INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION (ORSTOM)

MISSION ORSTOM DE PORT-VILA

NOTES ET DOCUMENTS D'OCEANOGRAPHIE

N° 14

Novembre 1985

CROISSANCE DES TROCAS A VANUATU

BOUR, W.*

GRANDPERRIN, R.*

*Centre ORSTOM
B.P. A5 NOUMEA
Nouvelle Calédonie

MISSION ORSTOM
B.P. 76 - PORT-VILA
VANUATU
-5 JANV. 1987
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 23144, ex 3
Cote : A

Table des matières

	Page
RESUME	2
ABSTRACT	2
SUMMARY	3
INTRODUCTION	5
GENERALITES SUR LES TROCAS	5
MARQUAGE : MATERIEL ET METHODES	12
RESULTATS: ETUDE DE LA CROISSANCE	19
. Equation de la ccurbe de croissance	19
. Estimations des paramètres pour les trocas de Vanuatu	19
. Comparaison avec les croissances obtenues dans d'autres régions de l'Indo-Pacifique	20
CCNCLUSIONS	23
REMERCIEMENTS	23
BIBLIOGRAPHIE	24
ANNEXE 1 - "Diamètre" des trocas au marquage lors des recaptures R	25
ANNEXE 2 - Communiqué au public (radio Vanuatu)	26
ANNEXE 3 - Articles parus dans le journal	27
ANNEXE 4 - Lettre au Président du Comité des Terres de Mélé	30
ANNEXE 5 - Lettre au Président du Comité des Terres de Lelepa	31

-=0=-

RESUME

Un programme de production de naissain de trocas (*Trochus niloticus*) en captivité a été récemment lancé à Vanuatu dans le but de réensemencer certains récifs surexploités. Auparavant, une opération de marquage avait été effectuée afin d'obtenir une estimation du taux de croissance dans le milieu naturel. 194 trocas ont ainsi été marqués sur l'île d'Efate et trois recaptures avec relâchers successifs se sont déroulés durant une période de 407 jours. Les mesures du plus grand diamètre cnt chaque fois été effectuées. Le modèle de Von BERTALANFFY a été utilisé pour décrire la croissance. La comparaison des résultats obtenus avec ceux provenant d'autres auteurs pour d'autres pays a montré que la vitesse de croissance observée dans cette opération était supérieure à celle des autres. L'extrapolation de ces résultats à l'ensemble de Vanuatu serait toutefois dangereuse du fait des variations des conditions de l'environnement qui sont observables d'un lieu à un autre.

ABSTRACT

In Vanuatu, a project of producing trochus (*Trochus niloticus*) juveniles in captivity has recently been initiated. The aim of this project is to attempt reseeding overexploited reefs. Therefore a tagging experiment has been carried out in order to estimate the growth rate of shells in the wild. 194 trochus were tagged cn the island of Efate. Three subsequent recaptures, measurement procedures and releases took place over a period of 407 days. The Von BERTALANFFY model was adopted to draw the growth curve. The comparison of our results with those of other authors from other locations shows that the growth rate estimated from this experiment is the highest of all. However caution should be applied in extrapolating this result to the whole archipelago as the environmental conditions may vary from place to place.

SUMMARY

1. The trochus (*Trochus niloticus*) is a coral reef-dwelling gastropod of the Indo-Western intertropical region of the Pacific. Trochus were originally distributed on the coasts and archipelagos located between Palau and Fiji but successful transplantations were effected on many islands of the Central Pacific region (Fig. 1). Trochus live in shallow waters from the tidal zone to a maximum depth of 20 meters. Density is very weak beyond 12 meters. Maximum densities can be observed on massive dead coral reef flats. Average size seems to increase from the shore line to the outer reef slope (Fig. 2). Trochus feed on microscopic algae covering dead corals. Trochus are archeogastropods; they can be male of female but they carry no secundary sexual characters. The shell has to be broken to reveal the sex. The gonad, a lamina coupled with the mantle, is whitish for the male and dark green for the female. Spawning activity seems to be low in winter time. Male and female gametes are released in the water, usually a few days after the new moon. Males produce gametes before the females spawn (a female spawns about 100000 eggs). Veliger larvae, a planktonic stage proper to all marine gastropods, only fix themselves onto the substratum after a minimum of three days but this veligerous period can vary in time. During this time, planktonic larvae live off of their lipidic reserve.

2. In Vanuatu, trochus resources have been exploited for export purposes since the beginning of the century. Export statistics are available only since 1969 (Table 1). Fishing data are scarce. Tables 2 and 3 give the amount of trochus loaded by the Vanuatu Cooperative Federation chartered boats from 1976 to 1982. They show important year to year fluctuations. The results of a major Agricultural Census Programme including a section on the socio-economic aspects of village fishing activities show that 1800 fishermen (20.5% of the total number of Vanuatu's fishermen) are harvesting trochus (Table 4). Since 1979 a small factory has been producing trochus mother-of-pearl links and buttons; close to 300 tonnes of trochus shells have thus been processed since 1979. Although government regulation does not allow fishing of trochus less than nine centimeters in "diameter", stocks are overfished in many places. A project of producing trochus juveniles in captivity has recently been initiated. The aim of this project is to attempt reseeding reefs. Therefore a tagging experiment has been carried out in order to estimate the growth rate of shells in the wild.

3. As trochus can well undergo removal from water for a few hours, tagging processes took place on land. The tagging technique consists in perforating the shell with an electrical drill. A numbered plastic tag is then fixed with a plastic screw onto the last twirl (Fig. 3, 4 and 5). Each trochus maximum "diameter" is measured at the base of the shell. 194 trochus were tagged (Appendix 1 and Table 5). They were all released at Elaboé Bay near Devil's

Point (Fig. 6). The diameter-frequency distribution of the tagged trochus is shown in figure 7. The shell diameter-weight relationship is shown in figure 8. Three subsequent recaptures, measurement procedures and releases took place over a period of 407 days. Only five trochus (3% of the initial number of tagged trochus) were recaptured after that period.

4. The Von BERTALANFFY model was adopted to draw the growth curve. The general equation for a linear dimension L of the animal is $L = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_o)}]$ in which L_{∞} is the value of L for a null growth rate, K is a constant proportional to the growth rate and t_o is the theoretical age for which L = 0. The two parameters L_{∞} and K were calculated with a computer by using the traditional mean square method. The value of t_o was calculated using HESLINGA and HILLMANN results based on culture experiments. It was estimated to be 0.3 years (three and a half months). The resulting growth curve and the Von BERTALANFFY equation are shown in figure 9.

5. The comparison of our results with those of other authors from other locations is summarized in table 7. It shows that the growth rate estimated from this experiment is the highest of all. However caution should be applied in extrapolating this result to the whole archipelago as the environmental conditions may vary from place to place.

CROISSANCE DES TROCAS A VANUATU

INTRODUCTION

A Vanuatu, ainsi que dans de nombreuses îles océaniennes, les trocas (*Trochus niloticus*) font l'objet d'une exploitation traditionnelle à fins alimentaires par les habitants du bord de mer (1). Ils y sont également collectés pour approvisionner la fabrique locale d'ébauches de boutons de nacre ou pour être occasionnellement exportés sous forme brute. D'accès facile, cette ressource est en maints endroits surexploitée malgré la réglementation en vigueur qui interdit le ramassage d'individus de "diamètre" inférieur à neuf centimètres. C'est la raison pour laquelle une tentative expérimentale de repeuplement de certains récifs avec de jeunes individus produits en élevage est envisagée. En effet, de tels essais de recolonisation sont actuellement prévus dans d'autres zones du Pacifique.

En préalable à ces essais, il est essentiel de connaître la vitesse de croissance afin de déterminer, d'une part la durée minimum d'élevage permettant de produire des individus assez grands pour avoir des chances raisonnables de survie dans le milieu naturel, d'autre part l'âge à la taille exploitable. Dans le cas des trocas, animaux faciles à pêcher et relativement sédentaires, la technique de marquage avec remise en liberté dans le milieu naturel et recaptures périodiques est une méthode simple d'estimation de cette croissance; c'est celle que nous avons utilisée à Vanuatu. Avant de la décrire, nous avons toutefois jugé utile d'exposer quelques généralités sur ces organismes.

GENERALITES SUR LES TROCAS

Les trocas sont des mollusques Gastéropodes (Archéogastéropodes) vivant sur les récifs coralliens dans la zone intertropicale indo-ouest Pacifique. Dans le Pacifique, leur distribution était primitivement limitée à la zone incluant Palau et l'arc mélanésien. Depuis 1920, des transplantations ont été réalisées avec succès sur de nombreuses îles du Pacifique Central (fig. 1).

Les trocas vivent en eaux peu profondes, de la zone intertidale jusqu'à une profondeur maximale de 20m; les densités sont toutefois très faibles au-delà de 12m (GAIL, 1958). Les plus fortes concentrations sont observées sur les dalles de corail mort ou platier. Ils sont également assez abondants dans les anfractuosités de coraux massifs tels que les *Porites* On les trouve parfois sur la roche nue. BOUR et al, (1982) ont mis en évidence une tendance à une

---

(1) La chair des trocas représente en moyenne 15% du poids vif total (BOUR et HOFFSCHIR, 1985).

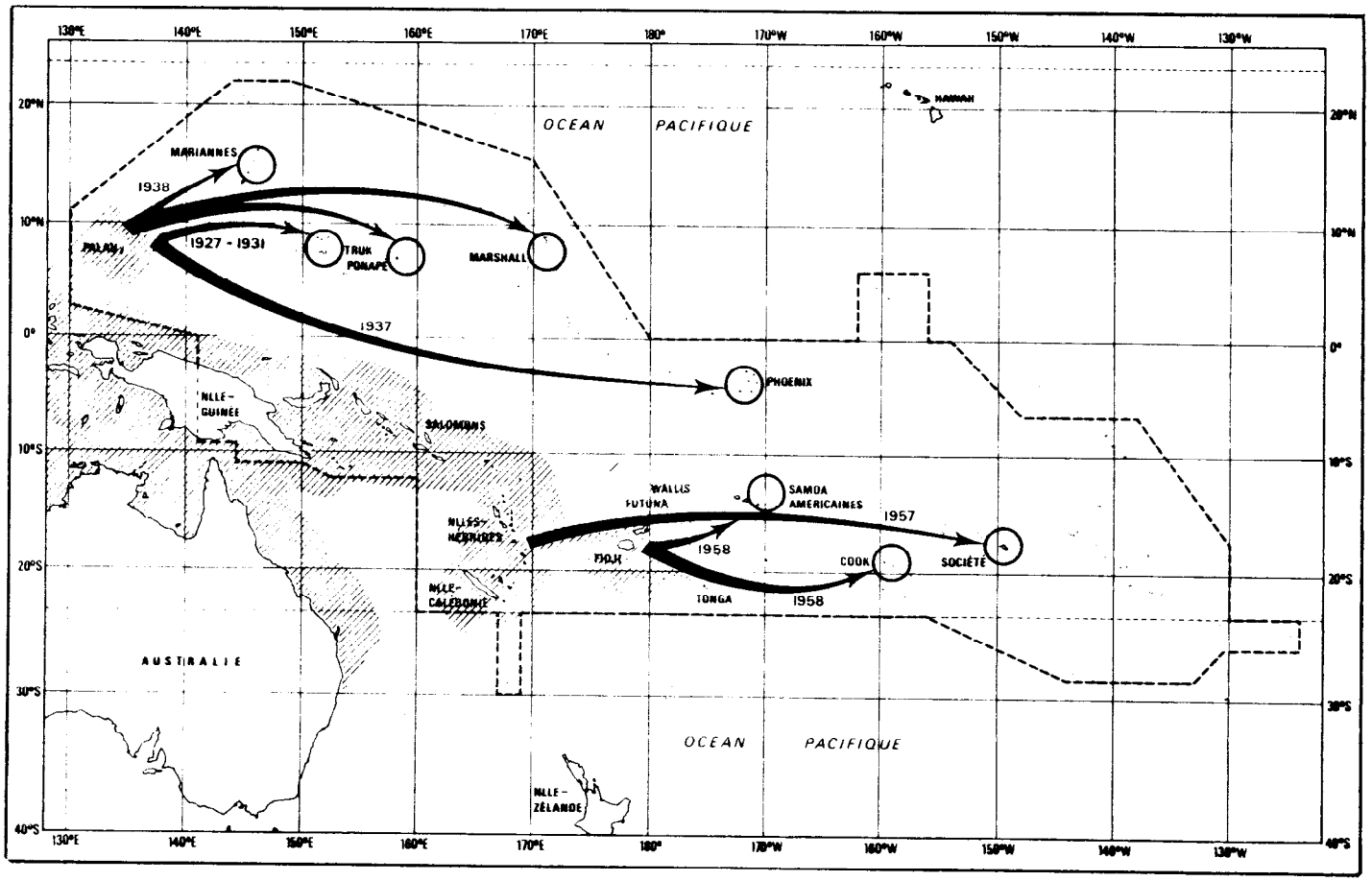

Fig. 1 - Transplantations de trocas dans divers archipels du Pacifique ouest-tropical. (La zone hachurée est l'aire de répartition naturelle du *Trochus niloticus*)

Trochus transplantations in various Western Tropical Pacific archipelagos (Hachured areas show natural distribution of Trochus niloticus)

réduction des tailles depuis le littoral jusqu'au bord du récif (fig. 2). Cette ségrégation pourrait être due au fait que les larves, à l'issue de leur courte phase pélagique, se fixeraient préférentiellement dans la zone la plus calme. Au fur et à mesure de leur croissance, les individus gagneraient ensuite par diffusion la frange battue du platier, puis la pente récifale externe. Si elle existe, cette migration est toutefois très lente car les marquages ont montré que les trocas recapturés après plusieurs mois étaient tous situés dans un rayon d'une centaine de mètres autour du point de marquage (BOUR et al, 1982). Ces animaux seraient donc plutôt sédentaires. A Palau, HESLINGA et al (1984) notent une diminution des densités et des tailles moyennes avec la profondeur.

Leur régime alimentaire est difficile à déterminer de façon précise. Les contenus intestinaux sont en effet formés d'une matière fine de couleur gris-brun analogue à celle du fin limon recouvrant les dalles. Grâce à leur radula, les trocas broutent les algues microscopiques encroûtantes et le film de diatomées recouvrant le corail mort. Ils entrent ainsi en compétition avec certains Turbinidae et d'autres Trochidae, notamment *Tectus pyramidis* qui remplace *Trochus niloticus* sur certains récifs mais n'a pas de valeur commerciale.

Comme chez tous les Archéogastéropodes, les sexes sont séparés; en l'absence de caractère sexuel secondaire, la reconnaissance du sexe ne peut donc se faire qu'en cassant la coquille. La gonade, qui se présente sous forme d'une lamelle accolée au tortillon est blanchâtre chez le mâle et vert foncé chez la femelle. Elle apparaît en couche fine recouvrant la glande digestive lorsque le diamètre basal de la coquille atteint environ 6,5 cm; elle grandit ensuite avec l'individu. Il est probable que la gonade reste fonctionnelle très tard au cours de la vie du mollusque. La ponte affecterait une tendance saisonnière. En Nouvelle-Calédonie, BOUR (en préparation) note une nette interruption d'activité reproductrice de mai à octobre.

Le développement larvaire est assez bien connu depuis les travaux réalisés par HESLINGA (1980 et 1981) sur des trocas en captivité. Les produits sexuels sont émis en pleine eau, en général quelques jours après la nouvelle lune; les mâles émettent leurs gamètes avant les femelles (de 10 000 à 100 000 oeufs par femelle). Les larves véligères, qui correspondent à la phase planctonique de tous les Gastéropodes marins, ne se fixent sur le substrat qu'après un minimum de trois jours; ce stade véligère peut toutefois être de durée très variable. Les larves planctoniques ne s'alimentent pas; elles se développent sur leurs réserves lipidiques (développement lécitotrophe). La brièveté de cette vie pélagique explique peut-être que la distribution naturelle des trocas soit limitée au Pacifique ouest.

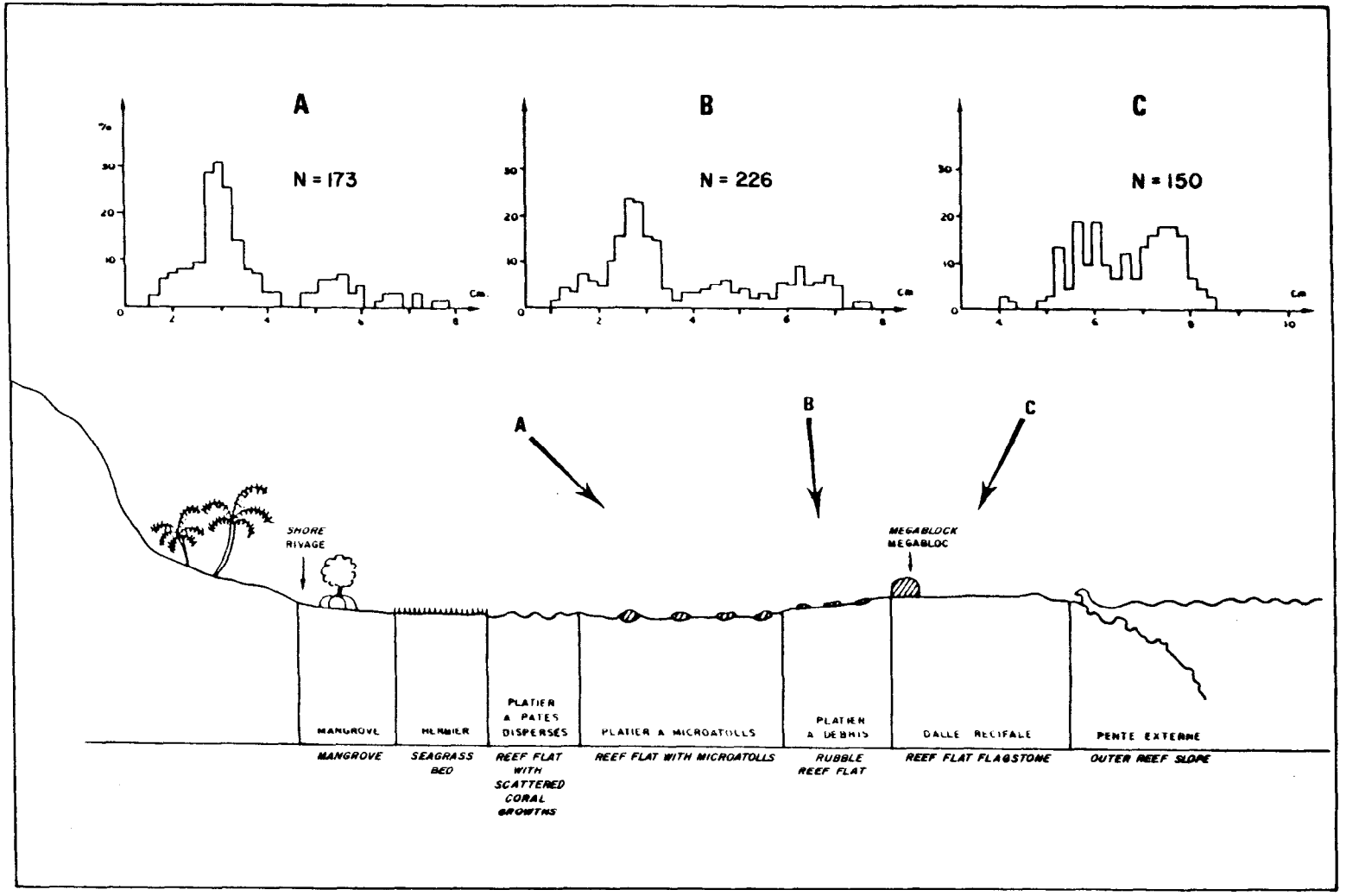

Fig. 2 - Coupe d'un platier frangeant (région d'Unia sud de la Nouvelle-Calédonie) et distributions des fréquences de tailles des trocas à différents endroits (d'après BOUR et al, 1982).

Diagram of a coastal reef front (Unia, south of New Caledonia) and size distribution frequencies according to location (from BOUR et al, 1982).

La récolte des trocas à Vanuatu en vue de la vente des coquilles remonte au début du siècle. On ne dispose toutefois des statistiques douanières à l'exportation (1) que depuis 1969 (tableau 1). Elles donnent une idée imparfaite des fluctuations de la production car les coquilles peuvent être stockées plusieurs mois, voire plusieurs années avant d'être commercialisées. Les données concernant la collecte en vue de la vente sont fragmentaires. Le dépouillement des livres de bord des bateaux affrêtés par la Fédération des Coopératives de Vanuatu (2) de janvier 1976 à mai 1982 a permis de dresser les tableaux 2 et 3. Ils font ressortir de fortes fluctuations d'une année sur l'autre et montrent que l'île de Malekula et le groupe des Banks furent les premiers producteurs durant cette période.

Tableau 1 - Exportation* de coquilles de trocas

Table 1 - Exportations of trochus shells*

Année *Year*	Tonnes	Année *Year*	Tonnes
1969	2	1977	102
1970	7	1978	271
1971	31	1979	37
1972	71	1980	54
1973	56	1981	49
1974	88	1982	50
1975	170	1983	0
1976	213	1984	0

* Bulletin statistique de Vanuatu

* *Statistics Bulletin of Vanuatu*

---

(1) Les exportations sont bloquées depuis le 1/1/84 afin de protéger l'industrie locale de production d'ébauches de boutons de nacre. La réglementation prévoit toutefois que des autorisations spéciales peuvent être délivrées.

(2) Vanuatu Cooperative Federation Ltd. (FEDCOOP).

Tableau 2 - Quantités de trocas (kg) collectées par les navires affrêtés par la Fédération des Coopératives de Vanuatu de 1976 à 1982.

Table 2 - Trochus loads (kg) by the Vanuatu Cooperative Federation chartered boats from 1976 to 1982.

Iles *Islands*	1976	1977	1978	1979	1980	1981	(1982)(2)
Banks	2 195	6 728	3 128	754	5 952	4 816	-
Santo	82	385	8 023	520	-	23	-
Ambae	781	4 889	510	-	-	329	404
Malekula	919	8 990	7 040	5 775	6 858	7 571	4 153
Ambrym	81	12 286	848	445	405	182	-
Paama	-	2 288	-	58	-	-	829
Epi	-	521	521	2 024	4 805	4 524	2 723
Maewo	-	1 169	-	-	-	-	-
Efaté	480	-	92	116	-	-	-
Zone d'Efaté (1)	-	904	2 997	315	2 194	-	438
Pentecôte	82	262	78	-	710	837	80
Shepherd	1 324	-	89	-	1 229	2 319	726
Tanna	-	629	450	761	1 473	451	1 544
Anatom	3 108	268	1 285	-	1 243	156	75
Aniwa	-	-	2 056	42	-	-	-
Futuna	1 195	-	-	-	226	-	-
Erromango	-	6 785	1 166	3 229	662	1 354	-
Total	10 247	46 104	28 283	14 039	25 757	22 562	(10 972)

(1) La zone Efaté correspond aux îles de Nguna-Pele, Amao, Moso et Lelepa.
This zone includes the following islands : Nguna-Pele, Emao, Moso and Lelepa.

(2) De janvier à mai 1982 uniquement.
From January to May 1982 only.

Tableau 3 - Quantités de trocas (kg) collectées par les navires affrêtés par la Fédération des Coopératives de Vanuatu de 1976 à 1982 (2) : données cumulées.

Table 3 - Trochus loads (kg) by the Vanuatu Cooperative Federation chartered boats from 1976 to 1982 (2) : cumulated data.

Iles *Islands*	Poids (kg) *Wt (kg)*	%
Malekula	41 306	26.1
Banks	23 573	15.0
Epi	15 118	9.6
Ambrym	14 247	9.0
Erromango	13 196	8.4
Santo	9 033	5.7
Ambae	6 913	4.4
Zone Efaté (1)	6 848	4.3
Anatom	6 135	3.9
Shepherd	5 687	3.6
Tanna	5 308	3.4
Paama	3 175	2.0
Aniwa	2 098	1.3
Pentecôte	2 029	1.3
Futuna	1 421	0.9
Maewo	1 169	0.7
Efaté	688	0.4
Total	157 944	100.0

(1) et (2) : cf. tableau 3. *Refer table 3.*

Le récent dépouillement d'une vaste enquête concernant la pêche villageoise à Vanuatu a permis à DAVID (1985) d'estimer que près de 1800 pêcheurs (20,5% du nombre total de pêcheurs) récoltent les trocas pour les vendre (tableau 4), ce qui correspond à une activité d'appoint non négligeable.

Depuis 1979, une petite industrie locale produit des ébauches de boutons de nacre; elle souffre toutefois d'irrégularité dans l'approvisionnement. Depuis sa création, puis sa restructuration en 1983 (1), elle a transformé approximativement 300 tonnes de trocas, ce qui correspond à environ 60 millions d'ébauches de boutons (2). A l'époque de ses activités maximales, son personnel était composé de 38 personnes; elle compte actuellement de 12 à 18 employés.

MARQUAGE : MATERIEL ET METHODES

Pour des raisons pratiques évidentes, nous avons effectué le marquage sur l'île d'Efate. Les ressources y étant très surexploitées, nous avons eu quelques difficultés à collecter un nombre suffisant d'individus (3). La récolte s'est déroulée, avec l'aide précieuse de quelques pêcheurs de Lelepa , dans la partie sud-ouest de l'île (Pointe du Diable - Toukoutouk).

Les trocas supportant très bien une exondation de quelques heures, les opérations de marquage ont eu lieu à terre. La technique utilisée consiste à fixer sur l'animal une marque en plastique inaltérable au moyen d'une vis en téflon inserrée dans un trou percé tangentiellement à la dernière muraille de la coquille à l'aide d'une chignolle électrique (fig. 3, 4 et 5). Si elle dépasse de la partie interne de la coquille, l'extrémité de la vis est alors coupée avec un couteau de façon à ce qu'aucune aspérité ne gène la dévagination du pied, donc ne crée de traumatisme ralentissant la croissance. La marque porte un numéro gravé servant à identifier chaque individu. Avant de la fixer, le plus grand "diamètre" a été mesuré au mm près par défaut.

---

(1) L'entreprise fut créée en 1979 sous le nom de " TROCHUS NH". Restructurée en 1983, elle s'appelle maintenant "MELANESIAN SHELL PRODUCTS LTD" (Box 241, Port-Vila).

(2) Une tonne de coquilles permet une production moyenne de 200 000 à 220 000 ébauches de boutons standards. Ces valeurs varient évidemment en fonction de la taille des boutons.

(3) Une centaine de trocas vivants, entreposés le soir dans un fond de baie en attendant d'être marqués le lendemain, disparurent durant la nuit !

Tableau 4 - Nombre de pêcheurs* de trocas (d'après DAVID, 1985).

Table 4 - Number of trochus fishermen (from DAVID, 1985)*

Iles *Islands*	Nb. de pêcheurs* de trocas *No of trochus* fishermen*	Nb. de pêcheurs* de trocas exprimé en % du nb total de pêcheurs* *No of trochus fishermen in % of the total no of fishermen**
Vanua Lava	0	0
Mota Lava	0	0
Mota	0	0
Santa Maria	32	25
Mere Lava	0	0
Santo	27	3
Malo	19	19
Maewo	46	20
Ambae	27	7
Pentecôte	27	4
Ambrym	12	4.5
Malekula	694	34
Paama	39	100
Emao	56	55.5
Epi	223	100
Tongoa	177	90
Tongariki	0	0
Emae	28	20
Nguna Pele	56	35
Efaté	173	17.5
Erromango	64	50
Tanna	53	10.5
Aniwa	5	11
Futuna	0	0
Anatom	7	9
Total	1 767	20.5

* Il s'agit en fait de ménages de pêcheurs.

In actual fact the figures concern fishermen households

194 trocas ont été ainsi marqués (Annexe 1 et tableau 5). Ils ont tous été "relâchés" baie Elaboé, à proximité de la pointe du Diable (fig. 6), en un site particulièrement favorable présentant de larges dalles récifales en mode assez battu. Les individus ont été répartis avec précaution, à la main, sur une zone représentant une superficie d'un demi-hectare environ. Le diagramme des fréquences de tailles des individus marqués est reporté sur la figure 7. Il montre que les petits trocas furent assez peu nombreux malgré une attention particulière apportée à leur collecte. Il eut en effet été souhaitable que les petites tailles soient bien représentées car le taux de croissance, donc la précision sur l'estimation des paramètres, diminue lorsque l'âge augmente. A titre indicatif, la courbe "diamètre - poids de la coquille vide" obtenue en Nouvelle Calédonie par BOUR et al, (1982) est reportée sur la figure 8.

Afin d'inciter les pêcheurs à laisser les trocas marqués en place sur le récif, un communiqué au public a été diffusé en trois langues par radio Vanuatu (Annexe 2), un article a été rédigé en français et en bichlamar dans le journal local (Annexe 3) et une lettre a été expédiée à chacun des Présidents des Comités des Terres de Mélé et de Lelepa (Annexes 4 et 5).

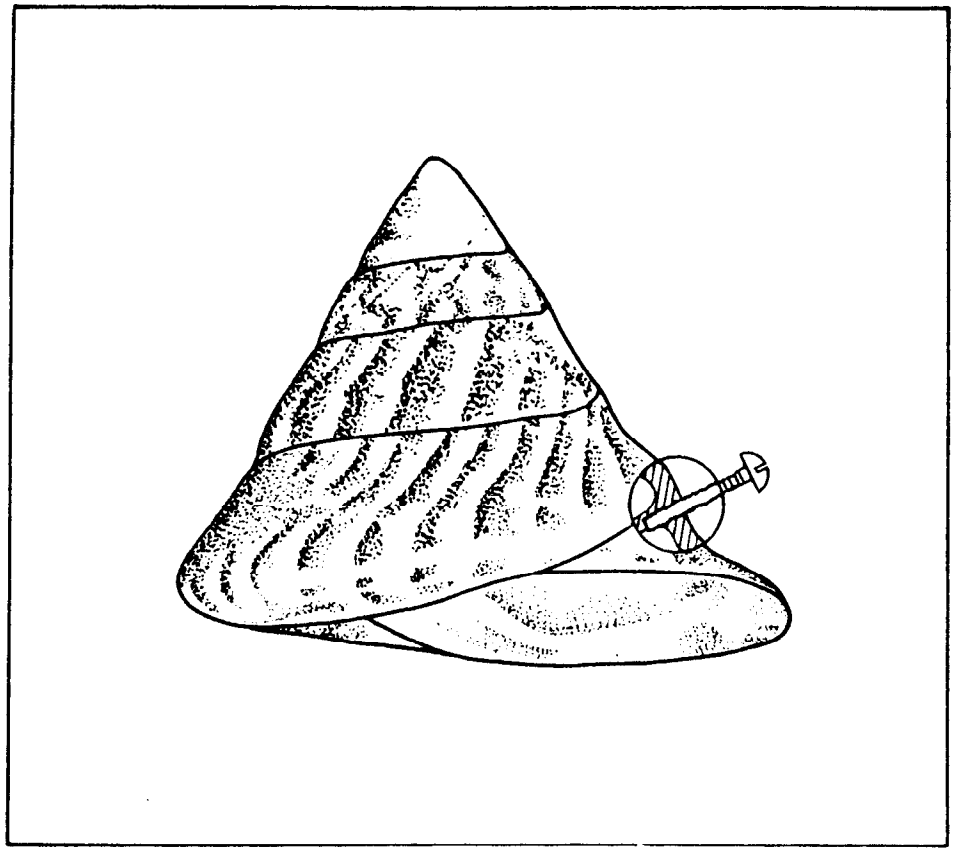

Fig. 3 - Insertion de la vis de fixation de la marque de façon à limiter la perturbation de la croissance.

Insertion of the screw tagging device such as not to reduce growth rate.

Fig. 4 - Perforation de la coquille avec une perceuse électrique.
Perforation of the shell with an electrical drill

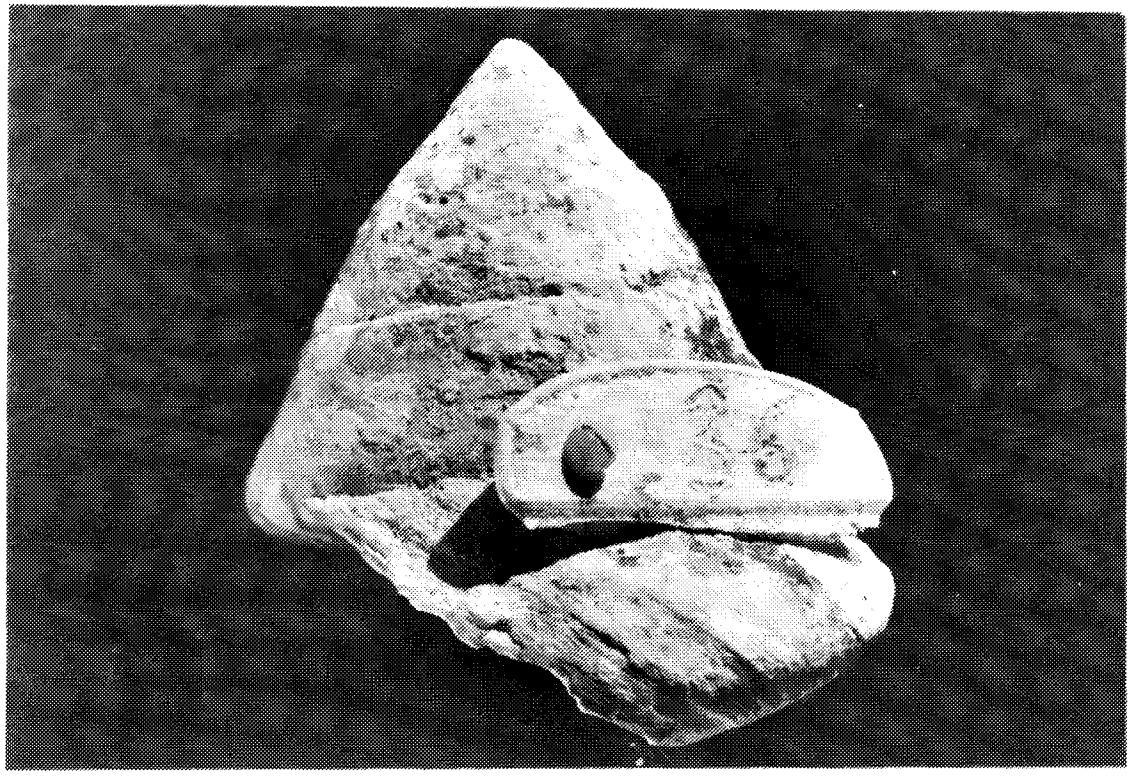

Fig. 5 - Troca marqué
Tagged trochus

Tableau 5 - Résumé des opérations de marquages et de recapture.

Table 5 - Summary of tagging and recapture processes.

Opération *Process*	Nb *No*	Taux de recapture *Recapture rate*	
		en % de N *in % of N*	en % de Ni(1) *in % of Ni(1)*
Nombre N de trocas marqués le 29/7/82 *Number N of trochus tagged on 29/7/1982*	194	-	-
Première recapture le 11/11/82 (105 jours) *First recapture on 11/11/82 (105 days)*			
Nombre N1 de trocas avec marque *Number N1 of trochus with a tag*	89	46	-
Nombre de trocas sans marque (2) *Number of trochus without a tag (2)*	23	12	-
Deuxième recapture le 30/3/83 (244 jours) *Second recapture on 30/3/83 (244 days)*			
Nombre N2 de trocas avec marque *Number N2 of trochus with a tag*	30	15	34
Nombre de trocas sans marque (2) *Number of trochus without a tag (2)*	43	22	48
Troisième recapture le 9/9/83 (407 jours) *Third recapture on 9/9/83 (407 days)*			
Nombre N3 de trocas avec marque *Number N3 of trochus with a tag*	5	3	17
Nombre de trocas sans marque (2) *Number of trochus without a tag (2)*	6	3	20

(1) Ni est le nombre de trocas relâchés à l'issue de la recapture précédente.
Ni is the number of trochus released further to the preceding recapture.

(2) Trocas sans marque mais à trou de chignolle encore visible.
Trochus without a tag but still showing the drilled hole.

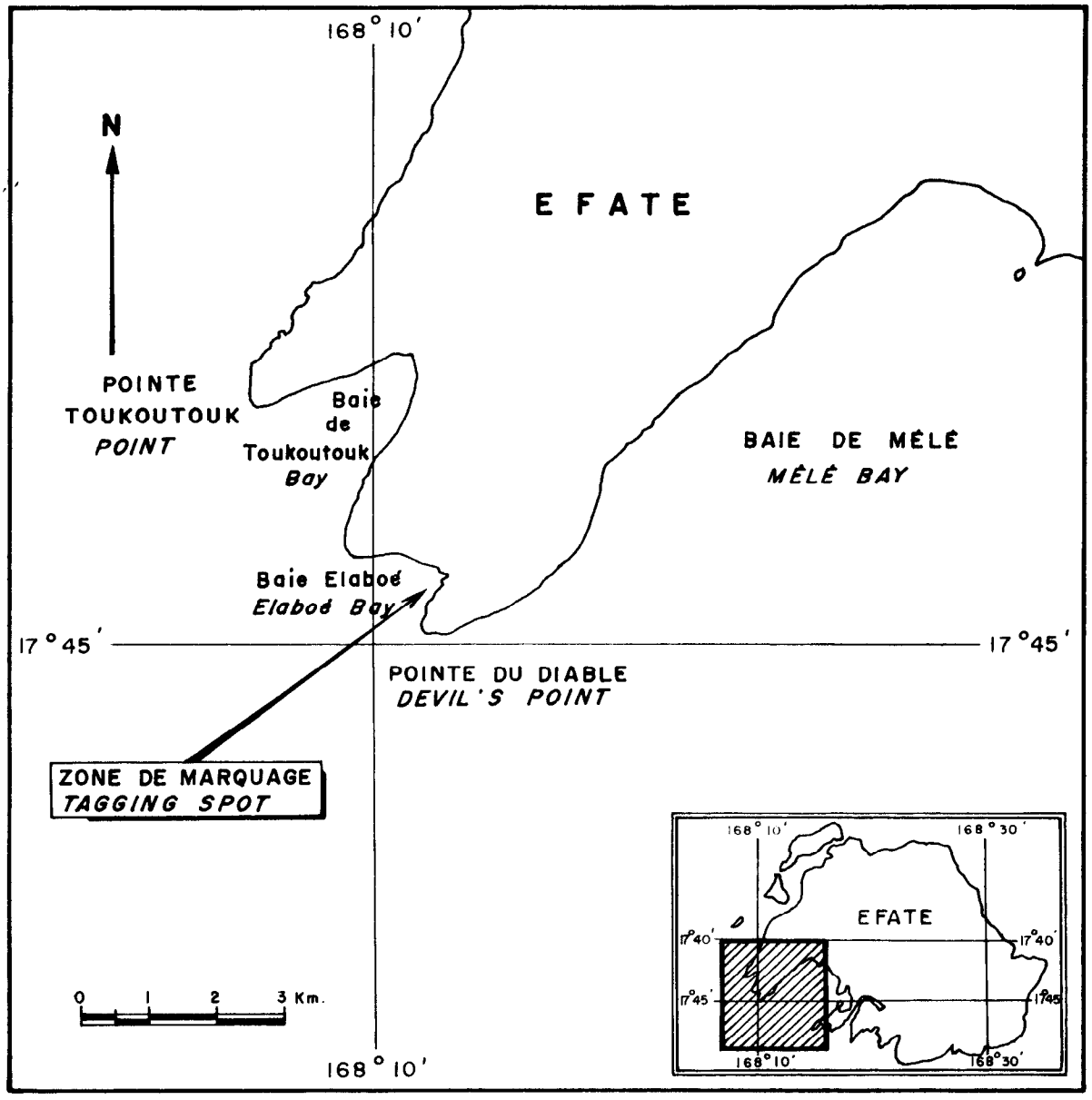

Fig. 6 - Zone de marquage.

Tagging spot

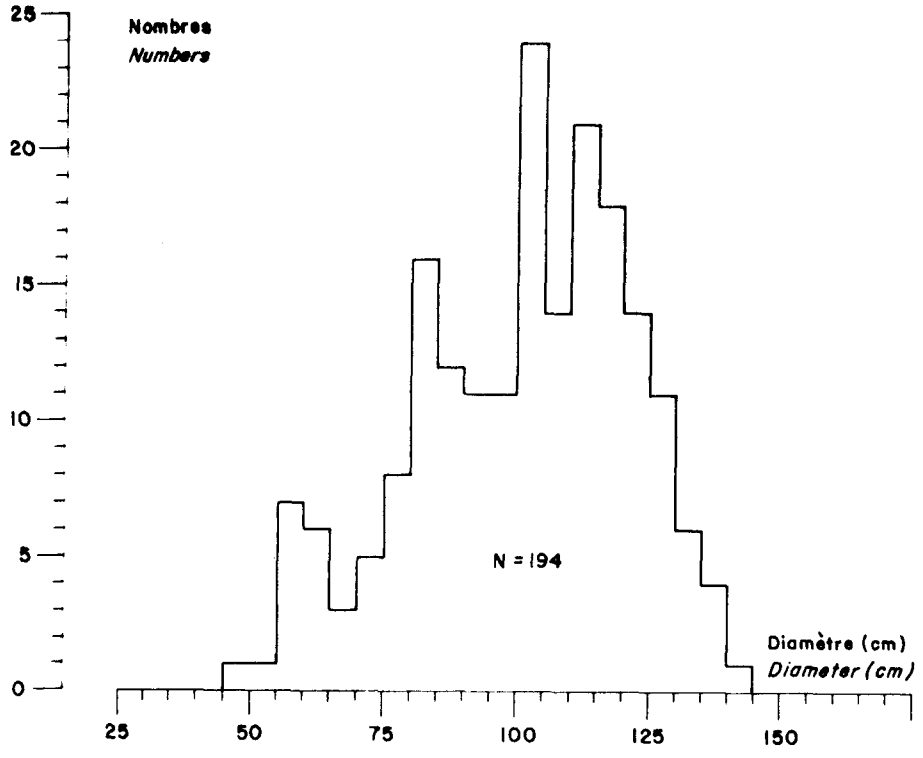

Fig. 7 - Nombre de trocas marqués par classe de diamètre

Number of tagged trochus by diameter classes

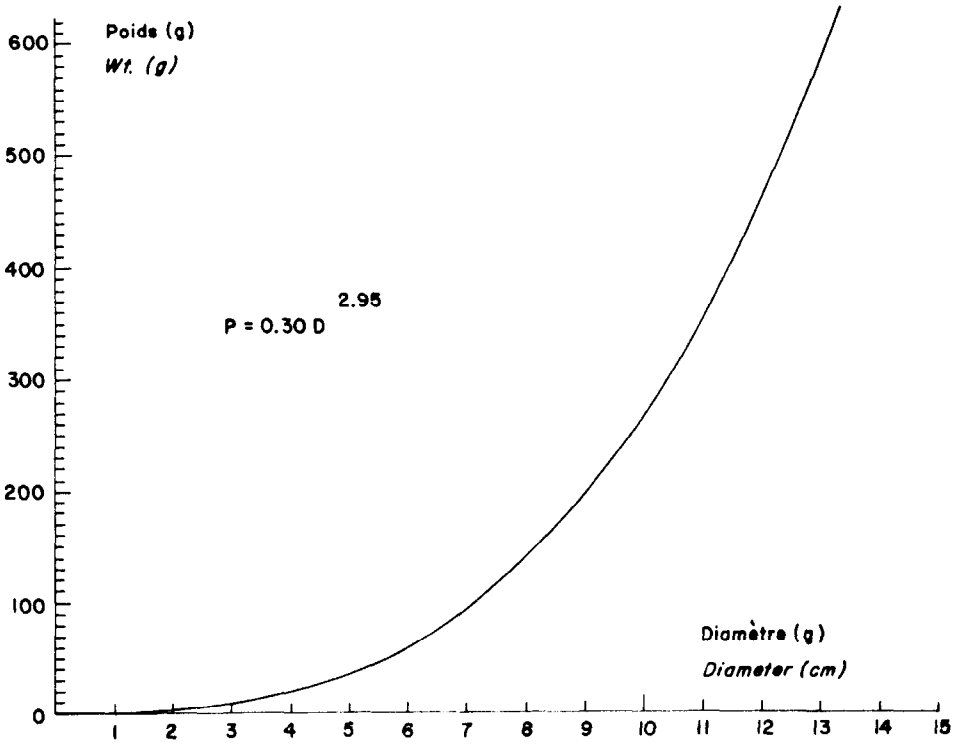

Fig. 8 - Courbe diamètre-poids de la coquille vide en Nouvelle-Calédonie (selon BOUR et al, 1982)

N = 267

Shell Diameter-Weight relationship in New - Caledonia (from BOUR et al, 1982)

Au cours des recaptures successives aucun marquage additionnel n'a été effectué. Après mesure du "diamètre" et lecture du numéro, les trocas furent à nouveau relâchés dans le milieu naturel. Les opérations de marquage et de recaptures successives sont détaillées dans l'annexe 1 et résumées dans le tableau 5. Il en ressort que beaucoup de marques ont été perdues comme en témoigne le nombre considérable de trocas repêchés sans étiquette mais présentant encore le trou de chignolle, bien visible, avec le plus souvent la vis cassée à l'intérieur. Ceci est dû aux trop grandes rigidité et dimension de la marque et à la fragilité de la vis en téflon mal adaptée à résister aux contraintes consécutives à la progression des trocas à l'intérieur de failles étroites. Sur un total de 194 individus marqués, cinq seulement furent récupérés après 407 jours de liberté, soit 3%. Il est probable qu'ils furent récoltés par des pêcheurs, malgré les communiqués de presse et de radio.

RESULTATS : ETUDE DE LA CROISSANCE

Equation de la courbe de croissance

La courbe théorique de Von BERTALANFFY a été utilisée pour cette étude car elle s'adapte bien aux données de croissances observées sur des animaux adultes. Par ailleurs, elle peut être ultérieurement facilement utilisées dans l'élaboration de modèles d'évaluation de stocks. L'équation générale pour une dimension linéaire L de l'animal est :

$$L = L_{\infty}[1 - e^{-K(t - t_o)}]$$

Trois paramètres sont donc à établir :

L_{∞} : valeur de L lorsque le taux de croissance devient nul. C'est une valeur théorique qui est fortement dépendante de la distribution des tailles de l'échantillon de trocas marqués. Elle n'est qu'une indication, parfois grossière, de la taille maximale atteinte par l'espèce.

K : coefficient de croissance qui caractérise la rapidité avec laquelle l'espèce croît vers sa valeur asymptotique L_{∞}.

t_o : âge théorique pour lequel L = o .

Estimations des paramètres pour les trocas de Vanuatu

Les résultats obtenus à la suite du marquage et des recaptures successives ont été traités par le programme informatique B G C 4 (FAO, 1971). Ce programme, par itérations successives, minimise une fonction fournissant les meilleures estimations de K et de L_{∞} (TOMLINSON et ABRAMSON, 1961).

Afin de réduire au maximum l'effet stressant du marquage, les calculs ont été effectués en prenant en compte les variations de diamètre entre le marquage (M) et la première recapture (R1), puis celles observées entre la première remise en liberté et la seconde recapture (R2), enfin celles qui correspondent au laps de temps écoulé entre la deuxième remise en liberté et la troisième recapture (R3), ainsi que les intervalles de temps correspondants entre MR1, R1 R2 et R2 R3. Le traitement a fourni les résultats suivants :

$$L_\infty = 16,3 \text{ cm}$$

$$K = 0,32$$

La valeur de t_o (âge lorsque L = o) ne peut être estimée que si d'autres études permettent de faire correspondre un diamètre donné à un âge exact ou si la date de naissance est connue. Grâce aux travaux de HESLINGA et HILLMANN (1981) qui ont obtenu des pontes en captivité et qui ont suivi le développement des juvéniles jusqu'à l'âge de un an, il a été possible de déduire t_o de leurs résultats.
La droite $\text{Log} \frac{L - Li}{L} = - K (ti - t_o)$ (Li : diamètre à un âge connu ti) coupe l'axe des abscisses pour $ti = t_o$. La valeur que nous avons obtenue à partir des données de HESLINGA et HILLMANN (1981) est $t_o = 0,3$ an soit environ trois mois et demi. Cette valeur permet ainsi de caler la courbe de croissance sur l'axe des âges absolus.

Pour cette expérience de marquage, l'équation de Von BERTALANFFY s'écrit donc :

$$D = 16,3 \left[1 - e^{- 0,32 (t - 0,3)}\right]$$

D : diamètre en cm

t : âge en années

Cette courbe, qui tend vers sa valeur asymptotique L_∞, est représentée sur la figure 9. Sur le tableau 6 sont reportées les deux clés taille/âge et âge/taille établies à partir de cette opération de marquage.

Comparaison avec les croissances obtenues dans d'autres régions de l'Indo-Pacifique

Elle est résumée dans le tableau 7. Certains auteurs n'indiquant pas les valeurs de K, de L_∞ et de t_o , seule la comparaison des tailles sur une échelle d'âges relatifs (dates de naissance inconnues) est donc possible.

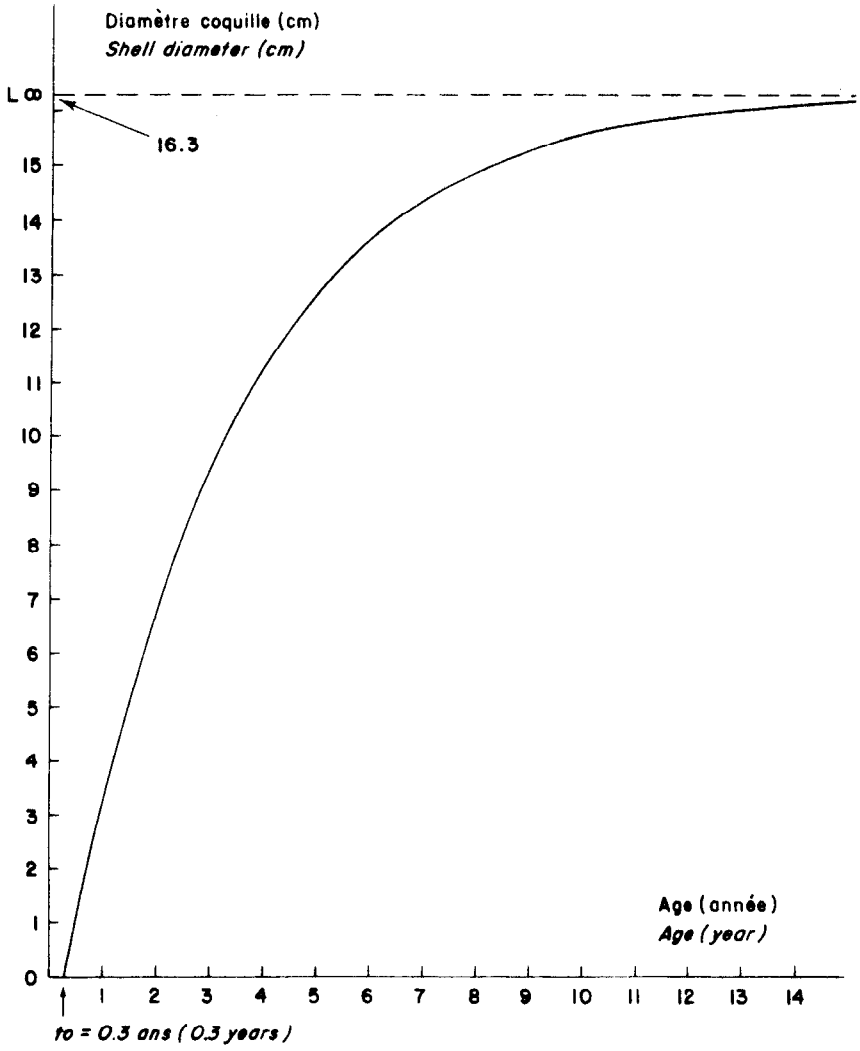

Fig. 9 - Courbe de croissance des trocas à Vanuatu.

$$D = 16.3\ [1 - e^{-0.32(t - 0.3)}]$$

Growth curve of trochus in Vanuatu.

Tableau 6 - Relations entre taille et âge des trocas

Table 6 - Relationship between trochus size and age

Diam. (cm)	Age (an) *(year)*	Age (an) *(year)*	Diam. (cm)
3	0.9	1	3.3
4	1.2	2	6.8
5	1.4	3	9.4
6	1.7	4	11.3
7	2.1	5	12.7
8	2.4	6	13.7
9	2.8	7	14.4
10	3.3	8	14.9
11	3.8	9	15.3
12	4.5	10	15.6
13	5.3	12	15.9
14	6.4	15	16.2
15	8.2	20	16.2
16	12.8		

Tableau 7 - Evolution de la taille des trocas avec le temps selon différents auteurs.

Table 7 - Trochus size evolution with time according to various authors.

Age relatif (ans) *Relative age (year)*	Diamètre (cm)			Diamètre (cm	
	MOORHOUSE 1932 Gde.Barrière *Great Barrier*	RAO 1936 Iles Andaman *Andaman Isl.*	SMITH 1979 Guam	BOUR et al. 1982 Nlle. Calédonie *New Caledonia*	Présente étude VANUATU *This study*
t	2.5 à 3		3.1	3.5	3.3
t + 1	5 à 6	5	5.6	5.4	6.8
t + 2	7.8	5 à 8	7.5	7.0	9.4
t + 3		8 à 10	9.0	8.2	11.3
t + 4		10 à 11	10.2	9.2	12.7
t + 5			11.1	10.0	14.4
t + 6		11 à 12	11.9	10.6	14.9
t + 7			12.5	11.2	15.3
t + 8		12 à 14	12.9	11.6	15.6
t + 9			13.3	11.9	15.9
t + 10			13.6	12.2	16.2
t + 11			13.8	12.4	16.2

La croissance observée à Vanuatu apparaît comme la plus rapide comparée à celles rapportées par les autres auteurs. Ce fait est probablement lié aux conditions de milieu qui semblent particulièrement favorables dans la zone où se déroula l'opération de marquage. Le récif de la baie Elaboé est en effet bien connu des pêcheurs qui se souviennent y avoir fait de bonnes collectes. S'il a été surexploité depuis quelques années, le biotope favorable au développement des trocas y demeure néanmoins toujours en place, d'ailleurs sans qu'aucune espèce compétitive ne s'y soit encore installée; le faciès est favorable, la nourriture (algues encroûtantes) y est abondante, l'influence de la houle, donc l'agitation, est importante, mais sans excès. Bien que les platiers frangeants de Vanuatu soient dans l'ensemble soumis à de bonnes conditions de lumière et d'oxygénation, néanmoins tous ne sont probablement pas aussi favorables aux trocas que celui de la baie Elaboé. En effet, la vitesse de croissance peut varier fortement d'une zone à l'autre (SMITH, 1979). En Nouvelle-Calédonie, où BOUR et al, (1982) l'ont calculée par marquage dans six zones différentes, la valeur de K a varié de 0,11 à 0,62 (ces différences sont toutefois dues en partie aux différences observées dans les distributions de fréquences de tailles des trocas marqués). Quoiqu'il en soit, si la valeur moyenne (K = 0,32) observée à Vanuatu peut paraître forte par rapport à celle de Guam (K = 0,24) et à celle de Nouvelle-Calédonie (K = 0,19), dans l'état actuel de nos connaissances, rien ne permet toutefois de dire qu'elle est surévaluée.

CONCLUSIONS

L'opération de marquage conduite sur Efate a permis de montrer que la vitesse de croissance des trocas y est du même ordre de grandeur, sinon plus élevée, que dans d'autres zones du Pacifique. Bien qu'il faille se garder d'extrapoler les résultats à l'ensemble de l'archipel, on peut toutefois affirmer que de nombreuses zones offrent des conditions favorables au développement de ces organismes. Ce résultat est encourageant dans la perspective du réensemencement de certains récifs à partir de naissain produit en élevage. Il faut toutefois rester conscient du fait que la totalité des zones potentiellement recolonisables à Vanuatu ne représente qu'une aire limitée relativement à celles qui existent sur la Grande Barrière australienne et en Nouvelle-Calédonie.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la famille LAURENT et en particulier Monsieur René LAURENT pour toute l'aide apportée durant les opérations de marquage et de récupération successives. Grâce à Monsieur PALA, les pêcheurs de Lelepa participèrent à la collecte des trocas; que tous trouvent ici le témoignage de notre gratitude. Notre reconnaissance va aussi aux Directeurs du Service des pêches, Monsieur CROSSLAND puis Monsieur KALTONGGA ainsi qu'au Représentant de l'ORSTOM à Vanuatu, Monsieur CAMPILLO, pour leur soutien permanent. Nous remercions aussi Monsieur KOULON, notre collaborateur local qui prit part au marquage et à toutes les pêches.

BIBLIOGRAPHIE

BOUR, W., F. GOHIN et P. BOUCHET - 1982 - Croissance et mortalité naturelle des trocas en Nouvelle-Calédonie, Centre ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 54 p.

BOUR, W. et C. HOFFSCHIR - 1985 - Evaluation et gestion de la ressource en trocas de Nouvelle-Calédonie. Rapport final de Convention ORSTOM/Territoire de Nouvelle-Calédonie, ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 70 p.

DAVID, G. - 1985 - La pêche villageoise à Vanuatu : recensement. 1. Moyens de production et production globale. Mission ORSTOM de Port-Vila, Notes et documents d'océanographie, 12, 198 p.

FAO - 1971 - Computer programs for fish stock assessment (compiled by N.J. ABRAMSON), FAO Fisheries Technical Paper 101, 155 p.

GAIL, R. - 1958 - Contribution à l'étude du trocas en Nouvelle-Calédonie. Rapport ORSTOM, Nouméa, Nouvelle Calédonie, 37 p.

HESLINGA, G.A. - 1980 - Report on Palau's trochus hatchery project. S. Pac. Comm. Fish. News., 20 : 4-8.

HESLINGA, G.A. - 1981 - Larval development, settlement and metamorphosis of the tropical gastropod Trochus niloticus. Malacologia 20 : 349-357.

HESLINGA, G.A. et A. HILLMANN - 1981 - Hatchery culture of the commercial top snail Trochus niloticus in Palau, Caroline Islands. Aquaculture 22 : 35-43.

HESLINGA, G.A., O. ORAK et M. NGIRAMENGIOR - 1984 - Coral reef sanctuaries for trochus shells. Marine Fisheries Review, 46(4): 73-80.

MOORHOUSE, F.W. - 1932 - Notes on Trochus niloticus. Sci. Rept. Gt. Barrier Reef Exped. 1928-1929, 3(5) : 145-155.

RAO, H.S. - 1936 - Observations on the Growth and longevity of Trochus niloticus Linn. in the Adaman Islands. Records of the Indian Museum, Calcutta, 38 : 473-499.

SMITH, B. - 1979 - Growth rate, abundance and distribution of the topshell Trochus niloticus on Guam. Master of Science in Biology. Univ. of Guam, 24 p.

TOMLINSON, P. et N. ABRAMSON - 1961 - Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. Fish. Bulletin, 16, 19 p.

Annexe 1 - "Diamètre" des trocas au marquage (1) et lors des recaptures R

Appendix 1-Trochus "diameter" at tagging (1) and at the time of recapture R

Marquage (2) M *Tagging (2)*	Recaptures (2) R 1 105 jours *105 days*	R 2 244 jours *244 days*	R 3 407 jours *407 days*	Marquage (2) M *Tagging (2)*	Recaptures (2) R 1 105 jours *105 days*	R 2 244 jours *244 days*	R 3 407 jours *407 days*
95	102	109		75	84		
106	110			102	109		
100	106	113		124	130		
86	94			104	111	118	
122	124			115	125		
102	110			80	84		
94	10	105		57	68		
94	102			70	77		
100	104			96	101		
112	118		127	115	119		
111	116	120		104	115		
119	123			99	105		
112	118			103	107		
78	85			97	108		
106	114			111	109		
99	106	112		86	88		
63	72		92	114	119		
64	71			81	96		
113	119			113	116	120	
103	110			104	107	124	
49	62			104	108	115	
115	115			87	94		
75	85			80	88		
109	114			144	146		
79	86		106	109	114		
93	100	107		118	123		
130	133			138	140	142	
99	101			92	98		
82	86	105		102	104		
102	107			80	87		
125	130			91	98		
107	108			84	89	99	
68	77	89	100	128	132		
98	103			86	92		
85	91			84	90		
89	95			118	124		
115	119			120	123		
90	96			103	108	115	
84	90			122		130	
122	124	129		105		122	
59	64			82		97	
57	65		82	69		90	
113	118	122		70		92	
134	135	138		110		121	
117	120			102		113	
120	123			111		120	
135	139	140		101		114	
93	97			104		113	
90	92			129		135	

(1) Bien qu'un total de 194 individus aient été marqués, seuls figurent ici ceux qui ont fait l'objet d'une recapture.
Although 194 trochus were tagged the list includes only the ones which were recaptured.

(2) Dates de marquage - *Date of tagging* - 29/7/1982

Dates de recaptures - *Dates of recaptures*
11/11/82, 30/3/83, 9/9/83.

Annexe 2 - Communiqué au public (radio Vanuatu).

Appendix 2 - Public notice (radio Vanuatu)

Communiqué au public

(Port-Vila, 2 août 1982)

Le Service des pêches de Vanuatu et la Mission ORSTOM de Port-Vila ont récemment effectué des marquages de trocas sur Efate avec la collaboration de pêcheurs de Lélépa.

Le but de cette opération est de suivre la croissance de ces organismes. Les trocas marqués sont facilement reconnaissables car ils portent une étiquette numérotée en plastique blanc. il est instamment demandé aux pêcheurs de les laisser en place sur le récif.

Public notice

The Vanuatu Fisheries Department and the ORSTOM Mission of Port-Vila with the collaboration of Lelepa fishermen recently held a tagging operation on trochus on the coast of Efate.

The purpose of the operation is to follow the growth rate of the trochus. The marked specimens are easily identified by the presence of a white plastic tag with a number on it. The fishermen are asked to leave marked trochus on the reef.

Public notis

Vanuatu Depatmen blong Fisery wetem Ofis blong ORSTOM long Vila, tufala i stap putum mak long ol troka long ol reef long Efate, wetem help blong olgeta man blong Lelepa. Wok ia emi blong luk olsem wanem olgeta troka oli krow. Troka we i kat mak oli luk save olgeta quik taem from we oli kat wan wait plastic stika wetem numba i stap long em. Oli askem long ol man we i stap daiv long troka blong putum back long reef ol troka we i kat mak long em.

Annexe 3 - Articles parus dans le journal

Appendix 3 - Press releases

Marquage de trocas

Depuis des temps immémoriaux, les trocas font l'objet d'une petite exploitation traditionnelle par les habitants du bord de mer à des fins alimentaires. Ce coquillage, dont le nom scientifique est *Trochus niloticus* est assez peu esthétique sous sa forme brute, du fait principalement d'encroûtements qui en dissimulent la beauté. Toutefois, après ponçage et polissage, sa splendeur nacrée apparaît en teintes irisées vert pâle et gris, pour la plus grande joie des amateurs d'exotisme. Les industriels de la confection ont sû mettre à profit cette parure en la découpant en boutons destinés aux vêtements de luxe. La demande mondiale est importante et ne cesse de croître; aussi, les trocas sont-ils de plus en plus activement collectés sur les récifs des rivages océaniens, à tel point que, sur certaines îles, il n'est pas facile d'en trouver quelques individus vivants. Tel est le cas d'Efate.

Conscients du problème posé par cette surexploitation, le Service de la pêche de Vanuatu et l'ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer) ont décidé d'entreprendre une étude qui permettra de préciser quelques aspects de la biologie de ces coquillages, en particulier leur vitesse de croissance. L'étude de la croissance s'effectue par marquage. Un certain nombre d'individus sont capturés vivants sur les récifs. Chacun d'eux est mesuré et pesé avec soin. La coquille est ensuite percée à la chignolle en évitant toute lésion de la chair. La marque est alors fixée à l'aide d'une vis, de telle sorte qu'elle n'entrave pas le développement futur de l'animal. Ainsi identifiés, les trocas sont relachés dans un milieu naturel qui leur est favorable : dalles de corail mort en mode battu consolidées et recouvertes par un encroûtement d'algues unicellulaires dont ils se nourrissent. Des recaptures périodiques tous les deux à trois mois permettent de déterminer leur taux de croissance. L'expérience se poursuit ainsi un à deux ans. Comme les jeunes individus grandissent plus vite que les adultes, le marquage porte sur toutes les classes de taille, ce qui permet de calculer les différents rythmes de croissance tout au long du cycle vital.

Partout dans le monde, de très nombreuses opérations de ce type sont réalisées par les biologistes. Elles ne concernent pas seulement les coquillages mais aussi d'autres animaux : crustacés, poissons, oiseaux, mammifères, etc... Pour les poissons, le succés de l'étude dépend entièrement de la bonne volonté des pêcheurs qui sont vivement encouragés à rapporter marques et poissons aux responsables du programme. Dans le cas présent, il est au contraire tout à fait déconseillé d'agir ainsi. Les trocas marqués doivent rester en place sur le récif.

Grâce à la coopération des pêcheurs de Lelepa, environ deux cents trocas ont ainsi été marqués et relachés sur Efate. Suivant l'intérêt des résultats, l'expérience pourra être ultérieurement étendue à d'autres îles. Si les taux de croissance sont satisfaisants il sera possible d'envisager le réensemencement de certains récifs surexploités avec de très jeunes trocas produits artificiellement en élevage, ceci grâce à une technique que des chercheurs mettent actuellement au point dans les îles Caroline.

(photo noir et blanc) Août 1982

STADI LONG TROKA

Long long taem bifo, olgeta man we oli stap kolosap long solwora oli iusum trokas olsem wan kakai blong olgeta. Sel ia, we sientifik nem blong em *Trochus niloticus* emi no luk nais taem yu lukluk long em wetem ol solwora krass i kavremap gudfala sel blong em. Yu fainem afta we klinim wetem wan ston mo polisim, wan gudfala peal kala wetem sam lait krin mo krei stein i stap long em we olgeta indastri blong mekem ol sas klos i stap katem blong mekem baten long em.

Long wol naoia, oli stap askem tumas long em, mo yumi fainem se trokas i stap lus long rif blong sam aelan blong Pacific, forom oli kolektem plante long em. Emi keis blong Efate.

Vanuatu Fisery Depatmen mo ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), we tufala i konsiens long ova explotasen blong trokas, tufala i mekem wan stadi we bambai i givim sam biology aspekt blong sel ia mo olsem wanem emi krow. Stadi blong luk olsem wanem troka i krow i blong putum wan mak long em. Bambai sam laiv trokas oli tekem aut long rif, mesurem mo weim wan wan long olgeta. Wetem wan han bora, mekem wan hol long sel blong em we i no save tachem kakai blong em mo putum wan skru long em blong mekem mak.Taem i finis, putum baek ol troka long rif long wan ples we yu save faenem olgeta long em, emia long strong ston blong det korel we ol krass-rak i kavremap mo troka i stap kakai. Long evri tu o tri manis, oli tekem aut ol troka ias bakegen long solwora blong fainem aut krow reit blong olgeta. Emia oli stap mekem long wan tu tu yia. Olsem we ol yang wan i stap krow kwik bitim ol olfala long em, mein poin blong putum mak i blong luk long evri sais, wenem nao diferent steit blong krow blong wan troka long laef blong em.

Long wea ples long wol naoia, plante long ol taip blong operesen olsem ia, ol baelogist nao i mekem. Emi no konsern no mo ol sel, be sam narafala animol bakegen, olsem ol fis, pigin, etc. Long ol fis, blong mekem wan gudfala stadi long em, emi kam long gudfala wil blong olgeta fisman we oli enkarejem olgeta blong givim baek fis we mak i stap long em long oganisesen blong program ia. Bat long stadi blong troka yumi stap tokabaut, emi tabu blong mekem olsem. Ol troka we i kat mak i mas stap long rif.

Wetem help long olgeta fisman blong Lelepa, tu handred (200) trokas oli bin putum mak long em mo livim baek long ol rif long Efate. Sapos gudfala risalt i kamaut long experiens ia bambai oli save mekem long narafala aelan. Mo sapos reit blong krowt emi inaf, i kat posebiliti blong mekem wan stok long ol yang troka mo putum olgeta long ol rif we i no mo kat long em; emi wan niu stadi we olgeta man blong lukautem samting i mekem long Caroline aelan.

Annexe 4 - Lettre au Président du Comité des Terres de Mélé.

Appendix 4 - Letter to the President, Land Committee, Mélé.

16 Juillet 1982

Monsieur Meto JIMMY
Président du Comité des Terres
Mélé

Objet : étude scientifique sur les trocas à la Pointe du Diable et à Toukoutouk.

Monsieur le Président,

Le ramassage des trocas est une activité importante dans certaines îles. Toutefois, une pêche trop active risque d'entraîner une disparition des ressources. C'est la raison pour laquelle il convient d'entreprendre des travaux qui permettront de définir les moyens de régénérer les stocks. Pour y parvenir, il est indispensable d'étudier la vitesse de croissance de ces organismes. Afin de la connaître, on capture un certain nombre d'individus vivants. Ils sont alors mesurés, marqués avec une étiquette spéciale portant un numéro, puis relachés. Quelques mois plus tard, ils sont repêchés et mesurés à nouveau. On connaît ainsi la croissance durant la période écoulée entre les deux pêches.

Le Service des pêches et l'ORSTOM envisagent d'effectuer prochainement des marquages. Les zones de la Pointe du Diable et de Toukoutouk semblent propices. Nous avons donc l'honneur de solliciter de votre bienveillance l'autorisation d'y mener à bien cette opération qui se déroulerait durant la deuxième quinzaine de juillet.

Bien que ces récifs soient habituellement peu fréquentés par les pêcheurs de trocas, du fait des ressources limitées, nous vous serions toutefois particulièrement reconnaissants de demander aux propriétaires coutumiers, aux populations riveraines et aux pêcheurs occasionnels de ne pas collecter les trocas portant une marque. Dans ce domaine, une collaboration de leur part serait particulièrement appréciée.

Nous sommes persuadés que l'intérêt de ces travaux suscitera la compréhension de tous. En vous remerciant par avance, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos salutations distinguées.

J. CROSSLAND
Directeur des Pêches

R. CAMPILLO
Chef de la mission ORSTOM

Annexe 5 - Lettre au Président du Comité des Terres de Lelepa.

Appendix 5 - Letter to the President, Land Committee, Lelepa.

16th July 1982

Mr. George KALTAUA
President Land Committee
Lelepa
North Efate

Dear President,

Fishing for trochus is an important village activity in some islands of Vanuatu. However, overfishing might occur leading to the resource being fished out. There therefore is a need to undertake studies to improve the stocks of trochus. To do so it is necessary to study the growth rate. Live trochus are captured, measured and tagged with a special tag on which a number is written. They are then released. A few months later, they are captured and measured again. The growth during the release period is then known.

The Fisheries Department and ORSTOM are planning to undertake such a tagging programme. It seems that Devil's Point and Toukoutouk areas would be convenient. Therefore we seek your agreement to undertake such an experiment. It is due to take place sometime during the second half of July.

Although these reefs are not often visited by trochus fishermen, as the resources are limited we would be particularly grateful if you could ask the traditional land owners and the people living close by, as well as the occasional fishermen, not to catch any shell showing a tag. Their help in this matter would be highly appreciated.

We are sure that the results of such a study will be for the benefit of all people fishing for trochus in Vanuatu, and we thank you in advance for your cooperation.

Yours sincerely,

James CROSSLAND
Director of Fisheries

R. CAMPILLO
Chef Mission ORSTOM