurs BERTHIN Y. et RAFIKHOUSSEN G. (techniciens du C.N.R.O.).

INTRODUCTION

La baie de Narindra est située au nord de l'important port de pêche de Mahajanga qui abrite les 2/3 de la flotte industrielle crevette malgache. Elle est d'orientation générale nord-est/sud-ouest avec des profondeurs maximales de 70 m. Plus de 75 % de ses fonds ont par contre moins de 20 m de profondeur et c'est sur une partie de ceux-ci que s'effectue, en fonction des heures de la journée, le chalutage crevettier.

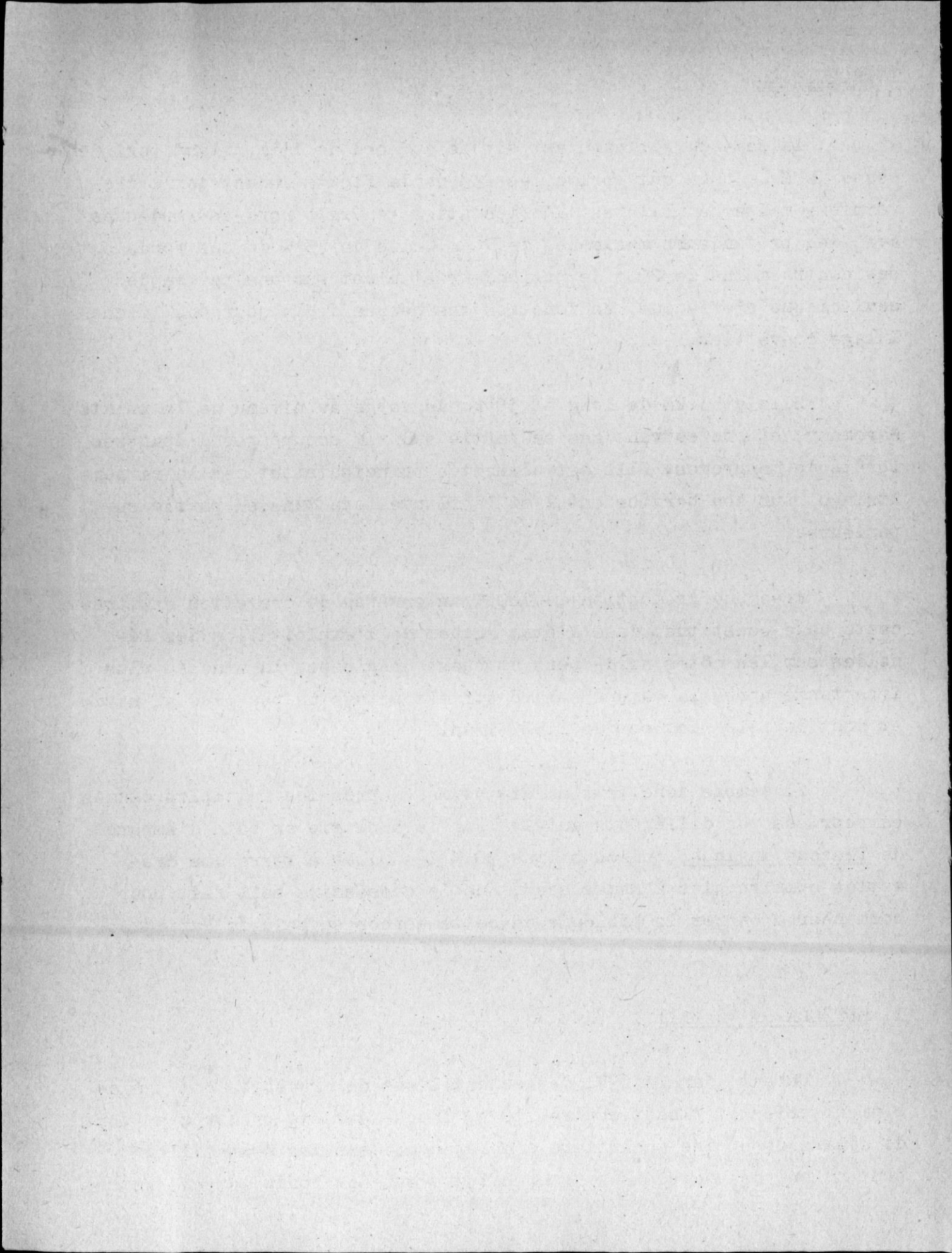
Elle a 55 km de long et 30 km de large au niveau de la pointe Maromony, et son estran dans sa partie sud est occupé par d'épaisses forêts de mangroves. Elle est alimentée principalement par la rivière Atsingo sur son bord oriental et le fleuve Loza dans sa partie supérieure.

Avec une production de 700 T/an environ de crevettes entières cette baie constitue, dans l'état actuel de l'exploitation des Péneides sur les côtes nord-ouest et ouest malgaches, la zone la plus importante après la baie d'Ambaro qui est située un peu plus au nord et dont le potentiel est de 1.500 T/an.

Il semble donc tout à fait normal, après les multiples études entreprises par différents auteurs sur la biologie en baie d'Ambaro de Penaeus indicus, qui constitue 90 % des mises à terre des crevettes commerciales à Madagascar, que le nécessaire soit fait pour commencer à cerner la biologie de cette espèce en baie de Narindra.

I. METHODE DE TRAVAIL

Durant l'année 1971 des échantillons de crevettes non préalablement triés et pesant environ 10 kg chaque ont été prélevés au port de débarquement des chalutiers à Mahajanga. Tous les échantillons provenaient de pêches de jour effectuées sur des fonds compris entre



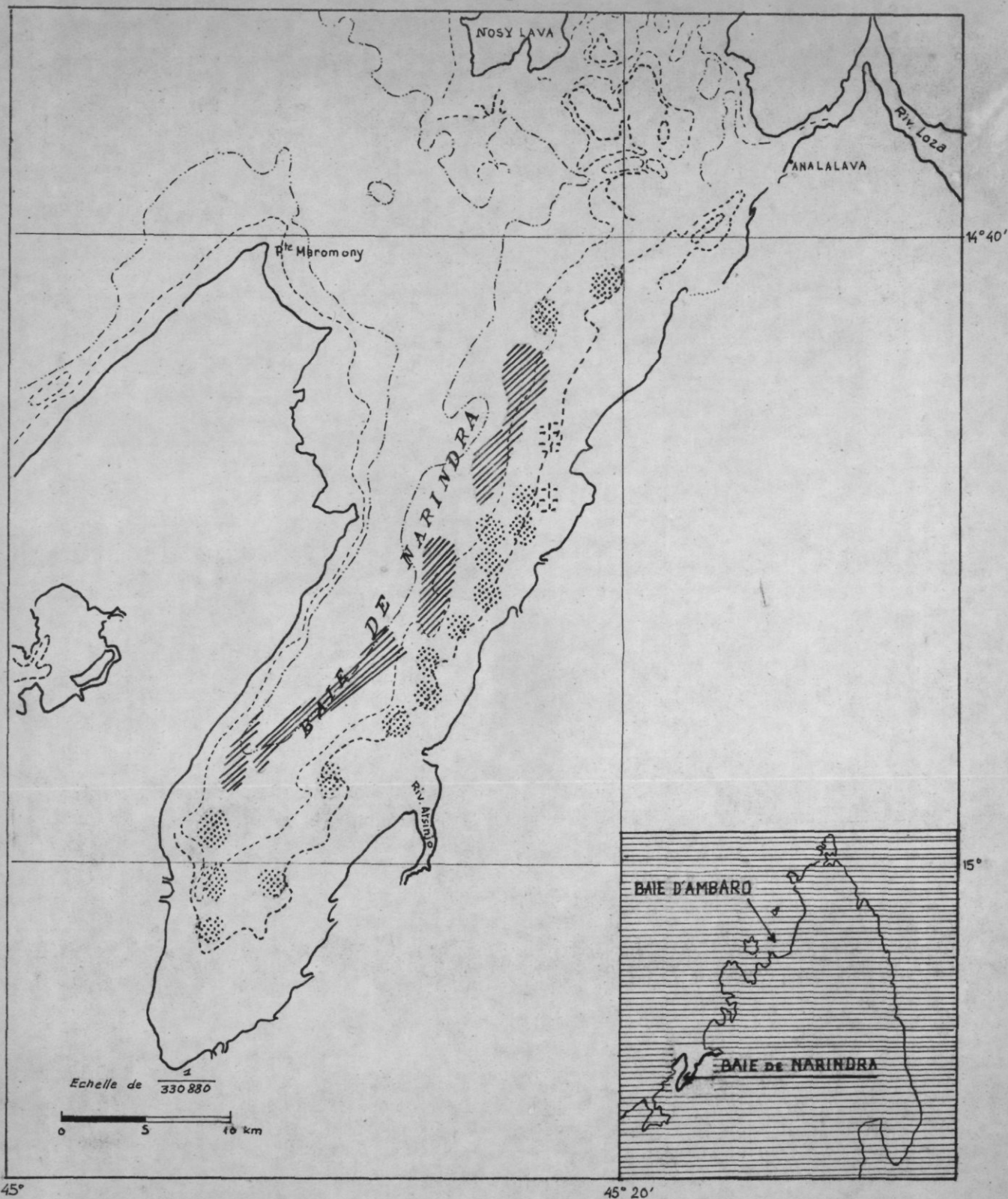








Fig 1. Fonds chalutables de la baie de Narindra.

-  Pêche de jour seulement
-  Pêche de nuit seulement
-  Pêche de jour et de nuit.
-  Isobathe 5m
-  Isobathe 10m
-  Isobathe 20m

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text in the middle of the page.

Third block of faint, illegible text at the bottom of the page, possibly a conclusion or footer.

-5 m et -20 m en baie de Narindra. Aucune distribution circaïenne ou bathymétrique des échantillons n'a donc été faite.

En laboratoire après triage par espèce et par sexe, les exemplaires de Penaeus indicus allongés en position naturelle sur la face ventrale, ont été mesurés au centimètre près de la pointe du rostre à l'extrémité postérieure des uropodes. Les longueurs céphalothoraciques ont été déterminées ensuite par mensuration au millimètre près avec un pied à coulisse de la distance entre le creux orbital et le bord postérieur médian de la carapace.

Chaque individu subissait en plus une pesée au gramme près sur une balance monoplateau à lecture directe, après un essuyage rapide au papier Joseph pour enlever les eaux de fonte de la glace de conservation.

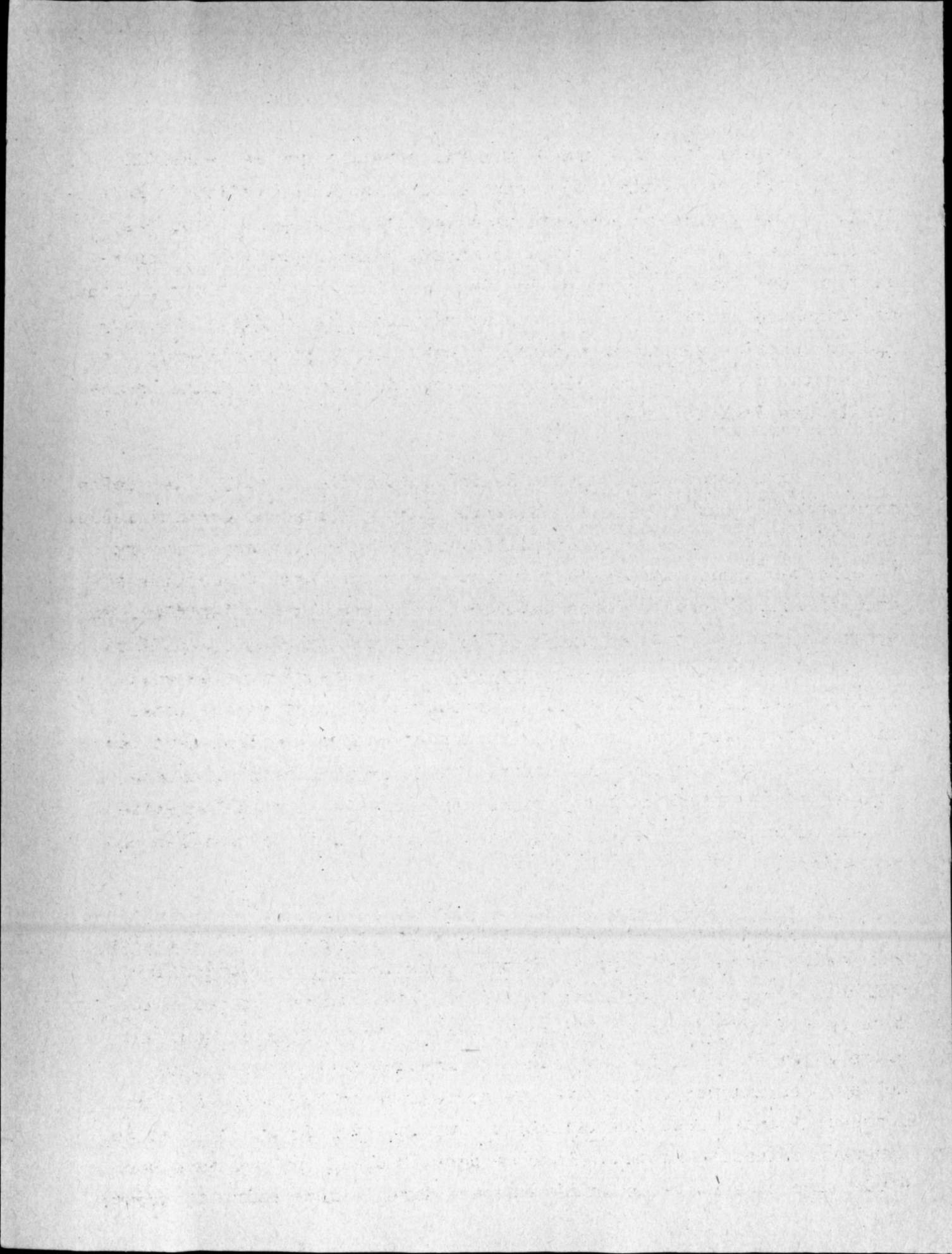
Le stade sexuel des femelles était noté, par simple examen macroscopique des gonades à travers la cuticule.

II. CROISSANCE

2.1 - TRAITEMENT DES DONNEES

Les histogrammes par sexe ont été établis, et l'application à leur endroit de la méthode de HARDING d'une part, et de celle de TANAKA d'autre-part (1962), ont montré qu'ils sont polymodaux.

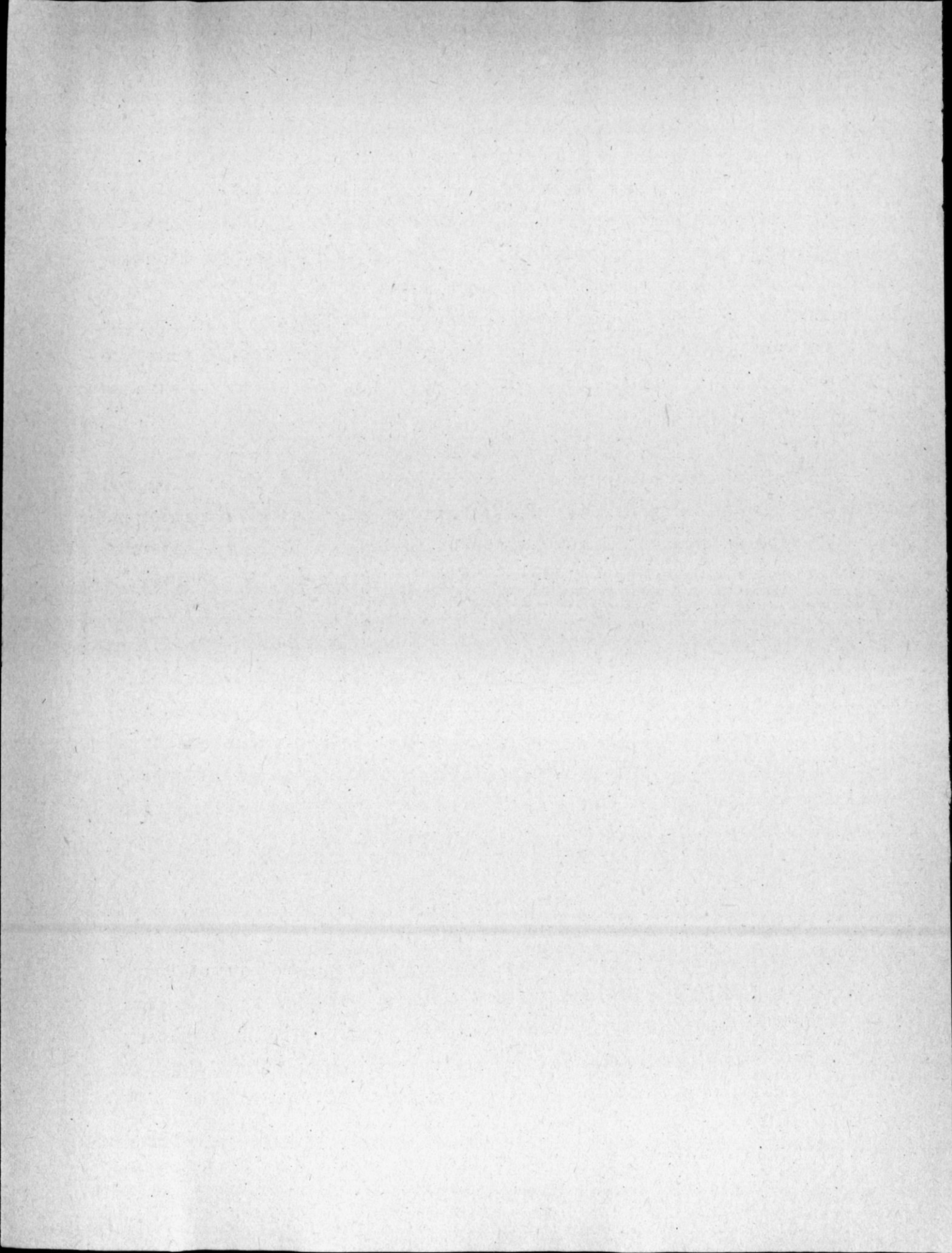
Les dissections totales en distributions gaussiennes n'ont pas été possibles toutefois, du moins avec l'arsenal de décomposition disponible actuellement, et seul le repérage des modes caractéristiques a été effectué sur chaque histogramme en utilisant les premières étapes de la méthode sus-citée de TANAKA, et qui sont décrites en annexe.



D'après les analyses faites, il apparaît que les échantillons récoltés sont constitués, sauf dans un seul cas (mâles de Mars 1971...), de plusieurs générations d'importance inégale (cohortes), et dont les époques respectives de passage dans le biotope d'observation sont très rapprochées les unes des autres : les distributions de fréquence ainsi obtenues sont les résultats de la fusion de plusieurs cohortes secondaires autour d'une cohorte ponctuellement prédominante, d'où l'aspect unimodal observé de prime abord dans la majorité des échantillons.

Pour chaque histogramme de fréquence (fig. 2 et 3), les modes correspondant aux différentes distributions gaussiennes caractérisées, ont été repérés avec un figuré différent selon qu'ils sont majeurs (= cohortes prédominantes ou principales) ou mineurs (= cohortes secondaires...). Lesdits modes ont été portés ensuite sur les mêmes diagrammes (fig. 4 et 5) et interprétés selon la méthode de GARCIA et al (1970) appliquée à Penaeus duorarum, elle-même dérivée de celle utilisée par DIAZ (1963) sur les Thonidés : ils sont reliés entre eux le plus logiquement possible en tenant compte préalablement (a) d'une idée approximative de la rapidité de croissance de l'espèce étudiée et (b) d'une idée non moins approximative sur sa longévité ou sur sa durée de présence dans le biotope où s'effectuent les observations.

D'une façon générale la vitesse de croissance des Pénéides est admise comme très rapide. Chez Penaeus indicus en particulier, CHABANNE et PLANTE (1969) ont trouvé en baie d'Ambaro une augmentation de 0,7 cm/mois de la longueur totale, chez les mâles mesurant entre 24 mm et 35 mm de longueur céphalothoracique. Pour les femelles, ces auteurs ont trouvé une croissance de 1,0 cm/mois de la longueur totale, chez les individus compris entre 23 mm et 45 mm de longueur céphalothoracique. Pour sa part LE RESTE (1978), dans une étude très exhaustive de la même espèce dans le même endroit, trouve



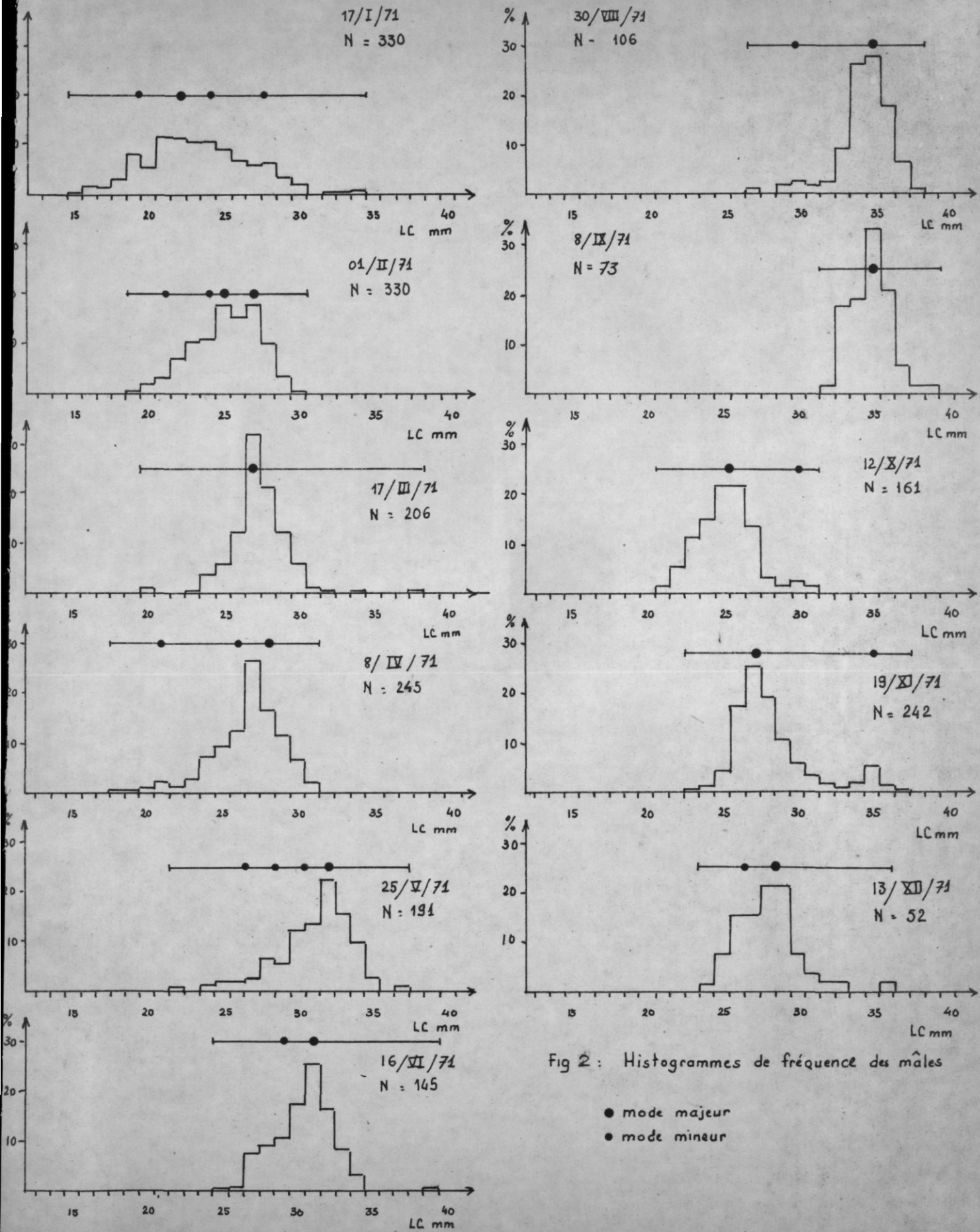
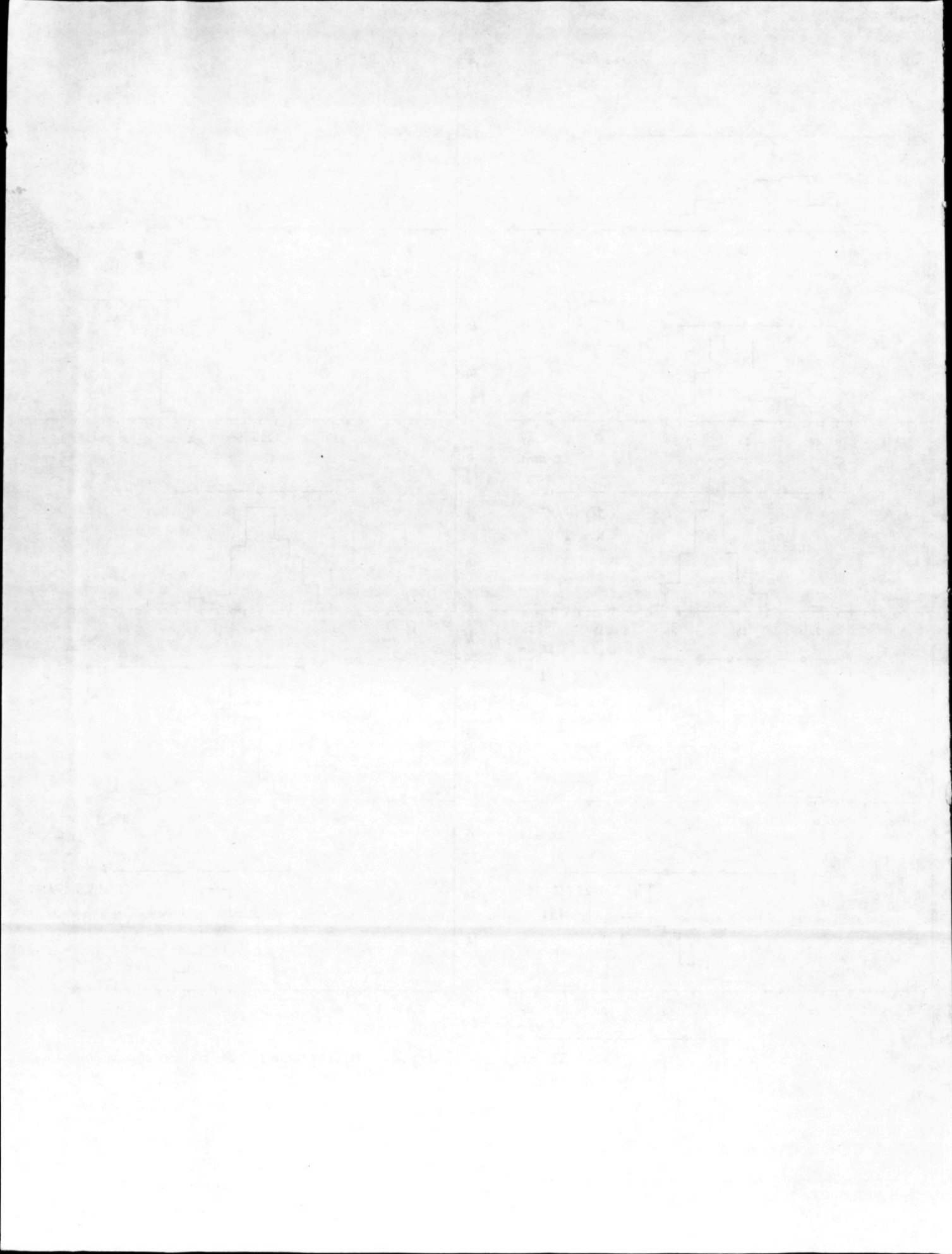


Fig 2 : Histogrammes de fréquence des mâles

● mode majeur
● mode mineur



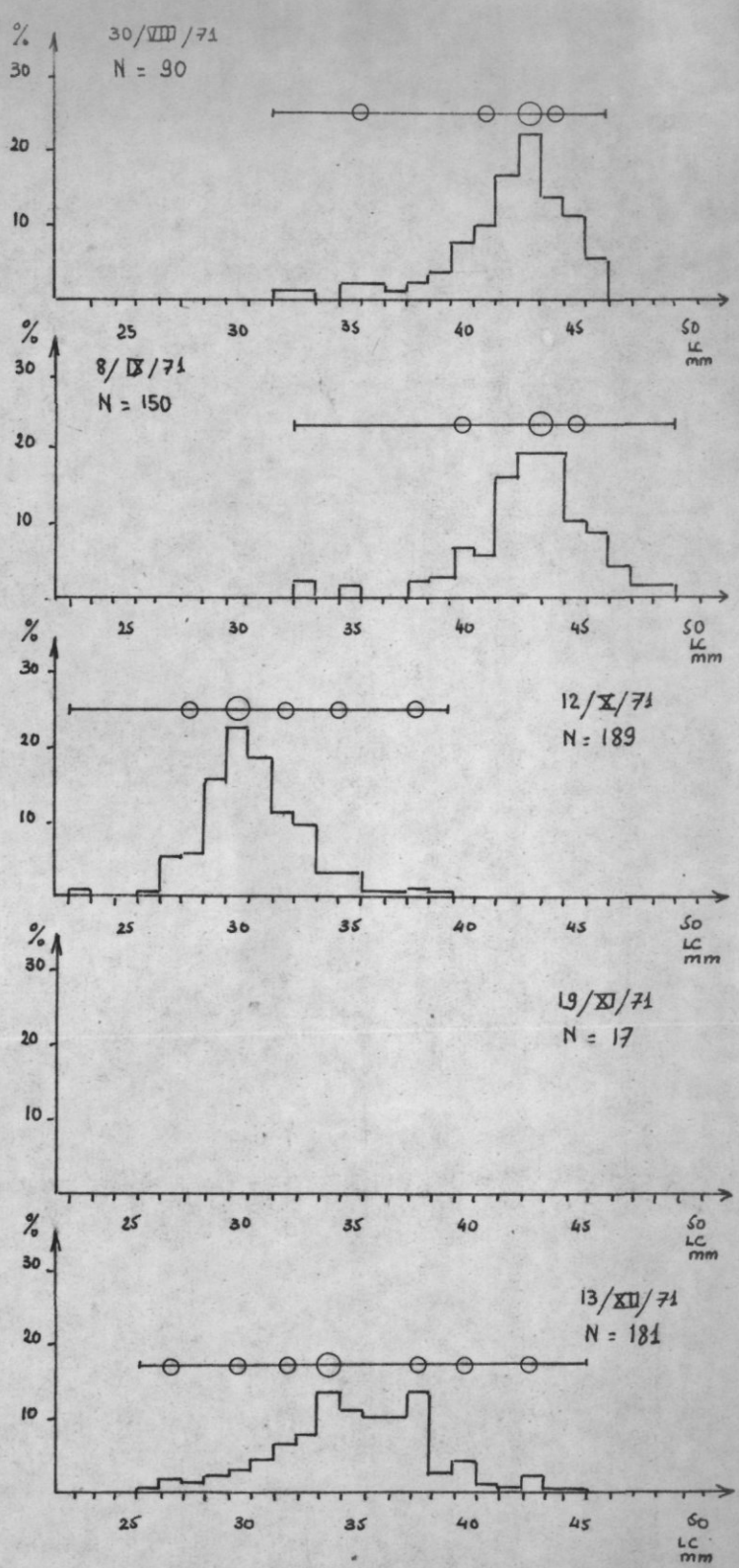
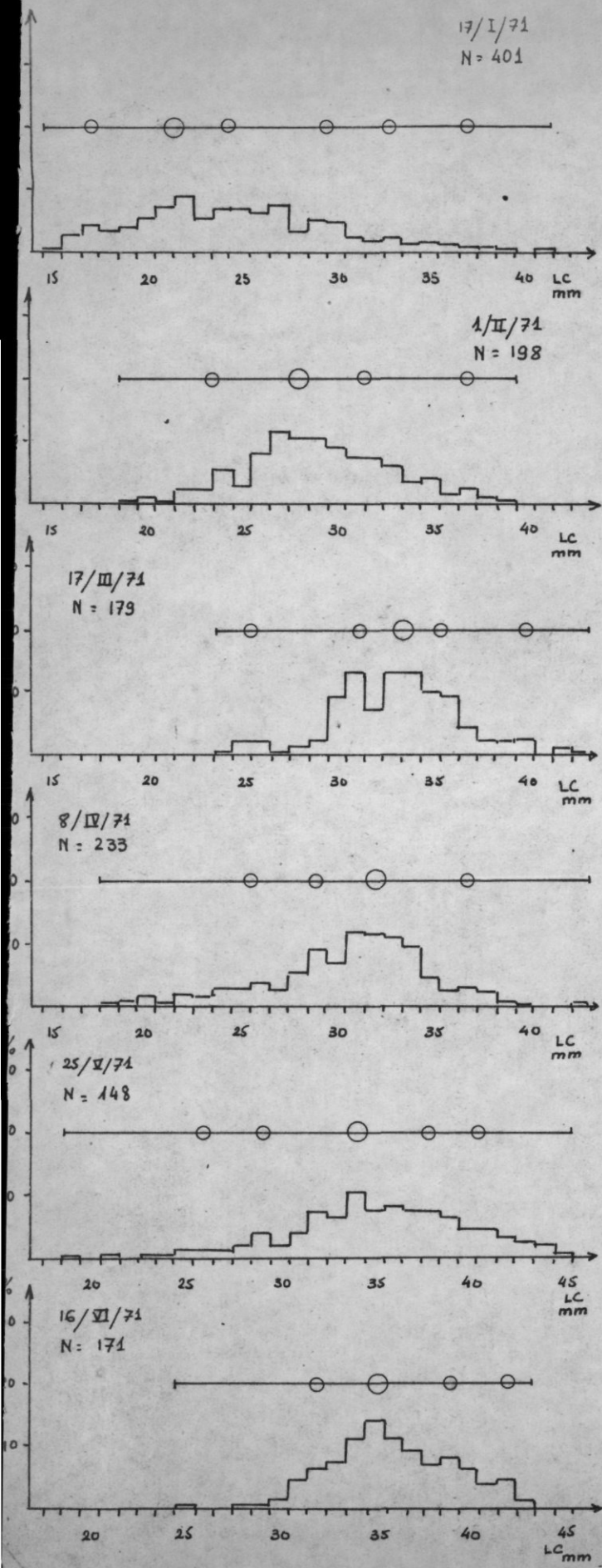
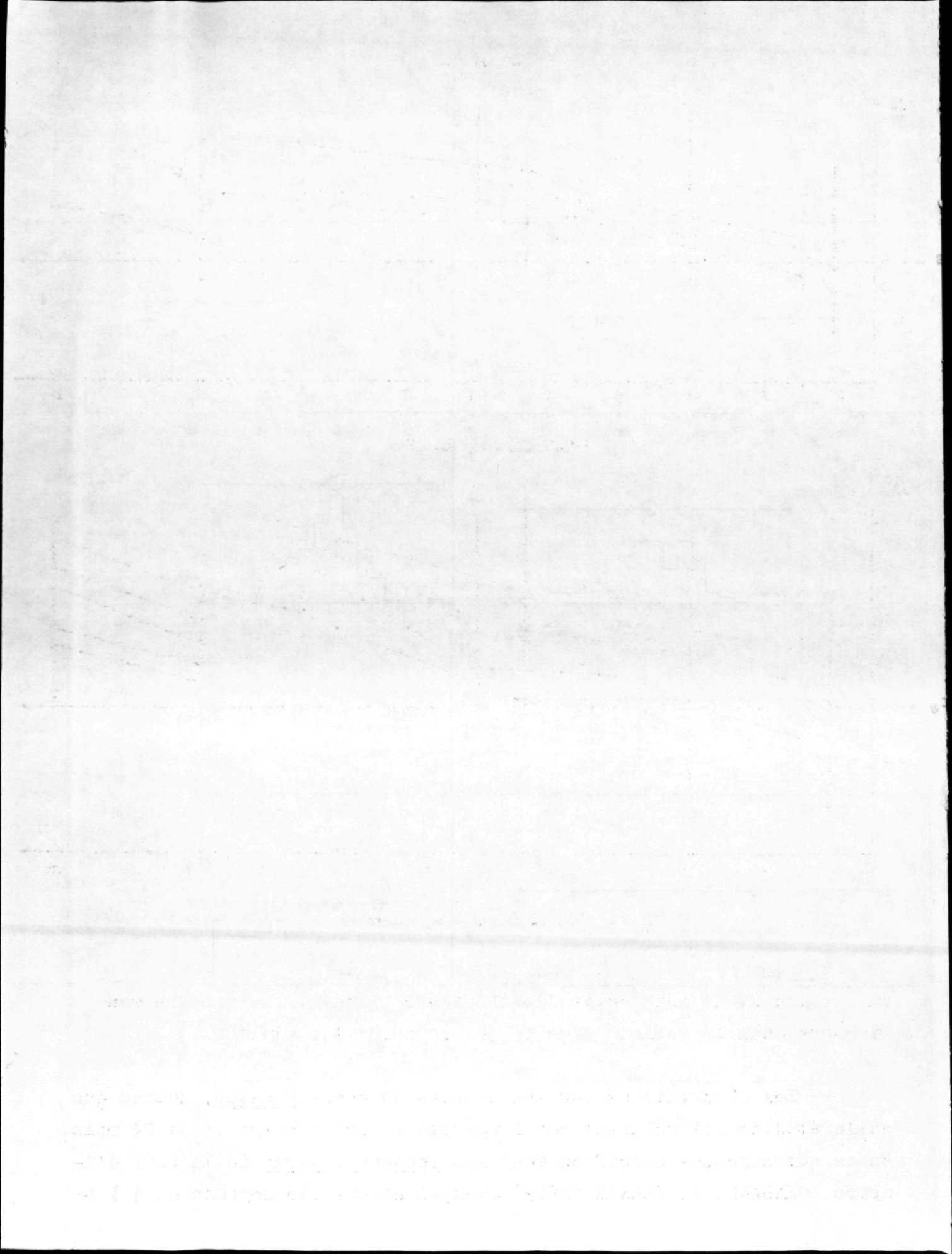


Fig : 3 Histogrammes de fréquence des femelles.



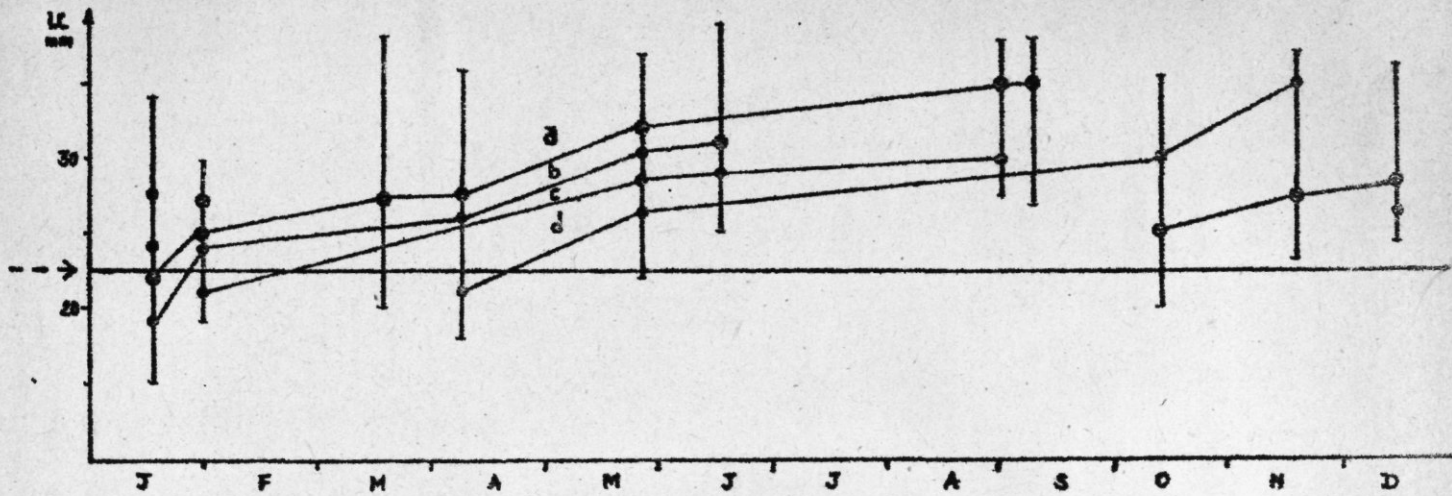


Fig 4 : Filiation modèle des mâles.

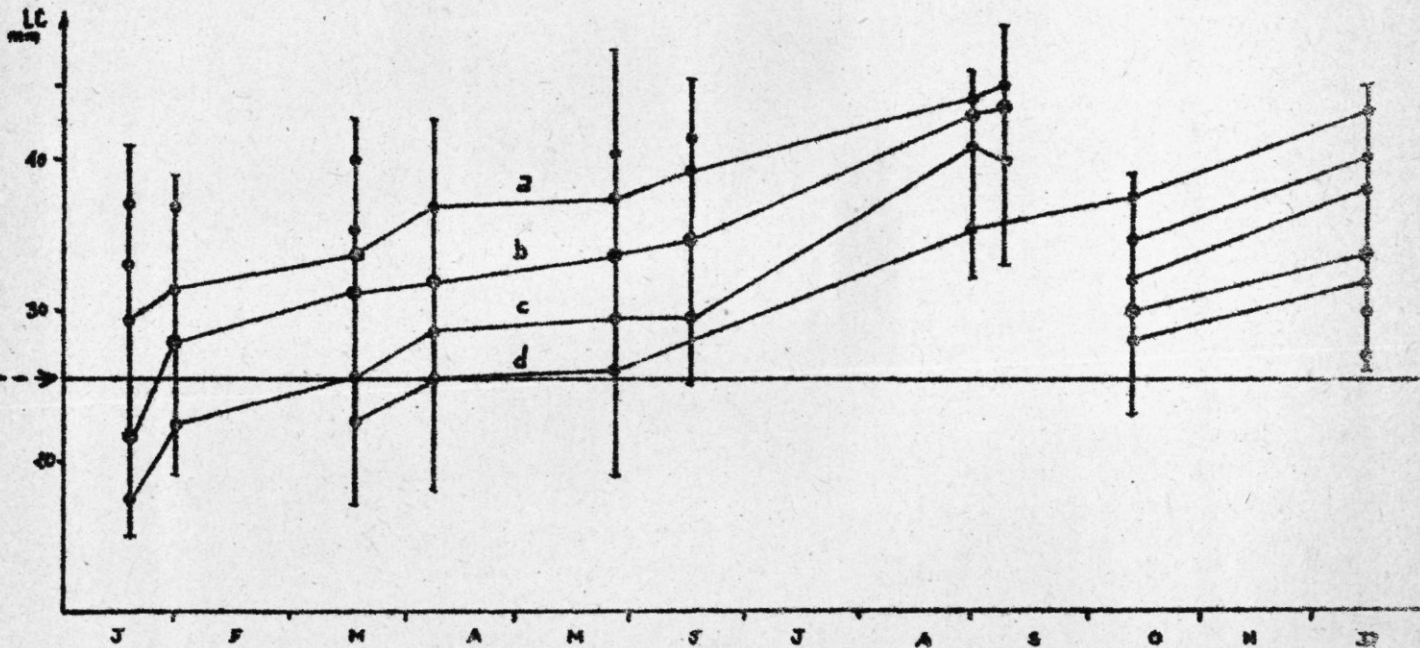
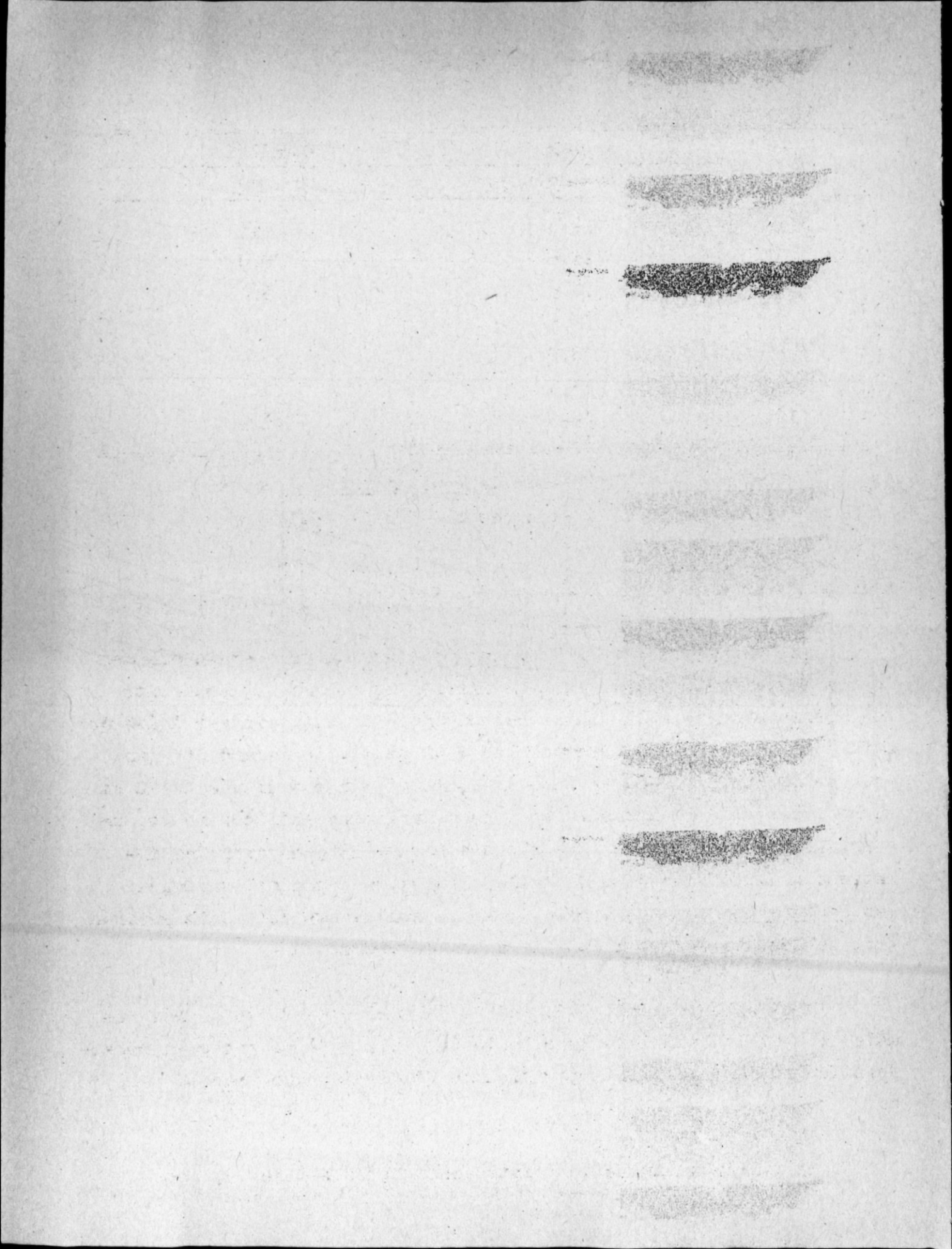


Fig 5 : Filiation modèle des femelles.

en appliquant la méthode de GULLAND à ses données, les valeurs mentionnées dans le tableau 1 en ce qui concerne les adultes.

Les observations sur les espèces du genre Penaeus, autres que celle étudiée ici montrent une longévité comprise entre 18 et 24 mois. En ce qui concerne spécifiquement les Penaeus indicus de la baie d'Ambaro, CHABANNE et PLANTE (1969) avançaient une vie moyenne de 4 à 6



AGE (mois)	MALES Lc (mm)	FEMELLES Lc (mm)
4	22,6	25,4
5	24,6	29,8
6	26,3	33,4
7	27,5	36,2
8	28,5	38,4
9	29,3	40,4
10	29,8	41,9

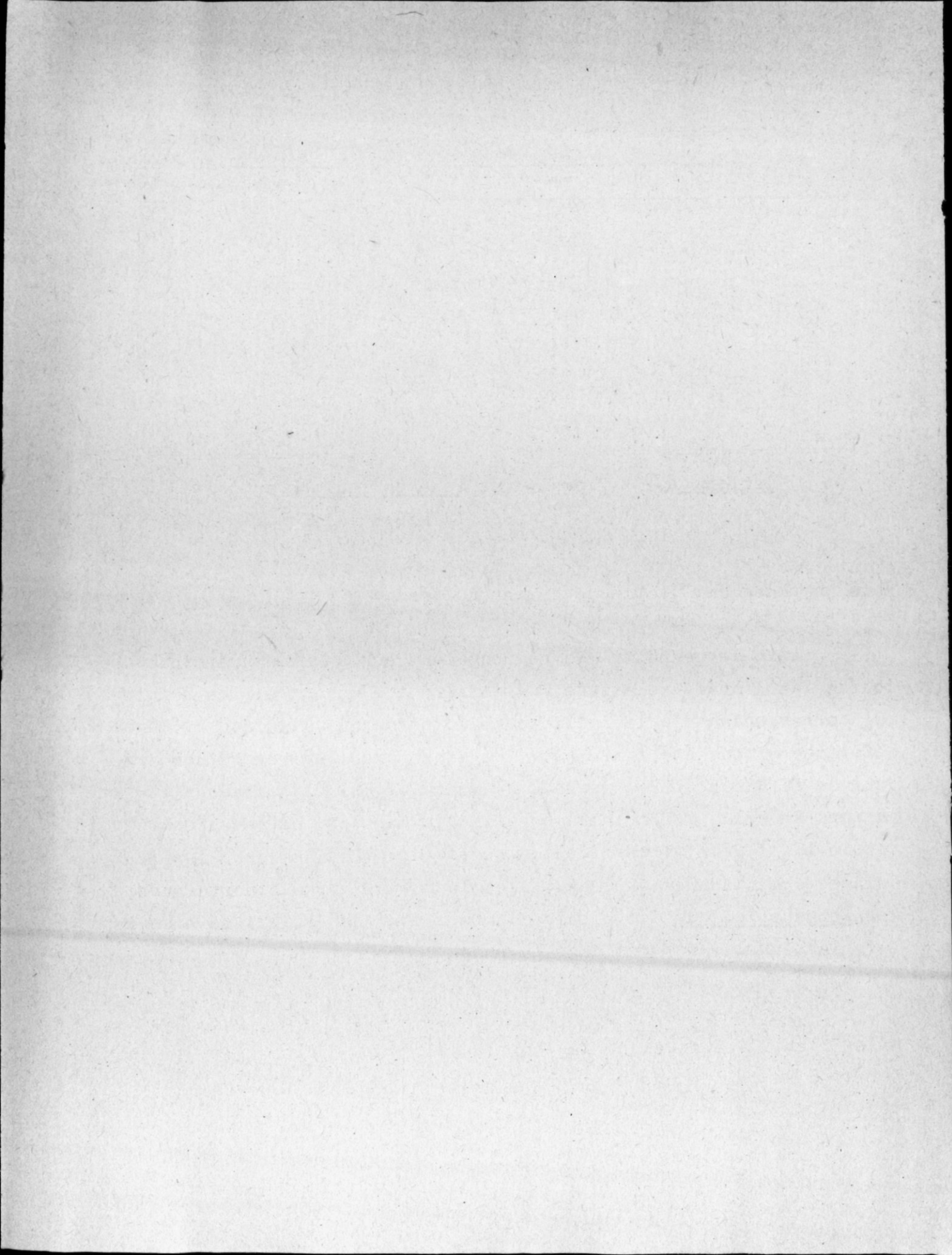
Tableau 1.- Croissance de Penaeus indicus en baie d'Ambaro en 1972 (d'après LE RESTE - 1977).

mois en phase chalutable pour les adultes.

Afin de permettre le regroupement sur un même graphique de toutes les données relatives aux différentes cohortes, les points LC_{θ} correspondants à la taille céphalothoracique atteinte à l'âge de référence θ , ont été fixés pour les deux sexes. Au regard des travaux de LE RESTE (1978) en baie d'Ambaro et qui est située à 120 km au nord de celle de Narindra et afin d'avoir des chiffres ronds, on a pris $LC_{\theta} = 22,5$ mm chez les mâles et $LC_{\theta} = 25,5$ mm chez les femelles. A mentionner qu'à de telles longueurs céphalothoraciques, les Penaeus indicus de la baie d'Ambaro sont âgées de 4 mois environ (cf. Tableau 1), et sont dans la phase de recrutement.

Les cohortes "a", "b", "c" et "d" ont été traitées chez les mâles ; chez les femelles la cohorte "a", n'a pu être prise en considération du fait que son apparition ne s'effectue que vers $LC = 29,5$ mm.

A partir du nuage de points ainsi obtenus (fig.6), les



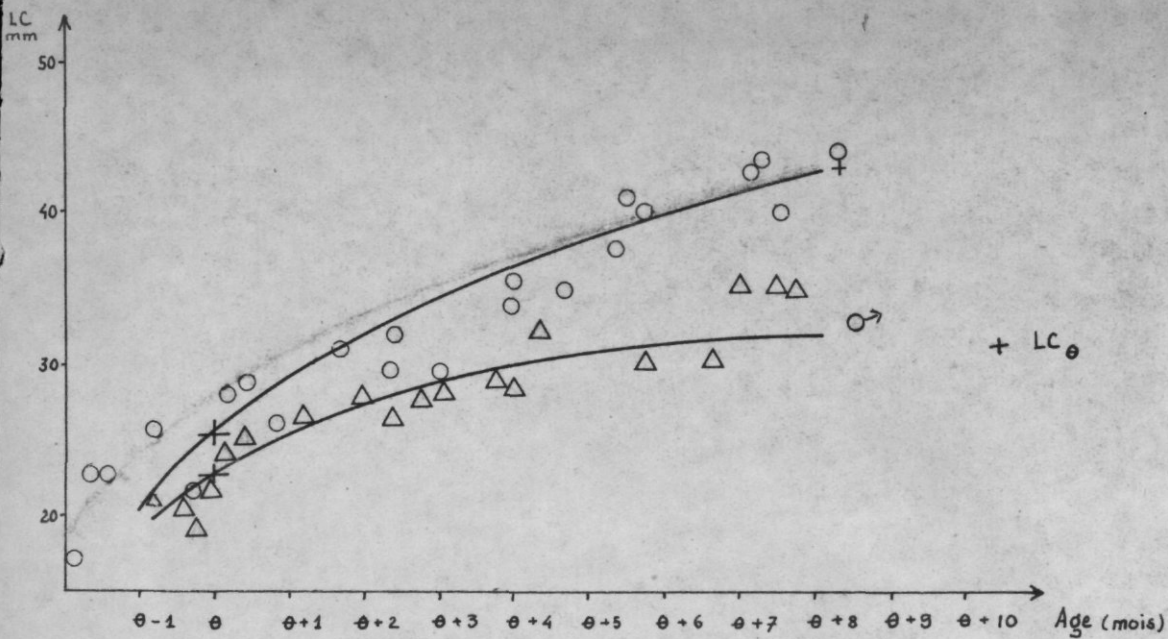


Fig 6 : Courbes de croissance.

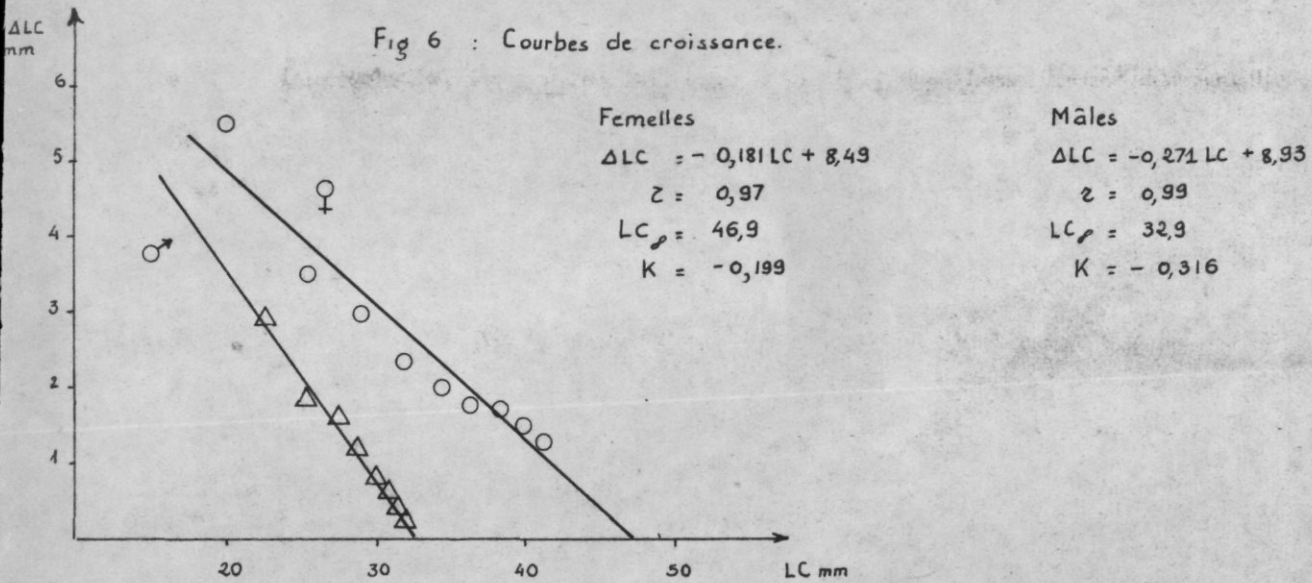


Fig 7 : Détermination de LC_{∞} et de K.

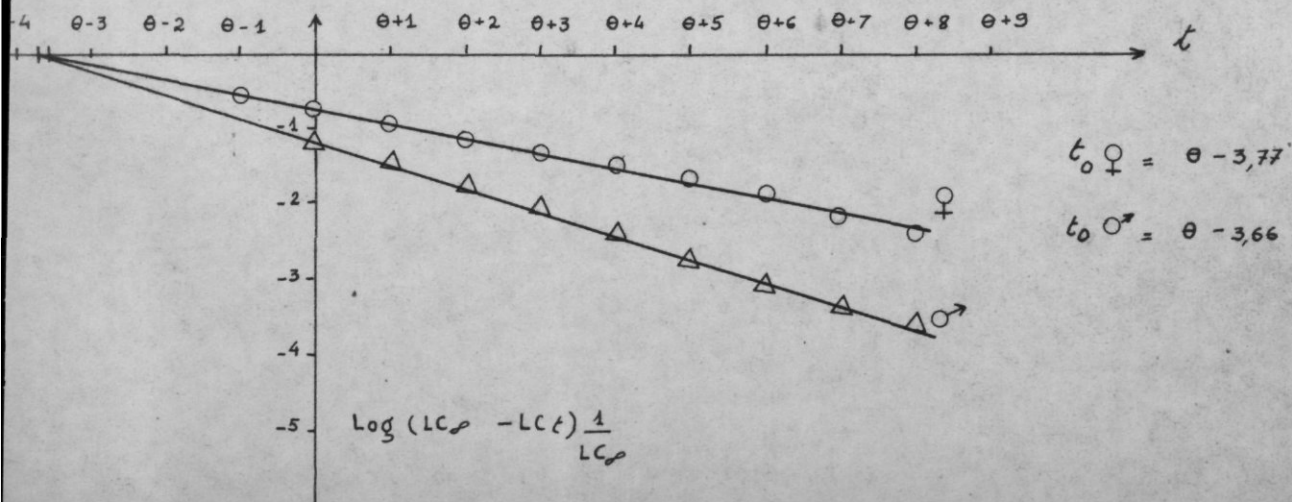


Fig 8 : Détermination de t_0

courbes de croissance ont été tracées à main-levée et les données expérimentales suivantes ont été déduites de celles-ci.

t (mois)	FEMELLES		MALES	
	LC (mm)	ΔLC (mm)	LC (mm)	ΔLC (mm)
θ - 1	20,0	5,5	22,0	-
θ	25,5	3,5	22,5	2,9
θ + 1	29,0	3,0	25,4	1,8
θ + 2	32,0	2,4	27,2	1,6
θ + 3	34,4	2,0	28,8	1,2
θ + 4	36,4	1,8	30,0	0,8
θ + 5	38,2	1,7	30,8	0,6
θ + 6	39,9	1,5	31,4	0,4
θ + 7	41,4	1,3	31,8	0,2
θ + 8	42,7	-	32	-

Tableau 2.- Données expérimentales sur la croissance mensuelle.

On a appliqué par la suite à leurs égards l'équation de croissance de VON BERTALANFFY (1938) qui s'énonce :

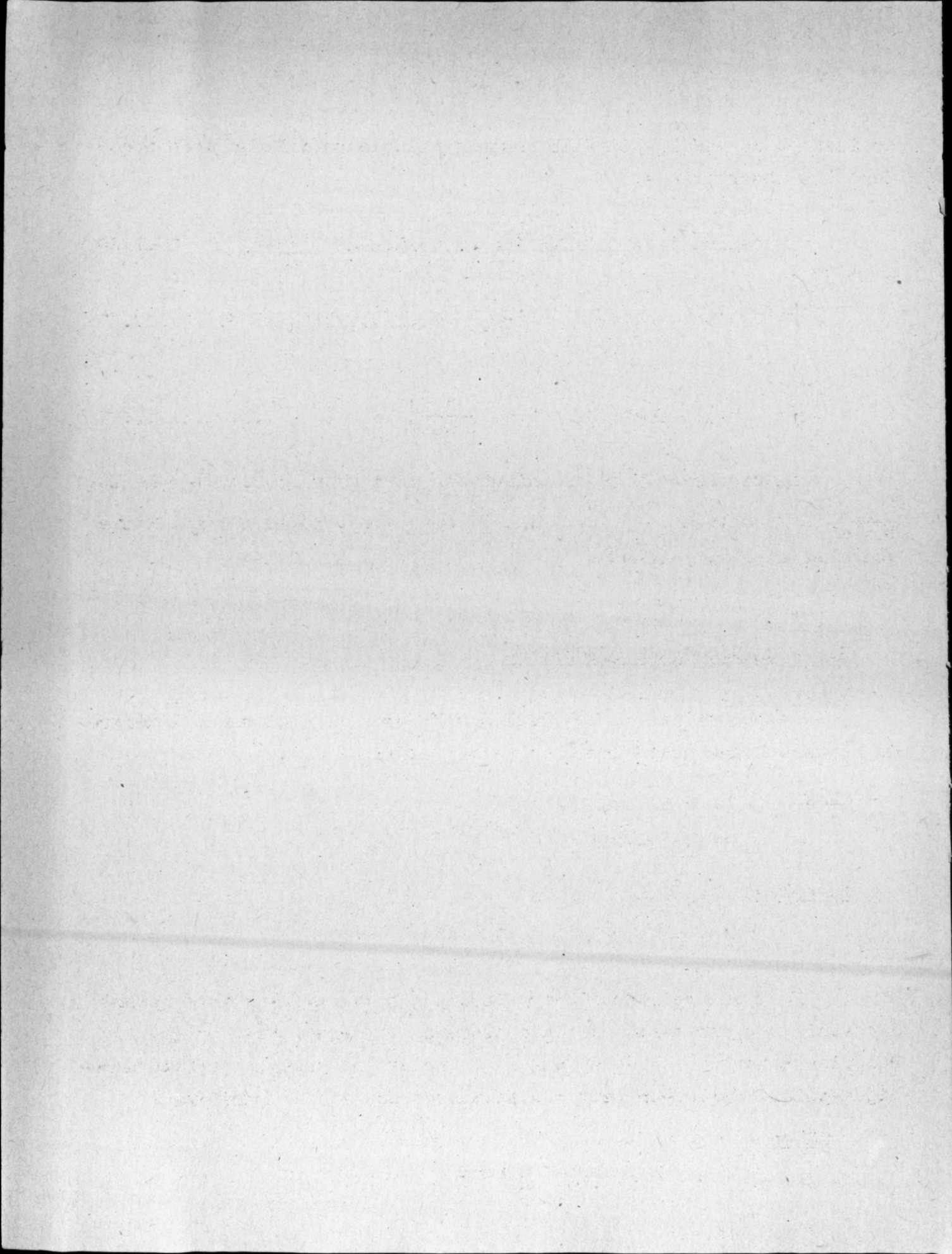
$$LC_t = LC_{\infty} [1 - e^{-k(t + t_0)}] \dots\dots\dots 1$$

et qui a été transformée par GULLAND (1969) en :

$$LC(1 + T) - LC_t = (LC_{\infty} - LC_t)(1 - e^{-kT}) \dots\dots\dots 2$$

La représentation graphique de ΔLC en fonction de LC est une droite de pente $-(1 - e^{-kT})$ coupant l'axe des abscisses au point LC_{∞} (fig.7).

Le paramètre t_0 est l'âge théorique pour lequel la taille de l'animal (ou bien son poids...) aurait été nulle si l'équation de



croissance de VON BERTALANFFY restait valable pour la période précédant les observations.

Le calcul de t_0 s'effectue en utilisant l'équation (GULLAND - 1969) :

$$e^{-k(t - t_0)} = (LC_\infty - LC_t) \frac{1}{LC_\infty} \dots\dots\dots 3$$

soit,

$$-k(t - t_0) = \left[\text{Log} (LC_\infty - LC_t) \frac{1}{LC_\infty} \right] \dots\dots\dots 4$$

La représentation graphique des variations de $\text{Log} \left[LC_\infty - LC_t \right) \frac{1}{LC_\infty} \right]$ en fonction de t (cf. fig. 8) donne une droite coupant l'axe des abscisses au point t_0 .

2.2 - RESULTATS ET DISCUSSION

Les équations de VON BERTALANFFY pour la croissance linéaire du céphalothorax sont ainsi les suivantes :

mâles

$$LC_t = 32,9 \left[1 - e^{-0,316 (t - \theta + 3,66)} \right]$$

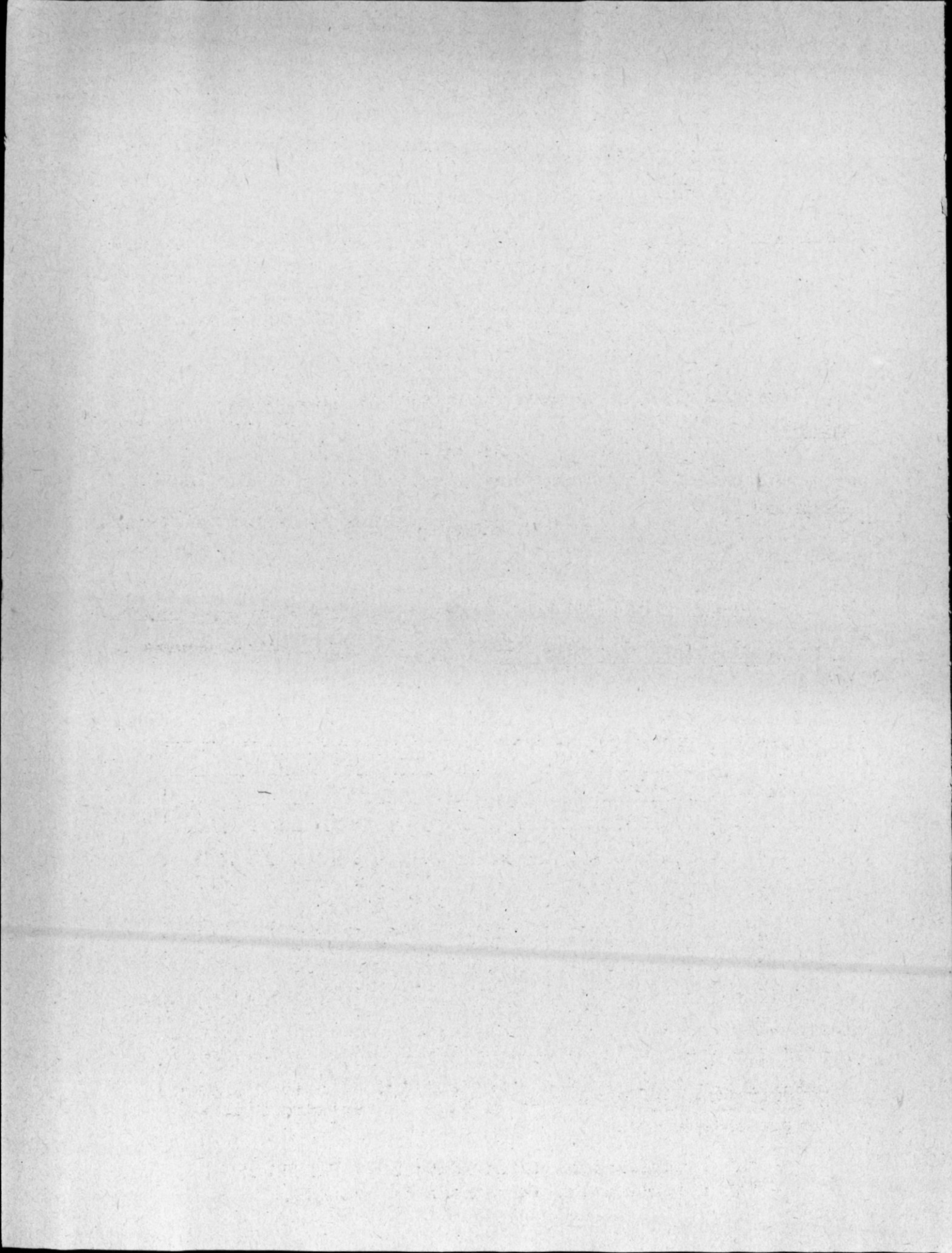
femelles

$$LC_t = 46,9 \left[1 - e^{-0,199 (t - \theta + 3,77)} \right]$$

Pour des raisons d'ordre économique il est plus intéressant d'obtenir une expression de la croissance pondérale (W), et qui est calculée à partir des équations de la relation longueur céphalothoracique-poids. Celles-ci sont les suivantes en baie de Narindra :

mâles

$$W = 1,57 \cdot 10^{-3} \cdot LC^{2,83}$$



$$r = 0,998$$

$$N = 860$$

femelles

$$W = 3,07 \cdot 10^{-3} \cdot LC^{2,61}$$

$$r = 0,999$$

$$N = 926$$

Les équations de croissance pondérale sont ainsi :

mâles

$$W_t = 30,9 \left[1 - e^{-0,316 (t - \theta + 3,66)} \right]^{2,83}$$

femelles

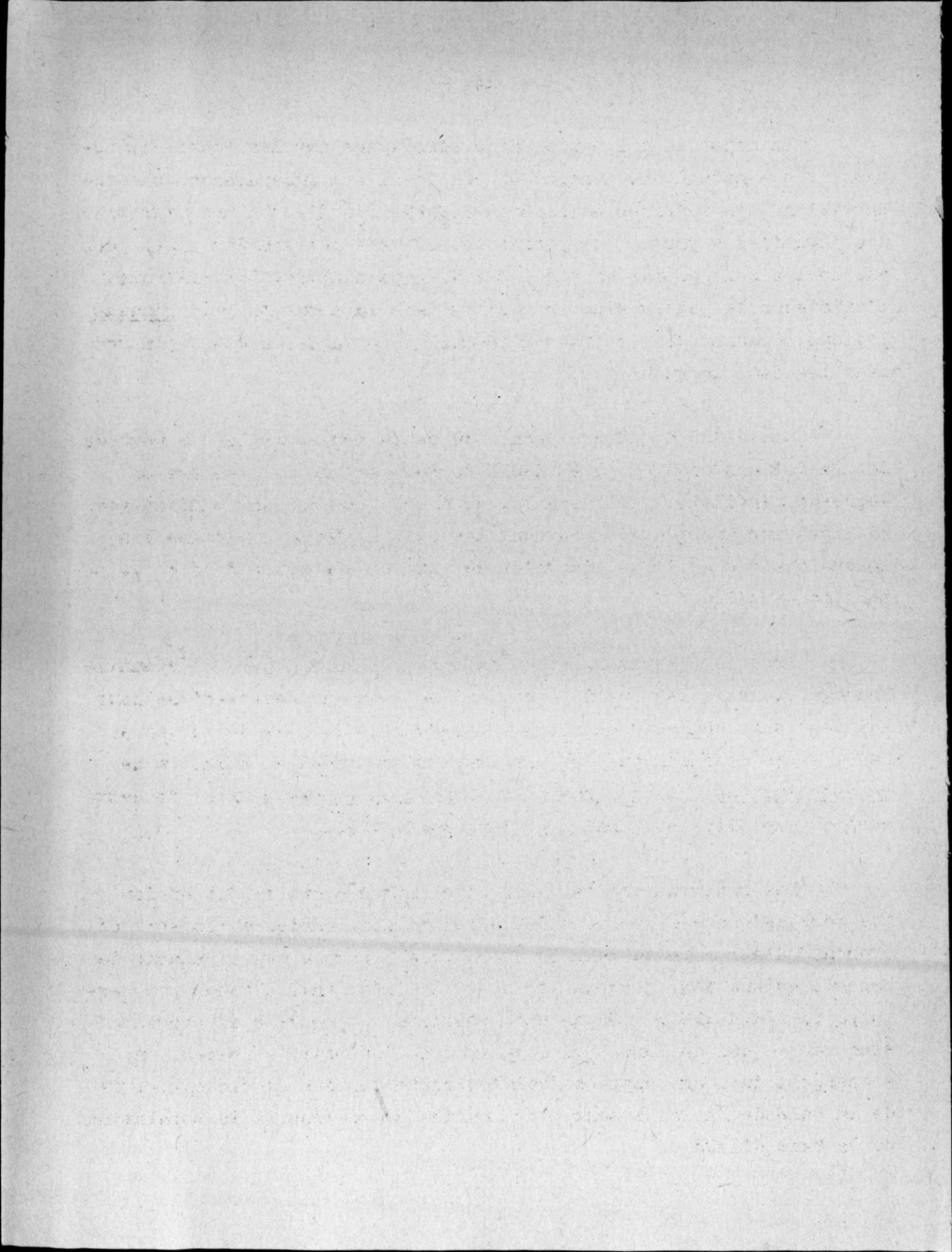
$$W_t = 70,6 \left[1 - e^{-0,199 (t - \theta + 3,77)} \right]^{2,61}$$

En prenant l'hypothèse $\theta = 4$ mois en référence aux considérations faites plus haut, on obtient les résultats exposés dans le tableau 3.

AGE (mois)	MALES			FEMELLES		
	Ambaro		Narindra	Ambaro		Narindra
	"a"	"b"		"a"	"b"	
4	10,3	9,8	10,6	13,9	12,4	13,3
5	13,1	12,4	14,8	21,1	18,9	19,7
6	15,4	14,8	18,4	27,6	25,5	26,1
7	17,1	17,0	21,4	32,7	31,6	32,2
8	18,3	18,7	23,8	36,9	37,1	37,8
9	19,2	20,2	25,8	40,0	42,1	42,8
10	19,8	21,1	27,0	42,1	46,4	47,2
11	-	-	28,0	-	-	51,0
12	-	-	28,7	-	-	54,2

Tableau 3.- Poids en fonction de l'âge en baie d'Ambaro d'après LE RESTE (1978) et en baie de Narindra d'après la présente étude.

- "a" : application de la méthode de FABENS ;
- "b" : application de méthode de GULLAND.

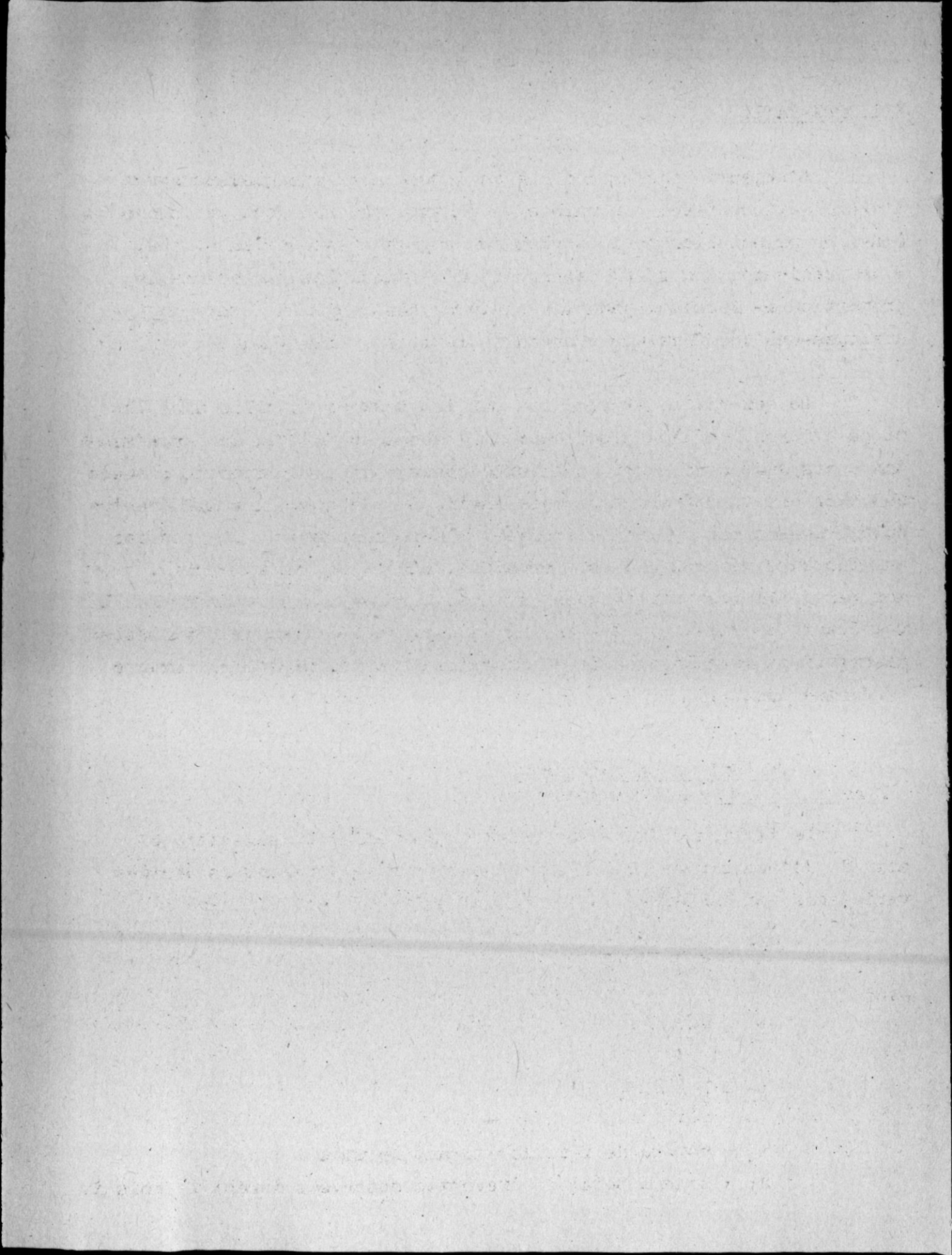


La majorité des études déjà effectuées sur les Peneides, notamment à l'Extérieur, montre que celles-ci ont généralement une répartition bathymétrique assez bien définie résultant d'une migration des juvéniles à partir des petits fonds, vers les grandes immersions qui sont ainsi colonisées par les individus adultes. Par ailleurs, l'existence de pontes plurisannuelles dans les populations de Penaeus indicus, donnant des cohortes d'inégale importance, a été démontrée dans les eaux malgaches.

Une étude de la croissance de cette espèce, selon la méthode des filiations modales de PETERSEN ne pourrait donc atteindre un degré de fiabilité satisfaisante, qu'à travers des échantillonnages réalisés sur une radiale couvrant tous les biotopes et toutes les immersions susceptibles d'abriter les différentes fractions de la population étudiée.

Le présent travail qui n'a pas suivi un tel plan d'échantillonnage, puisque les prélèvements ont eu lieu exclusivement de jour sur les fonds chalutés entre -5 m et -20 m de la baie de Narindra, se rapporte donc non pas aux caractéristiques de la population de Penaeus indicus mais uniquement à celles des stocks diurnes de cette espèce, exploités par chalutage dans ladite baie.

Des réserves doivent donc être émises quant à l'extension des conclusions à l'ensemble de la population. Quoiqu'il en soit on constate d'après le tableau 3, et en tenant compte des artefacts de calcul, qu'une cohérence existe entre les résultats obtenus par marquage par LE RESTE (1978) en baie d'Ambaro, et ceux de la présente étude en ce qui concerne les femelles. A l'endroit des mâles, on s'aperçoit qu'à âge supposé égal les crevettes des stocks exploités de la baie de Narindra sont plus lourdes que celles de la population de la baie d'Ambaro.



III. SEX-RATIO

L'objectif majeur ici est de déterminer dans quelle mesure l'exploitation affecte le nombre de génitrices, qui sont reconnues être les principales responsables de la perpétuation des stocks. Plus précisément on s'est efforcé de déterminer les variations de proportion de femelles dans les captures ainsi que la nature de quelques-uns des facteurs provoquant lesdites variations.

Le sex-ratio, exprimé ici par les taux de femelles dans les mises à terre, reflète simultanément l'abondance réelle des représentants des deux sexes sur les lieux d'observations et, dans le présent cas, les effets différentiels des engins de pêche sur les différentes catégories de la population étudiée. L'abondance réelle est soumise aux facteurs démographiques (mortalité, migration, recrutement...) et aux particularités biologiques (inversion sexuelle...), tandis que la vulnérabilité vis-à-vis des engins de capture est liée aux éventuels dimorphismes sexuels et à des comportements éthologiques différents (enfouissement...).

3.1 - Variations saisonnières

Le tableau 4 donne les valeurs mensuelles du sex-ratio et afin de déterminer si celles-ci présentent effectivement ou non des variations saisonnières, le test de χ^2 suivant a été appliqué :

$$\chi^2 = \sum n_i \frac{(P_i - P_0)^2}{P_0}$$

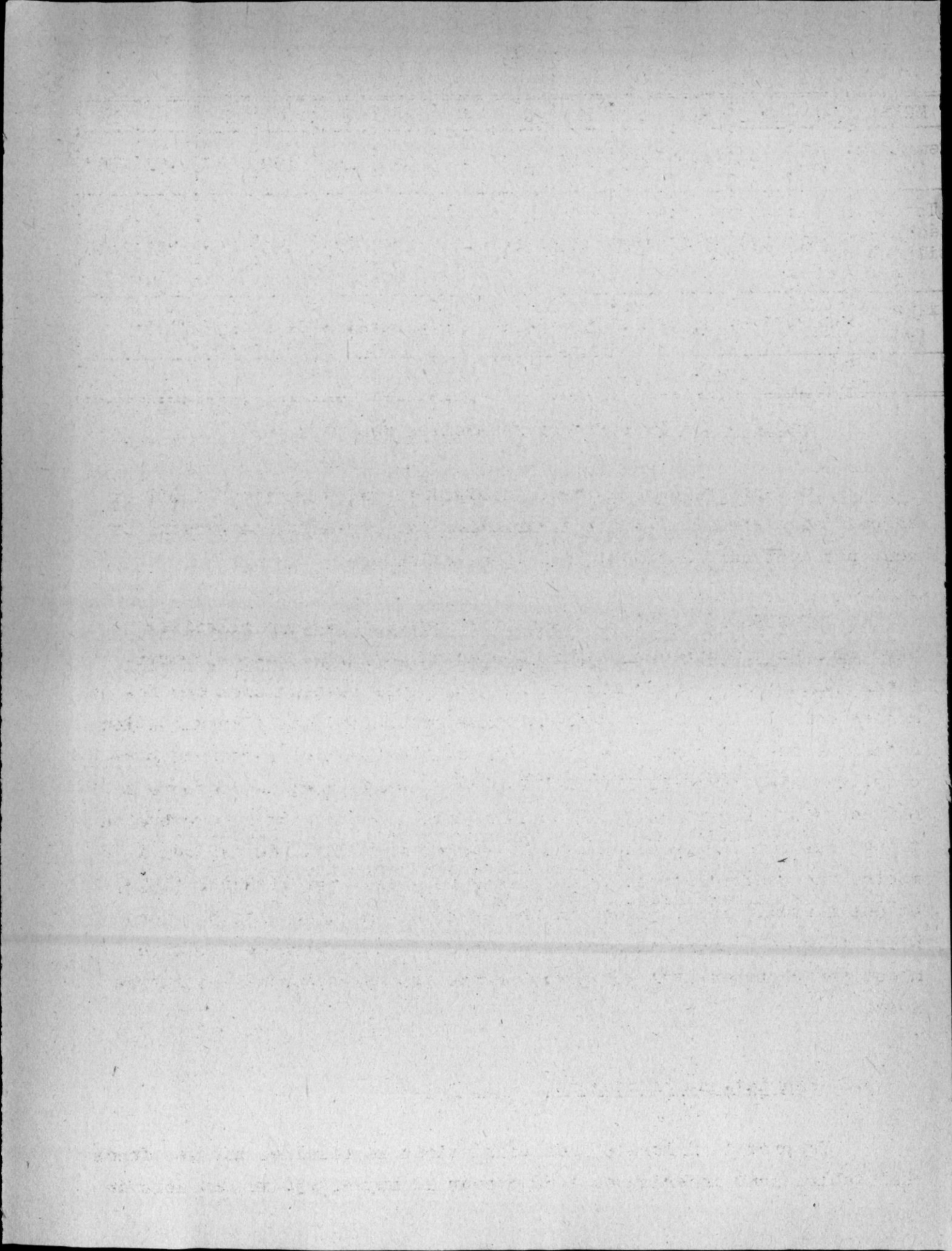
avec :

$$P_i = \frac{x_i}{n_i} ;$$

$$P_0 = \frac{\sum x_i}{\sum n_i} ;$$

x_i = nombre de femelles durant le mois i ;

n_i = nombre total de crevettes observées durant le mois i .



MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
Femelles (x_i)	401	198	179	233	148	171	-	90	150	189	17	181	1957
Total échan- tillons (n_i)	731	528	385	478	339	316	-	196	223	350	259	233	4038
x_i/n_i (%)	54,8	37,5	46,5	48,7	43,6	54,1	-	45,9	67,3	54,0	6,6	77,7	
	d.d.l = 10						;		$\chi^2 = 176,62$				

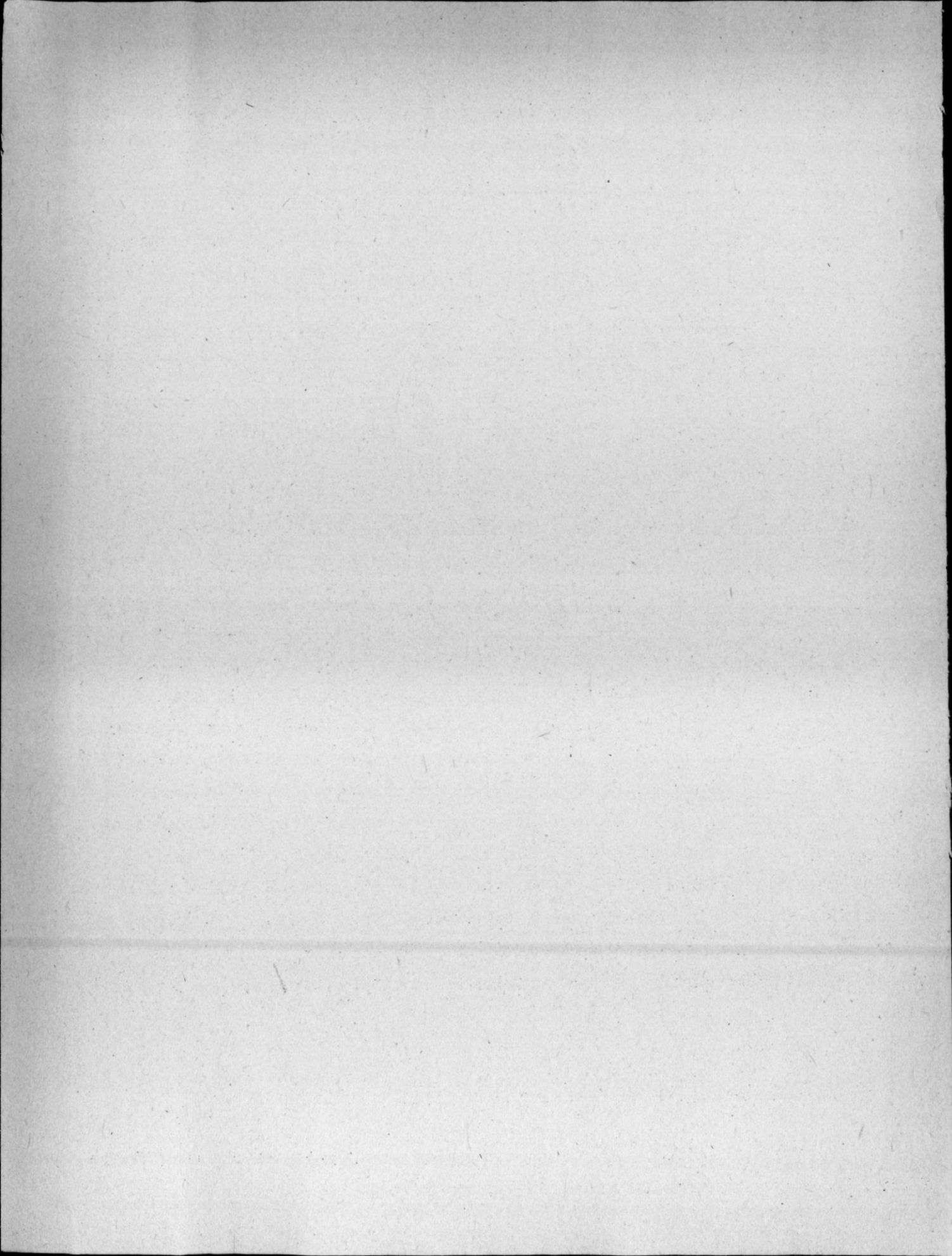
Tableau 4.- Proportions mensuelles des femelles.

On constate que le test est significatif au-delà de 0,001 et on peut admettre ainsi que les variations mensuelles de sex-ratio ne sont pas dues aux fluctuations d'échantillonnage.

GEORGES et RAO (1967) sont parvenus aux mêmes conclusions avec Penaeus indicus des eaux de Cochin et pensaient que ces variations étaient dues à des migrations génétiques saisonnières des femelles hors de la zone de chalutage, se traduisant par l'augmentation numérique des mâles sur les fonds chalutables pendant certaines périodes. En baie d'Ambaro, LE RESTE (1978) constate que "de décembre à mai on trouve légèrement plus de mâles alors que d'août à novembre on trouve surtout des femelles...". Un examen approfondi du tableau 4 montre une concordance entre le phénomène décrit par LE RESTE (1978) et celui étudié ici : prédominance des femelles durant les 3-4 derniers mois de l'année en considérant que l'échantillon de novembre n'est pas représentatif, et prédominance des mâles durant les autres mois.

3.2 - Variations en fonction de la taille

D'après la figure 9, les populations de femelles sur les fonds chalutables sont inférieures à 50 % pour $20 \text{ mm} > LC > 30 \text{ mm}$. Au delà de



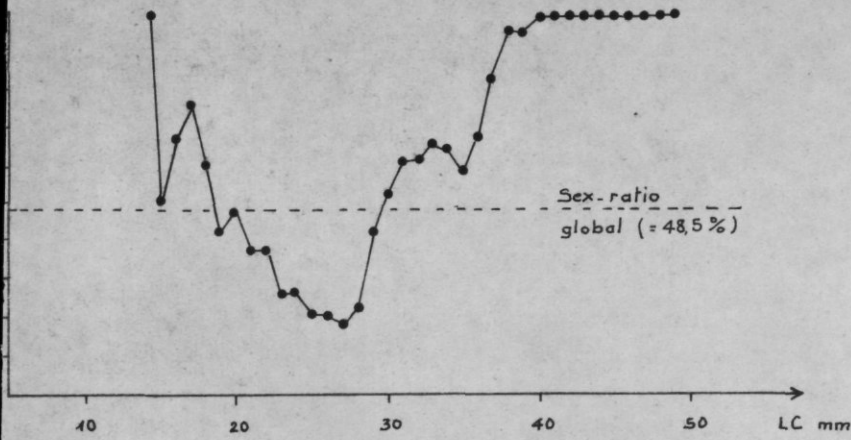


Fig. 9 : Sex-ratio en fonction de la taille.

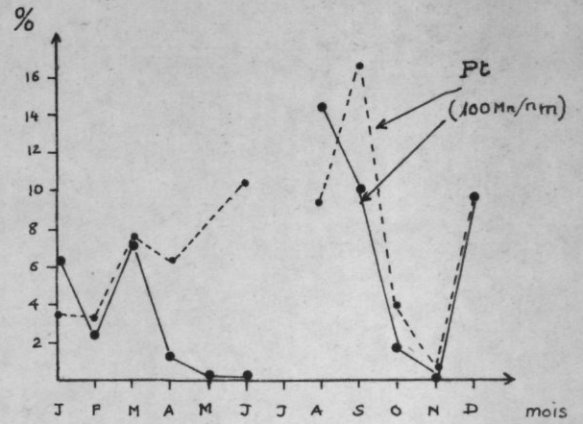


Fig. 12 : Variations mensuelles des taux de femelles mûres.

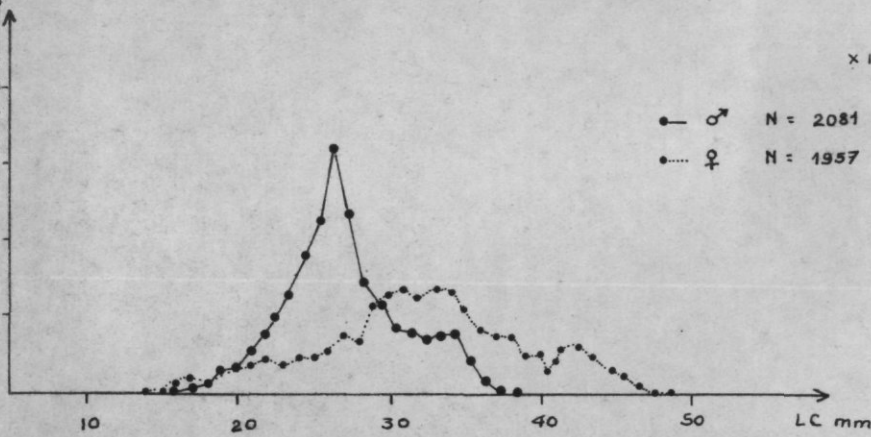


Fig. 10: Courbe d'abondance par taille.

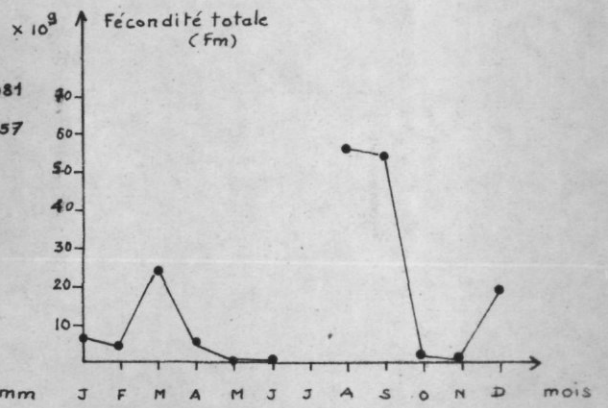


Fig. 13 : Fécondité

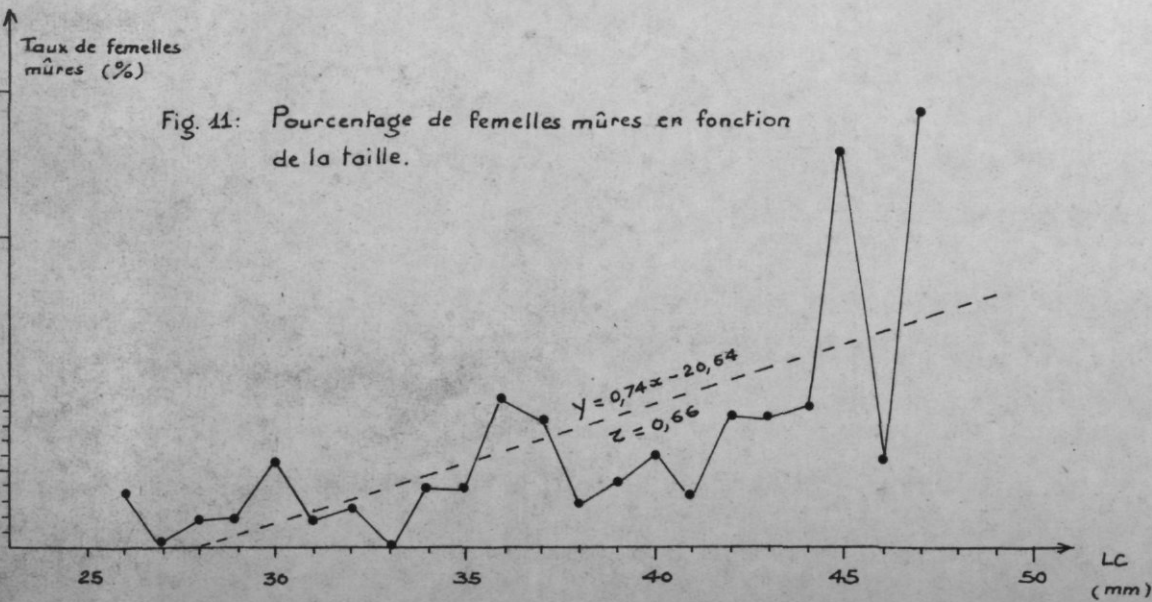


Fig. 11: Pourcentage de femelles mûres en fonction de la taille.

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

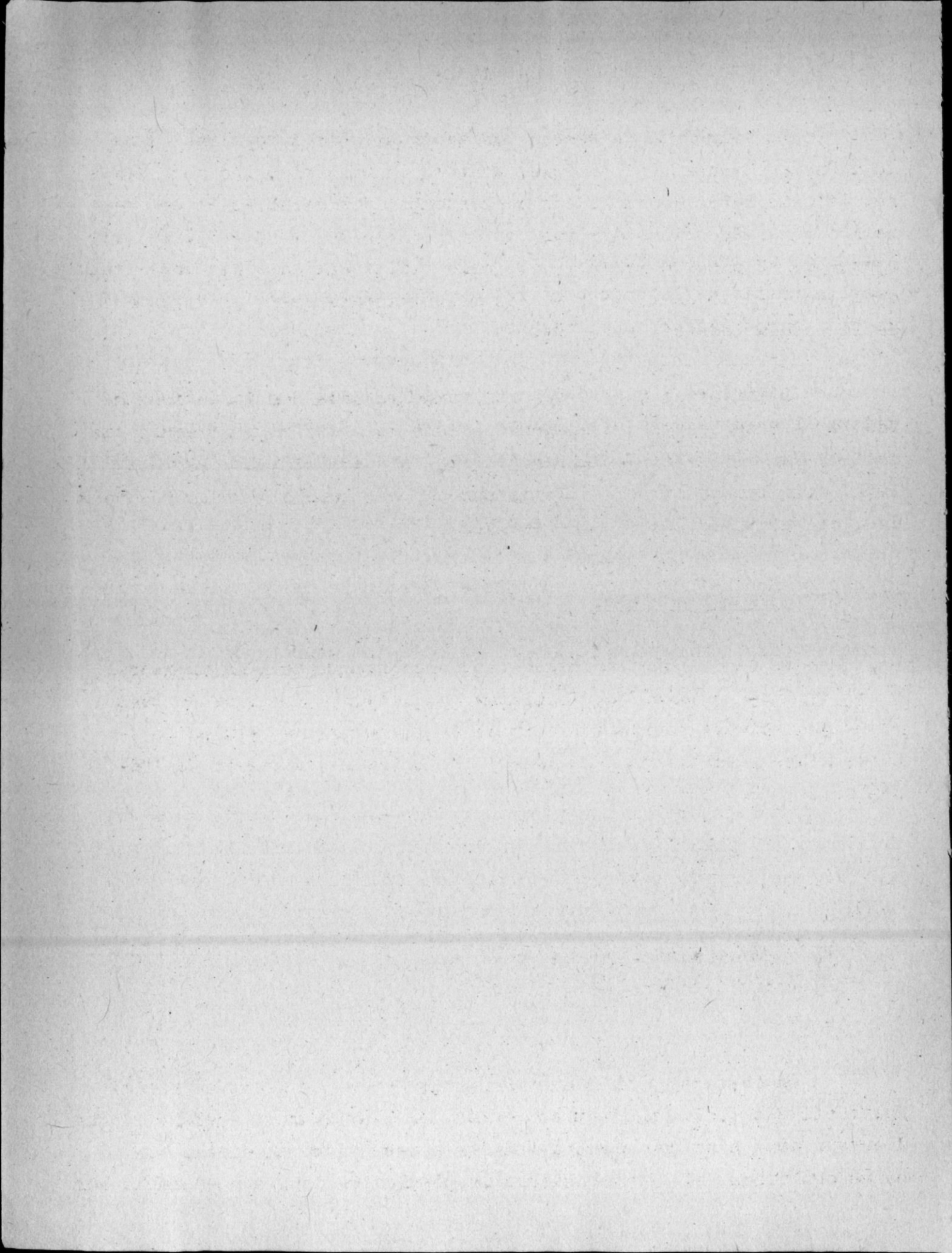
ces limites les mâles sont par contre minoritaires numériquement.

Le même phénomène a été décrit par GARCIA (1977) sur Penaeus duorarum de la Côte d'Ivoire et l'auteur expliquait celui-ci par la différence entre les lois de croissance des mâles et des femelles pour la partie de la courbe correspondant aux adultes pour lesquels la croissance différentielle entre les deux sexes est très marquée, et par une vulnérabilité différente vis-à-vis des engins de capture pour les juvéniles. Cette deuxième hypothèse implique l'existence d'un dimorphisme sexuel, et l'auteur se réfère aux travaux de MASSUTI (1960) qui a observé un tel dimorphisme chez Parapenaeus longirostris.

Ces deux explications sont applicables dans le cas présent à la partie de la courbe au-delà de $LC = 20$ mm puisque les paramètres de croissance ne sont pas identiques à partir de cette taille entre les deux sexes, et que les équations de relation longueur céphalothoracique-poids permettent de démontrer qu'à longueur égale au-delà de $LC = 21$ mm, les mâles sont plus pondéreux que les femelles. A $LC = 25$ mm par exemple, les poids chez les mâles et les femelles sont respectivement de 14,2 g et 13,7 g.

Cette différence de poids à taille égale ne peut que se traduire par un dimorphisme sexuel influençant les coefficients de rétention des individus par les engins de capture. A mentionner ici que KURUP et RAO (1974), ont trouvé des taux de mortalité totale de 0,25 et 0,17 respectivement pour les mâles et les femelles de Penaeus indicus des eaux indiennes.

Il va de soi que les migrations liées au sexe mentionnées au paragraphe précédent, dans la mesure où elles sont vérifiées dans les eaux malgaches, ne peuvent qu'avoir aussi une certaine influence sur la répartition du sex-ratio en fonction de la taille en baie de Nairindra.



La longévité ne semble pas avoir un rôle déterminant dans le phénomène décrit ici puisque, d'après la figure 7, les deux sexes ont la même durée de vie : les gros exemplaires de mâles et de femelles observés ont un âge compris entre $(\theta + 7)$ et $(\theta + 8)$. Ce qui n'est pas le cas pour ce qui est de la taille maximale atteinte étant donné qu'au-delà de $LC = 38$ mm les mâles disparaissent pratiquement de la population (cf. fig. 10).

L'influence de l'inversion sexuelle dans ces variations ne peut être retenue puisque le gonochorisme de l'espèce n'a jamais été infirmé par de quelconque observations, bien que HEEGARD (1967 et 1971), ait laissé entendre l'existence de changement de sexe au cours du cycle biologique chez les Pénéidés.

3.3 - Sex-ratio global

Un autre point d'intérêt est le calcul du sex-ratio global $P_0 = \sum x_i / \sum n_i$ sur les fonds chalutés, auquel on a appliqué le test classique suivant pour déterminer dans quelle mesure celui-ci s'écarte d'une répartition théorique 1 : 1 entre les mâles et les femelles :

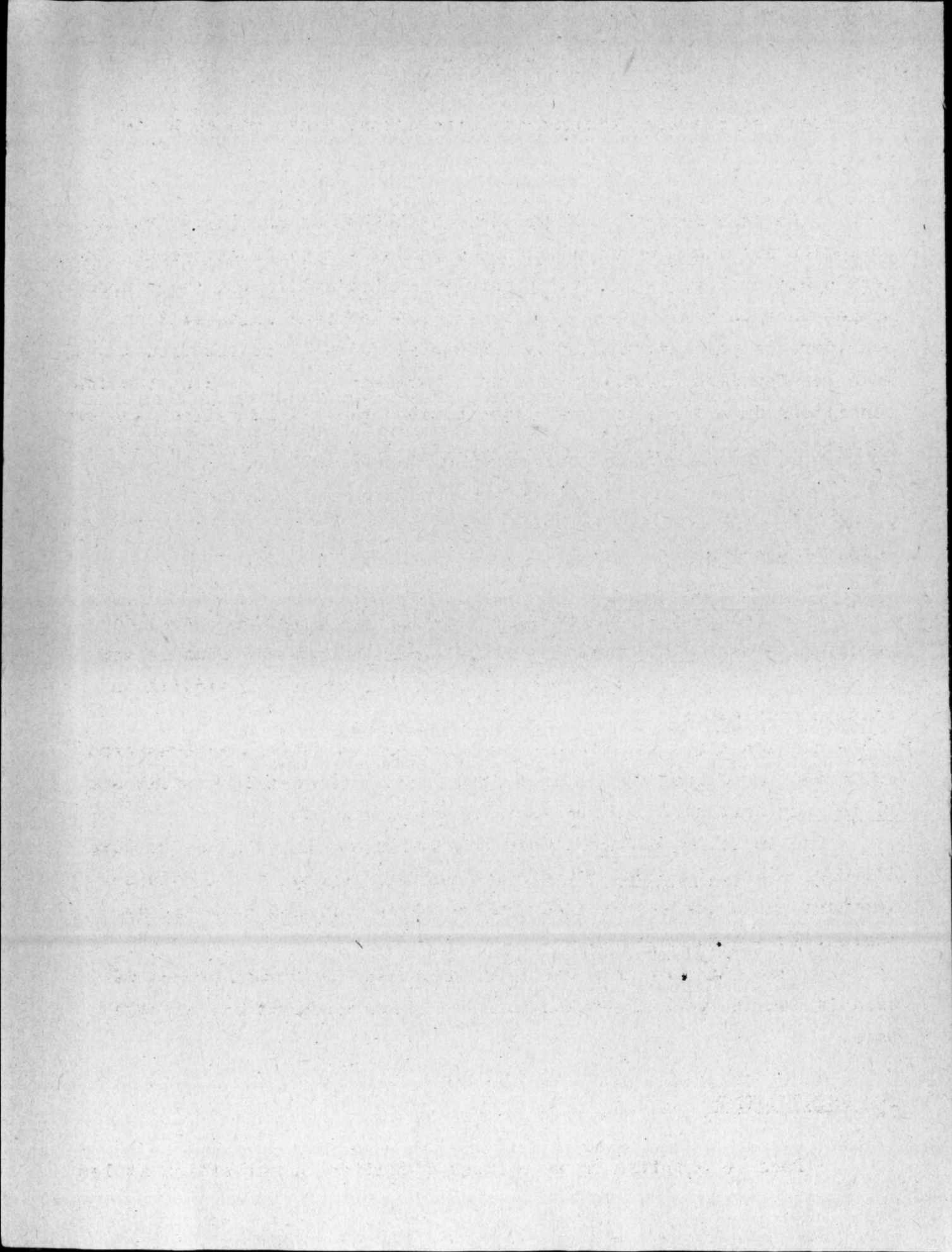
$$\Sigma = \frac{[P_0 - P]}{\sqrt{\frac{Pq}{n}}}$$

P_0 = ratio observé = 0,48 ;

P = ratio théorique = 0,50 ;

q = 1 - P .

On obtient $\Sigma = 2,53$ et on constate que la différence est significative à 0,01. En d'autres termes, on peut avancer avec le risque d'erreur de 1 % qu'une ségrégation des sexes existe au niveau des zones chalutées, si l'on considère la population dans son ensemble sur



une année, et que les femelles ne représentent ainsi que 48 % de celle-ci.

On peut reprendre l'hypothèse de GEORGE et RAO (1967) sur la migration des femelles hors des fonds chalutés à certains moments de leur cycle biologique. Il est possible aussi d'avancer, puisque nous sommes dans le domaine des hypothèses, que les deux sexes si l'on considère la population dans son ensemble, ont une distribution 1 : 1, mais les femelles certainement plus tolérantes en ce qui concerne les conditions du milieu, ont une distributions plus large faisant que sur certains fonds, comme les aires de pêche, il y a prédominance des mâles.

3.4 - Conclusions

Le volume des observations effectuées ne permet pas de cerner totalement les problèmes du sex-ratio, notamment ceux de son mécanisme, tel qu'il a été posé en début de chapitre. Quoiqu'il en soit on constate :

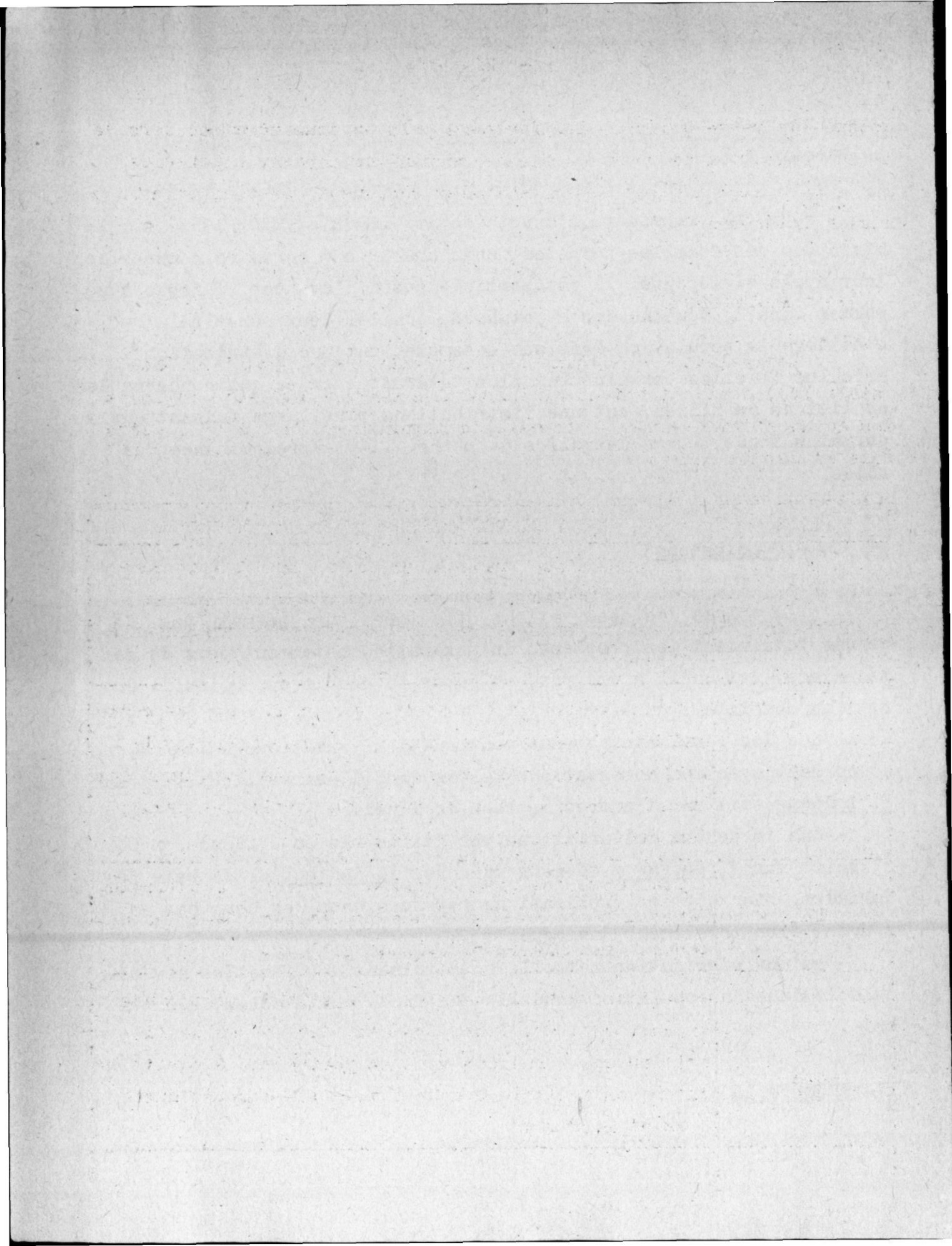
- que les résultats obtenus montrent des variations saisonnières concordant avec les observations faites dans d'autres lieux soit sur P. indicus soit sur d'autres espèces de Pénéidés ;

- que le schéma de variations par taille mis en évidence en Côte d'Ivoire sur P. duorarum se retrouve chez P. indicus de la baie de Narindra, bien que les explications retenues dans les deux cas ne peuvent être totalement analogues ;

- qu'une ségrégation sexuelle au détriment des femelles est décelable dans la population annuelle des fonds chalutables de cette baie.

IV. REPRODUCTION

Dans ce chapitre on se propose d'étudier la maturation et les

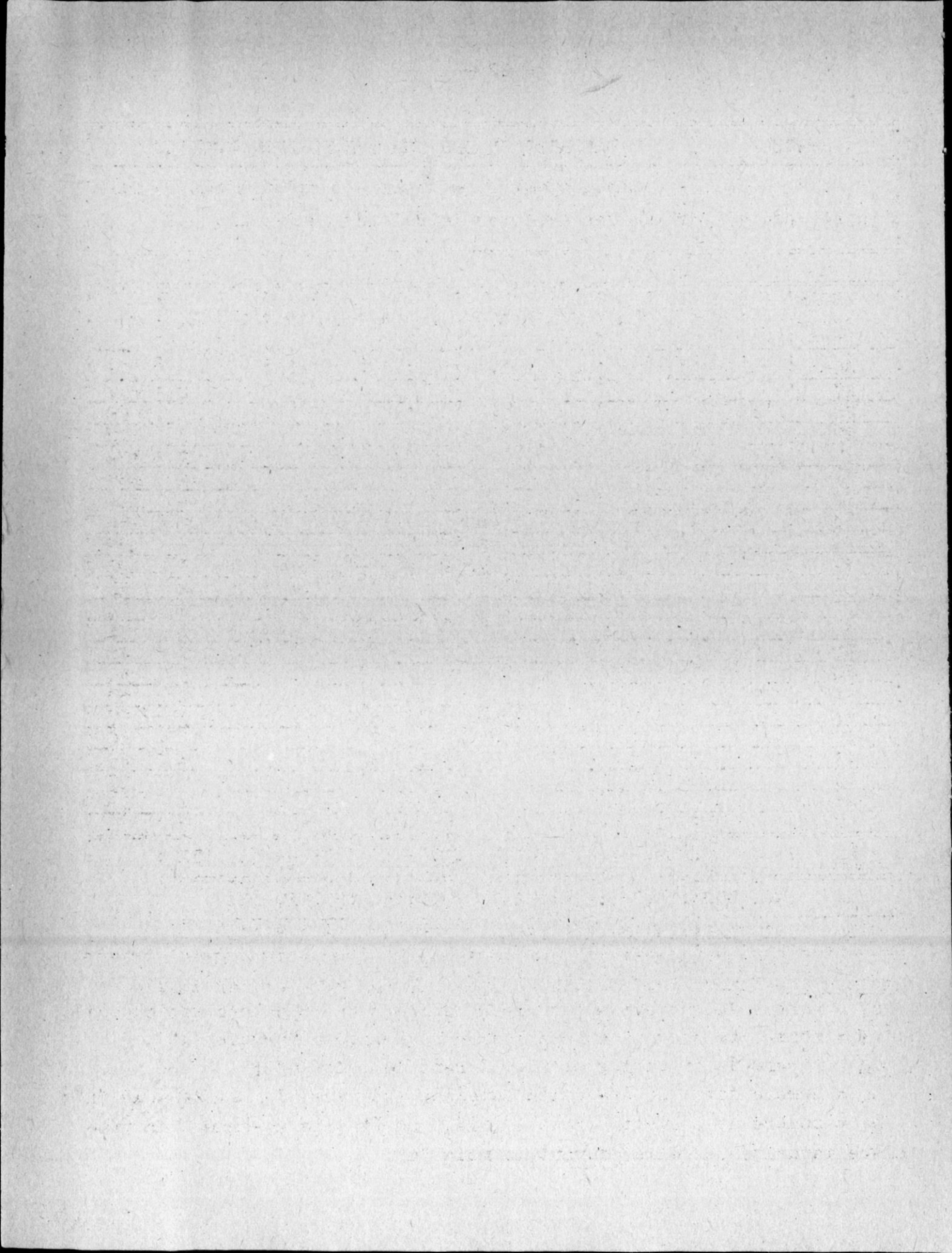


époques de ponte qui sont des facteurs pris en considération lors de la détermination de tout système de régulation tendant à pérenniser les stocks exploités et à maintenir les rendements de ceux-ci à un niveau intéressant.

4.1 - Les données

Le tableau 5 qui donne la distribution des femelles mûres (stade IV), a été établi en utilisant les caractères macroscopiques des gonades définis dans l'échelle de maturité de RAO (1968). Cette échelle est la suivante :

STADE	DESCRIPTION DES GONADES ET DES OVOCYTES
I (immature)	- Ovaires fins, transparents non pigmentés et confinés à l'abdomen. Ovocytes à cytoplasme clair et noyau bien visible dont le diamètre est inférieur à 0,08 mm.
II	- Ovaires plus grands avec lobes antérieurs et médians bien développés ; jaunes à jaune-verts et visibles à travers la cuticule. Ovocytes contenant des granules opaques qui masquent en partie le noyau ; diamètre entre 0,08 et 0,24 mm.
III	- Ovaires verts bien visibles à travers la cuticule. Lobes antérieurs et médians développés. Ovocytes opaques mesurant entre 0,18 et 0,30 mm.
IV (mûr)	- Ovaires verts sombres et bien visibles à travers la cuticule. Ovocytes possédant des sortes de brillilles qui irradiant vers la périphérie à partir de la région ventrale opaque ; diamètre compris entre 0,22 et 0,38 mm.



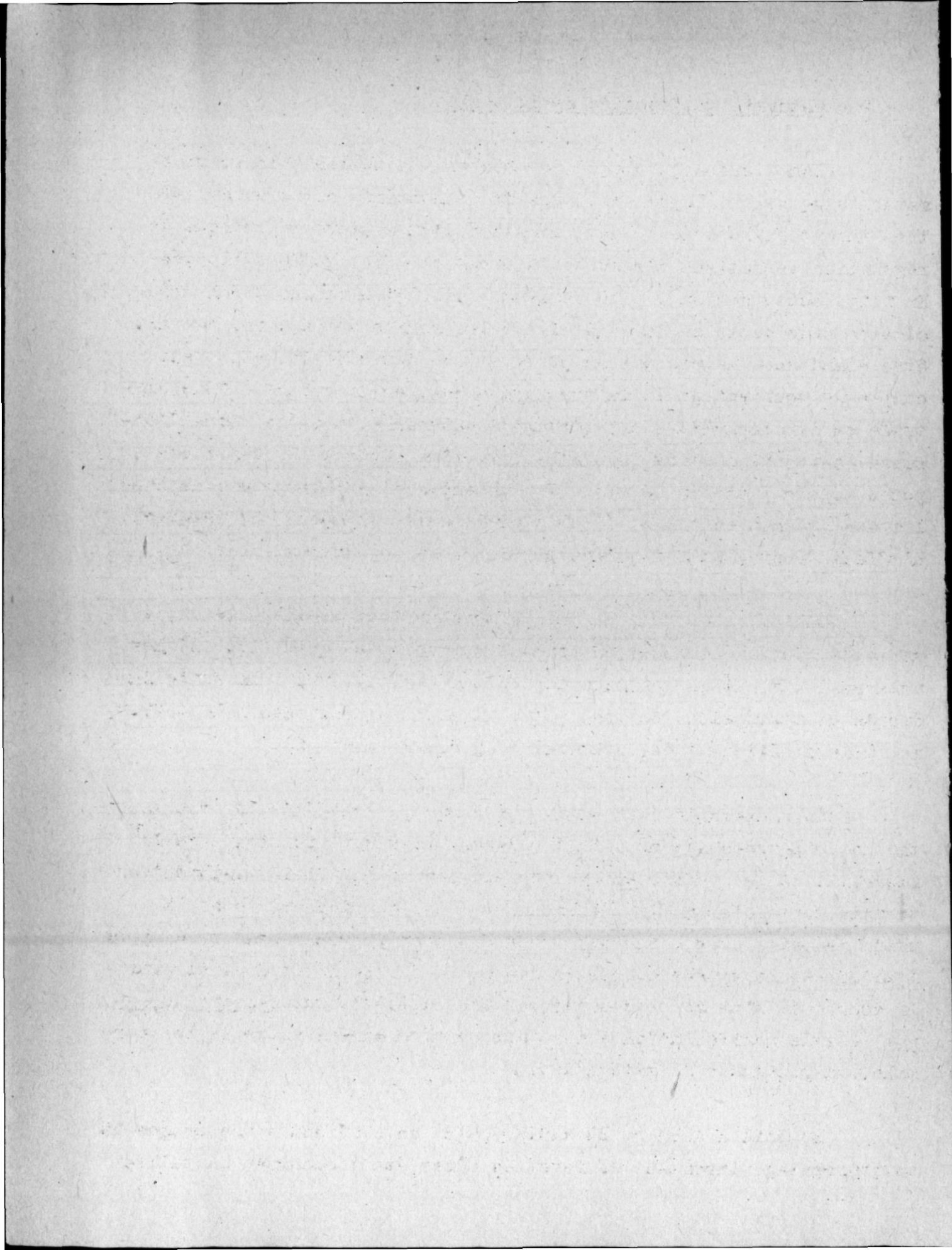
STADE		DESCRIPTION DES GONADES ET DES OVOCYTES													
V (après-ponte)		- Ovaires ayant le même aspect qu'au stade I. Di- mètre des ovocytes inférieur à 0,096 mm.													

MOIS	MOIS												M _i	n _i			
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
LC (mm)																	
26		2												2			58
27														0			77
28	1													1			68
29			1								1			2			112
30	3	1	1								2			7			129
31	1		1											2			135
32			3											3			124
33														0			134
34	1		2	1									1	5			129
35													4	4			108
36	1		2										5	8			81
37			1						1				4	6			74
38				1									1	2			71
39									1				1	2			48
40									1	1			1	3			50
41										1				1			33
42									3	2				5			57
43			1						2	2				5			60
44									1	3				4			45
45									3	4				7			27
46									1					1			18
47										2				2			7
M _m	7	3	12	2	-	-	-	-	13	15	3	-	17	72			
N _m	401	198	179	233	148	171			90	150	189	17	181				
n _m	115	128	169	187	138	170			90	150	176	15	176				

Pas d'observations

Tableau 5.- Nombre de femelles au stade IV par mois et par taille

M_i = nombre de crevettes matures à la longueur céphalothoracique "i";
n_i = nombre de crevettes à la longueur céphalothoracique "i";
M_m = nombre de crevettes matures durant le mois "m";
N_m = nombre total de crevettes femelles observées durant le mois "m";
n_m = nombre de crevettes dont LC >> 27,9 mm (taille moyenne à la première maturité sexuelle) durant le mois "m".



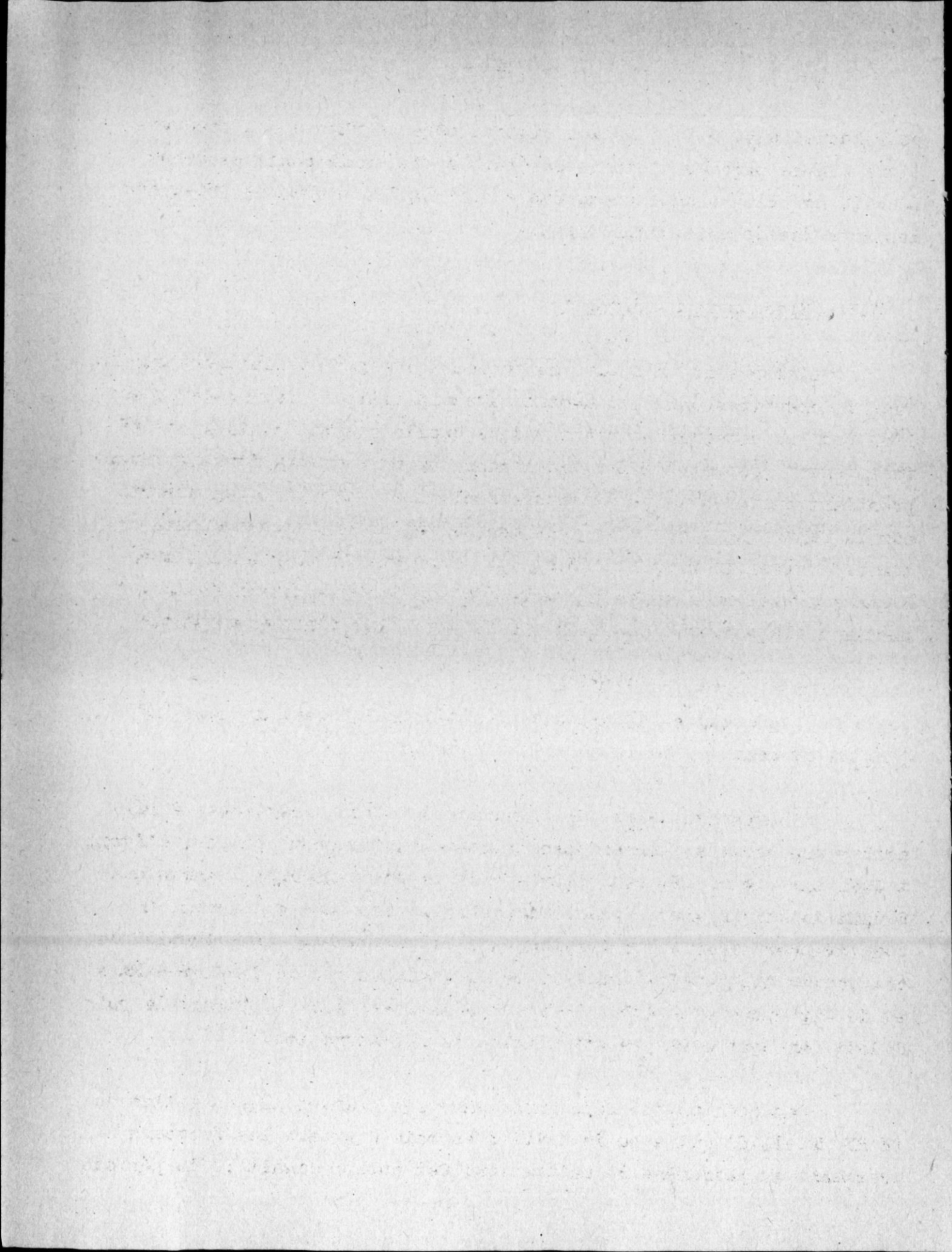
4.2 - Maturité en fonction de la taille

En matière de biologie des pêches, la taille à la première maturité sexuelle (LC_m) a toujours été considérée comme un critère très important lors de la détermination d'un système quelconque de régulation permettant d'assurer la pérennité des stocks exploités. En fait, cette notion qui ne réalisait sa pleine valeur qu'en association avec celle de la sélectivité des engins de capture, devrait être abandonnée maintenant au profit d'une autre notion qui tient compte du pourcentage de la population qui, en attendant d'être capturée ou de disparaître par mortalité naturelle, a eu le temps d'assurer sa fonction génétique. En effet, même si tous les géniteurs potentiels situés sur le passage d'un engin de capture comme le chalut sont pêchés en totalité, il n'en demeure pas moins que celui-ci n'affecte ponctuellement qu'une partie de la population exploitée.

Quoiqu'il en soit la taille moyenne à la première maturité sexuelle a été déterminée en portant sur un graphique (fig. 11) les valeurs $100 M_i/n_i$ en fonction de LC et en calculant par la suite la droite de régression. Celle-ci coupe l'axe des abscisses à $LC_m = 27,9$ mm et le coefficient de la corrélation est de $r = 0,66$.

On s'aperçoit donc qu'il y a augmentation générale avec la taille du pourcentage de femelles mûres. L'examen approfondi de la figure 11 et le coefficient de corrélation assez faible, laissent entrevoir toutefois que le phénomène est plus complexe qu'on ne le pense de prime abord. Une hypothèse que l'on pourrait avancer d'après l'allure de la courbe d'observation de la figure 11 et d'après aussi la courbe du même genre obtenue par GARCIA (1977) sur Penaeus duorarum, est la manifestation à des tailles déterminées selon la loi normale, du phénomène de maturation.

En baie d'Ambaro, LE RESTE (1978) en étudiant à une époque où un pourcentage important de femelles mûres était observé, la taille



pour laquelle 50 % de femelles étaient mûres, grâce à des observations microscopiques d'ovocytes, était arrivé à la conclusion que $LC = 27$ mm. Il y a donc concordance des résultats obtenus, bien que les méthodes de calcul diffèrent.

4.3 - Epoques de maturation

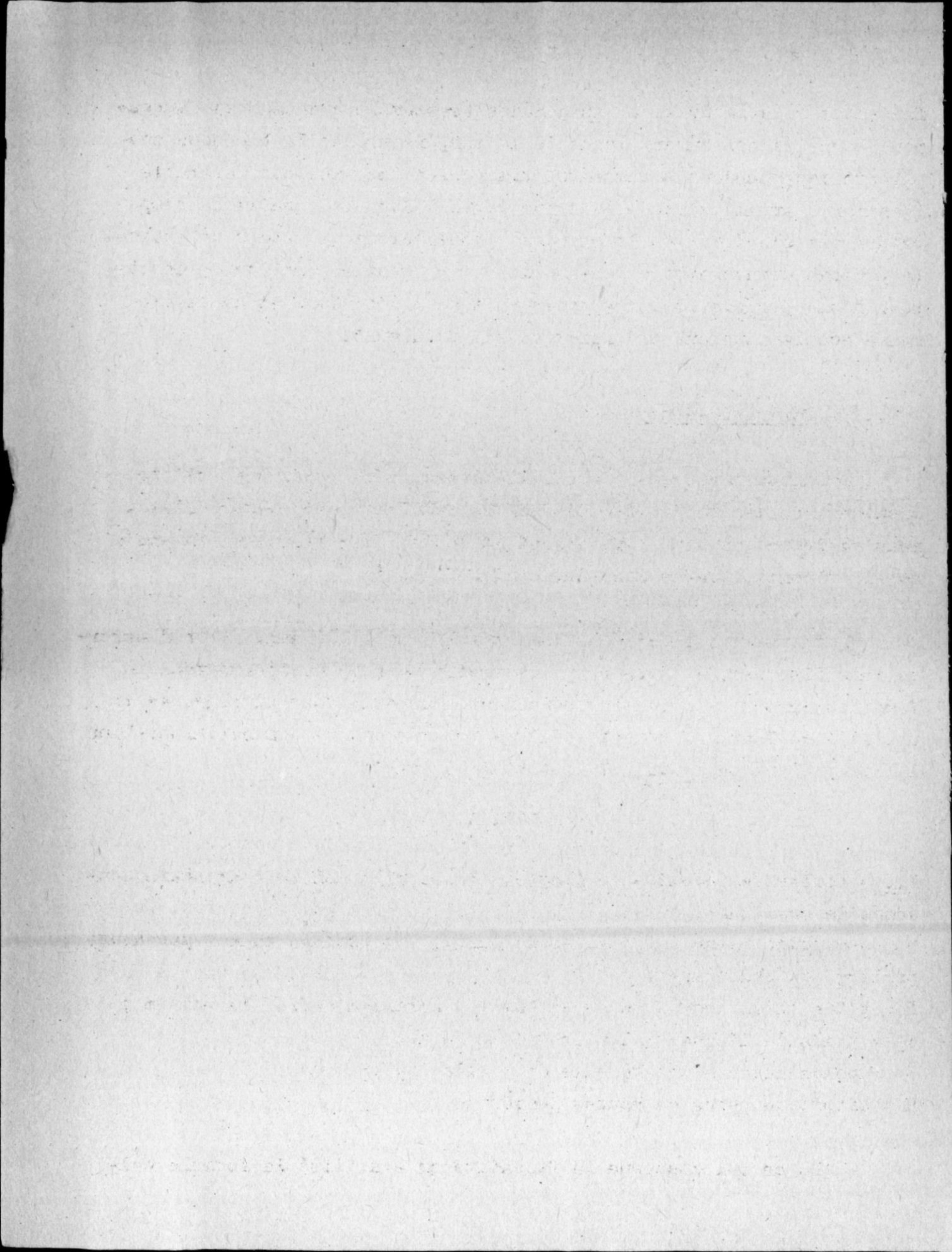
L'allure de la droite de régression permet de conclure que le taux de crevettes matures augmente avec la taille à partir de LC_m et l'on peut se demander maintenant dans quelle mesure, ce taux est effectivement respecté ^{tout} au long de l'année au regard des autres facteurs présidant aux phénomènes de maturation. Dans cet optique on a porté sur la figure 12, les variations mensuelles de crevettes matures obtenues d'après le rapport $100 M_n/n_m$, ainsi que le pourcentage théorique de femelles matures par mois (P_t) si l'augmentation de taux à partir de LC_m selon l'équation $y = 0,74 x - 20,64$ était respectée :

$$P_t = \sum n_{im} [0,74(LC_i)] - 20,64 ,$$

n_{im} = nombre de crevettes de taille i durant le mois "m"
($LC_i \gg 27,9$ mm).

On constate que si de Janvier à Mars et de Septembre à Décembre une certaine concordance existe dans les deux courbes, d'Avril à Juin par contre, P_t est supérieur au rapport $100 M_n/n_m$ tandis que durant le mois d'Août c'est la tendance inverse qui s'observe. On peut avancer ainsi que d'Avril à Juin il y a blocage du potentiel de maturation des populations de femelles, tandis que de Janvier à Mars et de Septembre à Décembre ledit potentiel est libéré. Durant le mois d'Août par contre il y a stimulation de la maturation.

Ces conclusions rejoignent dans ses grandes lignes celles de LE RESTE (1978) qui a pu identifier en baie d'Ambaro les facteurs présidant au phénomène de maturation. Cet auteur disait : "la période



favorable à la maturation des gonades (septembre à décembre) correspond à une saison durant laquelle la température et la biomasse zooplanctonique tendent à augmenter. La période moyennement favorable (janvier à avril) correspond à une période durant laquelle la température est élevée et où la biomasse zooplanctonique tend à décroître. La période défavorable à la maturation des gonades (mai-juin) correspond à une période où la température tend à décroître et où la biomasse zooplanctonique est relativement faible..".

4.4 - Périodes de ponte

L'importance de la ponte au niveau de la population est fonction, non seulement des proportions de femelles mères dans celle-ci mais également de leur nombre réel et de leur taille, étant entendu que la fécondité varie avec ce dernier facteur.

Il va de soi qu'il est impossible, sans la réalisation d'observations directes, d'obtenir une estimation exacte du nombre réel de femelles dans une population benthique. On peut, tout au plus, avoir une idée de leur abondance d'après les rendements des captures. Dans le cas présent on a utilisé la formule suivante :

$$N_{im} = \frac{(W_i n_i) P}{W_m W_i H}$$

N_{im} = nombre de femelles de longueur LC_i pour le mois m , par heure pondérée de chalutage ;

$W_i n_i$ = poids total de femelles de taille LC_i pour le mois m par heure pondérée de chalutage ;

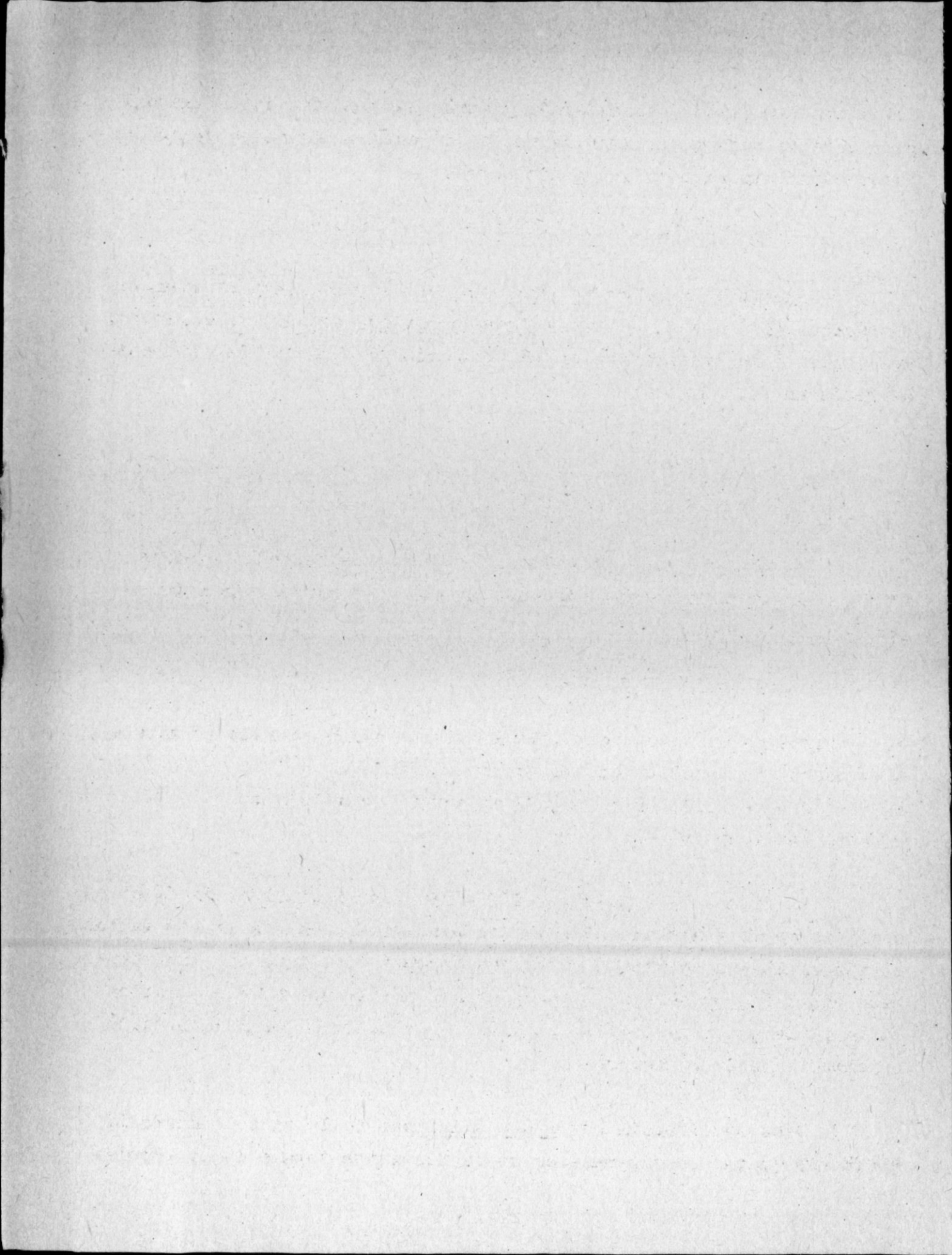
P = poids total des captures en baie de Narindra durant le mois m ;

W_m = poids de l'échantillon pour le mois m ;

W_i = poids moyen d'une femelle de taille LC_i ;

H = effort de pêche en heures pondérées.

En ce qui concerne la fécondité on a utilisé la formule cal-



culée par RAO (1968), transformée d'après les données de ce travail pour qu'elle puisse exprimer le nombre d'oeufs en fonction de la longueur céphalothoracique des génitrices :

$$\log F = -8,1277 + 6,0808 \log (3,2 LC + 52,3).$$

En effet, la relation longueur totale (LT)/longueur céphalothoracique (LC) des femelles de Penaeus indicus en Baie de Narindra, nécessaire à la transformation de l'équation de base de RAO qui est exprimée en LT, est :

$$LT = 3,2 LC + 52,3$$

$$r = 0,994$$

$$n = 936$$

De tout ceci il apparaît qu'un indice de fécondité totale (F_m) de la population peut être obtenu pour les différents mois en appliquant la formule :

$$F_m = \sum N_i \frac{M_m}{n_m} F_i ,$$

N_i = nombre de femelles de taille LC_i (avec $i \gg 27$) durant le mois m ;

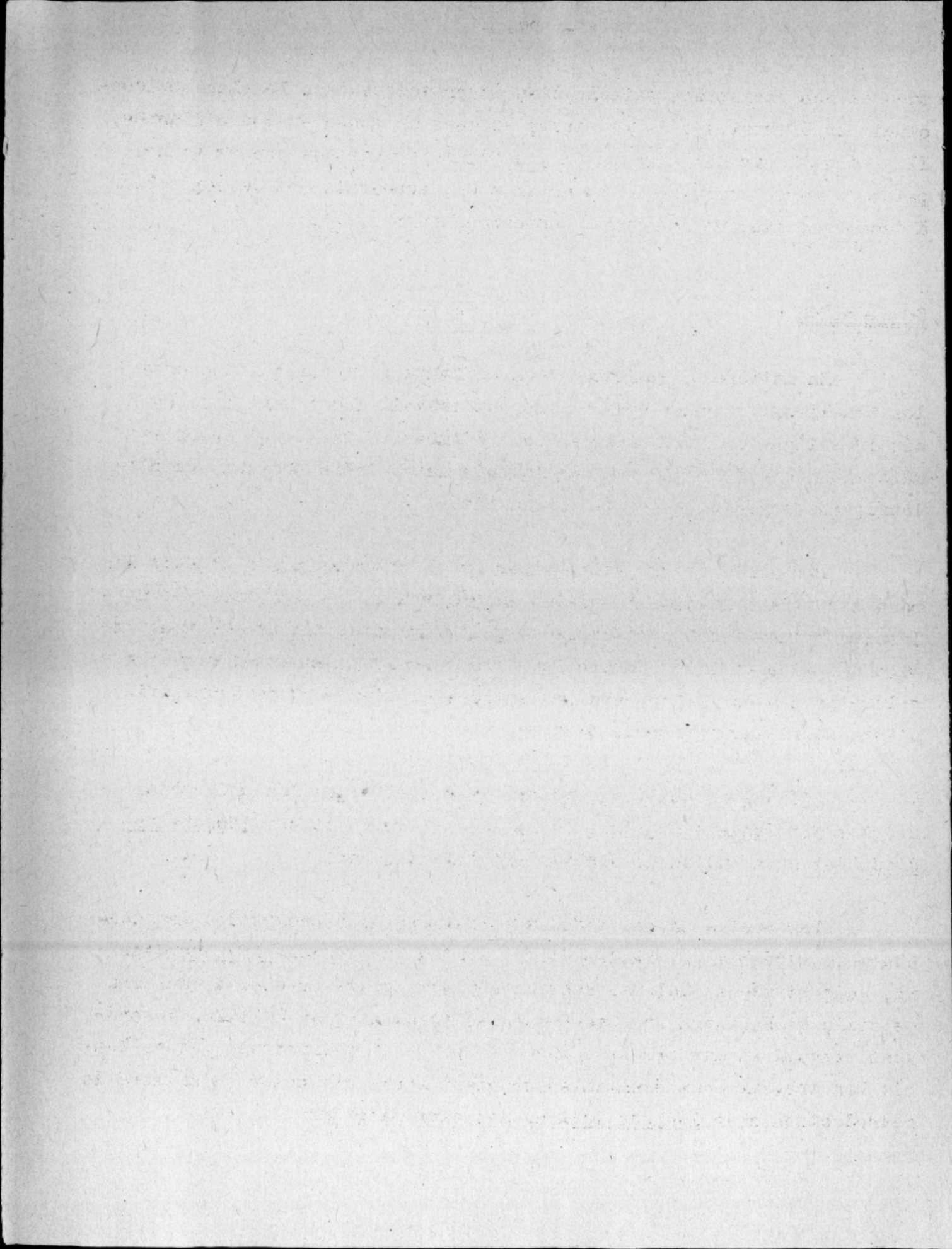
M_m = nombre de femelles matures durant le mois m ;

n_m = nombre de femelles de $LC \gg 27$ mm durant le mois m ;

F_i = fécondité pour LC_i .

La figure 13 représente les variations mensuelles de F_m et on constate qu'il y a trois périodes de ponte au niveau de la population et que celles-ci coïncident avec les époques de maturation, corroborant ainsi l'hypothèse de la quasi-simultanéité entre la maturation et la ponte proprement dite. La période de ponte la plus importante se situe en Août-Septembre.

Dans son travail sur Penaeus indicus de la baie d'Ambaro LE RESTE (1977), par recoupement entre la fécondité totale de la popula-



tion et les variations saisonnières de protozoés dans le plancton, concluait en l'existence de plusieurs époques de ponte en cours d'année. Il précisait par ailleurs qu'il y a "deux périodes de pontes principales de mars à juin, avec un maximum en mars-avril, et de septembre à décembre, avec un maximum en octobre-novembre..."

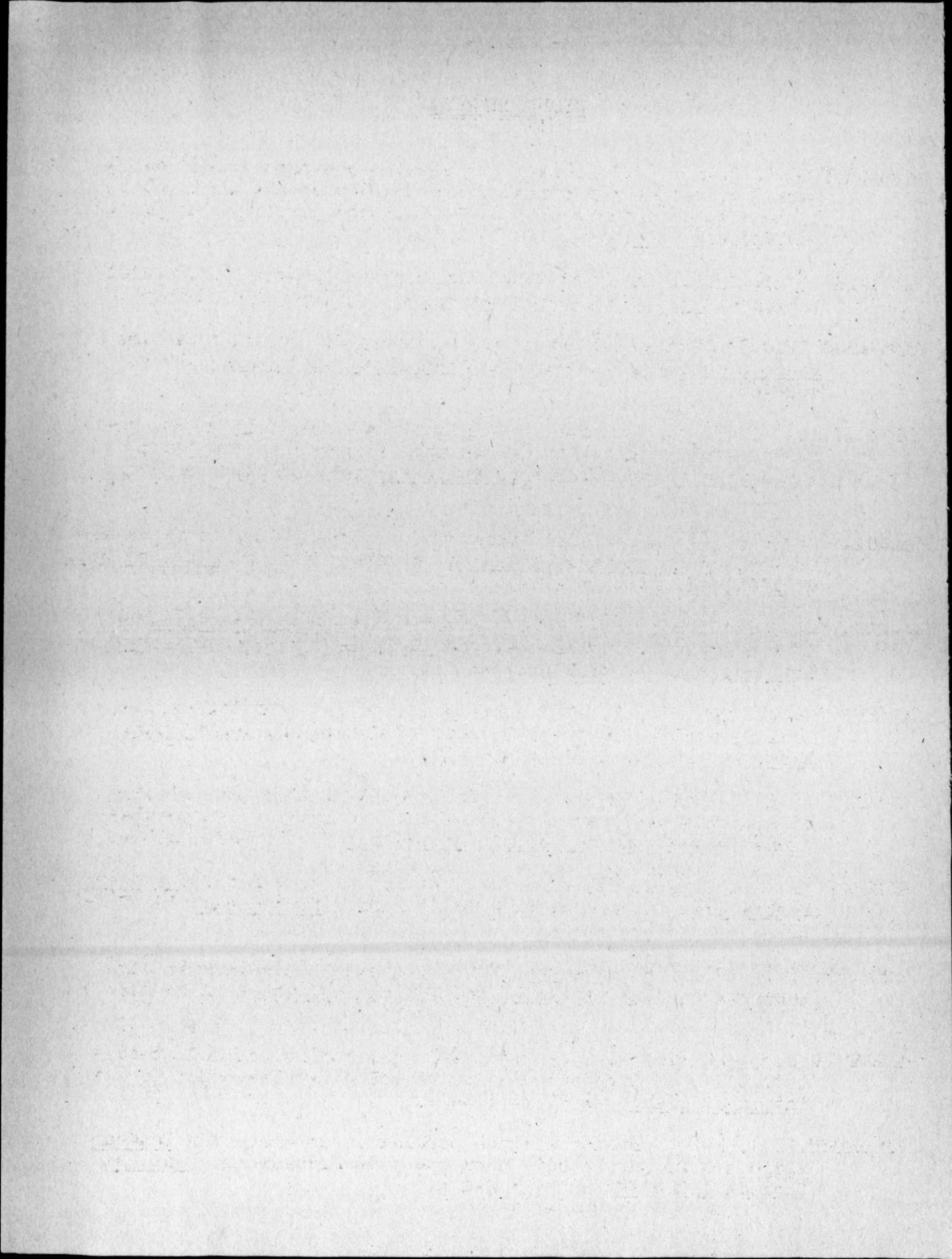
CONCLUSIONS

En matière de croissance on constate qu'en ce qui concerne les femelles, les résultats du présent travail concordent avec ceux des investigations réalisées en baie d'Ambaro ; tandis que pour les mâles on s'aperçoit que ceux de la baie de Narindra sont un peu plus lourds que ceux de la première baie citée.

Par ailleurs on peut avancer qu'il est possible d'obtenir des résultats fiables dans l'étude de la croissance des Peneides par utilisation d'une technique simple et peu onéreuse telle que la mensuration des échantillons commerciaux, sous réserve bien entendu que le volume de ceux-ci ne descend pas en dessous d'un certain seuil afin d'être suffisamment représentatifs.

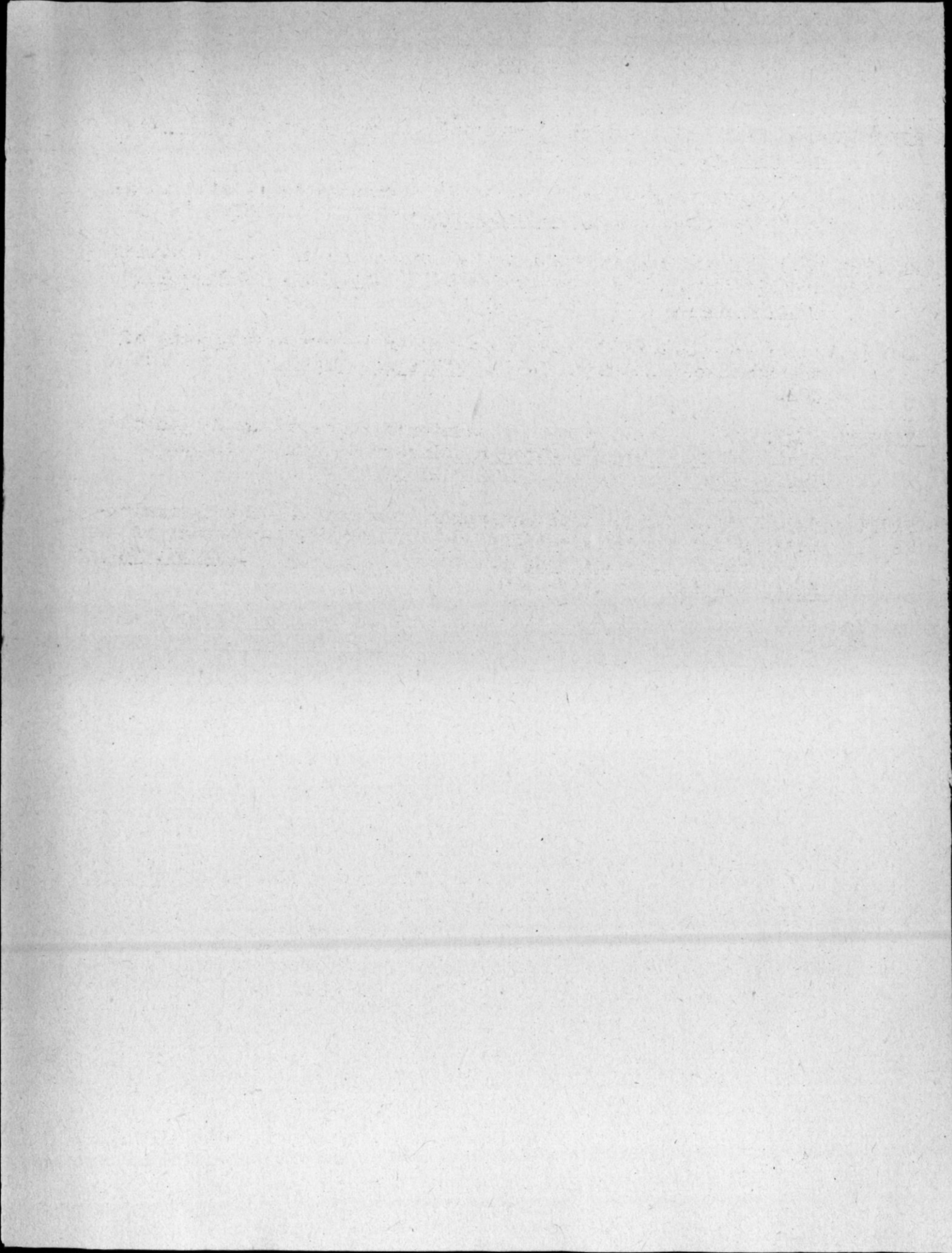
L'étude du sex-ratio montre de son côté que les phénomènes décrits sur Penaeus duorarum de la Côte d'Ivoire et sur Penaeus indicus des eaux indiennes s'observent à Madagascar.

Par contre on constate qu'en matière de reproduction les conclusions tirées à partir des études menées sur Penaeus indicus dans une baie située à quelques centaines de kilomètres seulement au nord de celle de Narindra ne concordent pas totalement avec celles du présent travail en matière de saisons de ponte et d'importance de celles-ci. Des travaux complémentaires semblent ainsi s'imposer en matière de reproduction chez Penaeus indicus des eaux malgaches.

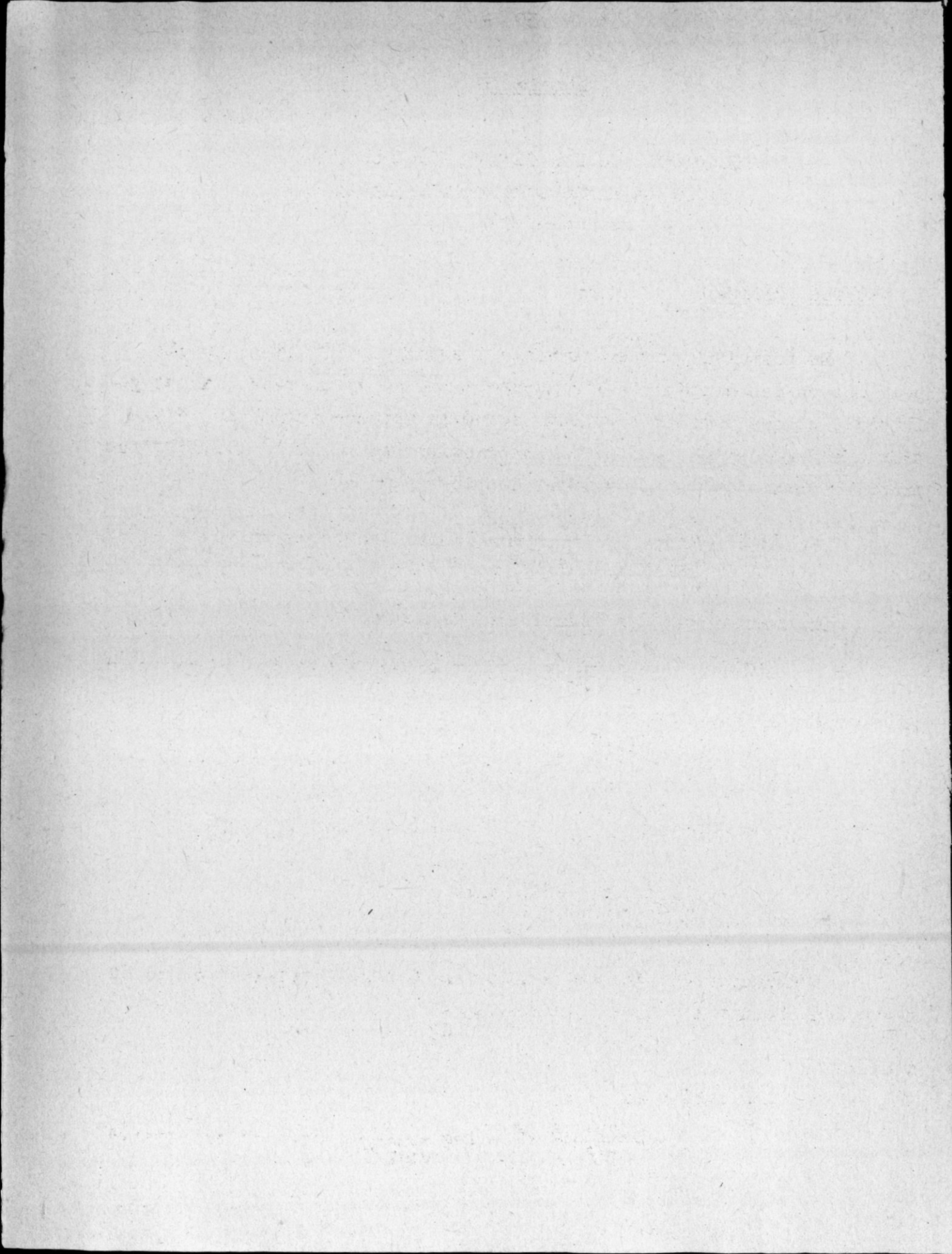


BIBLIOGRAPHIE

- CHABANNE (J.), PLANTE (R.), 1969.- Les populations benthiques (endo-faune, crevettes penaeides, poissons) d'une baie de la côte nord-ouest de Madagascar : écologie, biologie et pêche. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 7 (1) : 42-72.
- CROSNIER (A.), 1965.- Les crevettes Penaeidae du plateau continental malgache. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 3 (suppl.) : 158 p.
- CUMMINGS (W.C.), 1961.- Maturation and spawning of the pink shrimp Penaeus duorarum Burkenroad. Trans. Amer. Fish. Soc., 90 (4) : 462-468.
- DIAZ (E.L.), 1963.- An increment technique for estimating growth parameters of tropical tunas, as applied to yellowfish tuna (Thunnus albacares). Inter. Amer. tuna comm. Bull., 8, 7 : 383-416.
- GARCIA (S.), 1977.- Biologie et dynamique des populations de crevettes roses Penaeus duorarum notialis en Côte d'Ivoire. Trav. et Doc. de l'ORSTOM, n° 79 : 271 p.
- GARCIA (S.), TRAODEC (J.P.), 1970.- Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire : croissance. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Vol. 1, n° 2 : 17-48.
- GEORGE (M.J.), RAO (V.P.), 1967.- Distribution of sex-ratio of penaeid prawn in the trawl fishery of Cochin. Sym. Ser. mar. biol. An. India, 2 (2) : 698-700.
- GULLAND (J.A.), 1969.- Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : Analyse des populations. Manuel FAO de Science halieutique, 4 FRS/M4 : 160 p.
- HEEGARD (P.), 1967.- On behaviour, sex-ratio and growth of Solenocera membranacea (decapoda, penaeidea) Risso. Crustaceana 1B (2) : 227-237.
- HEEGARD (P.), 1971.- Penaeus kerathurus (Forsk.) aprotandric hermaphrodite. Bull. Inst. Océanogr. pêche Salambô 2 (2) : 257-266.
- KURUP (N.S.), RAO (V.), 1974.- Population characteristics and exploitation of the important marine prawns of Ambalapuzha, Kerala. Indian J. Fish., 21 (1) : 183-210.
- LE RESTE (L.), 1978.- Biologie d'une population de crevettes Penaeus indicus M.E. sur la côte nord-ouest de Madagascar. Trav. et Doc. de l'ORSTOM, n° 99 : 291 p.



- RAKOTOVAHINY (E.), 1971.- Pêche crevettière à Madagascar. Bull. de Madagascar, 307 : 952-962.
- RALISON (A.), 1971.- Note sur le stock de crevettes de la côte nord-ouest malgache. Bull. de Madagascar, 307 : 952-967.
- RALISON (A.), 1978.- Caractéristiques et tendances de l'exploitation crevettière malgache de 1967 à 1977. Doc. Sci. Centre Nat. Rech. Océanogr., n° 78/1 : 38 p.
- RAO (P.V.), 1968.- Maturation and spawning of the Tenaëid prawns of the southwest coast of India. FAO Fish. Rep., 57 (2) : 285-302.
- MASSUTI (M.), 1960.- Estudio del crecimiento relativo de la gamba blanca (Parapenaeus logirostris Lucas) de Mallorca. Bol. Inst. espanol. oceanogr., 102 : 23 p.
- TANAKA (S.), 1962.- A method of analysing polymodal frequency distributions and its applications to the length distribution of the Porgy Taïus tumifrons (T. and S.). J. Fish. Res. Bd. Canada, 19 (6), 1 : 1143-1159.



Annexe I

DECOMPOSITION DES COURBES POLYMODALES
SELON LA METHODE DE TANAKA (1962)

I. METHODE ORIGINALE

En postulant que la variable x a une distribution normale pour chacun des composants d'un histogramme de fréquences qui est polymodal, et que pour un composant donné la moyenne est m, la déviation standard est σ , et le nombre d'individus est N, la distribution présumée de x de ce composant est dès lors égal à :

$$f(x) = \frac{N}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(x - m)^2}{2 \sigma^2}} \dots\dots\dots(1)$$

En passant par les logarithmes communs, on a :

$$\log f(x) = \log \frac{N}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} - \frac{(x - m)^2}{2 \sigma^2} \cdot 0,4343 \dots\dots\dots(2)$$

qui est de la forme :

$$y = ax^2 + bx + c \dots\dots\dots(3)$$

ou

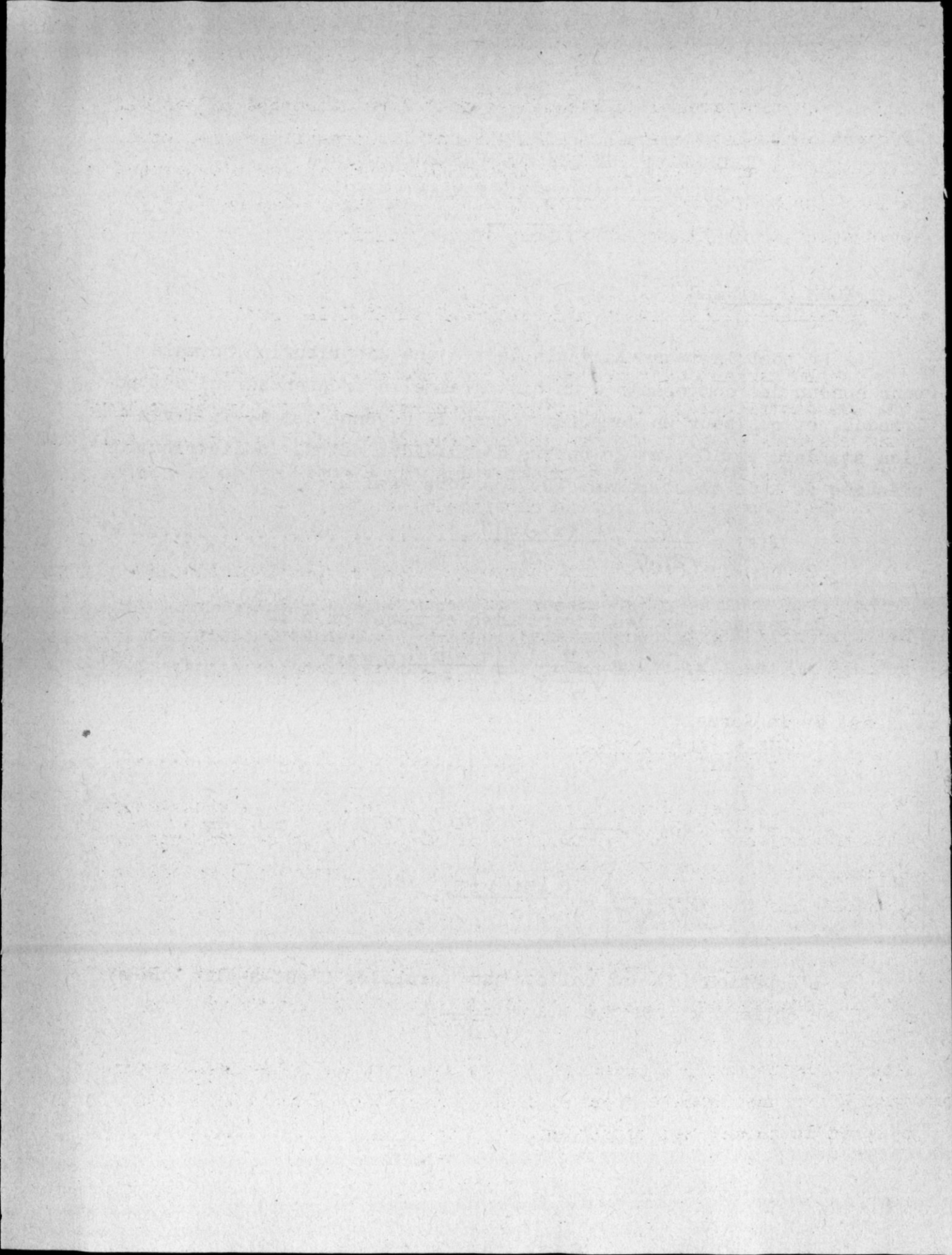
$$a = -0,4343 \cdot \frac{1}{2 \sigma^2} ; \quad b = 0,4343 ; \quad m = \frac{1}{\sigma^2} ;$$

$$c = \log \left(\frac{N}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \right) - \frac{0,4343 m^2}{2 \sigma^2} .$$

L'équation (3) est celle d'une parabole. C'est-à-dire que si $m = 0$, on obtient $k = 0$ et $c = \log \left(\frac{N}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \right)$,

d'où :

$$\begin{aligned} \log f(x) &= ax^2 + c \\ &= \frac{0,21715}{\sigma^2} x^2 + \log \frac{N}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$



Un histogramme de fréquences peut être décomposé en ses différents composants unitaires en utilisant les propriétés ci-dessus, c'est-à-dire en recherchant par itération les paraboles s'accordant à la distribution de fréquences, relative au logarithme de N, et présentant le meilleur coefficient de corrélation.

II. APPLICATIONS SUR LES ECHANTILLONS DE *Penaeus indicus*

En sachant, d'après des tests comme celui de HARDING (1943) que les distributions de fréquences d'échantillons de *Penaeus indicus* sont polymodales, l'hypothèse selon laquelle chaque distribution doit y être repérable par la construction des paraboles décrits ci-dessus a été vérifiée sur des modèles expérimentaux.

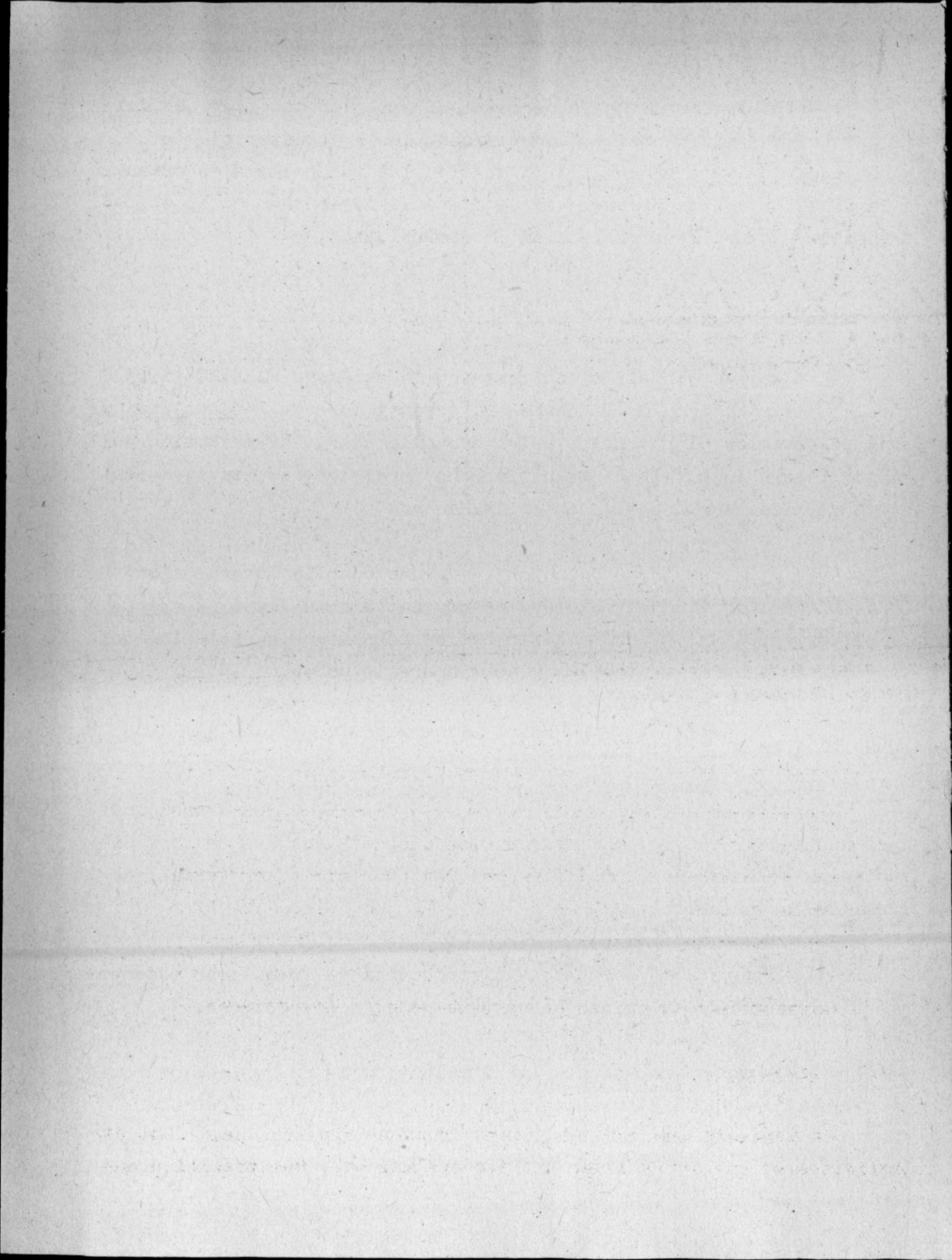
En d'autres termes, on porte sur une échelle logarithmique le nombre d'individus par classe, en traçant à main levée les paraboles correspondant à chaque distribution gaussienne caractérisée et en repérant ensuite sur ceux-ci les différents modes.

2.1 - Modèle expérimental

La figure 1 donne une famille de 5 distributions gaussiennes dont une majeure (C) et 4 mineures. Les dispositions des courbes expérimentales entre elles ont été choisies pour avoir un éventail de tous les cas possible.

La figure 2 représente la distribution de fréquences obtenue avec l'échantillon théorique correspondant et non décomposé.

La figure 3 représente la distribution de fréquences en portant N sur une échelle logarithmique ; les modes sont représentés d'après le sommet des paraboles.



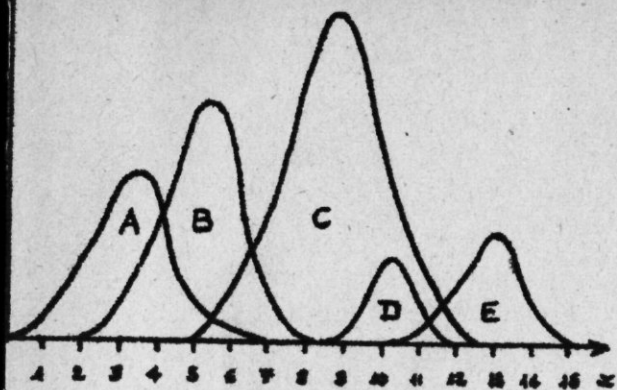


Fig. 1. Composants gaussiens.

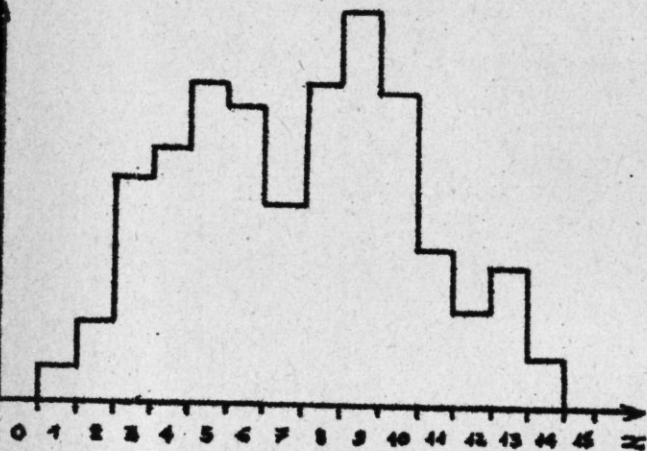


Fig. 2. Distribution de fréquence.

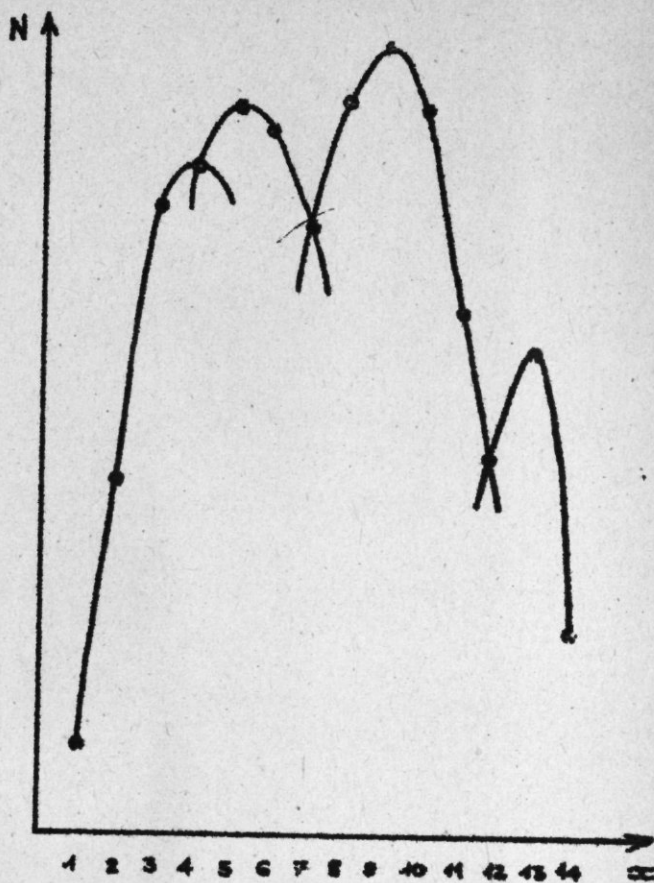
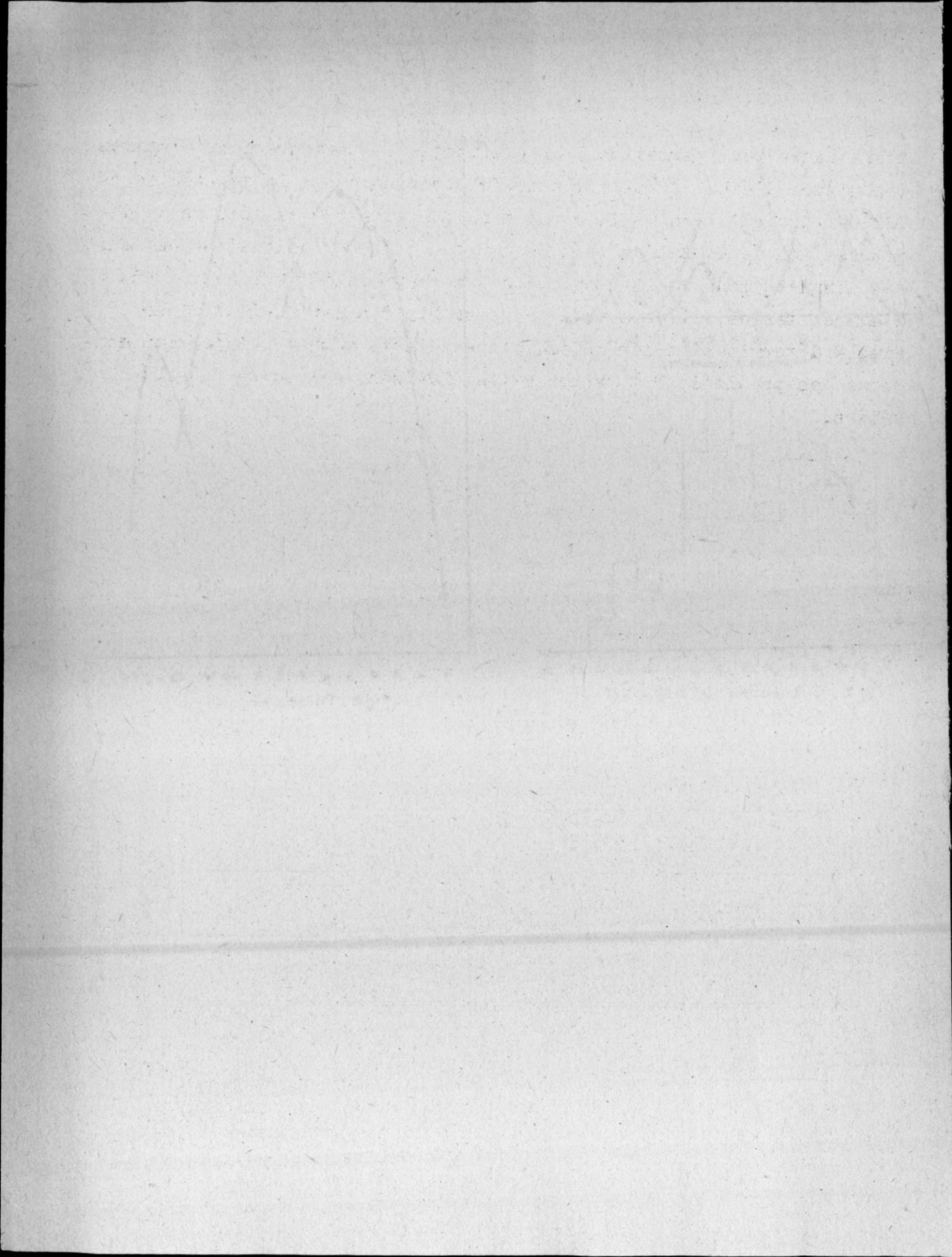


Fig. 3. Paraboles.

Courbes	A	B	C	D	E
Mode réel	3,4	5,2	8,6	10,2	13,0
Mode évalué	4,0	5,0	9,0	?	13,0
Δ	+0,6	-0,2	+0,4	-	0,0

2.2 - Discussion

On constate que sur les 5 distributions gaussiennes, 4 ont été identifiées et que leurs modes ont été évalués avec une précision sa-



tisfaisante pour permettre leur utilisation ultérieure dans d'autres techniques d'étude comme celle de la croissance par la méthode de PETERSEN. Quoiqu'il en soit, on doit reconnaître que la méthode de décomposition de TANAKA ne peut donner toutes ses possibilités que sur des distributions de fréquence dont la polymodalité est nette. En d'autres termes, il ne semble pas possible d'aller au-delà d'une simple détermination des modes, d'après cette méthode, en ce qui concerne les populations à reproduction plurisannuelle comme les Pé-néides.

