

Déplacements en mer des crevettes *Fenneropenaeus indicus*

THÉOPHILE RAFALIMANANA



© A. de Rodellec/PNRC

Pour les crevettes adultes en mer, la répartition géographique est liée aux conditions de milieu. Les migrations saisonnières de grande amplitude en hiver sont signalées aux limites extrêmes de distribution de l'espèce chez les pénéides (BURKENROAD, 1939 ; LINDNER et ANDERSON, 1956). Dans certaines régions limites, l'adaptation des pénéides se traduit par l'arrêt de la croissance et une baisse de l'activité de l'animal (GARCIA *et al.*, 1973 ; LHOMME, 1981).

Les contraintes de disponibilité alimentaire, de conditions hydrologiques et d'habitat peuvent inciter les crevettes à migrer. LINDNER et ANDERSON (1956) ont signalé un déplacement de 580 km de *Litopenaeus setiferus* le long de la côte Atlantique des USA. RUELLO (1975) mentionne qu'une crevette pénéide *Melicertus plebejus* a parcouru 930 km en Australie.

Les résultats obtenus lors des études sur les migrations géographiques des *Farfantepenaeus duorarum* aux États-Unis ont montré que des distances de 5 milles nautiques pouvaient être couvertes dans la journée par l'animal et que des déplacements de plus de 150 milles pouvaient être observés (COSTELLO et ALLEN, 1965).

Aucun phénomène de migration de grande amplitude n'a été mis en évidence à Madagascar. Ceci pourrait s'expliquer par l'isolement des fonds à crevettes et la stabilité hydrologique. Toutefois, VINCENT-CUAZ (1964) a signalé l'existence d'une migration trophique de *F. indicus* pendant la saison sèche (de mai à juillet), mais cette supposition reste à vérifier.

Les données

L'étude des déplacements des crevettes est entreprise à partir des données de marquage-recapture obtenues au cours des campagnes de marquages effectuées pendant la saison chaude 1999 devant la côte ouest de Madagascar, en période de fermeture de la pêche pour laisser aux crevettes le temps de grandir et éventuellement de se disperser. Les opérations de marquage ont été réalisées par des scientifiques embarqués sur des crevettiers commerciaux, avec l'appui du GAPCM, et selon le protocole décrit par LHOMME (1998). Ces navires ont eu l'autorisation de chaluter dans ce seul but de marquage. Les recaptures de crevettes marquées ont été essentiellement faites par la pêche industrielle, rarement par la pêche artisanale et la pêche traditionnelle. Seules les recaptures avec position complète ont été prises en compte et quelques données aberrantes ont été écartées (trajet supérieur à 2 milles par jour, le déplacement passif par transport d'un courant fort sur une longue distance pourrait être possible mais très peu probable dans les cas rencontrés).

Les nombres de recaptures valides pour *M. monoceros* et *P. semisulcatus* (102 et 20) étant faibles pour l'étude envisagée, celle-ci ne portera que sur les données de *F. indicus* : 933 observations, avec 22 observations complémentaires obtenues en 2002 lors de marquages de juvéniles dans la baie d'Ambaro au nord de la côte ouest et également en saison chaude.

Trajectoires des crevettes recapturées

Tous les calculs et représentations font l'hypothèse d'un trajet en ligne droite pendant la période de liberté, c'est-à-dire le temps entre la remise de la crevette dans son milieu naturel après son marquage et le moment où elle a été recapturée. C'est donc un trajet minimum en distance et en vitesse moyenne ; un trajet plus long avec une vitesse moyenne plus rapide est possible mais inconnu.

Les distances linéaires et les vitesses de déplacement des crevettes recapturées en fonction du nombre de jours de liberté (groupés par décade) sont représentées sur la figure 10.

La longueur maximale observée du trajet en ligne droite théorique est de 60 milles, la moyenne de la distance totale parcourue est de 7 milles. Le trajet journalier moyen (en ligne droite) calculé est de 0,22 mille.

Au Sénégal, LHOMME (1981) a calculé les distances moyennes parcourues par *F. notialis* lors d'expériences de marquage similaires (saison chaude) et trouve les résultats suivants :

– fonds de pêche de Saint-Louis, marquage effectué en septembre 1976 : 20,4 milles ;

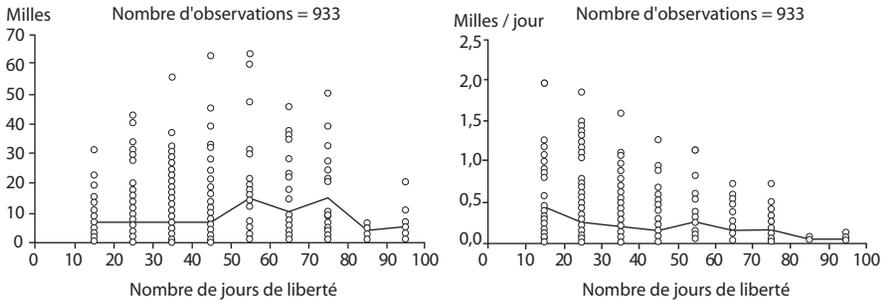


Fig. 10

Distances linéaires et vitesses de déplacement chez *F. indicus* en fonction du nombre de jours de liberté [valeurs individuelles (ronds) et moyennes (lignes)].

- fonds de pêche de Roxo-Bissagos, marquage effectué en septembre 1974 : 6,9 milles ;
- les distances journalières moyennes parcourues étaient de 2,1 milles à Saint-Louis et de 1,5 mille à Roxo.

Par conséquent, la valeur du trajet journalier observé décroît avec le nombre de jours de liberté. On peut supposer que les crevettes marquées migrent au hasard dans toutes les directions dans les premiers temps et, les étendues des fonds de pêche étant assez réduites, les crevettes peuvent très bien retourner vers leur point de départ au fil des jours.

Les positions de marquage et de recapture sont représentées avec le logiciel MAPINFO (fig. 11, 12 et 13).

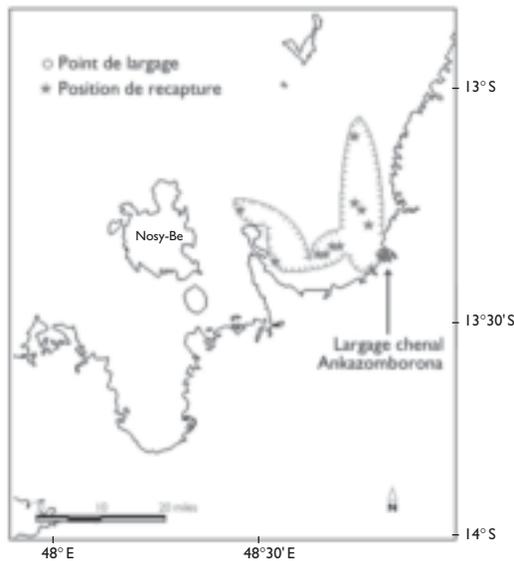


Fig. 11

Déplacement des crevettes *F. indicus* après marquage – Zone nord, 2002.

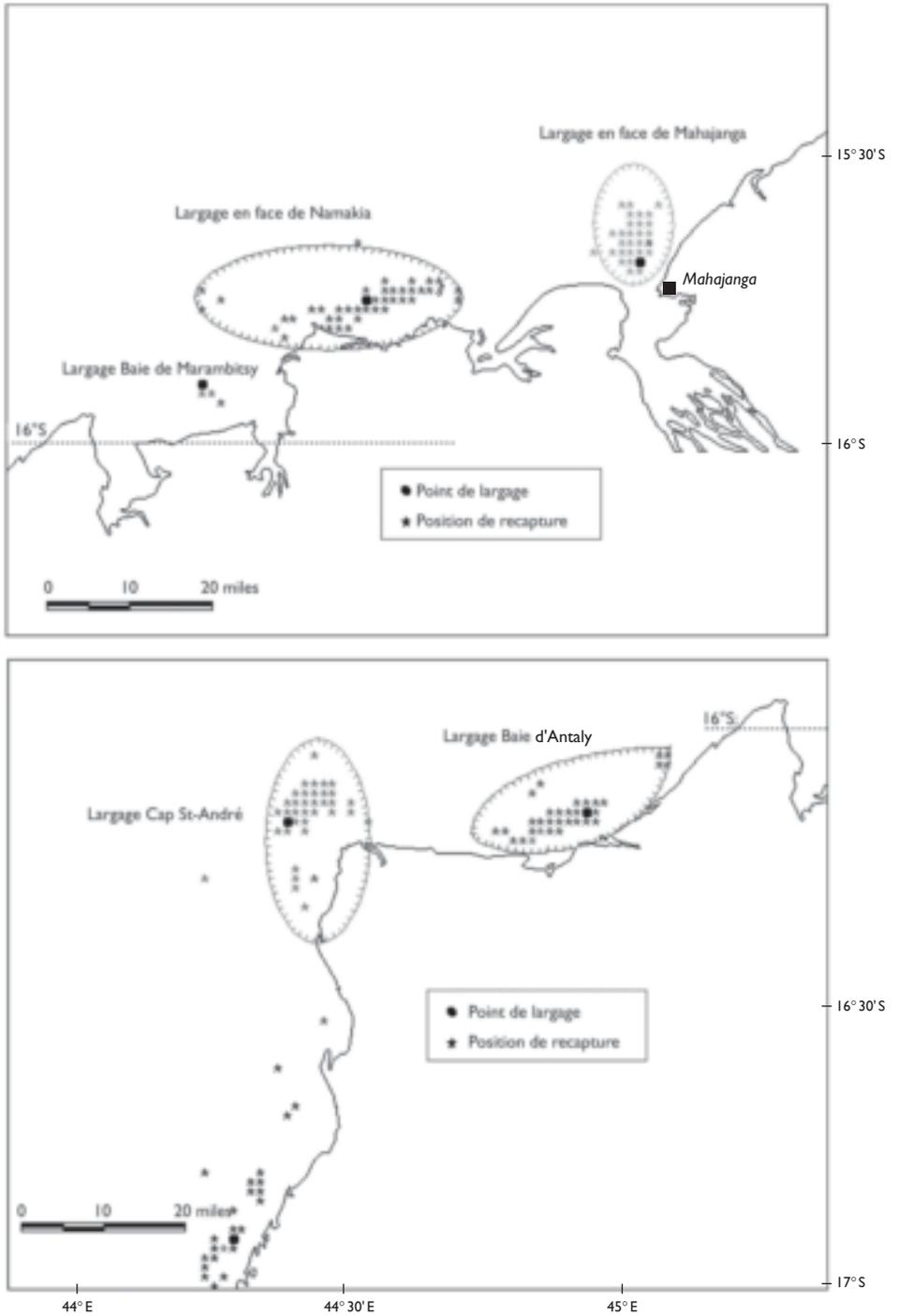


Fig. 12
Déplacement des crevettes *F. indicus* après marquage – Zone nord-ouest, 1999.

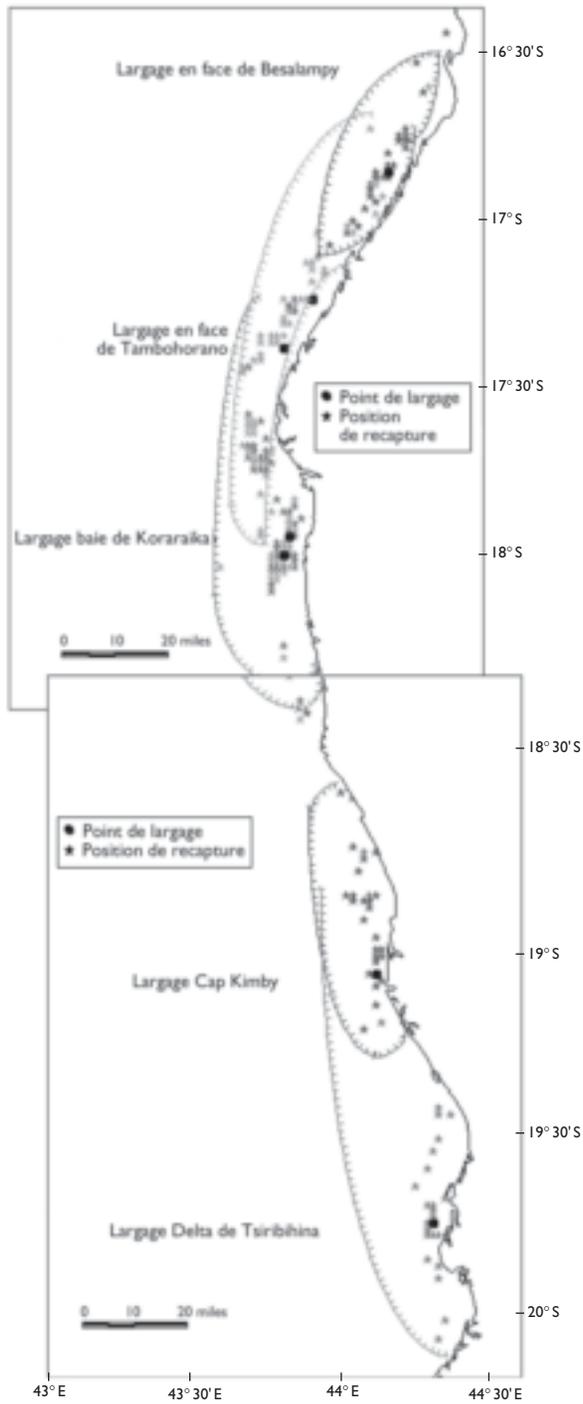


Fig. 13

Déplacement des crevettes *F. indicus* après marquage – Zone sud-ouest, 1999.

D'après les quelques données de recapture obtenues dans la zone nord en 2002 (fig. 11), la dispersion des crevettes se fait apparemment au hasard dans tous les lieux de pêche de cette zone. D'après de précédentes opérations de marquage menées aussi en baie d'Ambaro en décembre 1972 et janvier 1973, également en période de fermeture de la pêche, les crevettes marquées ont été recapturées surtout à l'ouest de la baie d'Ambaro (LE RESTE et MARCILLE, 1976 b ; LE RESTE, 1978) : 288 recaptures à l'ouest sur un total de 321 recaptures. L'expérience de marquage de janvier 2002 montre que les crevettes se disperseraient aussi bien à l'ouest qu'au nord-ouest de la baie.

Dans la zone nord-ouest, la dispersion des crevettes apparaît sous forme d'amas (fig. 12). D'après LE RESTE (1978), il semble que les migrations sont de faible amplitude dans cette zone, et qu'une grande partie des recaptures ont eu lieu sur place.

Dans la zone sud-ouest, il semble que la dispersion soit uniforme sur toutes les zones de pêche (fig. 13).

Dans l'ensemble, pour les zones nord et nord-ouest les crevettes semblent rester dans les mêmes baies, il n'y a pas de déplacement de migration d'une baie à une autre ; par contre, plus au sud les crevettes semblent se mélanger d'un fond de pêche à l'autre.

La variation des vitesses de déplacement

Analyse des variances et modélisation linéaire des données de marquage-recapture

On cherche à analyser les facteurs de variation de la vitesse de déplacement. Pour chaque crevette recapturée la vitesse de déplacement est calculée par le rapport de son trajet linéaire sur son nombre de jours de liberté. On analyse l'effet sur cette variable des facteurs sexe, stade de maturité pour les femelles, taille (LC) au largage, latitude de largage et sonde moyenne de largage-recapture. Les modalités pour chacune de ces variables sont présentées dans le tableau 1. La modélisation linéaire est réalisée à l'aide de la procédure GLM (General Linear Model) du logiciel SAS (SAS Institute Inc.)

Tableau 1
Modalités des variables explicatives pour la modélisation des vitesses de déplacement.

Classe	Niveau	Valeur
Sexe	2	Mâle ou Femelle
Stade de maturité	4	I, II, III, IV (Subrahmanyam)
Taille LC	12	20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42 mm
Latitude	4	Parallèle 15-16°S, 16-17°S, 17-18°S et 19-20°S
Bathymétrie	3	5-10 m, 10-15 m et 15-20 m



*Les crevettes marquées sont remises
dans leur milieu (marquage en estuaire).*

© A. de Rodellec/PNRC



*Mesure de la longueur des crevettes
avant marquage en zone d'estuaire.*

© A. de Rodellec/PNRC

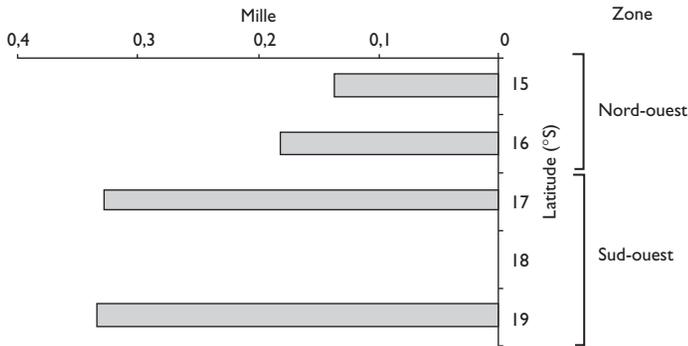


Fig. 14

Variation des vitesses moyennes de déplacement des crevettes selon la latitude.

Les données de marquage-recapture des crevettes adultes de 1999 sont utilisées pour cette modélisation. Nous n'avons pas intégré les données de marquage de juvéniles de 2002 dans les analyses.

Résultats

Les premiers tests ont montré que les effets sexe, stade de maturité et taille au largage ne sont pas significatifs, ce qui suppose qu'il n'y a pratiquement pas de déplacements « polarisés ». Les déplacements observés sont donc assimilés à des déplacements aléatoires de type dispersif.

La modélisation a finalement été réduite à une analyse de variance considérant seulement la variable spatiale (latitude). La variance expliquée par le facteur latitude est relativement faible (9,5 % sur 933 observations), mais l'effet est hautement significatif. Les résultats montrent que la vitesse de déplacement augmente du nord au sud (fig. 14). Elle est de l'ordre de 0,15 mille/jour dans la zone nord-ouest et de 0,33 mille/jour dans la zone sud-ouest. Même dans ce dernier cas, le déplacement journalier reste faible comparativement aux valeurs observées par LHOMME (1981) au Sénégal.

La diffusivité des crevettes

Formulation mathématique

Les mouvements de diffusion peuvent être modélisés par la seconde loi de Fick, qui relie les variations spatiales et temporelles de densité :

$$\frac{\delta n}{\delta t} = D \frac{\delta^2 n}{\delta z^2}$$

D : coefficient de diffusivité
 n : densité
 t : temps
 z : déplacement

Le paramètre du mouvement D (coefficient de diffusivité) peut être obtenu graphiquement à partir de la droite passant par l'origine, et qui exprime la surface occupée par les crevettes relâchées, en fonction du nombre de jours de liberté. Cette surface est calculée à partir de la plus grande distance observée (soit $S = \pi \times d_{\max}^2$ en mille²). La pente de la relation entre surface et temps est égale à D (en mille²/j). L'utilisation de la plus grande distance observée peut prêter à discussion. Elle est choisie ici car, comme indiqué plus haut, la valeur du trajet journalier observé décroît avec le nombre de jours de liberté, ce qui prouve qu'il y a des retours vers l'arrière et que la crevette marquée peut fort bien être allée beaucoup plus loin que son point de recapture. Les résultats qui seront présentés doivent donc être considérés plutôt comme des maxima.

Nous ne considérons ici que les données de marquages des adultes effectués au mois de janvier, en pleine période de saison de pluie. Nous avons effectué séparément la résolution graphique de la diffusivité pour les deux zones considérées.

Résultats

Au-delà de deux mois de liberté, le nombre de recaptures diminue et le déplacement apparent des crevettes est faible, ces données n'ont pas été prises en compte dans les calculs. Pour les données de la zone nord-ouest, nous avons aussi éliminé les valeurs correspondant à [20-30] et [50-60] jours de liberté que nous considérons comme des exceptions. Les ajustements des droites de régression linéaire sont représentés sur la figure 15. Les coefficients de diffusivité maxima obtenus sont de 92 milles²/jour pour la zone nord-ouest et de 239 milles²/jour pour la zone sud-ouest.

La mobilité des populations des crevettes est souvent ignorée dans les modèles de dynamique des populations. Elle est de plus en plus intégrée dans les analyses des ressources migratoires comme les thons. Nous n'avons pas de valeur de référence concernant les crevettes.

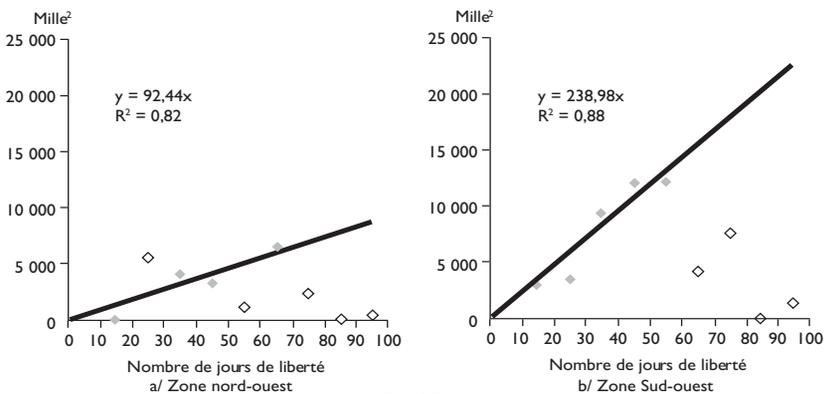


Fig. 15

Graphes d'ajustement linéaire des données de la surface maximale atteinte en fonction du nombre de jours de liberté (Les points en grisé correspondent aux valeurs prises en compte dans les ajustements linéaires).

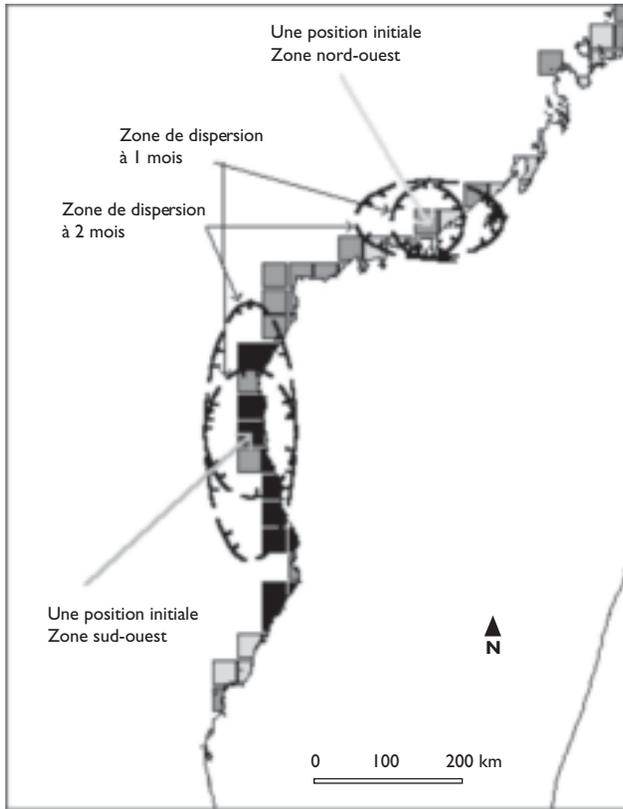


Fig. 16

Schéma de la diffusivité maximale mensuelle estimée des *F. indicus* dans les zones nord-ouest et sud-ouest. La coloration plus ou moins foncée des carrés statistiques correspond à une production annuelle en crevette qui augmente avec l'assombrissement.

La conséquence pratique de la prise en compte des coefficients de diffusivité estimés est qu'un carré statistique de 20' de côté, comme utilisé pour la pêche crevettière industrielle à Madagascar, pourra avoir la même abondance de crevettes au bout d'un mois que les carrés statistiques directement adjacents, dans la limite des barrières physiques et écologiques (topographie, préférences bathymétriques et sédimentologiques, courants marins,...) du milieu, dans le cas de la zone nord-ouest³. Pour le cas de la zone sud-ouest, la diffusivité des crevettes est environ le double de la précédente. Une représentation de la diffusivité maximale des crevettes dans les deux zones est schématisée sur la figure 16. Il s'agit d'ellipses car il a été grossièrement tenu compte de la

3. En effet, un carré de 20' a une surface d'environ 400 milles² entre l'équateur et les tropiques (1 minute de latitude équivaut à 1 mille mais n'a cette valeur qu'à l'équateur pour la longitude. La diffusivité de 92 milles²/jour correspond à 2 760 milles² au bout d'un mois, soit la surface de 7 carrés statistiques, ce qui représente un cercle de 30' de rayon, soit le centre du carré de départ et la valeur du côté d'un carré adjacent.

profondeur maximale que peut atteindre la crevette *F. indicus*. Ainsi, la population de crevettes de la zone nord est caractérisée par un coefficient d'échange faible et dans l'hypothèse d'une possibilité physique de déplacement, il faut plusieurs mois aux crevettes pour passer d'une baie à l'autre. D'ailleurs, l'examen de la concentration en crevettes à partir des prises annuelles des crevettiers par carré statistique montre l'hétérogénéité de la répartition d'abondance, avec la présence de quelques carrés isolés à forte abondance correspondant à chaque baie. En ce qui concerne la zone sud-ouest, cette répartition est beaucoup plus continue, et il y a un échange plus rapide entre les fonds de pêche.

Conclusion

L'étude des déplacements des crevettes montre qu'il n'y a pas de déplacement polarisé pour les crevettes pénéides rencontrées à Madagascar, du moins pour les *F. indicus*. Toutefois, la diffusivité des crevettes n'est pas négligeable. Elle est plus faible au nord qu'au sud. Les photographies de la distribution des ressources présentent donc une certaine marge d'erreur à cause de la fluidité de ces ressources. Les crevettes pourraient se déplacer d'un mois à l'autre sur trois carrés statistiques contigus de 20' de côté.

L'étude des déplacements des crevettes *F. indicus* à partir de campagnes de marquages est à mettre en relation avec les cartographies de l'abondance obtenues à partir des statistiques de pêche par carrés statistiques de 20' de côté, qui indiquent pour la côte ouest de Madagascar une répartition continue de l'abondance dans la partie sud et une répartition discontinue dans la partie nord. Dans la partie nord, de la baie d'Ambaro jusqu'au cap St-André, les crevettes semblent confinées aux alentours de chaque baie.