

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM)

CENTRE ORSTOM DE PORT VILA

NOTES ET DOCUMENTS D'OCÉANOGRAPHIE

No. 21

OCTOBRE 1989

PÊCHE PROFONDE AUX CASIERS AU VANUATU
RÉSULTAT DES CAMPAGNES EXPÉRIMENTALES

GUERIN, J.M.
CILLAURREN, E.

CENTRE ORSTOM

B.P. 76

PORT VILA

VANUATU

21 JUL. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 34051, ex 3

Cote : A

SOMMAIRE

RESUME.....	2.
I. INTRODUCTION.....	3.
II. MATERIEL ET METHODES.....	4.
1. LES CASIERS.....	4.
2. OPERATIONS DE PECHE.....	4.
2-1.MOYENS NAVIGANTS.....	4.
2-2.LA POSE DES CASIERS.....	6.
3. ZONES DE PECHE.....	6.
4. COLLECTE DES DONNEES.....	6.
III. RESULTATS.....	8.
IV. ANALYSES.....	10.
1. INFLUENCE DU SITE DE PECHE....	10.
2. INFLUENCE DE LA PROFONDEUR....	12.
2-1. CAPTURES TOTALES.....	13.
2-2. CAPTURES SPECIFIQUES...	13.
3. INFLUENCE DU TEMPS DE CALEE...	15.
V. DISCUSSION.....	18.
VI.ANALYSE ECONOMIQUE.....	22.
1. CONDITIONS D'EXPLOITATION....	22.
2. COURBE DE COÛTS.....	22.
3. COURBE DE REVENU.....	24.
4. RESULTATS ECONOMIQUES.....	24.
VII.CONCLUSION.....	26.
REMERCIEMENTS.....	27.
BIBLIOGRAPHIE.....	28.
LISTE DES TABLEAUX.....	29.
LISTE DES FIGURES.....	30.
ANNEXES:	
Annexe 1:.....	32.
Annexe 2:.....	33.
Annexe 3:.....	38.
Annexe 4:.....	46.

RESUME

Des pêches expérimentales au casier ont été effectuées au Vanuatu à des profondeurs variant entre 17 et 430 mètres. Les captures ont été dans l'ensemble relativement faibles (3.15 Kg de poisson et 1.51 nautilus par calée) mais également très irrégulières. Les espèces capturées ont été surtout: Lutjanus rufolinatus, Pristipomoides flavipinnis, Pristipomoides filamentosus. L. rufolinatus était surtout abondant entre 100 et 200 m. alors que P. flavipinnis a surtout été capturé au-delà de 200 m., la répartition des nautilus (Nautilus pompilius) étant apparemment bi-modale (150-200m et au delà de 300m). D'un point de vue économique, ce type de pêche s'avère peu intéressant, compte tenu des faibles captures et des coûts élevés d'exploitation.

SUMMARY

Trap fishing was tested in Vanuatu waters at varying depths between 17 and 430 meters. The overall catch was lower than expected (3.15 Kg of fish and 1.51 nautilus per set) and also highly variable. The main species caught were: Lutjanus rufolinatus, Pristipomoides flavipinnis, and Pristipomoides filamentosus. L. rufolinatus was abundant between 100 and 200 m. and P. flavipinnis at depth over 200 m. The distribution of nautilus (Nautilus pompilius) was bi-modal (150-200 m and over 300 m). From an economic point of view, this type of fishing doesn't seem to be viable due to low catch rates and the high costs of operation.

I. INTRODUCTION.

La pêche des espèces démersales à l'aide de casiers est traditionnellement pratiquée par les pêcheurs des Caraïbes et des Philippines (MUNRO, 1974; Pauly *et al* in KULBICKI et MOU-THAM, 1987). Ce type de pêche s'est avéré être commercialement intéressant puisqu'il est également pratiqué en Australie. Les programmes de recherche associés à ce type de pêche peuvent être classés en deux catégories, d'une part ceux visant à perfectionner l'engin et à améliorer son utilisation, d'autre part ceux dont le but est l'introduction de ce type d'engin dans des régions où il n'est pas utilisé. C'est dans ce cadre que s'inscrivent les travaux entrepris au Vanuatu et dont ce rapport présente les résultats.

Il existe en effet une exploitation des espèces démersales au Vanuatu au moyen de lignes à main. En 1982, celle-ci a bénéficié de la création d'une structure de développement de la pêche profonde le VFDP (Village Fisheries Development Programme) dont le but était d'intensifier l'exploitation de ces ressources en encourageant la création d'associations de pêcheurs dans les villages (formation des pêcheurs, fourniture de matériel). L'objectif de ce programme était d'approvisionner en produits de qualité les marchés urbains (Port-Vila et Luganville) et également de développer les activités d'exportation de produits de la mer du Vanuatu. Les premiers résultats observés et les estimations de rendement qui ont suivi ont été encourageants puisque la Prise Maximale Equilibrée a été évaluée à 736 tonnes par an pour l'ensemble des eaux du Vanuatu (BROUARD et GRANDPERRIN, 1984). La seule méthode de pêche développée dans le cadre du VFDP était la pêche à l'aide de lignes à main utilisées avec des moulinets de bois embarqués sur des petits bateaux de 5.50 m . La pêche au casier était une innovation technique assurant une transition de la petite pêche artisanale actuelle vers un type de pêche se rapprochant plus de la pêche semi-industrielle (laquelle, par la régularité de ses apports est plus adaptée à l'approvisionnement d'un marché d'exportation).

Les campagnes expérimentales de pêche profonde au casier ont débuté en avril 1987 et se sont poursuivies jusqu'en octobre 1988. Le projet a été financé par l'Ambassade de France à Port-Vila et trois Volontaires du Service National se sont succédés pour assister la Section Recherche du Service des Pêches dans le déroulement de ces campagnes. Un premier rapport a été établi au Service des Pêches concernant la première partie des pêches expérimentales de mars à juin 1987

(BLANC, 1987). Le présent travail tente d'analyser l'ensemble des résultats. Les objectifs sont de comparer d'une part l'efficacité des casiers dans les eaux du Vanuatu par rapport aux résultats observés dans d'autres pays, et d'autre part l'intérêt de cet engin par rapport à la pêche au moulinet existante. Des résultats complémentaires concernant la rentabilité des opérations et certains aspects de la dynamique des stocks de poissons exploités sont également présentés.

II. MATERIEL ET METHODES.

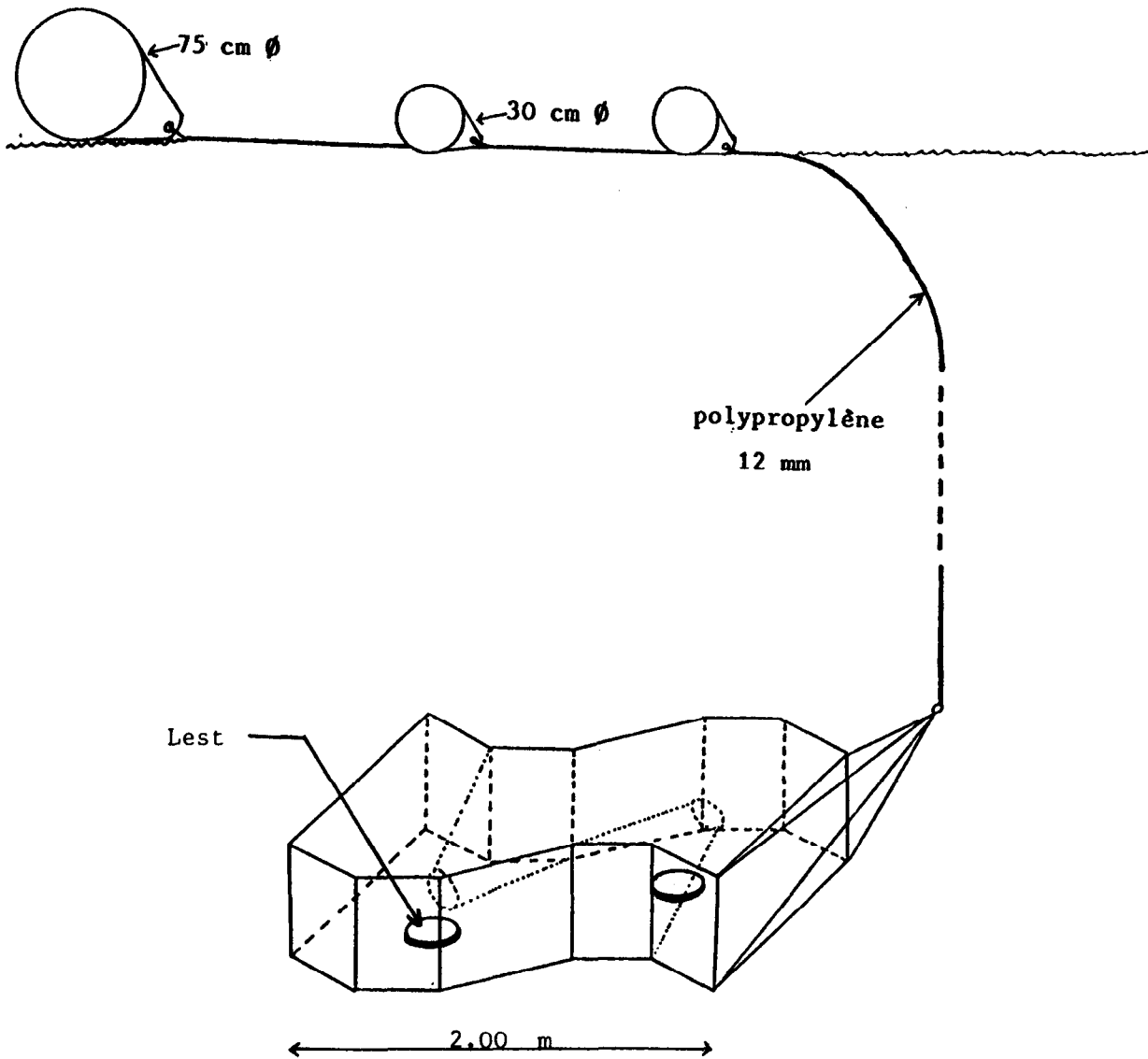
1. Les casiers.

Les casiers employés sont du type Z-Trap popularisés par la FAO dans son catalogue des petits engins de pêche (cf Annexe 1). Ils sont constitués d'une armature métallique en fer à béton (Diamètre: 10 mm) recouverte d'un grillage galvanisé à mailles rectangulaires de dimensions 50 x 25 mm. La forme des casiers permet leur emboitage ce qui en facilite le stockage et le transport. Deux entrées symétriques sont aménagées afin de permettre la capture du poisson quelle que soit la position dans laquelle le casier se pose sur le fond. Le poids des casiers est d'environ 50 Kg et ils sont lestés avec deux poids de 4 kg fixés tous les deux sur l'un des grands cotés du casier. Le gréement est constitué d'un orin de polypropylène (diamètre: 12 mm) et de bouées permettant le repérage et la récupération des casiers (Figure 1). Une grosse bouée (diamètre: 75 cm) sert à localiser le casier en mer et deux petites bouées résistantes à la pression (diamètre: 30 cm) permettent d'éviter que l'orin ne se prenne dans l'hélice du bateau lors des manoeuvres de récupération.

2. Opérations de Pêche.

2-1. Moyens navigants.

Deux navires du Service des Pêches ont participé aux campagnes expérimentales. Le premier est l'ETELIS, un bateau de 10 mètres équipé d'un moteur de 35 cv et d'un vire-ligne hydraulique, indispensable pour virer les casiers compte-tenu de leur poids. L'équipage de l'ETELIS est constitué de quatre hommes. Le principal inconvénient de l'utilisation de ce bateau est le manque de place à bord, obligeant parfois à faire plusieurs voyages pour transporter les casiers sur les lieux de pêche. Ce bateau a été employé de mars à juin 1987, période pendant laquelle 94 calées ont été réalisées. Ensuite, le Service des Pêches a pu disposer d'un autre navire, le YAZUR, bateau de 15 mètres muni d'un moteur de 150 cv et également de vire-lignes hydrauliques. L'équipage de ce



cf plan du casier en Annexe.

FIGURE 1: GREEMENT DES CASIERS.

bateau est de cinq hommes et le pont est suffisamment vaste pour pouvoir stocker et transporter 10 casiers. De septembre à octobre 1988, 75 calées ont été réalisées.

2-2. La pose des casiers.

Entre 1 et 1.5 Kg de poisson frais ou à défaut congelé étaient utilisés pour appâter les casiers. Il est reconnu que l'appât frais donne de meilleurs résultats que l'appât congelé (BLANC, 1987). Comme dans le cas de la pêche au moulinet, la bonite (Katsuwonus pelamis) donne les meilleurs résultats. En cas de manque de bonite, il a fallu utiliser des sardines (Herklotsichtys punctatus). Parfois, l'obtention de ces deux appâts en quantité suffisante a posé des problèmes, obligeant à employer du thon à nageoire jaune (Thunnus albacares), du maquereau (Selar sp.) et de la bonite à dos rayé (Euthynnus affinis) (BLANC, 1987).

Une fois sur le lieux de pêche et le casier appâté, la profondeur est repérée à l'aide du sondeur et le bateau se stabilise face au vent à l'endroit désiré. Le casier est alors passé par dessus bord à la main et le gréement est filé alors que le navire se remet à avancer. Les casiers sont laissés en pêche le temps voulu et sont ensuite récupérés par le même bateau. Les bouées sont facilement repérées et hissées à bord manuellement. Puis l'orin du gréement est passé dans le vire-ligne et l'ensemble composé du gréement et du casier est ainsi hissé à bord. Les poissons capturés sont alors récupérés et le casier est de nouveau appâté avant d'être remis en pêche.

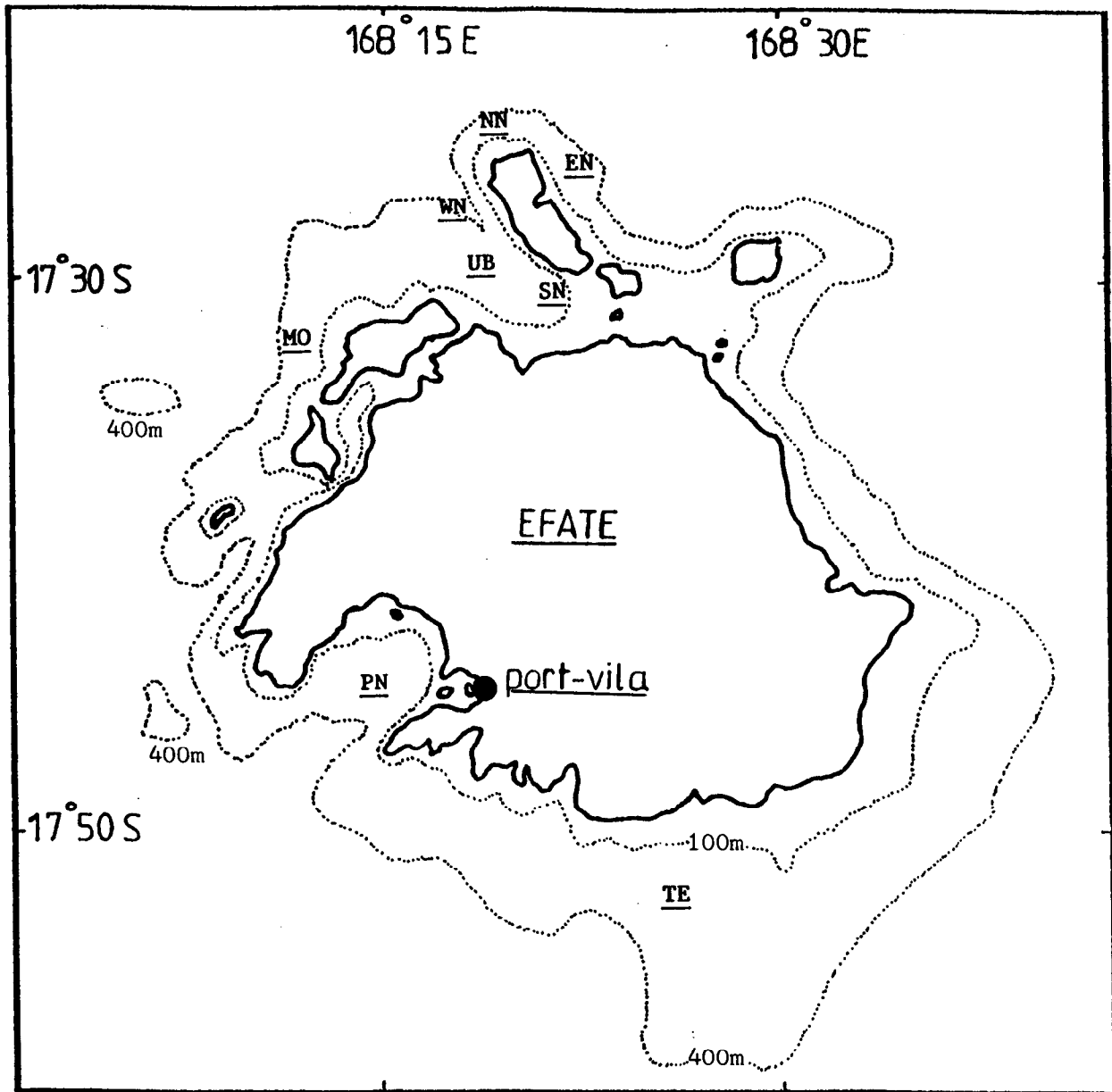
3. Zones de pêche.

Ces campagnes de pêche au casier se sont déroulées autour d'Efate (figure 2 et tableau 1). Le navire ETELIS utilisé pendant les premières campagnes, était basé à Nord-Efate dans le nord de l'île où les premières pêches ont eu lieu. Plus tard avec l'emploi du YAZUR, de nouvelles zones de pêche ont été prospectées à l'ouest et au sud de l'île en 1988. Les profondeurs de calées se sont échelonnées entre 17 et 430 mètres, les temps de calée variant eux de 4 à 240 heures.

4. Collecte des données.

A chaque pose de casier, les informations suivantes étaient rapportées:

- la profondeur,
- le temps de calée,
- le poids total de poissons capturés,



NN:North Nguna	EN: East Nguna	WN: West Nguna
SN: South Nguna	UB: Undine Bay	MO: Mosso
PN: Pango North	TE: Teouma	

FIGURE 2: ZONES DE PECHE AUTOUR D'EFATE.

le nombre total de nautilus,
 le nombre de poissons par genre ou par espèce
 selon le cas,

La détermination de l'espèce a été effectuée pour les prises appartenant aux genres Pristipomoides, Lutjanus et Etelis. Les autres prises ont été répertoriées sous le simple nom de genre. L'unité d'analyse a été la Capture par Unité d'Effort (CPUE), ici le nombre ou le poids capturé par unité d'effort. Deux types d'unité d'effort ont été utilisées.

Pour les analyses des captures, dans la perspective d'obtenir des renseignements sur les stocks de poissons et leur comportement, l'unité d'effort utilisée a été le temps de calée en heures. Les rendements totaux ont alors été exprimés en Kg/Heure de calée. Les rendements spécifiques ont été déterminés en nombre de poissons/Heure de calée. En revanche, pour l'analyse économique des conditions d'exploitation, la pose de casier ou calée a été utilisée comme unité d'effort quelle que soit sa durée. En effet, celle-ci correspond mieux à une unité économique de production que l'unité précédente, tant du point de vue des charges que du point de vue des produits d'exploitation, une différence d'une heure sur le temps de calée n'entraînant pas de différence importante au niveau des couts d'exploitation (carburant etc...)

III. RESULTATS.

TABLEAU 1: POSES DE CASIERS DANS LES DIFFERENTS SITES.

SITE	CODE	POSES
WEST NGUNA	WN	8
EAST NGUNA	EN	21
NORTH NGUNA	NN	6
SOUTH NGUNA	SN	5
UNDINE BAY	UB	58
TEOUMA BAY	TE	30
PANGO NORTH	PN	2
MOSSO ISLAND	MO	37

Sur les 169 calées effectuées, 2 casiers ont été perdus, par conséquent, l'analyse porte sur les prises obtenues au cours de 167 calées dont les résultats sont présentés à l'annexe 2. Au total, 526 Kg de poissons et 251 nautilus (Nautilus pompilius) ont été capturés pour un temps total de pêche de 4988 hrs. La capture par unité d'effort moyenne fut de 0.11 Kg de poisson par heure de calée et de 0.05 nautilus par heure de calée. Les nombres de poissons capturés pour 6 espèces et trois genres ont été répertoriés au tableau 2. Le total des captures présenté dans ce tableau est inférieur aux captures totales car d'autres poissons tels les murènes, congres ou petits requins n'ont pas été répertoriés, il s'agit toutefois de prises négligeables.

TABLEAU 2: COMPOSITION SPECIFIQUE DES CAPTURES (en nombre).

Etelis Carbunculus	5
Pristipomoides filamentosus	70
Pristipomoides flavipinnis	125
Pristipomoides multidentis	20
Lutjanus rufolinatus	195
Lutjanus malabaricus	36
Epinephelus sp.	37
Gymnocranius sp.	46
Seriola	19
total répertorié	593

Les captures moyennes s'élèvent à :

3.15 Kg de poisson et 1.51 nautille par calée

Avec pour écarts-types respectifs :

4.05 Kg et 2.29 nautilles

Ces écarts-types sont très élevés par rapport aux moyennes. Cette forte dispersion des valeurs observées par rapport à la moyenne résulte du fait que 85% des casiers n'ont capturé que 56% du poids total capturé, comme l'illustre la dissymétrie des courbes représentées aux figures 3a et 3b; de nombreux casiers ont enregistré de très faibles captures tandis que quelques casiers ont eu de très bons résultats. Ces différences s'expliquent sans doute par l'action conjointe du lieu de pêche, de la profondeur et du temps de calée, qu'il convient d'analyser. Le nombre de calées effectuées pour chaque ensemble de conditions expérimentales n'est pas identique, ceci exclut l'utilisation d'une analyse multi-facteur et oblige à analyser chaque facteur séparément.

IV. ANALYSES.

Trois facteurs sont à distinguer: le site de pêche, la profondeur de calée et le temps de calée. Les deux premiers sont en rapport avec le milieu lui-même alors que le dernier relève des conditions expérimentales. Leur étude repose essentiellement sur l'analyse de variance qui, en comparant la variation induite par le facteur et la variation totale observée, permet de dire si ce dernier a eu une influence déterminante sur les résultats de capture.

1. INFLUENCE DU SITE DE PECHE.

Les moyennes des CPUE observées sur chaque site de pose sont présentées au tableau 3. Une analyse de variance est ensuite réalisée sur l'ensemble des CPUE observées à chaque pose (Annexe 3).

Pour les poissons et les nautilles (cf Annexes 3-1 et 3-2), les moyennes de CPUE sur les différents sites ne sont pas significativement différentes compte-tenu de la variabilité totale observée sur l'ensemble des données. Les moyennes, calculées sur l'ensemble des données, de 0.143 Kg de poisson par heure de calée et 0.083 nautille par heure de calée sont donc considérées représentatives de l'ensemble des résultats, et ce quel que soit le site.

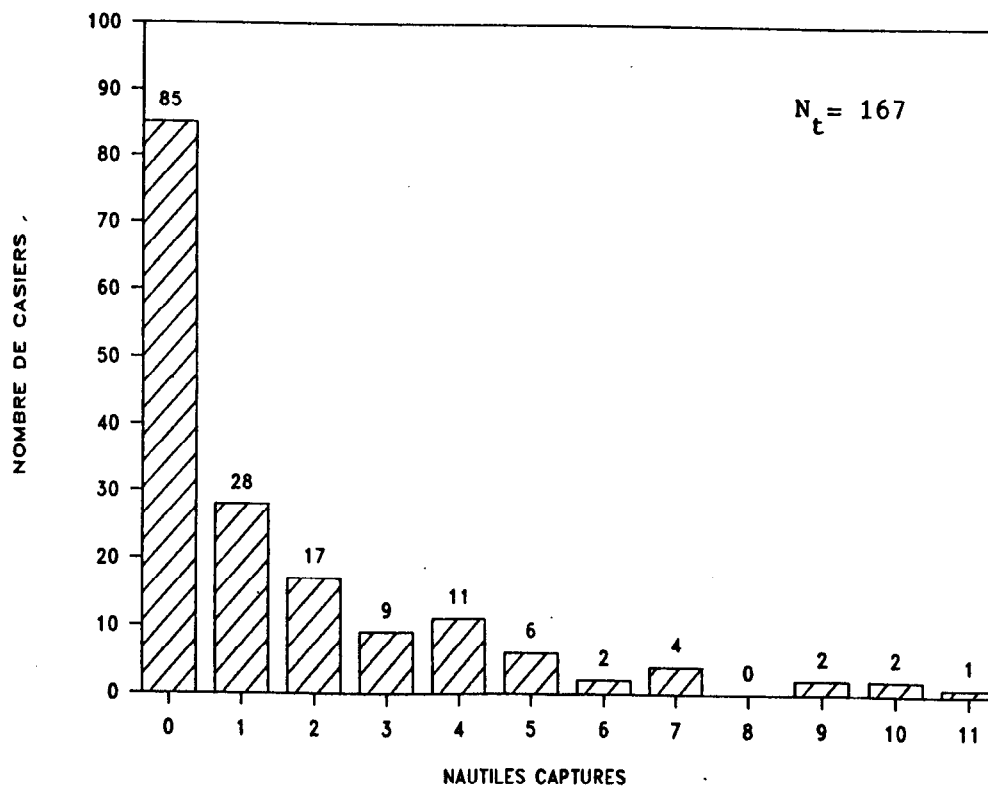
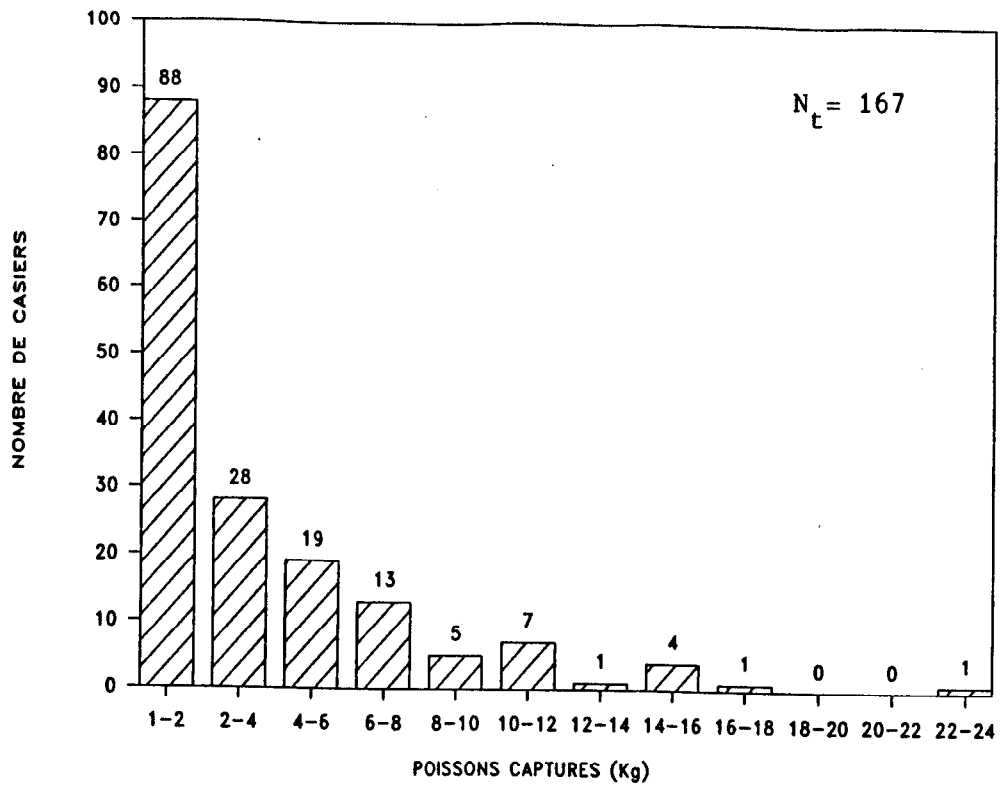


FIGURE 3: DISTRIBUTION DES CAPTURES,

3-a: Captures de poissons

3-b: Captures de nautilus

TABLEAU 3: MOYENNES DES CPUES OBSERVEES SUR LES DIFFERENTS SITES.

SITE	Temps de calée hrs	kg de poissons	Nombre de nautilus	CPUE Poisson	CPUE Nautilus
NORD NGUNA	133	37.2	3	0.283	0.026
SUD NGUNA	123	7.2	0	0.081	0.000
WEST NGUNA	172	28.1	31	0.149	0.173
EAST NGUNA	1425	150.0	24	0.218	0.034
UNDINE BAY	1591	72.5	62	0.099	0.058
TEOUMA BAY	666	126.6	96	0.190	0.151
PANGO NORTH	35	15.9	23	0.448	0.055
MOSSO	843	87.9	33	0.102	0.040

2. INFLUENCE DE LA PROFONDEUR.

Les profondeurs de calée s'échelonnent entre 17 et 430 mètres. Pour analyser l'influence de la profondeur sur les captures, les données ont été regroupées en 8 intervalles de 50 mètres de profondeur (tableau 4). Sont d'abord analysées les données de capture totale (CPUE: captures par heure de calée), puis les variations observées en fonction de la profondeur sur les CPUE spécifiques.

TABEAU 4: MOYENNES DES CPUE OBSERVEES AUX DIFFERENTES PROFONDEURS.

INTERV. DE PROFOND.	Temps de calée hrs	kg de poissons	Nombre de nautilus	CPUE Poisson	CPUE Nautilus
0 - 50 m	110	0.6	0	0.002	0.000
51 - 100	140	0	1	0.000	0.008
101 - 150	1813	173.9	58	0.159	0.065
151 - 200	1572	225.0	109	0.184	0.083
201 - 250	452	49.6	9	0.157	0.028
251 - 300	466	30.1	19	0.067	0.040
301 - 350	294	26.2	23	0.104	0.101
350 - +	141	20.0	32	0.137	0.228

2-1. Captures totales.

Les CPUE aux différentes profondeurs ne sont significativement différentes que dans le cas des captures de nautilus (cf annexe 3-3 et 3-4). Les différentes moyennes de CPUE observées aux différentes profondeurs sont représentées à la figure 4, où il apparaît que les plus fortes abondances de nautilus se situent entre 100 et 200 mètres et au delà de 350 mètres. Dans le cas des CPUE de poisson à chaque profondeur, la variabilité observée est très importante et les valeurs à chaque profondeur ne sont pas significativement différentes. Il reste à examiner si les CPUE spécifiques se répartissent différemment à chaque profondeur.

2-2. Captures spécifiques.

Les moyennes de CPUE observées pour chaque espèce aux différentes profondeurs sont représentées à la figure 5. L'analyse statistique ne va porter que sur la zone

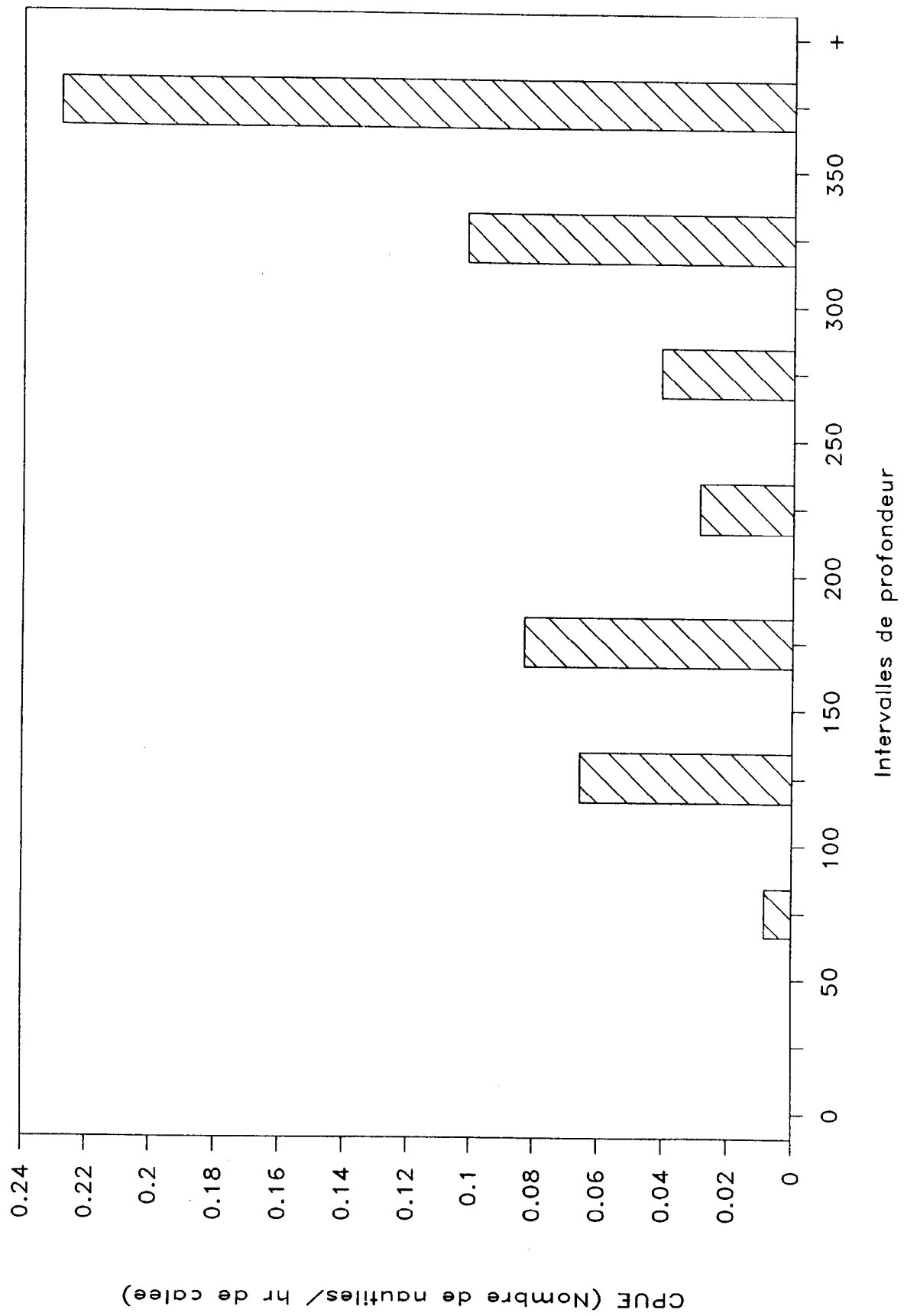


FIGURE 4: CAPTURES DE NAUTILES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR.

comprise entre 101 et 300 mètres où ont été enregistrées 96 % des captures, de manière à éliminer l'influence des nombreux intervalles de profondeur où les captures ont été pratiquement nulles. Les CPUE en nombre de poissons d'une espèce capturés à une certaine profondeur de calée étant disponibles (tableau 5), il est possible d'analyser les répartitions de ces CPUE aux différents intervalles de profondeur au moyen d'un test de Khi-2 (cf Annexe 4-1) qui a l'avantage de traiter toutes les données en un seul test. De plus, pour obtenir des intervalles ayant à peu près le même nombre de données, les intervalles de profondeurs 201-250m et 251-300m ont été regroupés en une seule classe. Le test conduit à rejeter l'hypothèse principale d'égalité des répartitions aux différentes profondeurs (cf Annexe 4-2). On remarque sur la figure 5 la dominance de Lutjanus rufolinatus entre 101 et 200 mètres et la dominance de Pristipomoides flavipinnis entre 201 et 300 mètres.

3. INFLUENCE DU TEMPS DE CALEE.

Les résultats de moyennes de capture par calée sont indiqués au tableau 6.

TABLEAU 6: CAPTURES MOYENNES AUX DIFFERENTS TEMPS DE CALEE.

de CALEE à	PRISE MOYENNE PAR CALEE
0 12 hrs	1.62 Kg
12 24 hrs	3.30 Kg
24 48 hrs	3.15 Kg
48 78 hrs	0.26 Kg
78 +	7.76 Kg

Dans la perspective d'une analyse économique de l'exploitation de ce type d'engin, il est intéressant de

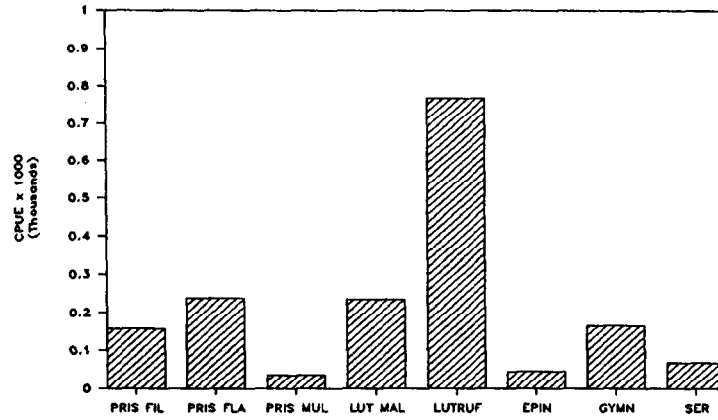
TABLEAU 5:

TABLEAU 5: MOYENNES DE CPUE OBSERVEES POUR CHAQUE ESPECE AUX DIFFERENTES PROFONDEURS.

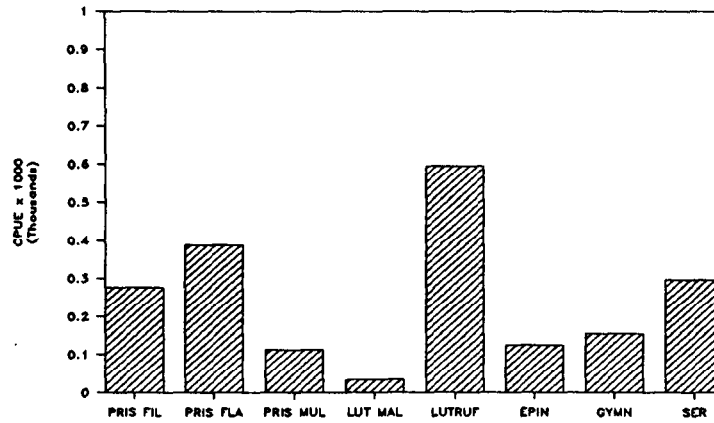
PROFONDEUR (m)	001....050	051....100	101....150	151....200	201....250	251....300	301....350	351.... +
<i>Pristipomoides filamentosus</i>	0.0000	0.0000	0.0157	0.0277	0.0205	0.0065	0.0000	0.0000
<i>Pristipomoides flavipinnis</i>	0.0000	0.0000	0.0238	0.0388	0.0747	0.0211	0.0000	0.0000
<i>Pristipomoides multidentis</i>	0.0000	0.0000	0.0036	0.0113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Lutjanus malabaricus</i>	0.0000	0.0000	0.0234	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Lutjanus rufolinatus</i>	0.0000	0.0000	0.0767	0.0596	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000
<i>Epinephelus sp.</i>	0.0000	0.0000	0.0045	0.0125	0.0199	0.0107	0.0179	0.0000
<i>Gymnocranius sp.</i>	0.0000	0.0000	0.0166	0.0154	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Seriola sp.</i>	0.0000	0.0000	0.0069	0.0297	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Unité: CPUE; Nombre de poissons capturés par heure de pose de casier.

PROFONDEUR : 101 - 150 m



PROFONDEUR : 151 - 200 m



PROFONDEUR : 201 - 300 m

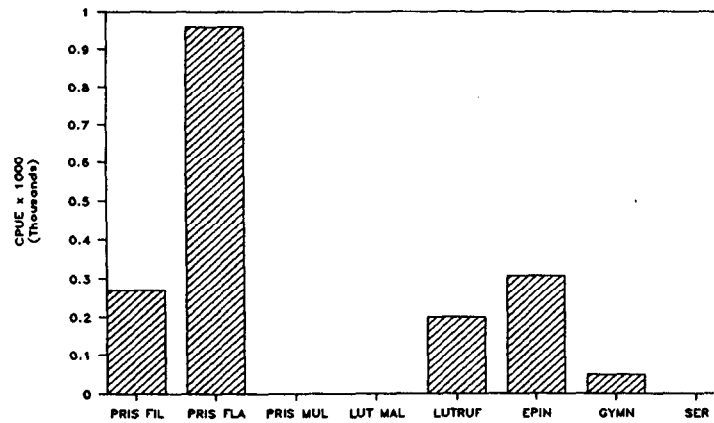


FIGURE 5: CPUE SPECIFIQUES AUX DIFFERENTES PROFONDEURS.

voir si le temps de calée a une influence notable sur la capture totale de poissons. Les intervalles de temps de calée ont été choisis en raison de leur importance du point de vue de l'organisation du travail à bord. En effet selon que la calée dure 12, 24 ou 48 heures, le nombre de casiers en pêche va varier.

Cette analyse a pour objet l'obtention d'une estimation du temps de calée optimal. Des analyses de variance (cf annexes 3-5 et 3-6) montrent que le temps de pose a une influence significative sur le rendement en poids de poissons capturés par calée. En revanche ce n'est pas le cas des captures de nautes. C'est donc un temps de calée compris entre 12 et 24 heures qui donne le meilleur résultat de captures avec une moyenne de 3.3 kg de poissons capturés par calée.

V. DISCUSSION.

Le tableau 7 compare les captures moyennes par calée au Vanuatu avec celles observées dans d'autres régions. Les résultats observés au Vanuatu, sans être aussi faibles que ceux de Papouasie Nouvelle Guinée, se situent parmi les moins intéressants; ils sont notamment inférieurs à ceux observés aux Caraïbes. Toutefois, les prises maximales observées ici (16 et 22 Kg, cf figure 3) sont proches de celles citées par MUNRO aux Caraïbes (24.8 Kg par jour et par casier par des fonds de 200 mètres: Cruise report N° 35, RV "CALAMAR", 1971 in MUNRO 1974).

TABLEAU 7: RENDEMENTS MOYENS COMPARES DES CASIERS EN PECHE PROFONDE (plus de 100m.)

	Rendements en Kg/casiers	Nb de casiers posés.
Jamaïque *	10.1	366
N. Hispaniola *	10.0	179
Iles s. Vent *	14.5	641
Guyane-Venez. *	7.2	610
Nlle Calédonie*	8.9	1 390
P.N.G. *	1.1	114
Vanuatu	3.2	167

* in KULBICKI et MOU-THAM, 1987.

La moyenne des captures de nautilus est de 1.51 nautilus par calée. En Nouvelle-Calédonie, entre 90 et 140 m, cette moyenne était de 1.3 nautilus par jour (SPC, 1985). Au Vanuatu les captures augmentent avec la profondeur (figure 4), sans atteindre toutefois les résultats de Nouvelle-Calédonie où, à 400 mètres, les rendements en l'espèce locale de nautilus (Nautilus macromphalus) allaient jusqu'à 38 nautilus/jour par casier. Cette abondance de nautilus dans la zone des 400 mètres a déjà été signalée dans les études antérieures effectuées sur les peuplements profonds de la Calédonie et du Vanuatu (INTES, 1978).

Les moins bons résultats de la pêche au casier au Vanuatu sont peut-être un indice d'une plus faible production des eaux de ce pays, notamment par rapport à celles de la Nouvelle Calédonie. Cela a déjà été pressenti dans l'étude sur la pêche de fond à l'aide de moulinets (BROUARD et GRANDPERRIN, 1984)

Sur l'ensemble des calées, 53 % des casiers avaient entre 0 et 2 kg de poissons et seulement 17 % des casiers ont capturé entre 2 et 4 Kg de poissons (figure 3), cet intervalle correspondant à la moyenne des captures (3.5 Kg/calée). Ceci s'explique par la présence de prises exceptionnelles supérieures à 15 Kg. Les prises réalisées à l'aide des casiers sont donc très irrégulières. Ainsi, lors de l'étude des différents sites, la variabilité intra-site est telle qu'elle masque les variations inter-site de rendement . Les résultats du test concluant à l'égalité des captures dans les différents sites sont donc à considérer avec prudence. En effet, les analyses de la pêche de fond au moulinet montrent que les rendements dans certaines zones du sud d'Efate semblent inférieurs à ceux observés dans le nord de l'île (CILLAURREN, 1989). Cette irrégularité des captures de la pêche au casier avait déjà été soulignée dans d'autres travaux (DALZELL et AINI, 1987).

Restant plus longtemps en pêche que les lignes à main, les casiers sont des engins moins sélectifs. A priori cette particularité peu s'avérer très intéressante pour estimer la production des eaux du Vanuatu. Toutefois la forte hétérogénéité des résultats soulignée précédemment proscrit l'utilisation de cet engin pour les estimations de stocks.

Le tableau 8 représente les différentes espèces capturées à l'aide des casiers en Calédonie et au Vanuatu ainsi que les espèces capturées à l'aide de lignes à main au Vanuatu. La similitude des résultats observés au Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie est intéressante. La principale différence entre la pêche au casier et la pêche à l'aide de lignes à main est la quasi-absence d'étéolidés dans les casiers. A l'inverse, l'importance des captures de Lutjanus rufolinatus dans ces mêmes

TABLEAU 8: DISTRIBUTION SPECIFIQUE COMPAREE DES CAPTURES.

ESPECES	Casiers au Vanuatu (1)	Casiers en Nouv.-Calédonie (2)	lignes à main au Vanuatu. (3)
<i>Etelis carbunculus</i>	0.8	0.1	12.8
<i>Etelis coruscans</i>	0	-	7.7
<i>Etelis radiosus</i>	0	-	1.2
<i>Aphareus rutilens</i>	0	-	1.2
<i>Pristipomoides multidens</i>	3.3	2.6	21.3
<i>Prist. flavipinnis</i>	21.0	30.1	10.8
<i>Prist. filamentosus</i>	11.8		1.4
<i>Lutjanus malabaricus</i>	6.0	-	8.4
<i>Lutjanus rufolinatus</i>	32.8	-	0.4
<i>Tropidinius Argyrogr.</i>	0	-	3.6
<i>Epinephelus sp.</i>	6.2	25.0	5.7
<i>Gymnocranius sp.</i>	7.7		0.4
<i>Seriola sp.</i>	3.0	-	1.5
Nombre total de prises	499	7677	10175

*: En pourcentage des captures en nombre

(1): Notre expérience

(2): SPC 1985 - 17/WP.17

(3): BROUARD et GRANDPERRIN, 1984

casiers est à noter. Les répartitions des espèces en fonction de la profondeur, indiquées à la figure 5, sont intéressantes à comparer avec les mêmes résultats obtenus à l'aide de lignes à main (BROUARD et GRANDPERRIN, 1984). Ces répartitions, telles qu'elles apparaissent au travers des CPUE en fonction de la profondeur, sont similaires dans les deux cas, à une exception près, Pristipomoides flavipinnis qui disparaît presque après 200 mètres dans les captures au moulinet.

TABLEAU 9: EVOLUTION DES CAPTURES MOYENNES EN FONCTION DU TEMPS DE CALÉE.

TEMPS	0	12hr	12	24	24	48	48	78	78	+
Kg/calée	1.62		3.30		3.15		0.26		7.76	

Casiers au Vanuatu.

TEMPS	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours
Kg/calée	24.0	28.0	29.0	21.3

Casiers aux Caraïbes (Cruise report n° 35, R.V. "CALAMAR", 1971 in MUNRO 1974.)

Le tableau 9 montre l'influence du temps de calée sur les captures dans le cadre de notre étude et dans le cadre d'une campagne aux Caraïbes à des profondeurs équivalentes (MUNRO, 1974). Dans les deux cas, on observe un temps de pêche optimum au-delà duquel les captures diminuent, il est de trois jours dans les Caraïbes et de 24 heures au Vanuatu. Il convient de noter qu'au Vanuatu, seules 5 calées ont été réalisées avec des temps de pose supérieurs à 78 heures. Les bons résultats relevés pour ces calées doivent donc être considérés avec prudence.

VI. ANALYSE ECONOMIQUE.

L'analyse économique consiste ici, après avoir détaillé les conditions d'exploitation envisageables, à examiner dans un premier temps les coûts associés à l'utilisation de ce type d'engin puis à comparer ces coûts aux revenus espérés. On peut alors déterminer le résultat d'exploitation en fonction du nombre de casiers utilisés.

1. Conditions d'exploitation.

Au Vanuatu, dès que l'on pêche avec plus de cinq casiers, un navire de la taille du YAZUR est indispensable, notamment pour le stockage des casiers à bord. Les coûts d'investissement et d'exploitation liés à ce genre de bateau ont été estimés avec l'aide de C. BOWLEY, (Extension Advisor au Service des Pêches). Ils sont représentés sur le tableau 10, ont été notamment considérés:

* Le coût d'achat du bateau, celui-ci est de 15 millions de vatus amortissables sur 15 ans.

* Le coût d'exploitation du navire en considérant 200 jours de mer par an avec 7 heures d'utilisation du moteur par jour et une consommation de 15 litres par heure. La consommation de carburant s'élève alors à 105 litres par jour ce qui représente un coût de 5250 vt par jour, le prix du carburant étant de 50 vt/litre.

* Les charges liées à l'achat de glace et d'appât, un minimum de 12 tonnes de glace par an semblant nécessaire de même que l'achat de 30 kg d'appâts par jour, le reste de l'appât nécessaire étant pêché par l'équipage.

2. Courbe de coûts.

Dans le cas de l'exploitation de C casiers, cinq casiers supplémentaires sont nécessaires pour faire face aux pertes et aux réparations. Le coût d'un casier et de son gréement complet est de 50 000 vt; on peut estimer à 2 ans la durée de vie de l'ensemble. L'amortissement annuel sur les engins de pêche est donc de 25 000 vt par an et par casier, ce qui pour notre cas d'exploitation avec C casiers correspond à:

$$(c + 5) \times 25\ 000 \text{ vt.}$$

En additionnant les coûts de fonctionnement du bateau tels qu'ils apparaissent au tableau 10 on obtient l'ensemble des coûts liés à l'exploitation en pêche de C casiers qui s'élèvent donc à :

$$\text{Coûts} = (C + 5) \times 25\,000 + 3\,865\,000 \text{ vt} \quad (1)$$

Cette équation (1) correspondant à l'évolution du coût annuel total d'exploitation en fonction du nombre de casiers en exploitation. Cette courbe est représentée à la figure 6.

TABLEAU 10: COUTS ANNUELS DE FONCTIONNEMENT.

POSTE	COUT
AMORTISSEMENT:	
Bateau: 15 000 000 vt sur 15 ans	1 000 000 vt
ASSURANCES:	
7 % de la valeur du bateau	1 050 000 vt
CHARGES DE FONCTIONNEMENT:	
Carburant: 15 L/Hrs; 50 vt/L (hors taxe); 7 Hrs/jour; 200 Jours/an cout: $15 \times 50 \times 7 \times 200 =$	1 050 000 vt
Lubrifiants: 10 % du cout en carburants	105 000 vt
Maintenance: 2 % de la valeur du bateau	300 000 vt
Glace: 12 tonnes/an; 15 vt/Kg; cout: $12\,000 \times 15 =$	180 000 vt
Appâts: 30 Kg/jour; 60 vt/Kg; 100 jours/an cout: $30 \times 60 \times 100 =$	180 000 vt
TOTAL	3 865 000 vt

Estimations de C. BOWLEY (Comm. Pers.)—Extension Advisor au Service des Pêches.

3. Courbe de revenus.

Les C casiers en exploitation sont utilisés pour des calées de 24 heures. On peut penser qu'en gagnant de l'expérience, l'équipage puisse obtenir des meilleurs résultats de capture, notamment par le choix des sites de pêche et l'organisation des campagnes. On prendra donc comme valeur moyenne des captures de poisson la borne supérieure de l'intervalle de confiance (à 0,5%) de la moyenne. L'écart-type observé étant de 4,05 Kg, la moyenne de capture à considérer est alors de 4,03 Kg de poisson par calée de 24 heures. Les nautilus n'étant pas à proprement parler une espèce cible, la capture moyenne de nautilus reste elle, estimée à 1.51 nautilus par calée. Les prix de vente du kilo de poissons et de la coquille de nautilus étant respectivement de 220 vt et de 400 vt, le revenu total annuel est donc de:

$$\begin{aligned} & (c \times 4.03 \times 200 \times 220) = C \times 176 \ 000 \text{ vt} \\ & + \\ & (c \times 1.5 \times 200 \times 400) = C \times 120 \ 000 \text{ vt.} \end{aligned}$$

Soit un total de:

$$\text{Revenu} = c \times 296 \ 000 \text{ vt par an.} \quad (2)$$

Où C est toujours le nombre de casiers en exploitation. Les courbes de coûts et de revenus en fonction du nombre de casiers en exploitation sont représentées à la figure 6.

4. Résultats économiques.

A l'examen de la figure 6, on note que l'égalité des coûts et des revenus est réalisée pour un nombre de 15 casiers en exploitation. En ce qui concerne les campagnes au Vanuatu, chaque casier étant posé individuellement avec son gréement, la récupération et la pose de 10 casiers occupaient toute la journée compte tenu des temps de trajet pour déplacer les casiers. Il semble donc difficile d'atteindre les 15 casiers par jour avec cette méthode, cette situation ne dégagant de toute façon aucun profit. Il est possible d'augmenter ce nombre en travaillant avec des filières de plusieurs casiers, le risque de perte des casiers étant alors plus élevé (ANON. 1985). Dans ces conditions le développement commercial de ce type de pêche semble donc difficilement envisageable au Vanuatu. Peut-être le casier serait-il plus adapté à la pêche sur les récifs où les crustacés viendraient augmenter le revenu du pêcheur et où les besoins en gréement seraient moindres compte-tenu de la faible profondeur.

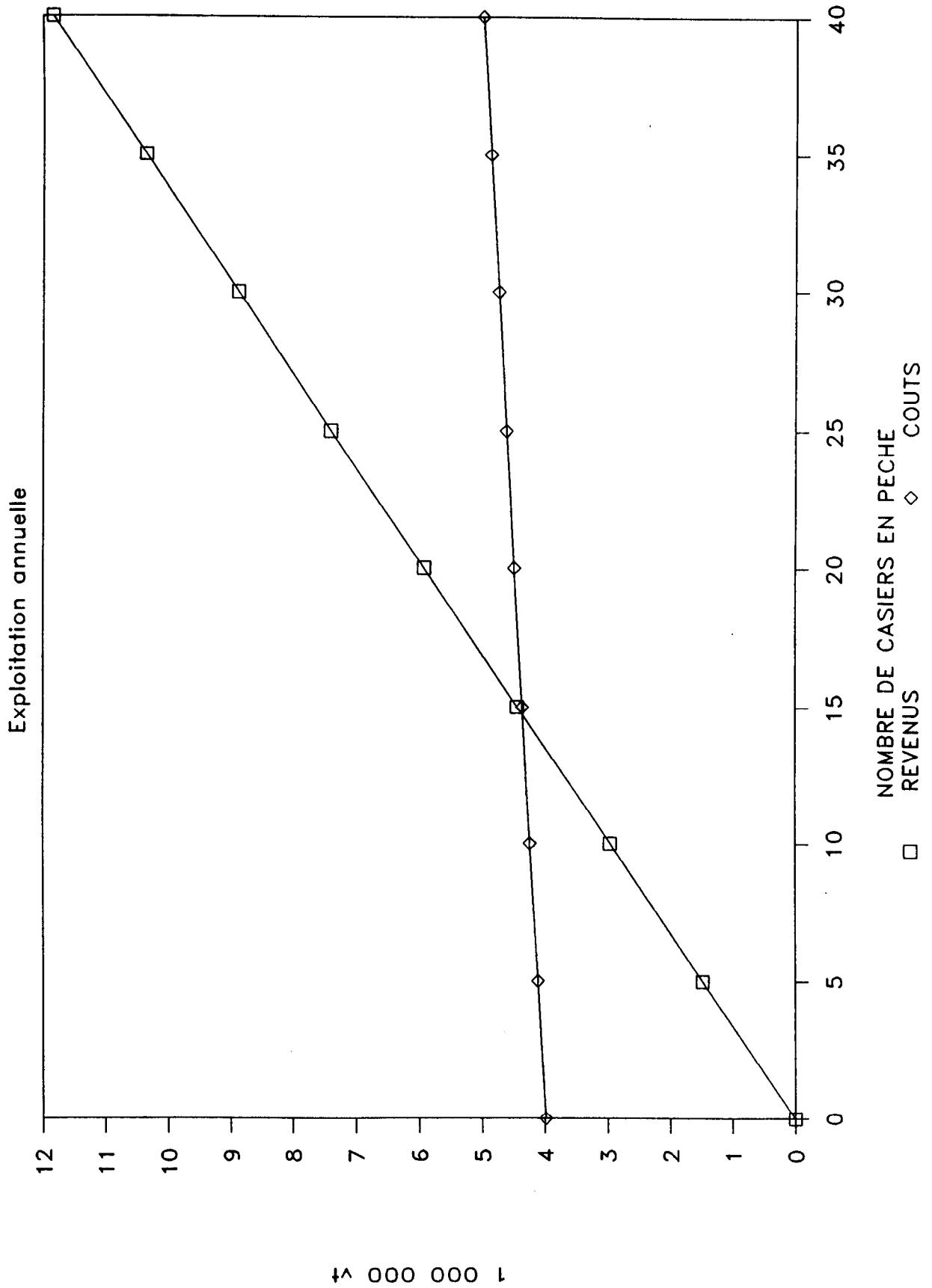


FIGURE 6:

**REPRESENTATION DES FONCTIONS DE COUTS ET DE REVENUS
SELON LE NOMBRE DE CASIERS UTILISES.**

VII-CONCLUSION:

Cette étude aura permis d'obtenir des renseignements intéressants sur certains peuplements de poissons profonds et de nautilus et de comparer ces derniers à ceux de travaux du même type, notamment en ce qui concerne la répartition des nautilus et de certaines espèces en fonction de la profondeur.

En ce qui concerne les perspectives de développement de ce type de pêche au Vanuatu, les résultats économiques se sont avérés très décevants, surtout par rapport au coût de mise en oeuvre de ce type d'engins. Ce genre de pêche semble donc difficilement envisageable surtout en comparaison des autres techniques existantes (Palangres, Lignes à main ...).

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier M. Michel BLANC et M. Didier TOURREL qui ont débuté ce projet en assurant la construction des casiers et les premières campagnes de pêche; de même que Gilbert DAVID pour la relecture de ce document.

Ce travail n'aurait pas pu être possible sans l'utilisation des moyens navigants du Service des Pêches ainsi que la participation de ses employés.

La collaboration de Félix NGUYEN, technicien de l'ORSTOM a également été très précieuse,

Qu'ils en soient tous ici remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

ANON -1985- Pêche aux casiers profonds: Premiers résultats de l'expérience d'un pêcheur en Nouvelle Calédonie. 17ème Conférence Technique Régionale des pêches - Commission du Pacifique Sud. SPC/Fisheries 17/WP.17

BROUARD, F. et GRANDPERRIN, R. -1984- Les poissons profonds de la pente récifale externe à Vanuatu. Notes et Documents d'Océanographie, 11. ORSTOM Port-Vila.

CILLAUREN, E. -1989- Status of the deep bottom fishery around Efate in 1987 and 1988. IP 14. 21st Regional Technical Meeting on Fisheries. SPC.1989.

CROSSLAND, J. -1976- Fish trapping experiment in northern New Zealand waters. N.Z. Journal of Marine and Freshwater Research 10(3): 511-16.

DALZELL P. et AINI J.W. -1987- Preliminary results of fishing trials with arrowhead fish traps in PNG. SPC Fisheries Newsletter, 41:34-40.

INTES A. -1978- Pêche profonde aux casiers en Nouvelle Calédonie et îles adjacentes, essais préliminaires. Rapports scientifiques et techniques, 2. ORSTOM Nouméa.

KULBICKI M. et MOU-THAM G. -1987- Essais de pêche au casier à poisson dans le lagon de Nouvelle Calédonie. Rapports Scientifiques et Techniques, ORSTOM Sciences de la Mer-Biologie Marine, 47. ORSTOM Nouméa.

MUNRO J.L. -1974- The mode of operation of Antillean fish traps and the relationship between ingress, escapment, catch and soak. Journ. Cons. Int. Explo. Mer 35: 337-350.

MUNRO J.L. -1980- The composition and magnitude of trap catches in Jamaican waters.

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: POSES DE CASIERS DANS LES DIFFERENTS SITES.....	8.
TABLEAU 2: COMPOSITION SPECIFIQUE DES CAPTURES (en nombre).....	9.
TABLEAU 3: MOYENNES DES CPUE OBSERVEES SUR LES DIFFERENTS SITES.....	12.
TABLEAU 4: MOYENNES DES CPUE OBSERVEES AUX DIFFERENTES PROFONDEURS.....	13.
TABLEAU 5: MOYENNES DE CPUE OBSERVEES POUR CHAQUE ESPECE AUX DIFFERENTES PROFONDEURS	16.
TABLEAU 6: CAPTURES MOYENNES AUX DIFFERENTS TEMPS DE CALEE.....	15.
TABLEAU 7: RENDEMENTS MOYENS COMPARES DES CASIERS EN PECHE PROFONDE (>100 m).....	18.
TABLEAU 8: DISTRIBUTION SPECIFIQUE COMPAREE DES CAPTURES	20.
TABLEAU 9: EVOLUTION DES CAPTURES MOYENNES EN FONCTION DU TEMPS DE CALEE.....	21.
TABLEAU 10: COUTS ANNUELS DE FONCTIONNEMENT.....	23.

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1: GREEMENT DES CASIERS.....	5.
FIGURE 2: ZONES DE PECHE AUTOUR D'EFATE.....	7.
FIGURE 3-a: DISTRIBUTION DES CAPTURES DE POISSON.....	11.
FIGURE 3-b: DISTRIBUTION DES CAPTURES DE NAUTILES.....	11.
FIGURE 4: CAPTURES DE NAUTILES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR.....	14.
FIGURE 5: CPUE SPECIFIQUES AUX DIFFERENTES PROFONDEURS.....	17.
FIGURE 6: REPRESENTATION DES FONCTIONS DE COUTS ET DE REVENUS SELON LE NOMBRE DE CASIERS UTILISES.....	25.

ANNEXES

ANNEXE 1: DETAILS DE MONTAGE DES CASIERS.

ANNEXE 2: DONNEES DE CAPTURE DE PECHE AU CASIER.

ANNEXE 3: ANALYSES DE VARIANCE.

ANNEXE 4: TEST DE KHI-2.

ANNEXE 1:

POT

Red snapper
Spiny lobster
Venezuela

NASSE

Vivaneau
Langouste
Venezuela

NASA

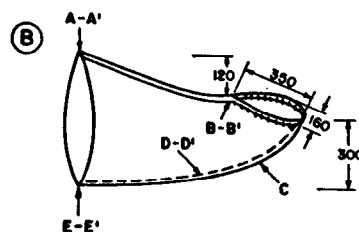
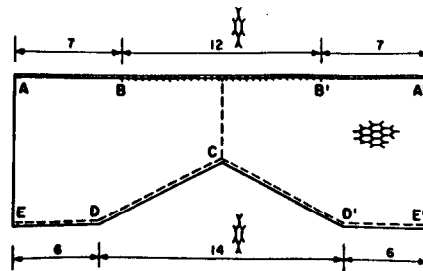
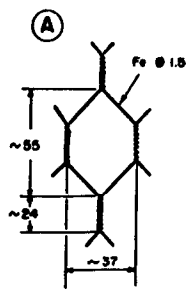
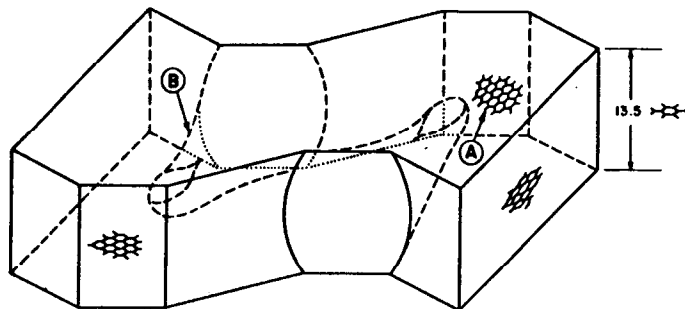
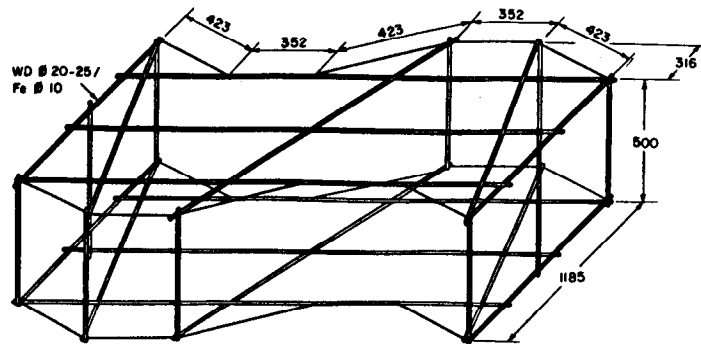
Castañuela
Langosta
Venezuela

REFERENCE

T. Mihara
FAO

VESSEL BATEAU BARCO

Loo	Lh1	Et	10 m
GT	TJB	TB	-
hp	ch	cv	20-30



ANNEXE 2:

DONNEES DE CAPTURE DE PECHE AU CASIER

SITE: NORD NGUNA						
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre		POISSONS Kgs
NN	876	23	200	1		22.9
NN	876	22	210	0		5.8
NN	876	24	210	0		1.2
NN	876	21	215	1		1.6
NN	lost		225			
NN	875	27	335	0		1.6
NN	875	16	350	1		4.1

SITE: SUD NGUNA						
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre		POISSONS Kgs
SN	875	7	182	0		0.6
SN	875	18	185	0		5.4
SN	875	22	190	0		0
SN	875	25	190	0		0
SN	874	51	220	0		1.2

SITE: UNDINE BAY						
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre		POISSONS Kgs
UB	874	17	17	0		0
UB	874	15	50	0		0
UB	874	78	50	0		0.6
UB	874	22	53	0		0
UB	874	8	65	0		0
UB	874	78	100	0		0
UB	874	24	100	1		0
UB	874	8	100	0		0
UB	874	78	150	0		0
UB	874	24	150	0		0
UB	874	8	152	0		0
UB	874	15	155	2		0
UB	874	6	175	0		1.7
UB	875	23	178	0		0
UB	874	15	180	2		2.7
UB	875	23	180	1		3.8
UB	876	240	180	0		0
UB	874	7	180	1		14.5
UB	874	16	180	7		3.7
UB	874	32	180	0		1.4

ANNEXE 2: (suite)

SITE: UNDINE BAY [SUITE]					
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
UB	875	16	182	0	0
UB	875	26	183	4	0
UB	875	16	184	0	0
UB	874	8	185	0	0
UB	874	16	186	0	5.1
UB	874	17	188	0	0
UB	875	25	190	0	0
UB	874	32	190	0	0
UB	875	25	200	0	0
UB	875	22	200	0	0
UB	874	22	200	0	0
UB	874	78	205	0	0
UB	874	15	215	4	0
UB	874	8	216	0	4.3
UB	874	17	222	0	6.8
UB	874	22	250	1	0
UB	875	25	253	0	0
UB	875	21	260	1	5.7
UB	874	78	260	3	0
UB	875	16	260	1	5.7
UB	874	16	260	0	0
UB	875	20	280	4	0
UB	875	4	280	0	0
UB	874	7	285	0	0
UB	874	16	285	5	3.5
UB	874	32	300	0	0.6
UB	874	22	300	2	0
UB	874	7	300	0	0
UB	874	5	300	0	0
UB	874	16	304	0	2.8
UB	874	78	310	0	0
UB	874	23	310	0	2.6
UB	874	16	312	7	4.4
UB	874	15	313	2	0
UB	874	8	315	0	0
UB	874	24	320	5	0
UB	874	16	325	4	0
UB	874	24	392	5	2.6

SITE: OUEST NGUNA					
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
WN	874	32	310	0	1.9
WN	875	23	315	4	8.8
WN	875	25	380	2	1.6
WN	874	32	400	5	8.6
WN	875	16	413	0	1.7
WN	875	24	420	9	0
WN	875	20	430	11	5.5

ANNEXE 2: (suite)

=====						
SITE:	EST	NGUNA				
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs	
EN	876	19	105	1	5.8	
EN	876	24	112	0	6.1	
EN	876	19	112	0	2.6	
EN	876	19	120	0	10.2	
EN	lost		120			
EN	876	20	123	0	13.1	
EN	876	240	125	0	11.8	
EN	876	48	125	4	16.9	
EN	876	24	125	2	3.5	
EN	876	17	125	2	1.4	
EN	876	48	130	1	10.6	
EN	876	19	130	1	4.4	
EN	876	17	130	1	3.9	
EN	876	240	130	3	8.8	
EN	876	18	130	0	6.1	
EN	876	240	132	2	9.3	
EN	876	240	135	0	8.9	
EN	876	48	135	1	0	
EN	876	26	142	2	10.6	
EN	876	48	142	1	5.7	
EN	876	25	148	2	3.3	
EN	876	26	148	1	7	

=====						
SITE:	TEOUMA	BAY				
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs	
TE	889.5	25	130	0	0	
TE	889.5	21	130	0	2.5	
TE	889.5	19	130	2	3.5	
TE	889.5	20	130	7	3	
TE	889.5	20	130	1	2.5	
TE	889.5	20	140	7	2.5	
TE	889.5	21	142	5	1	
TE	889.5	25	150	4	1.2	
TE	889.5	25	150	3	6	
TE	889.5	25	160	1	4	
TE	889.5	26	160	0	0	
TE	889.5	21	160	2	6	
TE	889.5	22	160	0	0	
TE	889.5	24	170	4	6.5	
TE	889.5	22	170	1	6.5	
TE	889	20	170	3	4.5	
TE	889.5	24	170	6	10.5	
TE	889.5	20	170	2	1	
TE	889.5	24	170	0	4.2	
TE	889.5	20	175	9	15	
TE	889.5	19	175	10	1.5	
TE	889.5	22	180	3	3	
TE	889.5	20	180	10	2.5	
TE	889.5	24	180	2	6	

ANNEXE 2: (suite)

SITE: TEOUMA BAY (SUITE)					
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
TE	889.5	21	190	6	7
TE	889.5	24	200	4	14
TE	889.5	25	200	0	2
TE	889.5	26	200	4	7.5
TE	889.5	24	200	0	2.5
TE	889	17	260	0	0.2

SITE: NORD PANGO					
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
PN	873	18	225	2	11.8
PN	873	17	225	0	4.1

SITE: MOSSO					
CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
MO	889	20	120	1	0.5
MO	889	24	130	1	0
MO	889	25	130	0	0
MO	889	21	150	3	1.2
MO	889	24	160	0	2
MO	889	24	160	0	0
MO	889	24	170	0	2.5
MO	889	25	170	3	3.5
MO	889	24	170	0	4
MO	889	22	170	0	1
MO	889	20	170	4	0.5
MO	889	22	170	2	6.5
MO	889	23	170	5	10.5
MO	889	21	170	0	3.7
MO	889	25	175	0	2.8
MO	889	24	180	1	15.5
MO	889	23	180	3	0
MO	889	20	180	2	0
MO	889	22	180	3	1
MO	889	24	180	1	5.5
MO	889	23	180	0	0
MO	889	24	200	0	0
MO	889	20	230	1	1.2

ANNEXE 2: (suite)

=====

SITE: MOSSO (SUITE)

=====

CODE	DATE an.mois	CALEE Hrs	PROFOND. m	NAUTILES Nombre	POISSONS Kgs
MO	889	22	240	0	0
MO	889	18	250	0	4.3
MO	889	24	250	0	0
MO	889	24	250	0	2.5
MO	889	27	250	0	3.5
MO	889	24	250	0	1.3
MO	889	21	260	0	1.5
MO	889	23	260	0	1
MO	889	25	260	1	2.5
MO	889	24	270	0	0
MO	889	24	270	0	7.5
MO	889	20	270	1	0.9
MO	889	18	270	1	0
MO	889	25	280	0	1

ANNEXE 3:

ANALYSE DE VARIANCE.

Soient n données réparties en k classes C_j d'effectif n_j ; l'analyse de variance permet de dire si les moyennes observées dans les j classes sont significativement différentes. Pour cela, il faut construire le tableau suivant:

CLASSE	n_j	T_j	T_j^2/n_j	$\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$
C_1		$\sum_{i=1}^{n_1} X_{i1}$		
C_j				
C_k				
$\sum_{j=1}^k$	n	T	$\sum_{j=1}^k T_j^2/n_j$	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$

avec $\sum_{i=1}^{n_j}$: somme pour i variant de 1 à n_j

et X_{ij} : variable mesurée (exemple ici: CPUE)

Puis le test consiste à faire deux estimations de la variance de la population:

$$V_e = SCE/n-k \text{ et } V_c = SCI/n-1$$

$$\text{avec: } SCI = (\sum_{j=1}^k T_j^2/n_j) - T^2/n$$

$$\text{et } SCE = \{ (\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2) - T^2/n \} - SCI$$

Le test compare ensuite la valeur de V_c/V_e avec la valeur $F_{(\alpha, k-1, n-k)}$ telle qu'elle apparaît dans une table de Fisher-Snedecor; avec α pour risque de première espèce.

si $V_c/V_e < F_{(\alpha, k-1, n-k)}$ alors la population peut être considérée homogène et il n'y a pas de différences significatives entre les différentes classes

si $V_c/V_e > F_{(\alpha, k-1, n-k)}$ alors les moyennes des différentes classes sont bien significativement différentes.

Les détails sur ce test peuvent être obtenus dans BIostatistique, B SCHERRER, 1984. Edition G. MORIN Québec.

ANNEXE 3-1:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CPUE DE POISSONS ENTRE LES
DIFFERENTS SITES.

SITE	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$
WN	8	1.1981	0.1794	0.3149
UB	58	5.7755	0.5751	5.4163
TE	30	5.7255	1.0927	1.9485
SN	5	0.4092	0.0335	0.0979
PN	2	0.8967	0.4021	0.4879
NN	6	1.7010	0.4822	1.1383
MO	37	3.8066	0.3916	1.0923
EN	21	4.5784	0.9982	1.5925
$\sum_{j=1}^K$	167	24.091	4.1548	12.0886

$$SCI = 4.1548 - \left\{ \left(24.091 \right)^2 / 167 \right\} = 0.679$$

$$SCE = 12.0886 - \left\{ \left(24.091 \right)^2 / 167 \right\} - 0.678 = 7.934$$

$$V_e = 7.934 / 159 = 0.0498$$

$$V_c = 0.679 / 7 = 0.097$$

$$V_c / V_e = 1.95 \text{ alors que } F(0.5, 7, \infty) = 3.19 \\ \text{et } F(0.5, 7, 200) = 3.01$$

Les différents sites peuvent donc être considérés comme homogènes du point de vue des CPUE.

ANNEXE 3-2:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CPUE DE NAUTILES ENTRE LES
DIFFERENTS SITES

SITE	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{i=1}^n X_{ij}^2$
WN	8	1.3878	0.2407	0.5070
UB	58	3.3876	0.1979	0.8589
TE	30	4.5458	0.6888	1.3849
SN	5	0.0000	0.0000	0.0000
PN	2	0.1111	0.0062	0.0123
NN	6	0.1536	0.0039	0.0081
MO	37	1.5085	0.0615	0.1933
EN	21	0.7271	0.0252	0.0521
$\sum T_j^2$	167	11.8215	1.2242	3.0176

$$SCI = 1.2242 - \left\{ \left(11.8215 \right)^2 / 167 \right\} = 0.3873$$

$$SCE = 12.0886 - \left\{ \left(11.8215 \right)^2 / 167 \right\} - 0.3873 = 10.8644$$

$$Ve = 10.8644 / 159 = 0.0683$$

$$Vc = 0.3873 / 7 = 0.0553$$

$$Vc/Ve = 0.809 \text{ alors que } F(0.5, 7, 80) = 3.19$$

$$\text{et } F(0.5, 7, 200) = 3.01$$

Là aussi, les différents sites peuvent être considérés
comme homogènes

ANNEXE 3-3:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CPUE DE POISSON
AUX DIFFERENTES CLASSES DE PROFONDEUR

CLASSE DE PROFONDEUR	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{i=1}^n X_{ij}^2$
D1	3	0.0077	0.0000	0.0001
D2	5	0.0000	0.0000	0.0000
D3	36	5.7452	0.9169	1.7844
D4	64	11.8294	2.1865	8.3156
D5	18	2.8344	0.4463	1.1064
D6	22	1.4894	0.1008	0.3672
D7	13	1.3626	0.1428	0.3399
D8	6	0.8223	0.1127	0.1750
$\sum K$	167	24.0910	3.9060	12.0885

$$SCI = 3.906 - \{ (24.091)^2 / 167 \} = 0.4306$$

$$SCE = 12.0885 - \{ (24.091)^2 / 167 \} - 0.4306 = 8.1825$$

$$Ve = 8.1825 / 159 = 0.00514$$

$$Vc = 0.4306 / 7 = 0.0614$$

$$Vc/Ve = 1.194 \text{ alors que } F_{(0.5,7,80)} = 3.18 \\ \text{et } F_{(0.5,7,200)} = 3.01$$

Il n'y a donc pas de différences statistiquement significatives entre les classes de profondeur.

ANNEXE 3-4:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CPUE DE NAUTILES
AUX DIFFERENTES CLASSES DE PROFONDEUR

CLASSE DE PROFONDEUR	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{j=1}^k n_j X_{ij}^2$
D1	3	0.00	0.00	0.00
D2	5	0.0417	0.0003	0.0017
D3	36	2.3579	0.1544	0.4380
D4	64	5.3159	0.4415	1.4575
D5	16	0.5208	0.0151	0.0903
D6	22	0.8975	0.0366	0.1608
D7	13	1.3182	0.1337	0.3520
D8	6	1.3696	0.3126	0.5173
$\sum_{j=1}^k$	167	11.8217	1.0942	3.0176

$$SCI = 1.0942 - \left\{ \left(11.8217 \right)^2 / 167 \right\} = 0.2573$$

$$SCE = 3.0176 - \left\{ \left(11.8217 \right)^2 / 167 \right\} - 0.2573 = 1.9234$$

$$Ve = 1.9234 / 159 = 0.0121$$

$$Vc = 0.2573 / 7 = 0.0367$$

$$Vc/Ve = 3.0330 \text{ avec } F_{(0.5, 7, 60)} = 3.19 \\ \text{et } F_{(0.5, 7, 200)} = 3.01$$

Ici, les valeurs de CPUE aux différentes classes de profondeur peuvent être considérées comme significativement différentes.

ANNEXE 3-5:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CAPTURES DE POISSONS SELON
LE TEMPS DE CALEE.

TEMPS	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{i=1}^n n_j X_{ij}^2$
T1	13	21.10	34.25	231.99
T2	111	366.70	1211.43	2971.65
T3	31	97.80	308.54	805.00
T4	7	1.80	0.46	1.80
T5	5	38.80	301.09	382.38
$\sum K$	167	526.20	1855.77	4392.82

$$SCI = 1855.77 - \{ (487.4)^2 / 167 \} = 433.27$$

$$SCE = 4392.82 - \{ (487.4)^2 / 167 \} - 433.27 = 2537.04$$

$$Ve = 2537.04 / 162 = 15.66$$

$$Vc = 433.27 / 4 = 108.31$$

$$Vc/Ve = 6.91 \text{ alors que } F_{(0.5, 5, 80)} = 3.19$$

$$\text{et } F_{(0.5, 5, 200)} = 3.01$$

Les captures sont donc bien significativement différentes
selon les temps de calée

ANNEXE 3-6:

ANALYSE DE VARIANCE SUR LES CAPTURES DE NAUTILES SELON
LE TEMPS DE CALÉE.

TEMPS	n _j	T _j	T _j ² /n _j	$\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$
T1	13	1.	0.08	1.00
T2	111	207.	386.03	1115.00
T3	31	36.	41.81	116.00
T4	7	3.	1.29	9.00
T5	5	5.	5.00	13.00
$\sum_{j=1}^k$	167	252.	434.21	1254.00

$$SCI = 434.21 - \{ (252)^2 / 167 \} = 53.95$$

$$SCE = 1254 - \{ (252)^2 / 167 \} - 53.95 = 819.79$$

$$Ve = 819.79 / 162 = 5.06$$

$$Vc = 53.95 / 4 = 13.48$$

$$Vc/Ve = 2.66 \text{ alors que } F_{(2.5, 5, 80)} = 3.19$$

$$F_{(5, 5, 80)} = 2.33$$

et

$$F_{(2.5, 5, 200)} = 2.63$$

$$F_{(5, 5, 200)} = 2.26$$

On peut donc considerer que les résultats sont identiques pour les différents temps de calée avec un risque de première espèce $\alpha = 2.5$

ANNEXE 4-1:

TEST DE KHI-2. PRESENTATION GENERALE

Le test de khi-2 permet de dire, si les fréquences de répartitions observées dans plusieurs échantillons sont identiques avec pour seules sources de variation les fluctuations d'échantillonnage ou si au contraire, les populations associées aux échantillons sont significativement différentes.

Soient c observations dont les fréquences sont mesurées sur k échantillons, les observations peuvent être rapportées dans le tableau suivant:

ECHANTILLON	C1	C2	C3	Cj	Cc	f _{im} =Σ
E1	f ₁₁	f ₁₂	f ₁₃			
E2						
E3						
Ei			f _{i3}			
Ek					f _{kc}	
f _{mj} =Σ f _{ij}					f _{kc}	n

Le test de khi-2 calcule, pour chaque observation, une probabilité d'apparition basée sur l'ensemble des données (P'_j) avec P'_j= f_{mj}/n

On peut alors calculer pour chaque échantillon, une fréquence théorique d'apparition f_{th, i, j} = f_{im} x P'_j

soit W la variable de KHI-2:

$$W = \sum_{k,c} [(f_{ij} - f_{th, i, j})^2 / (f_{th, i, j})]$$

On compare ensuite cette valeur avec la valeur lue dans une table de KHI-2 pour Φ, [Φ = (k-1) x (c-1)] degrés de liberté

et un risque de première espèce α ;

Si cette valeur est inférieure à W , les différents échantillons sont considérés comme présentant des répartitions significativement différentes;

Si par contre elle est supérieure à W , la répartition est considérée comme identique pour tous les échantillons

ANNEXE 4-2:

REPARTITION SPECIFIQUE DES CAPTURES
EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

Les données de capture utilisées sont les CPUE (en nombre) par heure de pêche au casier multipliées par 10^3 .

Seules les classes de profondeur D3, D4, D5, D6 ont été analysées puisqu'elles représentent à elles seules 96 % des captures enregistrées. Les deux dernières ont été regroupées ensemble pour pouvoir avoir des échantillons de même importance. Ces échantillons concernent donc les intervalles de profondeur suivant: 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m.

Le tableau de base est donc:

PROF. m	Pris. fil.	Pris. fla.	Pris. mul.	Lut. mal.	Epine. sp	Gymn. sp	Seri. sp	Lut. ruf.
100-150	157	238	36	234	45	166	69	767
150-200	277	388	113	33	125	154	297	596
200-300	270	958	0	0	306	49	0	200
Σ	704	1584	149	267	655	369	366	1383

Avec, par profondeur les effectifs suivants:

Prof	100-150	150-200	200-300	total
ni	1712	1983	1603	5298

On calcule donc $W = \sum_{i,j} \frac{(f_{ij} - f_{th, i, j})^2}{(f_{th, i, j})}$

$$W = 2105$$

$$\text{avec } \Phi = (3-1) \times (8-1) = 14$$

La valeur lue dans une table de khi-2 pour 14 degrés de liberté et un risque de première espèce $\alpha = 0.005$ est de 31.32

$$\text{Ici } W = 2105 > 31.32$$

Les échantillons capturés aux différentes classes de profondeur ne sont donc pas identiques; les CPUE en nombre sont représentées à la figure 5.