MORTALITE IMMEDIATE ET ADDITIONNELLE DES CREVETTES PENAEIDES MARQUEES *

par

RANDRIAMBOLOLONA Chrysante Jules Meurus

INTRODUCTION

Pour connaître la croissance, les migrations et les mortalités des crevettes, on a recours au marquage qui est la méthode la plus efficace pour l'étude de ces trois paramètres de la dynamique des populations. Mais le marquage engendre un autre problème : les mortalités liées à l'expérience elle-même à savoir, la mortalité immédiate correspondant à la mort des crevettes immédiatement après le marquage et la mortalité additionnelle considérée comme une perte d'individus de la population marquée. La première affecte l'estimation de F et la seconde introduit une erreur dans le calcul de Z.

Plusieurs auteurs ont déjà travaillé sur ce problème consécutif au marquage en essayant divers types de marque sur des crevettes élevées soit en aquarium (LUCAS *et al.*, 1972 ; PENN, 1975 ; LE RESTE et MARCILLE, 1976), soit en cages (PENN, 1975 ; RALISON, 1985) ou même dans des étangs (MARULLO *et al.*, 1976).

Pour notre part, nous essayons de voir les effets de la marque à cabillot ou «toggle tag» sur la survie des crevettes et de déterminer les taux de mortalités immédiate et additionnelle en fonction de l'espèce, de la taille et du sexe

MATERIELS ET METHODES

Marque utilisée

La «toggle tag» : cette marque diffère légèrement de celle utilisée par PENN (1975) en Australie C'est une plaque en plastique de couleur orange mesurant 15 x 5 x 0,5 mm. Elle porte un numéro d'identification. Elle est placée sur un filament flexible en plastique également long de 25 mm et ayant un diamètre de 0,5 mm. Chaque extrémité du filament est terminée par une barrette d'arrêt en T de 10 mm de long Le poids de l'ensemble est de 0,096 g (RALISON, 1985).

Technique de marquage

La marque est placée entre le premier et le deuxième segments abdominaux et la tige de fixation traverse l'abdomen de l'animal (***Fig 1***). Les aiguilles cannelées, pour la perforation et la fixation de la marque, ont un diamètre de 1,80 mm. Avant l'emploi, les aiguilles et les tiges de fixation sont stérilisées à l'eau bouillante. Pour minimiser les risques d'infection, les aiguilles sont enduites d'une pommade antibiotique (Auréomycine à 3%). La pose de la marque est faite avec un pistolet spécial de type FLOY tag gun

---

* Résumé du mémoire présenté pour l'obtention de DEA d'Océanologie appliquée devant le CUR de Toliara.

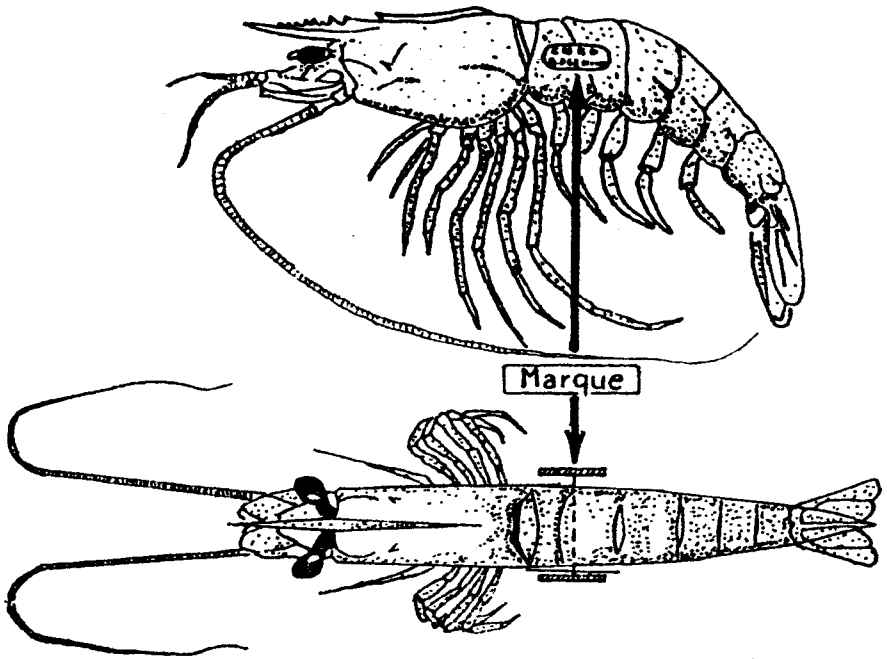

Fig. 1 Marque à cabillot ou "toggle tag"

- *Capture - Mensurations - Marquage*

La capture des crevettes est réalisée avec un chalut à panneaux de 24 m de corde de dos tracté par le B/R «TELONIFY». Un trait dure 30 minutes avec une vitesse de trois noeuds. Une corde est attachée directement à la poche du chalut permettant de la virer rapidement sur le pont (RALISON, 1985).

Une fois sur le pont, les crevettes vivantes sont placées directement dans un bac à circulation continue d'eau de mer pour une période d'observation d'une heure. Ce n'est qu'après ce laps de temps qu'on procède au marquage proprement dit. Les individus marqués sont placés dans un bac de stabulation de 1 m^3 à circulation continue d'eau de mer pendant trois heures avant d'être relâchés au fond.

Avant le marquage, les crevettes sont mesurées avec un pied à coulisse de 1/10 mm de précision allant du bord du creux orbitaire à l'extrémité médiane dorso-postérieure de la carapace céphalothoracique. Nous optons pour la longueur céphalothoracique (Lc) car chez la crevette, le céphalothorax reste stable. L'espèce et le sexe sont déterminés par ailleurs.

Détermination du taux instantané de mortalité
(LUCAS *et al.*, 1972)

La probabilité pour chaque animal d'être en vie au temps t est e^{-Mt}. Si N est le nombre initial, n le nombre de morts aux temps $t_1, t_2, .. t_k$ et T la durée de l'expérience, cette probabilité est égale à :

$$e^{L} = \binom{N}{n} \prod_{i=1}^{k} M e^{-Mt_i} (e^{-MT})^{N-n} \qquad (1)$$

e^{L} a une valeur maximale quand $\frac{dl}{dM} = 0$

et cette valeur est

$$M = \frac{n}{\left[\sum_{i=1}^{k} t_i + (N-n)T\right]} \qquad (2)$$

où M est le taux instantané de mortalité. La variance est donnée par l'équation

$$\sigma^2_{(M)} = 1/\frac{d^2L}{dM^2} \qquad (3)$$

$$= M^2/n \qquad (4)$$

Si M est un taux de mortalité immédiate, il faut multiplier par π le nombre de survivants en fonction du temps

$$N(t) = \pi No.e^{-Mt} \qquad (5)$$

où π est une constante et No le nombre initial d'animaux.

Si M n'est pas un taux de mortalité immédiate, le nombre de survivants en fonction du temps est donné par l'expression

$$N(t) = No.e^{-Mt} \qquad (6)$$

Les équations (5) et (6) peuvent être transformées en une droite en faisant une transformation logarithmique du nombre de survivants ($\log_e N(t)$) en fonction du temps.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Mortalité immédiate à bord

Apres le marquage, les crevettes sont maintenues pendant trois heures dans un bac de stabulation. Les crevettes mortes sont retirées de l'expérience.

Par espèce

Cinq espèces de crevettes Penaeides ont été marquées. Les deux campagnes de marquage, organisées par le C.N.R.O. donnent les résultats suivants :

Tableau 1 : Taux instantané de mortalité immédiate par espèce.
(N = nombre de crevettes marquées, n = nombre de crevettes mortes, π = constante de la mortalité immédiate, M = taux instantané de mortalité immédiate).

Espèce	N	n	π	M/heure
P. indicus	4595	202	1	0,015 ± 0,001
M. monoceros	4875	98	1	0,007 ± 0,000
P. semisulcatus	1676	32	0,9	0,006 ± 0,001
P. japonicus	103	3	0,9	0,011 ± 0,006
P. monodon	96	3	1	0,010 ± 0,006

Les cinq espèces présentant la même vulnérabilité aux traumatismes de la capture et du marquage. *Penaeus indicus, Metapenaeus monoceros* et *Penaeus semisulcatus* paraissent plus sensibles que *Penaeus monodon* et *Penaeus japonicus*. Chez ces dernieres, les individus marqués sont de grande taille. Nous constatons que le taux instantané de mortalité immédiate par espèce est faible.

Selon la taille

Les crevettes sont divisées en trois catégories suivant leur taille

- Lc < 25 mm les crevettes de petite taille .
- 25 mm ≤ Lc ≤ 30 mm les crevettes de moyenne taille .
- Lc > 30 mm les crevettes de grande taille.

Le taux instantané de mortalité immédiate est résumé dans le tableau suivant

Tableau 2 : Taux instantané de mortalité immédiate pour les trois classes de taille.

Taille	Lc < 25 mm	25 mm ≤ Lc ≤ 30 mm	Lc > 30 mm
M/heure	0,013 ± 0,003	0,009 ± 0,002	0,009 ± 0,003
π	1	0,9	0,9

Les trois classes de taille présentent le même taux instantané de mortalité initiale (différence non significative avec P $<0,05$) et sa valeur est faible.

Quant à la vulnérabilité au marquage, en appliquant la méthode de HARDING (1949) et de CASSIE (1954) sur la décomposition d'un histogramme plurimodal, nous obtenons 6 cohortes dont les caractéristiques sont les suivantes

Tableau 3 : Les différentes valeurs caractéristiques de chaque cohorte.

Cohorte	I	II	III	IV	V	VI
P (%)	6,66	35,23	15,24	25,71	10,48	6,66
N	7	37	16	27	11	7
m_{Lc} (mm)	17,21	21,39	24,50	28,76	31,95	35,64
S	0,96	1,05	0,79	1,28	0,73	1,53
Taille (mm)	$16 < Lc < 18$	$19 < Lc < 22$	$23 < Lc < 25$	$26 < Lc < 30$	$31 < Lc < 32$	$33 < Lc < 37$

Le pourcentage le plus élevé s'observe chez les crevettes dont la taille est comprise entre 19 mm et 22 mm (35,23%) Soixante (60) individus morts ont une taille inférieure à 25 mm qui représentent plus de la moitié du nombre total de crevettes mortes. Les crevettes dont Lc est comprise entre 25 mm et 30 mm constituent le quart (25,75%) et les gros individus ne représentent que les 17,14% des individus morts. Donc, les crevettes de petite taille sont plus sensibles aux manipulations de marquage que les moyennes et les grandes. GARCIA et LE RESTE (1981) ont même déconseillé le marquage des crevettes de trop faible taille afin de diminuer la mortalité immédiate.

Selon le sexe

En général, pour les crevettes Penaeides, les mâles sont plus petits que les femelles. Le taux instantané de mortalité immédiate est présenté dans le tableau suivant

Tableau 4 : Taux instantané de mortalité par sexe.

Crevettes	Mâles	Femelles
No	1866	2316
n	29	43
M/heure	0,005 ± 0,001	0,006 ± 0,002
π	0,9	0,9

Les deux sexes présentent le même taux instantané de mortalité immédiate qui est faible.

Quant à la vulnérabilité, nous constatons que chez les mâles la mortalité affecte beaucoup plus les petits individus (*P. indicus* m_{Lc} = 22,38 mm, *M. monoceros* m_{Lc} = 21,18 mm et *P. semisulcatus* m_{Lc} = 20,75 mm). Par contre, chez les femelles, ce sont les gros spécimens qui semblent les plus vulnérables (*P. indicus* m_{Lc} = 32,07 mm, *M. monoceros* : m_{Lc} = 28,87 mm et *P. semisulcatus* . m_{Lc} = 31,30 mm). Cette différence est probablement due au fait que, chez les femelles, la maturité sexuelle serait un facteur déterminant la destinée de chaque individu marqué. En effet, lors de notre étude, nous constatons que les crevettes femelles immatures et dont la taille est inférieure à 25 mm supportent beaucoup plus les chocs dûs au marquage que celles qui ont une taille plus élevée. Ces dernières présentent déjà une maturité sexuelle plus avancée (III, IV, V).

Mortalite immédiate en aquarium et en cage

Il n'est jamais certain que toute la mortalité initiale se produise uniquement avant le largage et il est important de déceler son existence au-delà (GARCIA et LE RESTE, 1981). Selon PENN (1975), la mortalité observée durant les 72 heures qui suivent le marquage est encore considérée comme une mortalité immédiate et par conséquent, elle doit être retranchée de la mortalité additionnelle.

Au départ, 86 crevettes sont marquées avec la «toggle tag» et 75 ont servi de témoins. Les crevettes sont maintenues en aquarium (78 x 38 x 44 cm) dont le fond est recouvert de sable à granulométrie hétérogène à dominance de sable fin. L'épaisseur de la couche est de 5 cm environ. Dans chaque aquarium, nous avons placé des blocs de pierre prévus pour servir de refuge pour les crevettes qui vont muer. L'oxygénation de l'eau est assurée par des aérateurs. Les crevettes sont nourries avec de la chair broyée de crevettes ou de poissons. Durant l'expérience, la température oscille entre 27,5°C et 29°C et la salinité varie de 35,1°/oo à 35,5°/oo.

Au bout de 72 heures, 16 crevettes sont mortes. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Mortalité immédiate due à la marque estimée à partir des expériences en aquarium

Heure	Nombre de survivantes		Mortalité (%) (crevettes marquées)		
	Marquées	Témoins	Totale	«toggle tag»	«effets de cage»
0	86	75	0	0	0
24	81	73	5,8	3,5	2,3
48	80	73	6,9	4,7	2,2
72	74	71	13,9	9,3	4,6

En cage, nous avons mis 90 crevettes marquées et 72 non marquées. Ce sont des cages à armature métallique recouvertes d'un filet dont la maille est de 8 x 8 mm. Elles mesuresnt 100 x 80 x 60 cm. Chaque cage est immergée à une profondeur de -10m (l'expérience s'est déroulée devant les laboratoires de C.N.R.O.) Une corde la relie à un flotteur à la surface. Les cages sont posées sur un sédiment sablo-vaseux et elles sont remontées à chaque observation. La température fluctue entre 26°C et 28°C et la salinité varie de 34,9% à 35,3°/oo. Au bout de 72 heures, nous obtenons les résultats suivants

Tableau 6 : Mortalité immédiate due à la marque estimée à partir des expériences en cage.

Heure	Nombre de survivantes		Mortalité (%) (crevettes marquées)		
	Marquées	Témoins	Totale	«toggle tag»	«effets de cage»
0	90	72	0	0	0
24	70	70	22,2	20,0	2,2
48	52	61	42,2	30,0	12,2
72	42	51	53,3	30,0	23,3

Calcul du taux instantané de mortalité immédiate.

En aquarium, les valeurs des différents paramètres sont :

Témoins : $M = 0{,}018 \pm 0{,}009$/jour
«Toggle tag» $M_T = 0{,}048 \pm 0{,}014$/jour
Mortalité due à la marque : $M_M = 0{,}030 \pm 0{,}007$/jour

En cage, les valeurs des différents paramètres sont :

Témoins : $M = 0{,}107 \pm 0{,}023$/jour
«Toggle tag» : $M_T = 0{,}224 \pm 0{,}032$/jour
Mortalité due à la marque : $M_M = 0{,}117 \pm 0{,}014$/jour

Les taux instantanés de mortalité pour les lots témoins sont différents et la mortalité due à la marque observée en cage est nettement supérieure à celle obtenue en aquarium. Cette différence est probablement due à l'action des facteurs abiotiques du milieu. Les valeurs de 9,3% (en aquarium) et 30,0% (en cage) servent à estimer la mortalité due à la marque «toggle tag» qui est de 41,2%. PENN (1975) a estimé pour cette marque sur la crevette *Penaeus latisulcatus* une mortalité immédiate de 20%. La mortalité due aux «effets de cage» est estimée à 30,4%.

Mortalité additionnelle

En aquarium

Durant toutes les expériences en aquarium, la température fluctue entre 28°C et 29°C et la salinité varie de 35,1°/oo à 35,5‰

Par espèce

Notre étude est basée sur les trois espèces les plus abondantes : *Penaeus indicus, Metapenaeus monoceros* et *Penaeus semisulcatus.* Pour chaque espèce, 12 individus sont marqués et 12 autres ont servi de témoins. Au bout de 120 heures d'expérience, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 7 : Taux instantané de mortalité additionnelle par espèce.

		P. indicus	*M. monoceros*	*P. semiculcatus*
Témoins	M/jour	0,00	0,00	0,00
Marquées	n	2	3	1
	M/jour	0,031 ± 0,02	0,050 ± 0,029	0,014 ± 0,014

D'après ces résultats, la «toggle tag» cause une mortalité additionnelle. Pour les trois espèces, le taux instantané de mortalité est faible et est identique. Autrement dit, aucune espèce n'est particulièrement pas vulnérable au marquage.

Selon la taille

L'étude de la mortalité additionnelle selon la taille est faite sur *Metapenaeus monoceros*. Au bout de 28 jours, 50 crevettes sont mortes dont 13 témoins et 37 marquées. Le nombre de crevettes survivant par semaine est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Nombre de crevettes survivantes par semaine en aquarium.

Semaine	Nombre de survivantes (témoins)		
	Lc < 25 mm	25 mm ≤ Lc ≤ 30 mm	Lc > 30 mm
0	27	30	14
1	27	28	12
2	26	27	11
3	26	25	10
4	25	24	9

Semaine	Nombre de survivantes (marquées)		
	Lc < 25 mm	25 mm ≤ Lc ≤ 30 mm	Lc > 30 mm
0	23	29	22
1	21	24	17
2	16	20	14
3	12	17	12
4	11	15	11

32 crevettes ont mué mais la plupart ont été dévorées par leurs congénères.

Le taux instantané de mortalité additionnelle évalué par semaine est

Tableau 9 : Taux instantané de mortalité par semaine chez les crevettes marquées et non marquées en fonction de la taille.

Paramètres	Lc <25 mm	25 mm ≤ Lc ≤ 30 mm	Lc >30 mm
Témoins (M)	0,019 ± 0,013	0,054 ± 0,022	0,104 ± 0,047
«Toggle tag» (M_T)	0,165 ± 0,048	0,160 ± 0,043	0,157 ± 0,047
Mortalité due à la marque (M_M)	0.146 ± 0,039	0,106 ± 0,024	0,053 ± 0,013
M_T/M	8,68	2,96	1,51

D'après ces résultats, les petites crevettes sont plus sensibles au marquage. La mortalité due à la marque est supérieure à celle des moyennes et des grandes. Le rapport M_T/M chez les petites crevettes est très élevé par rapport à celui des grands individus. Chez les crevettes dont Lc est supérieure à 30 mm, les taux instantanés de mortalité sont sensiblement identiques pour le lot témoin et le lot marqué. Donc, les grands individus supportent très bien le port à long terme de la marque. La mortalité additionnelle est alors fonction de la taille. D'après LE RESTE et MARCILLE (1976), la mortalité additionnelle est probablement faible ou nulle à partir de Lc = 30 mm. Selon ces mêmes auteurs, les crevettes de petite taille sont plus sensibles au marquage que les moyennes et les grandes. Une telle mortalité a été aussi signalée par LUCAS *et al.*, (1972) chez *Penaeus plebejus* marquées avec les disques de Petersen.

Selon le sexe

Au départ, il y avait 74 crevettes marquées et 71 non marquées. A la fin de l'expérience, 50 crevettes sont mortes. Le tableau suivant résume le nombre de crevettes survivantes par semaine

Tableau 10 : Nombre de crevettes survivantes par semaine pour les deux sexes.

Semaine	Témoirs		Marquées	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0	20	51	16	58
1	20	47	15	47
2	20	44	8	41
3	20	40	3	37
4	19	39	2	35

Pour les deux sexes, le taux instantané de mortalité additionnelle est

Tableau 11 : Taux instantané de mortalité additionnelle par semaine chez les crevettes marquées et non marquées en fonction du sexe.

Paramètres	Mâles	Femelles
Témoins (M)	0,013 ± 0,013	0,065 ± 0,019
«Toggle tag» (M_T)	0,379 ± 0,099	0,117 ± 0,024
Mortalité due à la marque (M_M)	0,366 ± 0,095	0,052 ± 0,008
M_T/M	29,15	1,8

D'après ces résultats, la mortalité additionnelle est aussi fonction du sexe. Elle affecte beaucoup plus les crevettes mâles. Chez ces dernières, la mortalité due à la marque est 7 fois plus supérieure à celle des femelles. 87,5% des crevettes mâles marquées sont mortes contre 39,7% chez l'autre sexe. Cette mortalité élevée chez les mâles est probablement due au fait que chez les crevettes Penaeides les mâles sont en général de petite taille. D'après l'étude de la croissance de *Metapenaeus monoceros* effectuée par LE RESTE et MARCILLE (1976), les mâles ont une $Lc_{\infty} = 28,2$ mm tandis que chez les femelles, $Lc_{\infty} = 36,1$ mm.

En cage

Au début de l'expérience, 162 crevettes appartenant à l'espèce *Penaeus indicus* sont maintenues en cage. 90 individus sont marqués et 72 ont servi de témoins. Au bout d'une semaine, il ne reste plus que 10 crevettes vivantes dont une marquée et 9 témoins.

La mortalité élevée chez les témoins qui est de 0,847 ± 0,014/semaine démontre l'existence des «effets de cage» déjà mentionnés par PENN (1975). Une telle mortalité a été aussi observée par LUCAS *et al.* (1972). Au cours de notre étude, la mortalité due aux «effets de cage» est évaluée à 45,17%. En cage, le déplacement des crevettes est très limité, ce qui crée des changements plus ou moins profonds dans leur comportement (cannibalisme accru) et dans leur biologie (nutrition). Cependant, il ne faut pas négliger les effets directs ou indirects des facteurs abiotiques sur le comportement, la biologie et la physiologie des crevettes.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE TANANARIVE

CONCLUSIONS

De cette étude, il en ressort que :

- le «toggle tag» entraîne une mortalité immédiate et une mortalité additionnelle chez les crevettes marquées ;
- les mortalités immédiate et additionnelle affectent beaucoup plus les crevettes de petite taille ($L_c < 25$ mm) ;
- les crevettes mâles sont plus sensibles que les femelles ;
- les «effets de cage» existent et se font sentir beaucoup plus en cages immergées ;
- les mortalités immédiate et additionnelle sont fonction de la taille et du sexe de l'individu marqué et leur taux instantané est faible.

B I B L I O G R A P H I E

CASSIE R.M. 1954 - Some use of probability paper in the analysis of size frequency distribution *Austr. J. Mar. Fresh. Res.* (5) pp 513-522

GARCIA S. et LE RESTE L., 1981 - Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes Penaeides côtières. ***F.A.O. Doc. Tech. Pêches,*** (203) : 210 p.

HARDING J.P. 1949 The use of probability paper for graphical analysis of polymodal frequency distribution. *J. Mar. Biol. Ass.* (28), pp 141-153.

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 tropicale *Cah. ORSTOM. Sér. Océan.*, vol. XIV, N° 3, pp 249-259.

LUCAS C., YOUNG P.C and BRUNDRITT J.K., 1972 - Preliminary mortality rates of marked king prawns *Penaeus plebejus*, in laboratory tanks. ***Austr. J. Mar. Fresh. Res.,*** 23 (2) pp 143-149

MARULLO F., EMILIANI D.A., CAILLOUET C.W. and CLARK S.H. 1976 A vinyl streamer tag for shrimps (*Penaeus spp*) *Trans. Am. Fish. Soc.,* 105 (6), pp 658-663

PENN J.W., 1975 Tagging experments with western king prawn ***Penaeus latisulcatus*** Kishinouye I Survival, growth and reproduction of tagged prawns. ***Austr. J. Mar. Fresh. Res.,*** 26 (2), pp 197-211.

RALISON A., 1985 - Une campagne de marquage de crevettes Penaeides sur la côte Nord-Ouest malgache Rapport technique Projet UNESCO MAG/81/T 01 ***Rapp. N° 1/5 C.N.R.O. Nosy-Be***, 16 p