

Université de Bretagne Occidentale
Brest

THESE

présentée devant
L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

pour l'obtention du titre de
DOCTEUR D'UNIVERSITE

Spécialité: Océanographie
Mention: Biologie

par

Isabelle RATHIER

LE STOCK DE LAMBI (*Strombus gigas*, L.) EN MARTINIQUE:

**ANALYSE DE LA SITUATION 1986-1987,
MODELISATION DE L'EXPLOITATION,
OPTIONS D'AMENAGEMENT.**

Soutenue le 9 juin 1993 devant le jury composé de:

J.C. DAO	(IFREMER, Brest)	
Ph. GROS	(IFREMER, Brest)	
J. LABOREL	(Univ. Aix Marseille)	Rapporteur
J-C. LE GUEN	(ORSTOM)	
A. LUCAS	(U.B.O., Brest)	Président du jury
J.P TROADEC	(ORSTOM, Brest)	Rapporteur



Claude AUGRIS
Département Géosciences Marines

Centre de Brest

B.P 70 - 29263 PLOUZANE
Tél 98 22 40 40-Téléx 940 627
FRANCE

Adresses

(parents)

**Isabelle Rathier
10 rue Bourg-Vieux
64 300 ORTHEZ**

Tel: 59690935

De juillet 93 à novembre 93

**Isabelle Rathier
c/o Dalton
235, 117th Street Ocean
Marathon
33050 FLORIDA**

**Tel (répondeur) (5-6 heures en moins):
19 1 305 743-7069**

**Fax: C/O Key Office Supply
19 1 305 743-4251**

Adresse USA permanente

**Isabelle Rathier
c/o Dalton
5224, 119th Ave. SE
Bellevue, WA USA 98006**

**Tel:
19 1 206 746-5951**

Université de Bretagne Occidentale
Brest

*Le Lambi
n'est pas un
simple dérivé
Françoise
12-7-00*

THESE

présentée devant
L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

pour l'obtention du titre de
DOCTEUR D'UNIVERSITE
(doctorat nouveau régime)

Spécialité: Océanographie
Mention: Biologie

par

Isabelle RATHIER

LE STOCK DE LAMBI (*Strombus gigas*, L.) EN MARTINIQUE:

**ANALYSE DE LA SITUATION 1986-1987,
MODELISATION DE L'EXPLOITATION,
OPTIONS D'AMENAGEMENT.**

Soutenue le 9 juin 1993 devant le jury composé de:

J.C. DAO	Chercheur, IFREMER, centre de Brest
Ph. GROS	Chercheur, IFREMER, centre de Brest
J. LABOREL	Professeur, faculté des sciences de Luminy (Univ. Aix Marseille)
J-C. LE GUEN	Directeur de recherche, ORSTOM, centre de Brest
A. LUCAS	Professeur émérite, UFR sciences et techniques (U.B.O., Brest)
J.P TROADEC	Directeur de recherche, ORSTOM, centre de Brest

**Dans la vie, il n'y a pas de solutions. Il y a des forces en marche :
il faut les créer, et les solutions suivent.**

Vol de nuit
Antoine de Saint-Exupéry

Cette thèse de doctorat nouveau régime a été préparée dans les Laboratoires "Ressources halieutiques" et "Aquaculture" de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) basés en Martinique et à Brest. Elle a fait l'objet d'une allocation de recherche allouée par le Ministère de la Recherche et de la Technologie.

Aux pêcheurs martiniquais,

à Andy.

"Café avalé, il se déraidit dans le vent propre de l'avant-jour, puis examina ses rêves par lesquels se révélait la nature de ses prises. Il m'annonçait sa pêche du pas de la porte et me la confirmait à son retour. Ce jour-là, ses rêves ne furent pas prophétiques. Il n'y rencontra que les bienheureuses couillonnades qu'abandonne dans nos esprits la qualité du rhum Neisson. Depuis trois quarts de temps, la mer n'accrochait aucune chance aux appâts. Iréné partit donc sans ballant, réfléchissant déjà pour trouver après pêche de quoi salir sa truellerie de maçon d'occasion. Il ramena de son apprentis des rames, un bac d'essence et un moteur, cela le tout dans une brouette et remonta la Pénétrante vers son gommier de plastique subventionné par nos experts en développement..."

Patrick Chamoiseau, "TEXACO", prix Goncourt 1992

AVANT-PROPOS

La présente étude, focalisée sur la ressource "lambi", a été effectuée en marge du très large programme "Evaluation des Pêcheries Antillaises" entrepris en 1986 par le Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe ⁽¹⁾. Cependant les contacts avec les biologistes et économistes de cette équipe ont été permanents et bénéfiques, en particulier en milieu et fin d'études.

Cette étude de la pêche martiniquaise de lambi n'aurait pas vu le jour sans Jean-Paul Troadec, alors Directeur des Ressources Vivantes à l'IFREMER, qui a contribué au bon déroulement de ce travail, mené en parallèle des programmes des départements Ressources Halieutiques et Aquacoles. Je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance pour avoir accepté d'être rapporteur. Son soutien et ses avis constructifs m'ont permis de présenter une vision plus globale de l'aménagement d'une pêche.

C'est avec beaucoup de plaisir que je cite ceux qui m'ont toujours soutenu, que ce soit par la qualité de leur écoute ou de leurs conseils et corrections sans complaisance. Je veux parler de Philippe Gros, du professeur Albert Lucas, de Jean-Claude Dao. Je leur exprime ma plus profonde gratitude.

J'adresse tous mes remerciements à ceux qui ont accepté de juger ce travail et de participer à ce jury. Je pense en particulier au professeur Jacques Laborel, qui souhaitait que "des chercheurs soient placés sur cette espèce" (mission Corantilles, Laborel, 1981) et à Jean-Claude Le Guen.

Les Directeurs successifs de la station IFREMER Martinique, en particulier René Abbes, et Philippe Ferlin, ont su définir les cadres administratifs pour la réalisation de l'enquête et les expérimentations d'élevage; je leur en sais gré.

Je remercie Lionel Reynal, responsable du Laboratoire "Ressources Halieutiques" de l'IFREMER en Martinique, et Bertrand Gobert de l'ORSTOM d'avoir permis que soit poursuivi le traitement informatique des données, en particulier grâce à André Battaglia qui a pris à coeur de régler les problèmes liés à la modélisation.

⁽¹⁾Le Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe est né en 1985 de la mise en commun des capacités locales de recherche de l'IFREMER (Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), de l'ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) et de l'UAG (Université des Antilles et de la Guyane).

Je tiens à exprimer ma sympathie et ma reconnaissance envers les membres de l'équipe du laboratoire "Ressources Halieutiques" du centre IFREMER de Brest pour leur accueil et leurs conseils.

Je remercie en particulier Michèle Jézequel, qui a toujours eu la patience de résoudre les énigmes informatiques, Sylvie Gros, pour la qualité de ses dessins et de son aide, Annie Guénolé pour son soutien permanent et mes camarades et collègues Spyros Fifas, Pierre Chevaillier, Patrick Lespagnol, Philippe Noël, Hervé Troadec, Malik Mtimet, Valérie Baty et Isabelle Dubost. Jean Boucher et Claude Augris ont accepté de relire certaines parties de ce travail. Je les remercie vivement de leurs conseils et critiques constructives. Jean Barret a permis de rendre agréable la présentation orale de ce travail par la qualité de l'iconographie. Je le remercie du fond du coeur de m'avoir consacré quelques jours de son temps précieux.

Ma gratitude va envers tous ceux qui ont facilité cette étude au sein des équipes IFREMER et ORSTOM basées en Martinique. Je tiens à remercier Michel Girin pour m'avoir donné l'occasion d'acquérir une meilleure connaissance du secteur de la pêche en Martinique et Guadeloupe.

La collaboration a été toujours constructive et amicale avec les chercheurs de la Caraïbe en particulier Rick Appeldoorn (Université de Porto Rico) et ceux de la ferme de lambis des îles Turks et Caïcos TWI ⁽²⁾, Megan Davis et Andy Dalton.

Enfin, c'est du fond du coeur que je remercie mes parents et mes amis, trop nombreux pour être tous cités, qui m'ont aidé, tant en France qu'en Martinique, au cours de ce long travail. Je voudrais exprimer toute ma gratitude à Annie Guénolé et ses proches, et à Anne-Lyse Dao (et tout le "moulin") pour leur soutien souvent plus que moral.

(2) TWI: Trade Wind Industries, Ltd. Ferme pilote privée d'élevage du lambi.

LE STOCK DE LAMBI (*Strombus gigas*, L.) EN MARTINIQUE:

ANALYSE DE LA SITUATION 1986-1987, MODELISATION DE L'EXPLOITATION, OPTIONS D'AMENAGEMENT.

RESUME

Le stock de lambi, *Strombus gigas* (gastéropode: strombidae), ressource benthique côtière, est exploitée artisanalement depuis l'époque préhistorique en Martinique. Trois métiers exploitent actuellement l'espèce: plongée libre, filets (depuis le milieu du siècle) et plongée en scaphandre autonome depuis 1985. Ce rapport présente l'activité de chaque métier, suivie de 1986 à 1987 par une enquête directe: zones de pêche et allocation de la ressource, productions, efforts et rendements, composition en longueur des captures. Les caractéristiques socio-économiques des pêcheurs de lambi sont étudiées. La production d'une pêche plaisancière non négligeable est estimée.

La diminution de la production, des rendements et l'abaissement de la taille de première capture depuis une trentaine d'années révèlent que le stock est surexploité. Les phénomènes biologiques du stock: croissance de la coquille (longueur et pavillon), croissance en poids, acquisition de la maturité sexuelle, mortalité naturelle sont étudiés. Les coefficients de mortalité par pêche sont estimés par classe de longueur pour le régime d'exploitation actuel par l'analyse de pseudo-cohorte. Si les résultats confirment l'état surexploité du stock, le niveau de surexploitation ne peut être précisé en raison de l'existence d'adultes pavillonnés encore peu exploités sur les fonds de plus de 20 mètres.

L'analyse des processus dynamiques de la population exploitée indique deux voies pour restaurer la production du stock: le forçage du recrutement et la régulation du régime d'exploitation. Le manque de rentabilité économique de l'élevage des juvéniles au-delà de 30 mm et les difficultés pour leur collecte dans le milieu naturel conduisent à rechercher la rationalisation de l'exploitation. Les simulations de la production et du rendement par recrue réalisées pour différents régimes d'exploitation indiquent que seule la mise en place d'une taille minimale de capture, i.e le lambi au pavillon en formation, et une régulation de l'effort de pêche sont envisageables.

Les implications socio-économiques de la mise en oeuvre des mesures de gestion déterminées montrent que leur niveau d'applicabilité est très faible, en raison de la polyactivité des pêcheurs martiniquais, de leur faible niveau socio-économique et surtout, du régime de libre accès à la ressource. Aussi, il est proposé la création de nouvelles structures professionnelles aux compétences larges, qui permettraient, pour chacun des bourgs, une gestion locale de l'espace marin, des usages et des ressources.

Mots-clés : lambi, *Strombus gigas*, Martinique, évaluation de stock, dynamique de population, aquaculture, forçage du recrutement, régime d'exploitation, aménagement.

THE CONCH STOCK (*Strombus gigas*, L.) IN MARTINIQUE:

STATE OF THE FISHERY IN 1986-1987, MODELIZATION OF THE FISHERY, MANAGEMENT OPTIONS.

ABSTRACT

The queen conch, *Strombus gigas* (gastropoda: strombidae), has been artisanally collected from nearshore waters of Martinique since prehistoric times. The modern fishing techniques include: free-diving, set-nets (since the 1950's) and scuba-diving since 1985. The present study, undertaken in 1986-1987, consists of direct surveys of the fishermen and the fishing areas. Data on size composition, resource allocation, production, fishing effort and yields are analyzed. Production of the significant recreational fishery is estimated and the socio-economic factors affecting conch fishermen are examined.

Results from this research combined with historical data -showing a reduction in production and yields and a decrease in the size-at-first-capture - indicate that the stock is overfished. Further biological data is presented on shell growth (length and flared-lip stage), weight increase, sexual development, and natural mortality. Using pseudo-cohort analysis, fishing mortality coefficients are estimated by length-class for the present exploitation regime. Results confirm the overexploited state of the resource, but the level of overexploitation is uncertain due to a still slightly fished population of adult conch at depths greater than 20 m.

The biological information and fishery exploitation data are used to analyze population dynamics, indicating that there are two means for restoring the stock: by increased juvenile recruitment and by increased regulation of the fishery. Increasing juvenile recruitment by mariculture is not yet economically feasible, thus this study investigated methods of managing the fishing activity. Computer simulations of yield and yield-per-recruit models, using different exploitation regimes indicate that the minimum size-at-first-capture must be the flaring-lip conch and the fishing effort regulated for the fishery to become sustainable.

However, due to the nature of the fishery - namely fishermen having open and free access to several target species and low revenues - the socio-economic implications of such regulations are presently too adverse to allow implementation. It is proposed that new fishing cooperatives are created, based on small management areas (such as around single town) that have authority over all the uses of that area and its resources.

Key-words: Queen conch, *Strombus gigas*, Martinique, stock assessment, population dynamics, mariculture, enhancement, exploitation regime, management.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I. CARACTERISATION DE LA PECHERIE EN 1986-1987

1 - Caractéristiques de l'île	13
1.1 Cadre physiographique	13
1.2 Le contexte hydrologique	15
1.2.1 Salinité et température	
1.2.2 Structure hydrologique	
1.2.3 Courantologie	
1.3 Les biotopes principaux	17
1.3.1 L'herbier	
1.3.2 Le récif	
1.3.3 Sables et graviers	
2 - Limites géographiques de l'étude	20
2.1 Définition de deux secteurs d'étude.....	21
2.2 Sites de débarquement.....	21
3 - Méthode d'étude des résultats d'exploitation	23
3.1 Définition de l'unité d'effort par métier	24
3.2 La fiche d'effort et de capture	25
3.3 Stratégie d'utilisation des fiches.....	26
3.4 Production, effort et capture par unité d'effort	27
4 - Production, effort de pêche et rendements: résultats	28
4.1 Bilan de l'activité de pêche	28
4.2 Présentation de la flottille	28
4.3 Le métier plongée libre	29
4.3.1 Résultats globaux de l'activité	29
4.3.1.1 Production et effort de pêche	
4.3.1.2 Rendement et capture par unité d'effort	
4.3.2 Variabilité saisonnière de l'activité	32
4.3.2.1 Production et effort de pêche	
4.3.2.3 Captures par unité d'effort	

4.3.3 Variabilité géographique de l'activité	36
4.3.4 Variabilité bathymétrique de l'activité.....	37
4.3.4.1 Résultats par secteur	
4.3.4.2 Résultats par site	
4.3.4.3 Zones de pêche et accès à la ressource	
4.3.5 Variabilité spatio-temporelle de l'activité.....	46
4.3.5.1 Production et effort de pêche	
4.3.5.2 Captures par unité d'effort	
4.4 Le métier plongée avec bouteille	50
4.4.1 Résultats globaux de l'activité	51
4.4.1.1 Production et effort de pêche	
4.4.1.2 Rendement et capture par unité d'effort	
4.4.2 Variabilité saisonnière de l'activité	52
4.4.3 Zones de pêche et accès à la ressource.....	52
4.5 Le métier filet	53
4.5.1 Résultats globaux de l'activité	53
4.5.1.1 Production et effort de pêche	
4.5.1.2 Rendement et capture par unité d'effort	
4.5.2 Variabilité saisonnière de l'activité	55
4.5.3 Variabilité géographique de l'activité.....	56
4.5.4 Variabilité bathymétrique de l'activité.....	56
4.5.5 Zones de pêche et accès à la ressource.....	57

5 - Discussion des résultats de production, d'effort et de rendement

5.1 Estimation de la production totale	57
5.1.1 Le métier plongée.....	58
5.1.1.1 Secteur est	
5.1.1.2 Secteur sud	
5.1.2 Le métier filet.....	60
5.1.2.1 Secteur est	
5.1.2.2 Secteur sud	
5.1.3 Secteurs nord Atlantique et nord Caraïbe.....	62
Conclusion de la production	62
5.2 Variabilité des c.p.u.e: sources et notion de capturabilité.....	63
5.2.1 Accessibilité et vulnérabilité	65
5.2.2 Variabilité saisonnière de la disponibilité.....	66
5.2.3 L'efficacité.....	68
5.2.3.1 Effort nominal et effort effectif	
5.2.3.2 Efficacité de l'engin de pêche	
5.2.3.3 Stratégies d'exploitation	
Conclusion des c.p.u.e.....	71

6 - Les pêcheurs, enquête socio-économique	71
6.1 Méthode d'enquête	72
6.1.1 Fiche socio-économique	
6.1.2 Stratégie d'utilisation	
6.2 Bilan de l'enquête	73
6.2.1 Profil sociologique des pêcheurs de lambi en plongée libre	73
6.2.1.1 Eléments sociologiques	
6.2.1.2 Formation des pêcheurs	
6.2.2 Statut des pêcheurs	74
6.2.3 Activité lambi	76
6.2.4 Les autres activités de pêche	77
6.2.4.1 La pêcherie d'oursin	
6.2.4.2 La pêcherie du poisson au fusil et de langouste	
6.2.4.3 La pêcherie de "miquelon"	
6.2.4.4 La pêcherie de filets et de nasses	
6.2.5 Revenus issus de la pêche du lambi	80
6.2.5.1 Commercialisation des captures	
6.2.5.2 Les coûts d'exploitation	
6.2.5.3 Revenus issus de la pêche du lambi	
6.2.5.4 Autres sources de revenus	
Conclusion de l'enquête socio-économique	87
7 - La pêche plaisancière	88
7.1 Méthodes	
7.2 Statut de la pêche plaisancière	
7.3 Estimation de la production et de l'effort	
Conclusion de la pêche plaisancière	90
Conclusion du chapitre	91

CHAPITRE II. ETUDE DES PARAMETRES BIOLOGIQUES DU STOCK

1 - Présentation du lambi	95
1.1 Anatomie	97
1.2 La coquille et sa croissance	98
1.2.1 Croissance en longueur de la coquille	
1.2.2 Formation du pavillon	
1.2.3 Croissance en épaisseur du pavillon	
1.2.4 Vieillesse de la coquille	

1.3 Comportement éthologique	102
2 - Croissance	102
2.1 - Analyse des fréquences de longueur et de stade du pavillon.....	103
2.1.1 Collecte des données	104
2.1.1.1 Stratégie de collecte	
2.1.1.2 Bilan de la collecte	
2.1.2 Histogrammes de fréquence de longueur	106
2.1.2.1 Distributions mensuelles	
2.1.2.2 Distributions par classe de profondeur exploitée	
2.1.3 Distribution des longueurs par stade de pavillon	115
2.1.4 Distributions des épaisseurs du pavillon	115
2.1.5 Discussion	121
2.1.5.1 Relation entre la taille de capture et la disponibilité	
2.1.5.2 Relation entre longueur siphonale et croissance du pavillon	
2.1.5.3 Distribution des épaisseurs du pavillon	
2.2 - Les paramètres du modèle de von Bertalanffy	122
2.2.1 Analyse des distributions de longueur	124
2.2.1.1 Les données	
2.2.1.2 Résultats	
2.2.2 Marquage-recapture	126
2.2.2.1 Matériel et méthode	
2.2.2.2 Résultats	
2.2.3 Formation du pavillon et croissance en épaisseur	128
2.2.3.1 Formation du pavillon	
2.2.3.2 Croissance en épaisseur	
2.2.4 Discussion	130
2.2.4.1 Croissance en longueur	
2.2.4.2 Formation du pavillon	
2.2.4.3 Croissance en épaisseur du pavillon	
2.3 - Variations morphométriques de la coquille	132
2.3.1 Méthode d'étude	132
2.3.1.1 Variables mesurées et relations recherchées	
2.3.1.2 Les outils de traitement	
2.3.1.3 Echantillonnage dans les débarquements	
2.3.2 Résultats	134
2.3.2.1 Longueur siphonale/longueur corps	
2.3.2.2 Longueur corps/largeur corps	
2.3.2.3 Nombre de bosses par spire	
2.3.3 Discussion	137
2.3.3.1 Le schéma morphométrique	
2.3.3.2 Causes de la variabilité phénotypique	
Conclusion des variations morphométriques	139

2.4 - La croissance pondérale des juvéniles	139
2.4.1 Les relations étudiées	140
2.4.2 Résultats	141
2.4.2.1 Relation longueur-poids total	
2.4.2.2 Relation longueur-poids de chair	
2.4.2.3 Les relations entre les composantes du poids	
2.4.3 Discussion	143
3 - Maturité sexuelle	144
3.1 - Méthode d'étude	144
3.2 - Résultats	146
3.2.1 Taux de masculinité	
3.2.2 Relations entre les stades sexuels et la longueur siphonale	146
3.2.2.1 Etude par secteur	
3.2.2.2 Dimorphisme sexuel	
3.2.3 Relations entre la formation du pavillon et les organes sexuels	
3.2.4 Relations entre les stades sexuels et l'épaisseur du pavillon	151
3.3 Discussion	151
3.3.1 Taille de première sexualisation et taux de masculinité	
3.3.2 Dimorphisme sexuel	
3.3.3 Relation entre la taille, le stade de pavillon et le stade sexuel	
3.3.4 Age de première reproduction et durée de la maturité sexuelle	
4 - Mortalité naturelle	153
4.1 Variations de la mortalité naturelle	153
4.1.1 Modalités des variations	
4.1.2 Equation de la décroissance de M	
4.2 - Méthode d'estimation d'un coefficient global de mortalité naturelle	
4.3 - Les coefficients de mortalité naturelle	157
Conclusion du chapitre	158

CHAPITRE III. DYNAMIQUE DE LA POPULATION EXPLOITEE

1 - Forçage du recrutement	164
1.1 Production larvaire	164
1.1.1 Biomasse féconde	164
1.1.2 Fécondité	166
1.1.2.1 Fécondation	

1.1.2.2	Ponte	
1.1.2.3	Taux de fécondité	
1.1.3	Survie larvaire	168
1.1.3.1	Vie larvaire	
1.1.3.2	Transport des larves: rétention	
1.1.3.3	Transport des larves: dispersion	
1.2	Phase benthique	169
1.2.1	Les différents stades	170
1.2.1.1	Métamorphose	
1.2.1.2	De la métamorphose à la taille recrutée	
1.2.2	Qualité des biotopes côtiers	172
1.2.3	Prédation et compétition	173
1.3	Conditions du forçage du recrutement	174
1.3.1	Critères de faisabilité technique d'un élevage extensif	174
1.3.1.1	Origine et qualité des juvéniles	
1.3.1.2	Taille de lâcher	
1.3.1.3	Période et méthode de lâcher	
1.3.1.4	Qualité et capacités biotiques des sites de lâcher	
1.3.1.5	Faisabilité technique du grossissement	
1.3.2	Critères socio-économiques d'applicabilité	178
2	Diagramme d'exploitation	179
2.1	Rappels des concepts de la gestion classique	179
2.2	Généralités sur l'analyse de cohortes	180
2.2.1	Historique de l'analyse de cohorte	
2.2.2	Historique et principes de l'analyse de pseudo-cohorte	
2.2.3	Constance des mortalités au cours du temps	
2.2.4	Constance du recrutement au cours du temps	
2.2.5	Le programme ANALEN	
2.3	Matériel et méthodes	184
2.3.1	Les possibilités d'ANALEN relatives à l'étude des décès par pêche	
2.3.2	Reconstitution des distributions des captures par classe de longueur	
2.3.3	Les paramètres de croissance	186
2.3.3.1	Les paramètres de la croissance en longueur	
2.3.3.2	Les paramètres de la croissance en épaisseur	
2.3.3.3	Transformation des distributions des fréquences de longueur des captures	
2.3.4	Choix des paramètres utilisés dans l'analyse	192
2.3.4.1	Coefficient de mortalité naturelle	
2.3.4.2	Borne inférieure du groupe terminal	
2.3.4.3	Coefficient de mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal	

2.4 Résultats	194
2.4.1 Mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal	
2.4.1.1 Métier plongée libre	
2.4.1.2 Métiers plongée et filets confondus	
2.4.2 Les diagrammes de mortalité par pêche par classe de longueur	
2.4.2.1 Métier plongée libre	
2.4.2.2 Métiers plongée et filets confondus	
2.5 Discussion	202
2.5.1 Conséquences des incertitudes sur les paramètres de croissance.	
2.5.2 Validité des paramètres de l'analyse	
2.5.2.1 Choix du groupe terminal	
2.5.2.2 Choix de la mortalité naturelle	
Conclusion du chapitre	205

CHAPITRE IV. EVALUATION DE L'IMPACT D'UN CHANGEMENT DE REGIME D'EXPLOITATION

1 - Méthodes d'obtention des produits de la simulation	209
1.1 Les données pour la simulation	209
1.1.1 Distribution des fréquences de longueur	
1.1.2 Sélectivité	
1.1.3 Mortalité naturelle	
1.2 Les hypothèses de la simulation.....	212
1.3 Les produits attendus de la simulation.....	212
1.3.1 Mortalités par pêche	
1.3.1.1 Simulation de variations de l'effort	
1.3.1.2 Simulation de variations de la taille de première capture	
1.3.2 Production actuelle, à court terme et à long terme.	214
1.3.2.1 Production à court terme	
1.3.2.2 Production à long terme	
1.3.3 Rendement par recrue	216
2 - Résultats	216
2.1 Prévision de la production à court terme et à long terme	217
2.1.1 Production à court terme	
2.1.2 Production à long terme	
2.1.2.1 Sensibilité à la mortalité naturelle	

2.1.2.2 Sensibilité à la sélectivité	
2.2 Le rendement par recrue.....	224
3 - Discussion	228
3.1 Relativisation de l'intérêt du logiciel ANALEN.....	228
3.2 Conséquence de la sous-estimation des captures dans l'analyse.....	229
3.3 Conséquences des incertitudes des paramètres.....	230
3.3.1 Paramètres de croissance	
3.3.2 Mortalité naturelle	
3.3.3 Sélectivité	
3.4 Biais dans l'estimation de production	231
Conclusion du chapitre	232

DISCUSSION GENERALE: OPTIONS D'AMENAGEMENT

1 - Opportunités d'intervention sur les diagrammes d'exploitation	
1.1 Forme de capture	236
1.2 Technique de pêche.....	237
1.3 Fermeture de la pêche	240
1.3.1 Fermeture saisonnière	
1.3.2 Fermeture de zones à la pêche	
1.3.3 Fermeture totale	
1.4 Quotas individuels de capture	241
1.5 Licences individuelles.....	242
2- Limites de l'approche classique	244
3- Les contraintes socio-économiques de l'aménagement	246
3.1 Contraintes socio-économiques du secteur	246
3.2 Contraintes structurelles.....	247
3.3 Contraintes exogènes.....	247
3.3.1 Altérations des milieux littoraux	
3.3.2 Relations intersectorielles	
4 - Perspectives de progrès	249
4.1 L'aménagement	
4.2 Cadre structurel pour l'aménagement	

CONCLUSION GENERALE	254
Perspectives de recherches et de développement	

BIBLIOGRAPHIE	258
----------------------------	-----

ANNEXES	274
----------------------	-----

Annexe 1. Exemple de fiche de recensement de l'effort de pêche et des captures

Annexe 2. Fiche d'enquête socio-économique

Annexe 3. Histogrammes des fréquences de longueur de l'échantillon, présentés mois par mois et par classe de profondeur exploitée.

INTRODUCTION GENERALE



Serge Lucas

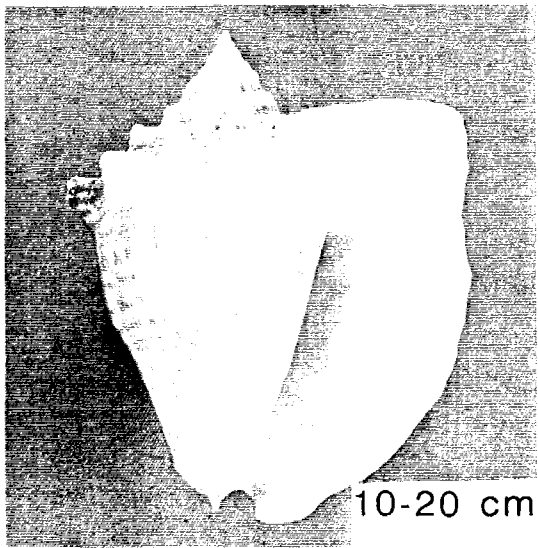
A- Adulte



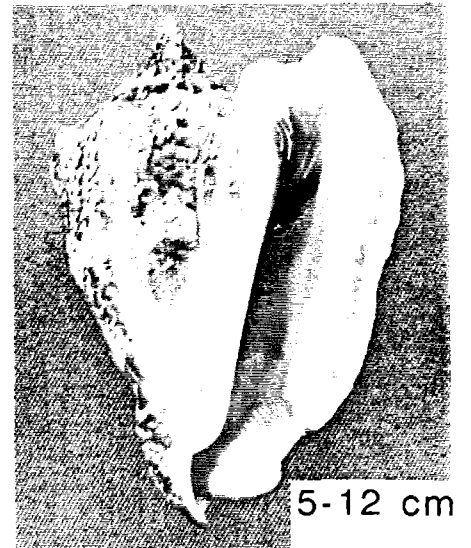
Serge Lucas

B- Du juvénile à l'adulte

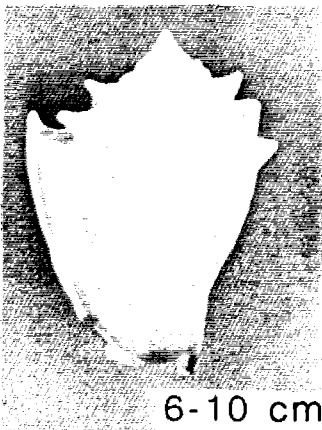
Figure 1. *Strombus gigas*.



Strombus costatus



Strombus raninus



Strombus pugilis

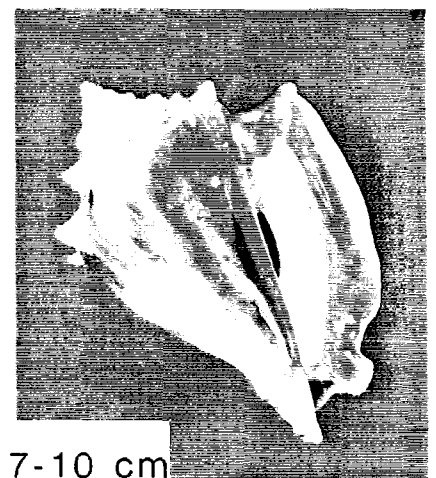


Strombus goliath



Strombus gallus

Photos
C.Petron



Strombus alatus

Figure 2. Les Strombidés de la Caraïbe au Brésil

PRESENTATION DE L'ESPECE DANS LE CONTEXTE CARIBBEEN

Des gastéropodes strombidés vivant dans les Caraïbes, l'espèce *Strombus gigas* est la plus abondante (figure 1). Les autres strombidés (figure 2, Lozet et Pétron 1977), (*S. costatus*, *S. pugilis*, *S. alatus*, *S. gallus* et *S. raninus*) ne dépassent pas la taille de 5 à 20 cm à l'âge adulte, alors que *Strombus gigas* atteint selon les régions, 30 cm de longueur. Seul le *Strombus goliath* dépasse cette taille; il n'est rencontré que profondément sur les côtes du Brésil et n'est pas encore l'objet d'une exploitation. Les strombidés sont caractérisés par la forme pavillonnée de leur coquille à l'âge adulte.

Les strombidés se rencontrent dans les eaux côtières de 0 à 60 m, sur les plateaux insulaires caribbéens et atlantiques des îles entre la Floride et le Vénézuéla, les plateaux continentaux de la mer des Caraïbes, aux Bahamas et aux Bermudes.

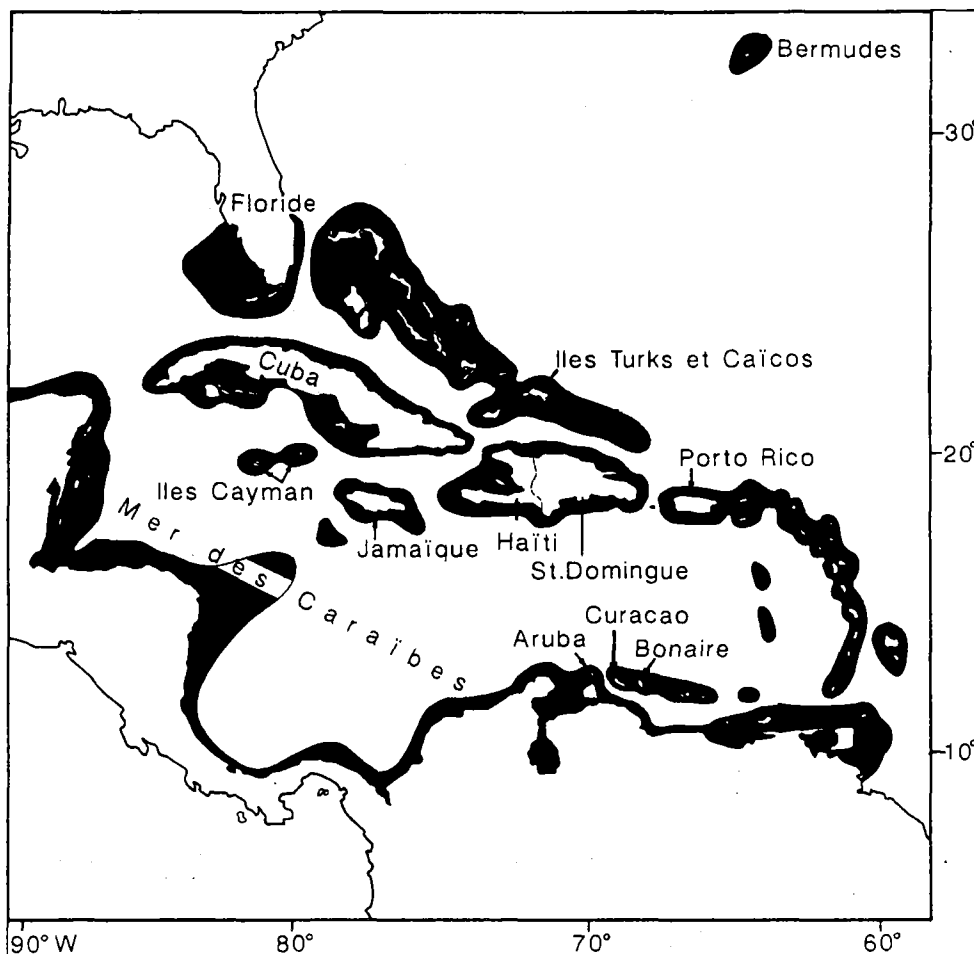


Figure 3. Distribution géographique de *Strombus gigas*.

L'espèce *Strombus gigas* possède de nombreuses appellations vernaculaires: cobo (Cuba), carrucho (Porto Rico), botuto (Venezuela), guarura (Los Roques, Venezuela), cambombia (Panama), queen conch (pays anglophones), carco (Antilles néerlandaises) et enfin lambi dans les Antilles

françaises et à Haïti. L'appellation "lambi" est dérivée du mot "nambi" (qui signifie oreille) utilisé par les indiens Tupiguarani du Brésil pour désigner les coquillages strombidés⁽¹⁾.

Deux espèces de strombidés sont exploitées artisanalement dans la Caraïbe: *Strombus gigas* et *Strombus costatus*. La pêcherie de strombidés, dominée largement par *Strombus gigas*, est partagée entre une trentaine de pays aux potentialités naturelles de production plus ou moins fortes, liées à la superficie du plateau continental ou insulaire jusqu'à l'isobathe 60 mètres.

L'espèce *Strombus gigas* était avec le poisson côtier la plus importante source de protéines des îles et des zones côtières de la Caraïbe jusqu'au siècle dernier. Elle est ensuite devenue la deuxième ressource marine exploitée après la langouste (Baird 1973, Brownell et Stevely 1981). L'exploitation artisanale du lambi mérite l'appellation de commerciale depuis la colonisation de la Martinique au XVIIème siècle. L'intensification de l'exploitation date du début du siècle pour les pays les plus producteurs, mais seulement depuis une trentaine d'années pour les autres. Plusieurs auteurs ont tenté d'estimer la production annuelle, actuelle et potentielle, pour l'ensemble de la région (Hesse 1987; Berg et Olsen 1989; Rathier 1989). Lors du premier congrès de malacologie sud-américain à Caracas en 1991, les données présentées par les différents pays ont permis d'évaluer la production annuelle actuelle entre 1 500 et 5 000 tonnes de chair débarquées (dont près de 1 200 tonnes pour les Petites Antilles - de Grenade aux îles Vierges britanniques; Mahon 1990) pour une valeur marchande de près de 30 millions de dollars (Appeldoorn 1991).

L'ANIMAL ET SON MILIEU

L'espèce *Strombus gigas*, comme les autres strombidés cités, est un animal principalement épigé du macrobenthos, rencontré la plupart du temps sur des fonds meubles, de préférence sableux. Le lambi est une espèce caractéristique préférentielle du biotope herbier à Phanérogames marines (*Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*), qui occupe en Martinique environ 100 km² dans les eaux côtières inférieures à 20 m (Laborel-Deguen 1985). Au delà de 20 m de profondeur, les lambis rencontrés sont pour la plupart sub-adultes et adultes, vivant sur des fonds durs généralement coralliens occupés ou non par des alguiers, de Rodophycées pour la plupart, ou sur des fonds de sable et de graviers. Le lambi a un comportement agrégatif marqué de la métamorphose à la vie adulte. Se déplaçant principalement par reptation, l'animal effectue des migrations liées à l'activité trophique (détritivore-brouteur) et à la reproduction entre la côte et la limite bathymétrique de sa distribution.

ESSAI DE RECONSTITUTION DE L'EVOLUTION HISTORIQUE DE LA PECHERIE JUSQU'EN 1986

La surface des biotopes adaptés disponibles limite le développement du stock de lambi en Martinique, indépendamment d'autres facteurs. La

(1) d'après l'historien et archéologue Jacques Petit Jean Roger

nature volcanique de l'île l'explique: ses pentes escarpées plongent rapidement dans la mer, en particulier du côté ouest. Le plateau insulaire est plus étendu sur la partie sud de la côte est et dans les baies. Toutefois, le lambi était trouvé en abondance dans le passé et a toujours été exploité en Martinique.

La diminution progressive de l'abondance des lambis sur les fonds côtiers de moins de 25 mètres reflète l'intensification des méthodes d'exploitation de la première occupation de l'île à aujourd'hui.

Evolution des méthodes d'exploitation et diminution de l'abondance

Des traces de l'usage du lambi sont retrouvées jusque dans les temps les plus anciens de l'histoire de la Martinique. D'après les plus anciennes datations de sites archéologiques, les indiens Arawaks ont occupé l'île au moins à partir de 250 après J-C. Les premiers colonisateurs européens au XVème siècle se sont plus heurtés aux indiens Caraïbes arrivés vers le VIIème ou VIIIème siècle, qu'aux indiens Arawaks, qui étaient devenus minoritaires. Les indiens Caraïbes étaient réputés pour être "presque tous parfaits nageurs" (manuscrit anonyme de 1776, cité par le Père Pinchon 1961) et plongeaient pour capturer les lambis, sans accessoires, sur les petits fonds, vraisemblablement de moins de 5 mètres: la prédominance de lambis pavillonnés dans les gisements de coquilles datant de cette époque indique que les adultes étaient trouvés en abondance. La pêche était aussi pratiquée à pied sur les herbiers et fonds de sable découvrant à marée basse ou très peu profonds.

La chair était la première source protéique de leur alimentation et la coquille un matériau de base dans la vie domestique et culturelle. Les très nombreuses coquilles de lambi, percées puis fendues, les objets et outils divers trouvés lors des fouilles archéologiques en témoignent (Rathier 1988), ainsi que les récits des premiers occupants européens (Du Tertre 1671). La coquille a ensuite été largement utilisée comme matériau de construction, soit concassée et calcinée pour entrer dans la composition de mortier (De Rochefort 1667).

Le lambi était toujours trouvé en abondance au milieu du siècle dernier et considéré comme le premier des mollusques consommés. La pêche était pratiquée en plongée libre sur des fonds de cinq à quinze mètres particulièrement pendant la saison de carême, de février à mai, et commercialisée en partie sur les marchés de Fort de France et de Saint Pierre. Le lambi était vendu à la pièce, son prix variant selon sa grosseur de 20 à 40 centimes. Déjà à cette époque était évoquée la crainte d'épuisement des "bancs considérables de lambi", au cas où l'effort de pêche et les moyens de capture évolueraient à l'image de l'extension de la pêche en Europe (Beau 1858).

La coquille était alors toujours conservée pour fabriquer la chaux vive utilisée dans la fabrication du sucre de canne notamment (Beau 1858). Les matériaux modernes de construction ont remplacé les coquilles de lambi et morceaux de coraux. Quelques fours à chaux sont encore en activité de nos jours, tels des reliques du passé.

C'est au début du siècle qu'une technique de capture très particulière, -la pêche au crochet-, s'est répandue dans la Caraïbe, au moins de la Floride au Venezuela. Les lambis étaient repérés sur le fond à travers une

lunette de calfat (2). Une perche longue de 5 à 9 mètres à l'extrémité munie de deux crochets montés en pince, permettait de ramener les lambis sur le bateau. Ainsi, seuls les fonds inférieurs à 10 mètres étaient accessibles et exploités. Pour indication, le rendement moyen d'une journée de pêche aux Bahamas était de 200 à 400 lambis par jour et par pêcheur (50 à 100 kg de chair - 4 lambis/kg) (Randall 1963); aux îles Turks et Caïcos, le rendement de la pêche au crochet était en moyenne de 150 lambis par heure.pêcheur (Hesse et Hesse 1977), soit 37 kg.hr⁻¹.pêcheur⁻¹. En Martinique cependant, il semble que la pêche au crochet ait été peu pratiquée, alors qu'elle l'était aux Saintes (archipel guadeloupéen).

Le lambi était aussi capturé par des filets à grandes mailles calés entre 15 et 25 mètres de profondeur, appelés "folles à lambis" (Morice 1958). Les captures étaient abondantes et constituées majoritairement d'adultes.

L'intensification a réellement débuté au cours de la décennie 1960. L'efficacité et la portée de la pêche en plongée libre s'est accrue avec l'apparition des palmes, masque et tuba, permettant d'accéder aux fonds de plus de 10 mètres. Cette pratique, efficace et sélective, s'est généralisée à partir des pays fortement producteurs de la région Caraïbe. Les rendements de la plongée libre étaient alors très élevés: 200 lambis.hr⁻¹.plongeur⁻¹ (400 à 600 lambis par jour), soit 50 kg.hr⁻¹.plongeur⁻¹ aux Turks et Caïcos à moins de 10 mètres de profondeur (Hesse et Hesse 1977). Dans le même temps, le passage de la navigation à voile au moteur, puis l'augmentation des puissances motrices des bateaux ont permis l'exploitation de zones peu profondes plus éloignées de la côte ou du lieu d'origine du pêcheur.

A l'heure actuelle le lambi est capturé principalement en plongée libre, la pêche du lambi au filet étant moins rentable qu'auparavant. La pêche du lambi en plongée avec bouteille aurait débuté vers 1985, illégalement. L'apparition de cette technique de pêche s'inscrit dans la recherche de l'exploitation de fonds de plus en plus profonds.

L'augmentation de l'effort de pêche a conduit à la dégradation de la quantité et de la qualité des captures: diminution progressive de l'abondance et des grandes tailles.

Estimation de la production antérieure à 1986

Aucune information chiffrée n'est disponible pour évaluer la production avant 1980, excepté que plusieurs tonnes étaient débarquées sur le marché de Fort de France il y a une trentaine d'années. Cependant, la consommation réelle devait être considérablement plus élevée à en juger par les tests blanchis qui entourent les villages de pêcheurs (Morice 1958). Les apports au marché de Fort de France ont été relevés pour l'année 1979: 16.55 tonnes (Clément 1980). La production globale variait de 600 à 700 tonnes par an (source: mairie de Fort de France). Mais la fiabilité de ces données n'est pas garantie, en raison des importations en frais de l'archipel guadeloupéen qui constituent une grande partie de ces tonnages. La part de la production martiniquaise serait de 45 tonnes (Clément 1980), mais sans vérification possible.

(2) lunette de calfat: boîte à fond de verre.

LA CONSOMMATION LOCALE DE LAMBI EN MARTINIQUE

Le lambi fait partie du patrimoine gastronomique de la Martinique; les Antilles françaises sont d'ailleurs parmi les plus gros consommateurs de lambis dans la Caraïbe (Stevely et Warner 1978).

La demande n'a cessé de croître au fur et à mesure de la croissance démographique, ce qui explique en grande partie l'intensification de l'effort de pêche depuis une cinquantaine d'années. La production locale a de fait été insuffisante dès le milieu du siècle. Des importations croissantes ont permis de satisfaire le marché local (figure 4).

La Martinique a importé du lambi frais de Guadeloupe, de l'archipel des Saintes notamment, tant que l'abondance des fonds de ces îles l'a permis (Morice 1958). Il semble que dès 1965 la Martinique importait du lambi frais de Ste Lucie (15 tonnes) et des Grenadines au sud, de St Martin au nord. Les importations actuelles provenant de Sainte Lucie, située à une quinzaine de kilomètres au sud de la Martinique, non enregistrées par le service des Douanes, ont été estimées par le suivi de leur débarquement. Elles sont égales au tiers de celles de 1965, suite à une moindre rentabilité du voyage. Il apparaît dans les statistiques douanières que les îles françaises St Martin et St Barthélemy sont encore exportatrices vers la Guadeloupe et la Martinique, mais il est possible que ce lambi provienne en fait d'autres pays, et transiterait seulement par St Martin (port franc).

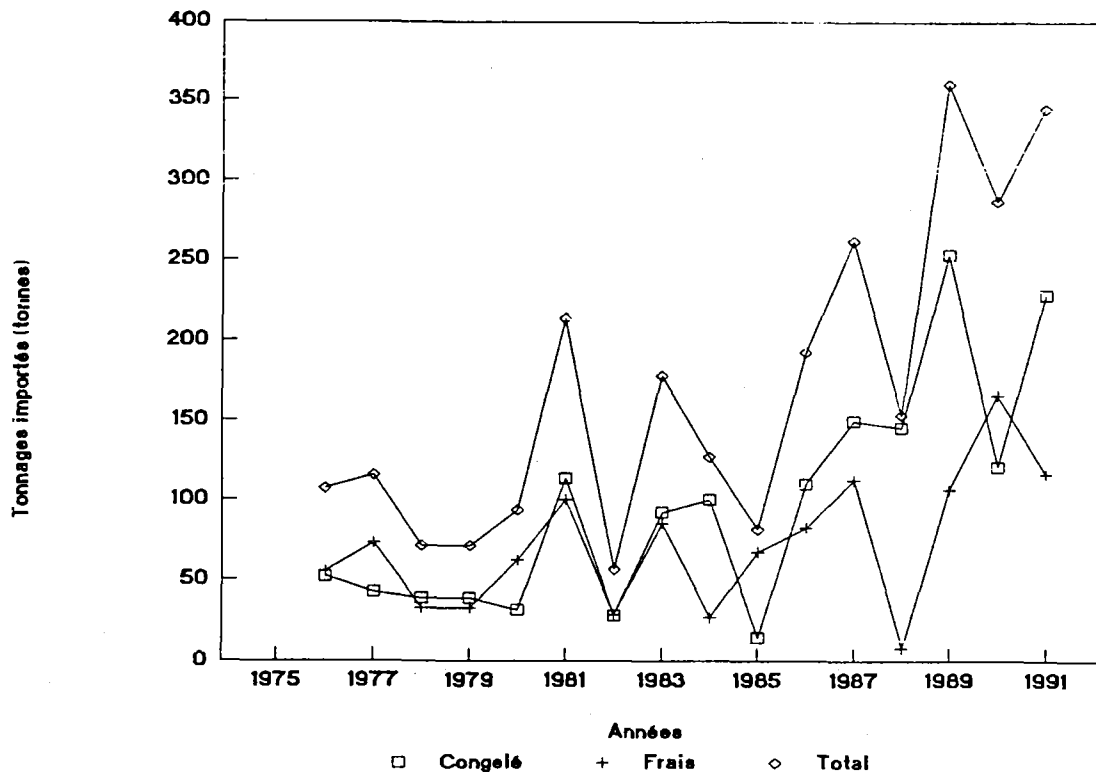


Figure 4. Les importations de lambi frais et congelé en Martinique.

A partir de 1970, l'offre du marché extérieur s'est développée à la suite de l'intensification de l'exploitation dans la Caraïbe (Cuba, Belize, îles Turks et Caïcos...). L'essor des transports aériens et du procédé de congélation ont permis les exportations de lambi congelé vers les marchés

caribbéens déficitaires, vers les Etats-Unis, et depuis 1982 vers l'Europe. La Martinique a importé du lambi congelé à partir de 1972 pour satisfaire la demande accrue par le développement du tourisme (300 000 touristes en 1989, sans compter le tourisme de croisière). Ces importations de lambi congelé ont supplanté celles de lambi frais après 1980. Actuellement, la totalité des importations en frais et en congelé s'élève à 300 tonnes par an et approvisionne 90 à 95 % du marché local.

Le prix de vente moyen était de 35 francs par kilo de chair en 1982 (Dreno et Lacroix 1982). Le prix actuel, 60 francs par kilo, correspond à celui du poisson classé en première catégorie (poisson noble: coryphènes, sardes...). Les prix sont fixés par les services administratifs compétents.

Grâce au développement du tourisme, les plus belles conques sont maintenant commercialisées comme objet ornemental-souvenir sur les lieux de débarquement et au bord des routes touristiques du sud de l'île au prix de 20 à 50 Frs l'unité.

LA PECHE MARTINICAISE: CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Il semble a priori difficile de parler d'aménagement de la pêcherie de lambis en Martinique sans replacer cette activité dans le contexte global de la pêche martinicaise, à savoir ses aspects socio-économiques: production, rapport aux importations, poids économique du secteur, nombre de marins-pêcheurs et état de la flotille.

La production halieutique locale, estimée à près de 3 500 tonnes en 1987 (Gobert 1989) n'est pas limitée par la demande, qui lui est largement supérieure, et le déficit est couvert par les importations: 5 094 tonnes en 1986. Le secteur de la pêche pèse objectivement peu mais ne peut être négligé dans l'économie de l'île: 120 millions de francs (1989). La Martinique est résolument tournée vers le tourisme: 900 millions de francs en 1987. Les autres principaux secteurs de l'économie, à savoir l'agriculture d'exportation et l'industrie agro-alimentaire représentent environ 1 300 millions de francs (Girin et al. 1992).

La situation économique de la pêche martinicaise est particulièrement difficile. Le secteur de la pêche est considéré "en péril" (INSEE 1985) ou pour le moins "critique" (de Miras 1987). Au delà des chiffres, l'importance de la pêche en Martinique comme dans les autres départements d'outre-mer s'exprime en termes socio-économiques, car elle concerne la population du littoral, globalement assez pauvre, ayant ses propres caractéristiques sociales. Le développement de la bande littorale est orienté, dans les zones favorables, vers le tourisme. Son expansion est politiquement favorisée. Ce secteur économique, prospère, est devenu prioritaire. L'activité des autres zones du littoral est tournée vers les secteurs agro-alimentaires et industriels qui contribuent à la dégradation du littoral et de la qualité des eaux côtières (marées vertes, pollutions...).

Les apports de la pêche semblent diminuer ou au mieux rester stables pour un nombre de pêcheurs décroissant dans les chiffres des Affaires Maritimes, inférieurs de 60% de ceux de l'INSEE. Cet organisme recensait 2 849 pêcheurs en 1962, contre 1 160 par les Affaires Maritimes. En 1989, il n'y aurait plus que 802 marins inscrits et quelques 800 journaliers non déclarés. Sur le terrain, force est de constater que le nombre réel de

pêcheurs est largement supérieur: il y aurait 2 000 à 2 500 pêcheurs en 1991 pratiquant à temps plein ou temps partiel (Girin et al. 1992).

La population des marins inscrits est constituée essentiellement des "patrons-pêcheurs" enrôlés (80% des patrons), demi-rôle et rôle retraité compris; la moyenne d'âge est assez élevée, 46 ans. Il y a cependant une tendance au rajeunissement, les moins de 39 ans constituant tout de même 55 % de la population des marins inscrits. Il faut noter que la plupart des non inscrits ont moins de 35 ans.

La flottille, de 1 500 à 1 800 embarcations en 1990, était constituée à l'origine de gommiers ⁽³⁾ et de yoles ⁽⁴⁾ Depuis une dizaine d'années, la flotte se renouvelle au rythme de 45 yoles par an, construites en Martinique depuis 1981 en plastique (40% de la flottille) et équipées de moteurs hors bord d'une puissance motrice de plus en plus forte (en moyenne, 30 CV en 1964 et 63 CV en 1988)(Girin et al. 1992).

Les pêcheurs, notamment les jeunes, semblent avoir des difficultés pour rentabiliser leurs moyens de production. Pratiquée en tant qu'activité professionnelle déclarée, la pêche ne semble pas être rentable pour de nombreux pêcheurs: 80% ont un revenu inférieur au SMIC (De Miras et al. 1987). Seuls les pêcheurs pratiquant principalement la pêche à "miquelon"⁽⁵⁾ auraient des revenus supérieurs à ceux estimés par l'étude de De Miras. La production halieutique martiniquaise est composée à plus de 40% par les captures faites à "miquelon". Le caractère poly-actif de la communauté des pêcheurs (beaucoup de pêcheurs à temps partiel), par tradition, rend difficile l'évaluation réelle des coûts d'opportunité.

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le lambi représente une faible part de la pêche martiniquaise; cependant il y tient une place symbolique au delà des tonnages débarqués, sans doute liée au contexte culturel de l'île. Cette ressource benthique est strictement inféodée au plateau insulaire et représente un cas d'espèce dans le problème général de la gestion des ressources côtières traditionnelles. Tant en Martinique qu'en Guadeloupe, les captures de lambi en poids ont beaucoup diminué par rapport à celles du début du siècle. Lors des missions Corantilles I et II ⁽⁶⁾ les chercheurs ont constaté la très faible abondance des lambis sur les fonds marins et la dominance des juvéniles immatures dans les captures et sur les fonds (Laborel 1986).

L'objectif global de cette thèse est de déterminer des options d'aménagement ajustées à la productivité de la ressource, en tenant compte du contexte socio-économique spécifique à l'activité de pêche artisanale du lambi et de celui de la pêche martiniquaise.

(3) gommier: embarcation traditionnelle creusée dans un tronc de gommier, arbre commun des Petites Antilles. Le creux du bateau est augmenté par des bordés.

(4) yole: embarcation martiniquaise traditionnelle, en bois puis en plastique.

(5) Pêche à "miquelon": exploitation des poissons pélagiques au large des côtes martiniquaises. L'origine du terme remonterait au temps où les bateaux exploitant la morue à St. Pierre et Miquelon débarquaient j'en Martinique. Par extension, "miquelon" signifie "loin, au large des côtes".

(6) Corantilles (I et II). Etudes des biotopes sous-marins des Antilles (Martinique et Guadeloupe), en particulier des coraux.

Suivant cet objectif, la pêche et le stock ont été étudiés pour établir l'état d'exploitation de la ressource: une enquête menée pendant une année, d'août 1986 à 1987, a permis de recenser l'activité (production et effort par métier) et de connaître les acteurs et les modes de cette exploitation. Pour affiner la connaissance des résultats d'exploitation, la structure en longueur des captures a été établie par un échantillonnage des débarquements. De la situation du stock résulte la problématique de l'étude vis-à-vis de l'objectif global.

Les processus de la dynamique de la population exploitée seront étudiés, afin de déterminer les niveaux possibles d'intervention pour augmenter la productivité du stock. Enfin, les conséquences socio-économiques de l'application des instruments de régulation de la pêche déterminent leur niveau d'applicabilité. Il en résulte alors la proposition d'options possibles d'aménagement tenant compte de l'évaluation des capacités d'évolution de la pêche martiniquaise.

CHAPITRE I

CARACTERISATION DE LA PECHERIE

CHAPITRE I

CARACTERISATION DE LA PECHERIE EN 1986-1987

Comme il n'existait aucune donnée, officielle ou non, sur la pêche de lambi en Martinique, une enquête sur le terrain préparée de mai à août 1986 a été menée de septembre 1986 à août 1987 pour acquérir les éléments caractérisant la pêche. Les informations recueillies pour le métier plongée avec bouteille ont été complétées en 1991 lors de contacts directs avec les pêcheurs concernés. Les résultats obtenus concernent les outils de production (flottille et méthodes d'exploitation), les zones exploitées, l'évaluation de la production et des efforts de pêche par métier, et les pêcheurs (profil sociologique, statut et revenus).

La répartition naturelle de la population de lambi sur les fonds martiniquais est conditionnée par la profondeur et la nature des biotopes, qui sont principalement au nombre de trois dans le milieu ouest atlantique tropical, la mangrove mise à part: l'herbier, le récif et les sables et graviers. La géomorphologie de l'île permet de comprendre la répartition de ces biotopes.

1 - Caractéristiques de l'île

La Martinique (1 080 km²), située par 14°30' de latitude nord et 61° de longitude ouest, occupe une position centrale dans l'archipel des Petites Antilles qui s'étire entre le Venezuela et Puerto Rico. L'arc insulaire des Petites Antilles, d'origine volcanique, qui sépare la Mer des Antilles ou Mer des Caraïbes de l'Océan Atlantique, s'est formé à la suite de la subduction de la plaque atlantique sous la plaque caraïbe (Augris et al. 1992).

1.1 Cadre physiographique

La Martinique est séparée de Sainte Lucie au sud (environ 15 kms) et de la Dominique au nord (environ 30 kms) par des canaux dont la profondeur est comprise entre 1 000 et 2 000 mètres. Ces trois îles, ainsi que St Vincent, Basse-Terre en Guadeloupe et St Kits et Nevis, font partie de l'arc interne, formé au Pliocène (Westercamp et Tazieff 1980). Les reliefs de ces îles sont donc accentués et leurs plateaux insulaires peu étendus en comparaison de ceux des îles de l'arc externe, d'origine plus ancienne (Eocène-Oligocène), telles que les Grenadines, Grande-Terre de la Guadeloupe, Antigua et Barbuda, Anguilla, Saint Martin et Saint Barthelemy et les îles Vierges (figure 5; d'après Bouysse et Martin 1979).

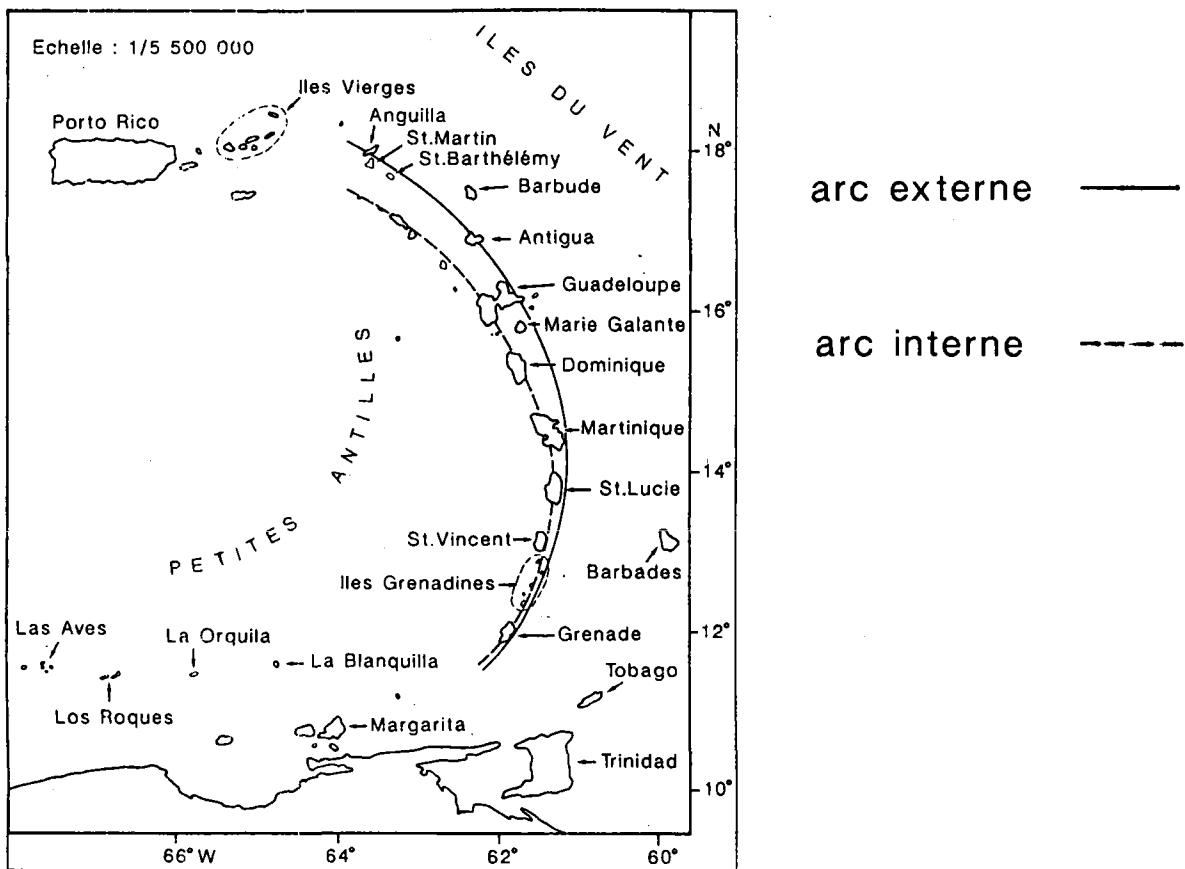


Figure 5. Carte des Petites Antilles

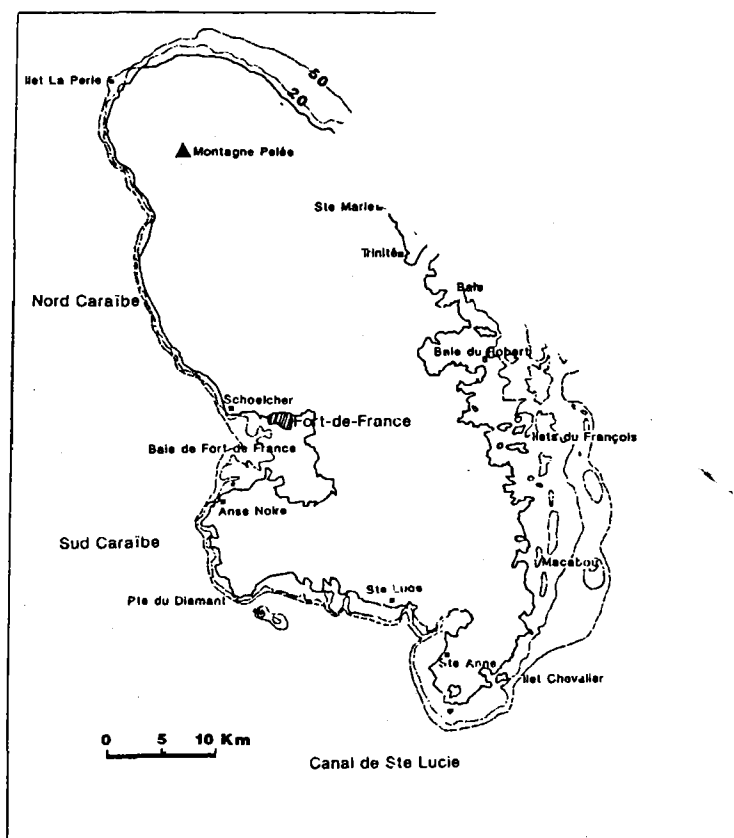


Figure 6. Le plateau insulaire de la Martinique jusqu'à l'isobathe 50 mètres.

Le plateau insulaire de la Martinique constitue une bande de 665.5 km² jusqu'à l'isobathe 60 mètres autour de l'île (Service de Cartographie de l'ORSTOM). De Sainte Marie à Schoelcher en passant par le sud, les fonds marins de moins de 50 mètres de profondeur occupent approximativement 80% du plateau insulaire.

C'est sur la côte est que le plateau insulaire est le plus large, de la presqu'île de la Caravelle à Sainte Luce, où il s'étend jusqu'à la profondeur de 70 à 80 mètres. Les roches volcaniques de l'arc ancien, qui émerge au niveau de la presqu'île de La Caravelle et de Sainte Anne, sont probablement responsables de l'extension du plateau oriental (Froidefond et al. 1985). De Sainte Luce, sur la côte sud de l'île bordant le canal de Sainte Lucie, à l'Anse Noire, le plateau insulaire est réduit, les nombreuses baies mises à part. Le plateau insulaire est particulièrement étroit autour du massif volcanique récent de la Montagne Pelée aux pentes très fortes sur la côte Caraïbe, dite sous le vent. Dès que l'on s'éloigne de 150 mètres du rivage, les fonds marins atteignent plus de 100 mètres de profondeur. La côte nord atlantique de la Martinique (ou côte au vent) au nord de la presqu'île de la Caravelle ne possède ni la barrière de protection naturelle que constituent les récifs du sud atlantique, ni le calme de la côte Caraïbe; les conditions hydrodynamiques de cette partie de la côte, très battue, limitent fortement l'exploitation des petits fonds côtiers, en particulier au-dessus de la commune de Trinité.

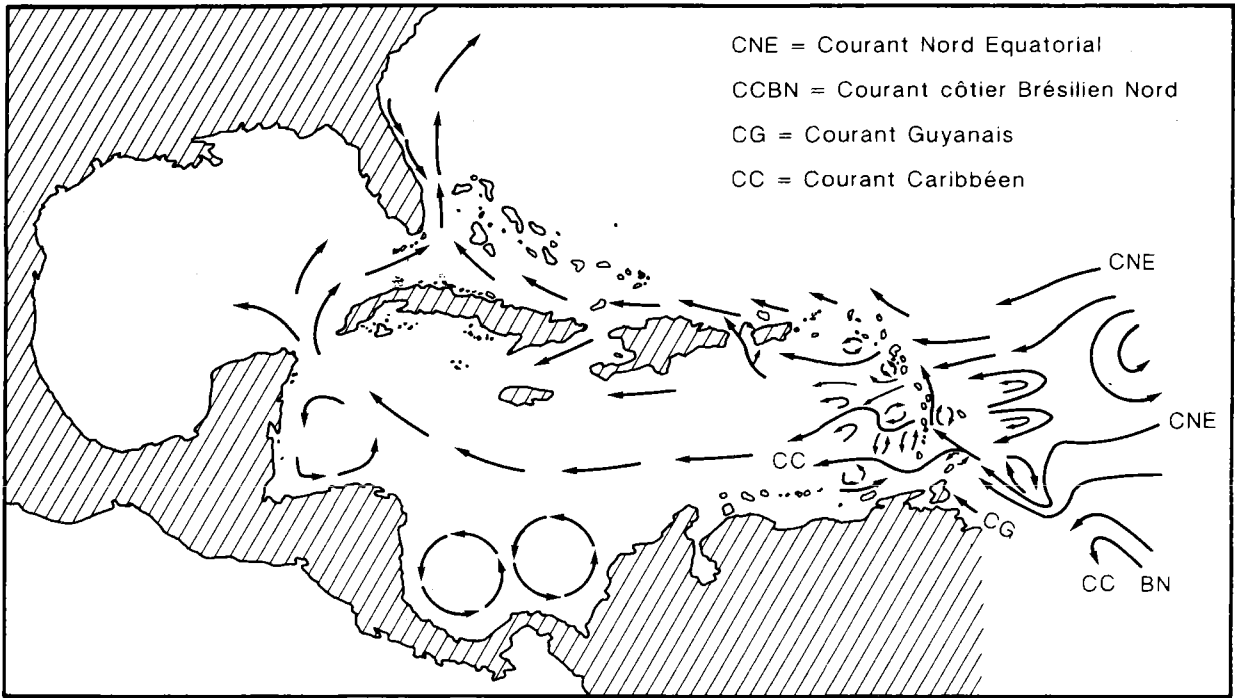
1.2 Le contexte hydrologique

1.2.1 Salinité et température

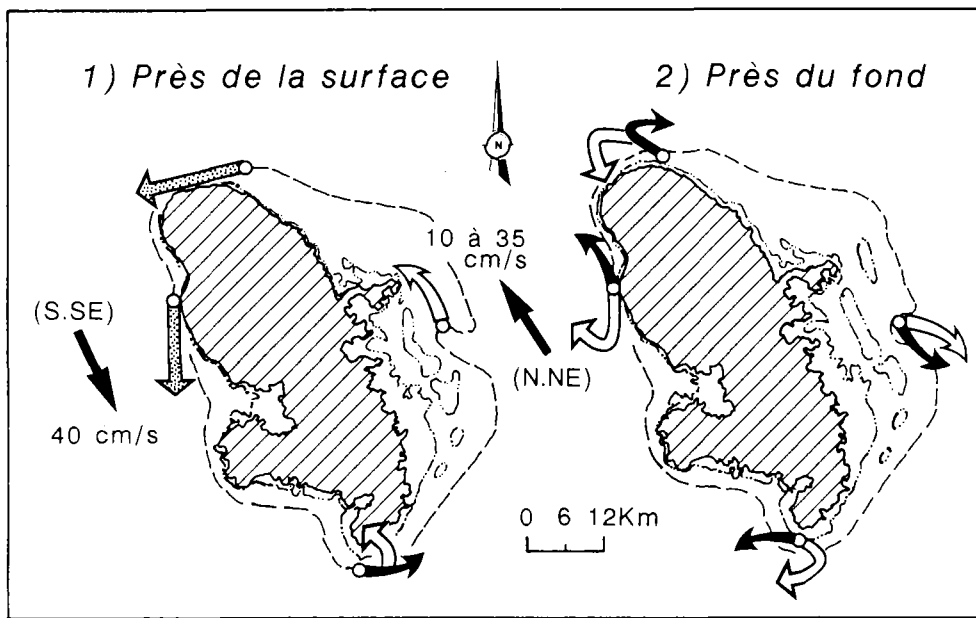
Les variations de salinité et de température du milieu marin dépendent des deux saisons du climat tropical de la Martinique. La saison sèche, ou carême, va de janvier à juin, et la saison des pluies, ou hivernage, de juillet à décembre. Le changement de saison est conditionné par le mouvement de la zone intertropicale de convergence, influant sur le régime des vents, orientés est-nord-est pendant le carême et est-sud-est pendant l'hivernage.

La pluviométrie est la plus forte de juillet à septembre et minimale de janvier à mars (1 à 8 m/an; Westercamp et al. 1989). Les variations de salinité moyenne des eaux de surface s'en ressentent: 34.25 g/l au lieu de 36.0 g/l pendant le carême (Wust 1964). Les apports d'eau douce sont souvent brusques en raison du régime torrentiel des rivières.





Les mois d'hivernage sont aussi les mois les plus chauds. L'évolution de la température de l'eau au cours de l'année suit celle de la température de l'air avec un léger retard (température moyenne: 25°C). La température moyenne des eaux de surface est la plus élevée au mois de septembre,



a) Distribution des courants dans la région CARAIBE
(d'après MAHON, 1987 et BERG & al, 1986)



Ile de la Martinique.

-  marée montante
-  marée descendante
-  direction identique quelque soit la marée
-  circulation générale

b) Circulation prédominante des eaux côtières en fonction des marées (d'après Gonzalès 1988)

Figure 7. Courantologie.

28.3°C, pour redescendre à 25.6°C en février (Wust 1964). L'amplitude des variations annuelles de température et de salinité des eaux de surface est donc très faible. Elle est généralement plus forte pour les eaux côtières, notamment de juin à septembre (Martinet et al. 1976).

1.2.2 Structure hydrologique

La couche d'eau de surface (50 m d'épaisseur) est caractérisée par son homogénéité thermique (26.5°C) et une salinité variable avec la profondeur, augmentant sur la côte atlantique et diminuant sur la côte Caraïbe (Le Floch 1955). Au-dessous sont trouvées 4 à 5 couches d'eau d'épaisseur variable, d'eau subtropicale et antarctique intermédiaire (Wust 1964; Le Floch 1955).

1.2.3 Courantologie

La Martinique est située approximativement à la jonction des deux grands courants de l'Atlantique: le courant Nord Equatorial et la branche nord du courant Sud Equatorial ou courant de Guyane (Tchernia 1969 et Wust 1964)(figure 7.a). La direction de ces courants varie peu au cours de l'année et leur vitesse est maximale pendant le carême (Wust 1964).

La dynamique des eaux superficielles bordant la Martinique est directement influencée, exceptée la morphologie des côtes, par les variations climatiques locales, notamment le vent pour les cinquante premiers mètres. En-dessous, la marée (de type mixte: par jour, deux PM et BM ou une PM et une BM) et les courants géostrophiques (Gonzalez 1988) influencent la circulation autour de l'île (et réciproquement).

La figure 7.b présente la direction des courants côtiers de surface et de fond en fonction du cycle de marée (marnage de 0.1 à 0.5 m). En surface, la direction des courants ne varie pratiquement pas au cours du cycle de marée. Près du fond (13 à 70 m selon les stations), l'effet de marée est plus important qu'en surface, souligné par une majorité de courants de type rotatif à semi-rotatif. Ce phénomène s'accroît à l'extrémité sud de l'île en raison de l'orientation sud-ouest-nord-est de l'onde de marée lorsqu'elle aborde l'île. La vitesse des courants est plus élevée en surface qu'au fond et maximale au cours de la marée montante (Gonzales 1988).

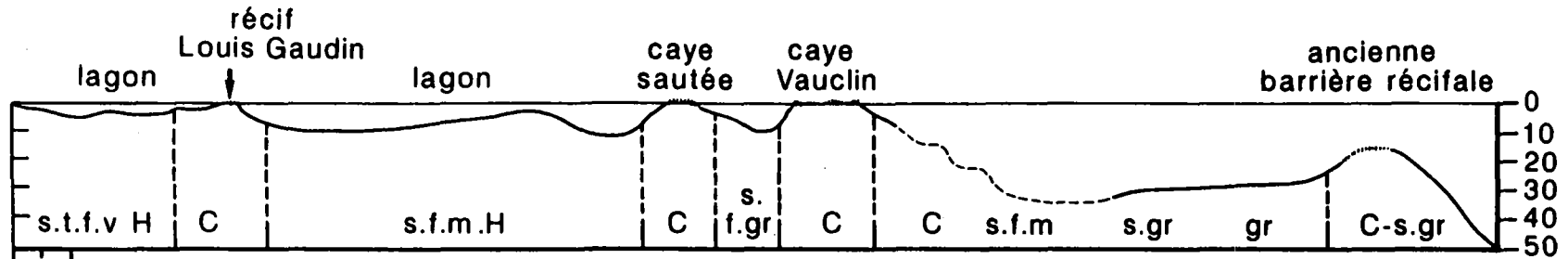
1.3 Les biotopes principaux

1.3.1 L'herbier

Pris au sens large, il s'agit de l'ensemble des fonds meubles de sables du lagon, plus ou moins fins et généralement coralliens, s'étendant à partir du littoral jusqu'au récif barrière (côte sud Atlantique) ou les tombants (côtes

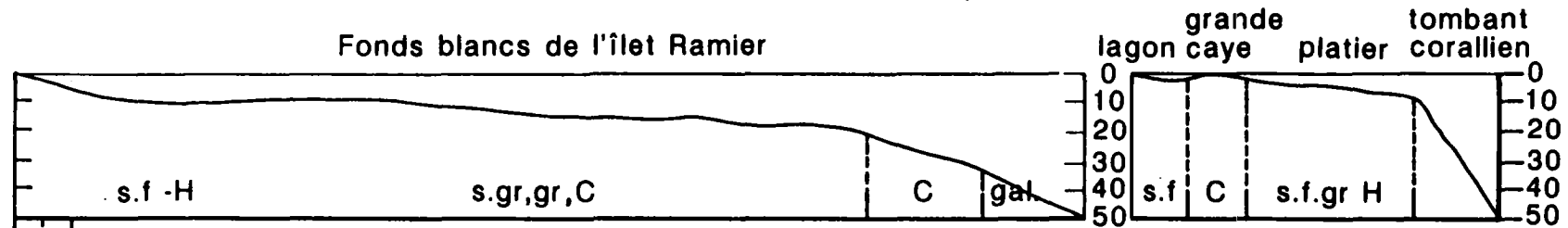
Figure 8.

Coupes du plateau insulaire de la Martinique (de 0 à 50 mètres de profondeur).



20m Coupe du plateau insulaire au Nord-Est du bourg du Vauclin, de la côte à l'isobathe 50 m.

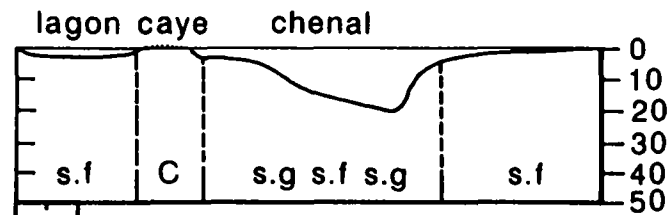
(A)



20m

(B) Coupe à l'Est de la Pointe d'Alet

(C) Coupe Sainte Luce



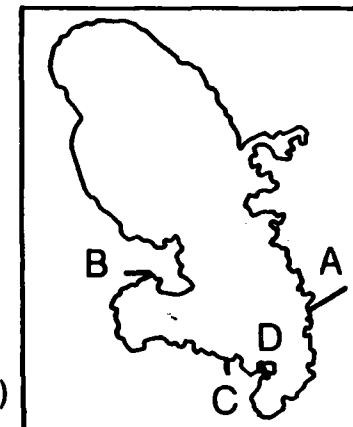
20m

Coupe Baie du Marin **(D)**

- v : vase
- s.t.f : sable très fin
- s.f : sable fin
- s.f.m : sable fin moyen
- s.g : sable grossier
- gr : gravier
- gal. : galet

- H : herbier
- C : corail

(d'après Augris et Durand, 1993)



sud, ouest et nord Atlantique) (figure 8 A et B). Les vases occupent les fonds marins des baies et les bordures de mangroves.

Ces fonds meubles sont recouverts en grande partie par des herbiers de phanérogames marines dans les zones inférieures à 20 mètres lorsque les conditions écologiques sont réunies. Ces plantes, aux fleurs discrètes, fixent le sédiment grâce à la croissance de leurs rhizomes et forment des mattes sur certains sites. L'intérieur du lagon présente des hauts-fonds, appelés cayes. Ces reliefs sont recouverts d'assemblages de coraux morts, squelettes de formes branchues et débris, et de formes massives et branchues vivantes. Plusieurs de ces espèces coralliennes sont aussi caractéristiques du récif, mais tolérantes à une plus grande turbidité et aux variations des conditions physiques du milieu lagunaire.

Parmi les cinq espèces de phanérogames marines rencontrées aux Antilles françaises, trois sont assez communes, mais deux seulement constituent des prairies sous-marines de grande taille. *Thalassia testudinum* prolifère de 0 à 5-6 mètres de profondeur, recouvrant des fonds de sable parfois assez vaseux, comme au voisinage de la mangrove ou à proximité des chenaux. *Syringodium filiforme* se développe associée à *Thalassia testudinum*, en particulier sur les fonds de 3 à 6 mètres, puis seule sur les fonds de 10 à 20 mètres de profondeur, selon la turbidité de l'eau et la nature du fond. La troisième espèce, *Halophila decipiens*, est rencontrée plus profondément, généralement au pied des récifs, vers 10 à 15 mètres de profondeur.

L'herbier constitue un habitat privilégié pour les mollusques exploités commercialement: strombes (lambi...), bivalves tels que les palourdes (*Tellina fausta* et *T. laevigata*) et les soudons (*Codakia orbicularis* et *Lucina pectinata*). Un certain nombre d'espèces herbivores se nourrissent des feuilles des Phanérogames marines, comme l'oursin comestible ou chadron (*Tripneustes esculentus*, L.) qui est l'objet d'une exploitation commerciale du même type que celle du lambi.

1.3.2 Le récif

Le récif est un ensemble calcaire bio-construit par les Madréporaires (coraux hermatypiques) et les algues calcaires (Corallinacées telles que *Porolithon sp.*, *Lithothamnion sp.*,...). Seuls les récifs frangeants et barrière seront sommairement décrits.

Le récif le plus remarquable est le récif-barrière, qui constitue une zone discontinue de 0.5 à 1 kilomètre de large, de Sainte-Marie au rocher de la Caravelle, et de là jusqu'à l'îlet Chevalier (figures 6 et 8.A). Chaque ensemble de cette barrière est dénommée "caye" par les pêcheurs lorsqu'il émerge largement, "loup" quand l'émergence est petite ou nulle. Les chenaux entre les ensembles coralliens sont les passes.

La barrière n'émerge qu'en deux endroits dans sa partie nord, au large de la baie du Galion (Loup Bordelais) et de la baie du Robert (Loup Garou). Les fonds entre la côte et la barrière atteignent 20 à 30 mètres. La barrière se rapproche progressivement de la côte et émerge plus largement, notamment à partir des îlets du François. Les fonds entre la barrière et la côte ne dépassent pas 18 mètres (figure 8.A).

Les restes d'une ancienne barrière récifale s'étendent du nord de la presqu'île de la Caravelle à Macabou, à l'extérieur et parallèlement au récif-barrière actuel (figure 8.A). Les sommets des bancs isolés de cette barrière, au nombre d'une dizaine, sont à 8 mètres de profondeur au nord et à 18 mètres au sud. Les fonds entre les deux barrières vont de 15 à 35 mètres. La façade orientale de cette ancienne barrière récifale correspond à l'isobathe 50 mètres.

Les récifs frangeants sont principalement des tombants coralliens. Sur la côte Caraïbe, ils occupent les pentes plus ou moins abruptes de la côte de la Pointe du Diamant jusqu'à l'îlet La Perle (figure 8.B). De l'îlet Chevalier à la Pointe du Diamant, la partie côtière est peu pentue et limitée par un tombant corallien qui naît vers 10-15 mètres (figure 8.C). Enfin, de Sainte-Marie à l'îlet Chevalier, les récifs frangeants sont développés le long du littoral lorsqu'il n'est pas bordé de mangroves, et autour des nombreux îlets.

1.3.3 Sables et graviers

Les fonds marins situés entre les deux barrières récifales (côte sud Atlantique) et au bas des tombants (côtes sud, ouest et nord Atlantique) sont constitués essentiellement de sables et graviers calcaires. Galets et blocs coralliens sont parfois présents entre 10 et 50 mètres de profondeur, notamment sur les pentes plus ou moins abruptes des tombants. Au delà, fonds durs (anciens revêtements organogènes), sables et graviers sont recouverts plus de spongiaires, d'antipathaires, de cerianthaires et de gorgones que de madréporaires (Briant 1992). Les graviers comprennent parfois des corallines (*Porolithon sp.*, *Lithothamnion sp...*) et des encroûtements de corallinacées (Froidefond et al. 1985).

2- Les limites géographiques de l'étude

Les biotopes de l'espèce *Strombus gigas*, fonds meubles ou durs recouverts ou non d'herbier ou d'algues, sont principalement bien représentés sur la côte atlantique de la presqu'île de la Caravelle (baie de Trinité) à la Pointe des Salines (zone sud atlantique) (figure 9). La côte nord atlantique, exceptée la baie de Trinité, présente peu de biotopes favorables au développement de l'espèce. Sur la côte du canal de Sainte Lucie, les herbiers sont limités aux baies de la Pointe des Salines à la Pointe du Diamant. Sur la côte nord Caraïbe, les herbiers littoraux se développent sur les fonds de sable

des embouchures de rivière et sur la zone peu étendue entre 0 et 20 m de profondeur. Sur la côte sud Caraïbe, les biotopes favorables au développement de l'espèce sont présents principalement dans la baie de Fort de France.

2.1 Définition de deux secteurs d'étude

Les grandes zones de pêche délimitées lors d'entretiens avec les pêcheurs (enquête préalable) reflètent la répartition des biotopes préférés de l'espèce. L'activité est localisée depuis toujours principalement sur les côtes sud Atlantique, canal de Sainte-Lucie et sud Caraïbe, représentant environ 58% du littoral martiniquais (environ 350 km; Westercamp et al. 1989) (figure 6). Les lambis de la côte nord Caraïbe ne sont plus exploités depuis une vingtaine d'années environ; de plus les tonnages débarqués sont toujours restés très faibles en comparaison de ceux des côtes sud Atlantique à sud Caraïbe. Il n'y a jamais eu d'exploitation du lambi sur la côte nord Atlantique, excepté en baie de Trinité.

C'est pourquoi l'étude de la pêcherie a été restreinte aux secteurs majoritaires de production. Une estimation des captures de la côte nord Caraïbe et de la baie de Trinité sera cependant présentée.

Deux secteurs d'étude ont été définis, selon un critère physique, du sud de la presqu'île de la Caravelle au sud de la baie de Fort de France. Les caractéristiques physiques et écologiques du sud atlantique, très différentes de celles relativement proches du canal de Sainte Lucie et du sud Caraïbe ont amené le regroupement de ces deux dernières zones en un seul secteur (figure 9). Pour simplifier les notations dans la suite du travail, les termes de secteur est et secteur sud seront employés pour désigner les ensembles suivants:

- secteur est: limité au nord par la presqu'île de la Caravelle (Pointe Caracoli) et au sud par la Pointe d'Enfer.

- secteur sud: de la Pointe d'Enfer à la commune des Trois Ilets, qui constitue la limite nord-ouest de l'étude. Les pêcheurs de lambi résidant dans les sites pêcheurs de la baie de Fort de France au nord de Trois Ilets n'ont pas été rencontrés.

2.2 Sites de débarquement

Les sites de débarquement ont été recensés par leur recherche systématique le long du littoral lors de l'enquête préalable. L'activité de pêche du lambi a paru peu importante et dispersée en de multiples points de débarquement. Ces sites sont matérialisés par la présence de tas de coquilles

vides et par celle de pêcheurs retirant la chair de la coquille lors de la commercialisation des captures.

Les sites de débarquement observés sont regroupés en sites nommés primaires qui correspondent aux communes dont ils dépendent. Chaque site primaire est subdivisé en sites secondaires correspondant aux sites de débarquement observés. Ces choix de regroupement (figure 9) gardent un caractère arbitraire:

- Secteur est:
 - **Le Robert**: Pointe Savane et Pointe La Rose;
 - **Le François**: bourg, Presqu'île et quartier Frégate;
 - **Le Vauclin**: Baie des Mulets, port du Vauclin, Pointe Faula;

- Secteur sud:
 - **Le Marin**: bourg, La Dupré, Poirier (commune de Rivière Pilote);
 - **Les Anses d'Arlet**: Petite Anse, bourg des Anses d'Arlet, Grande Anse;
 - **Trois Îlets**: Anse Dufour, Anse à l'Ane, et Anse Mitan.

Chaque site secondaire représente une unité socio-géographique à terre, correspondant à des lieux traditionnels de débarquement et de mouillage ou de halage des canots. Il s'agit souvent de quartiers de pêcheurs situés à l'extérieur des bourgs; les bateaux sont alors mouillés en contrebas des habitations. La zone littorale est en effet fortement habitée en Martinique; il est reconnu que l'espace public maritime est souvent privatisé ou illégalement occupé.

La très forte dispersion des sites de débarquement, notamment dans le secteur sud et le sud du secteur est a conduit à l'abandon du suivi de quelques sites secondaires (sites non soulignés sur la figure 9) dont l'activité sera par la suite estimée lorsqu'elle ne sera pas jugée négligeable.

3 - Méthode d'étude des résultats d'exploitation

L'objectif de la première partie de ce travail est de caractériser l'activité des pêcheurs par métier, ses variations saisonnières et dans l'espace (zones de pêche et profondeur), en terme d'effort mis en oeuvre et de résultats (captures en poids et en nombre, rendements).

Suivant cet objectif, la collecte des données par enquête directe sans échantillonnage a été préférée à une procédure d'échantillonnage aléatoire en raison des faibles quantités de lambi débarqué par site et de la forte dispersion des pêcheurs sur le littoral. La réalisation d'une étude aux moyens

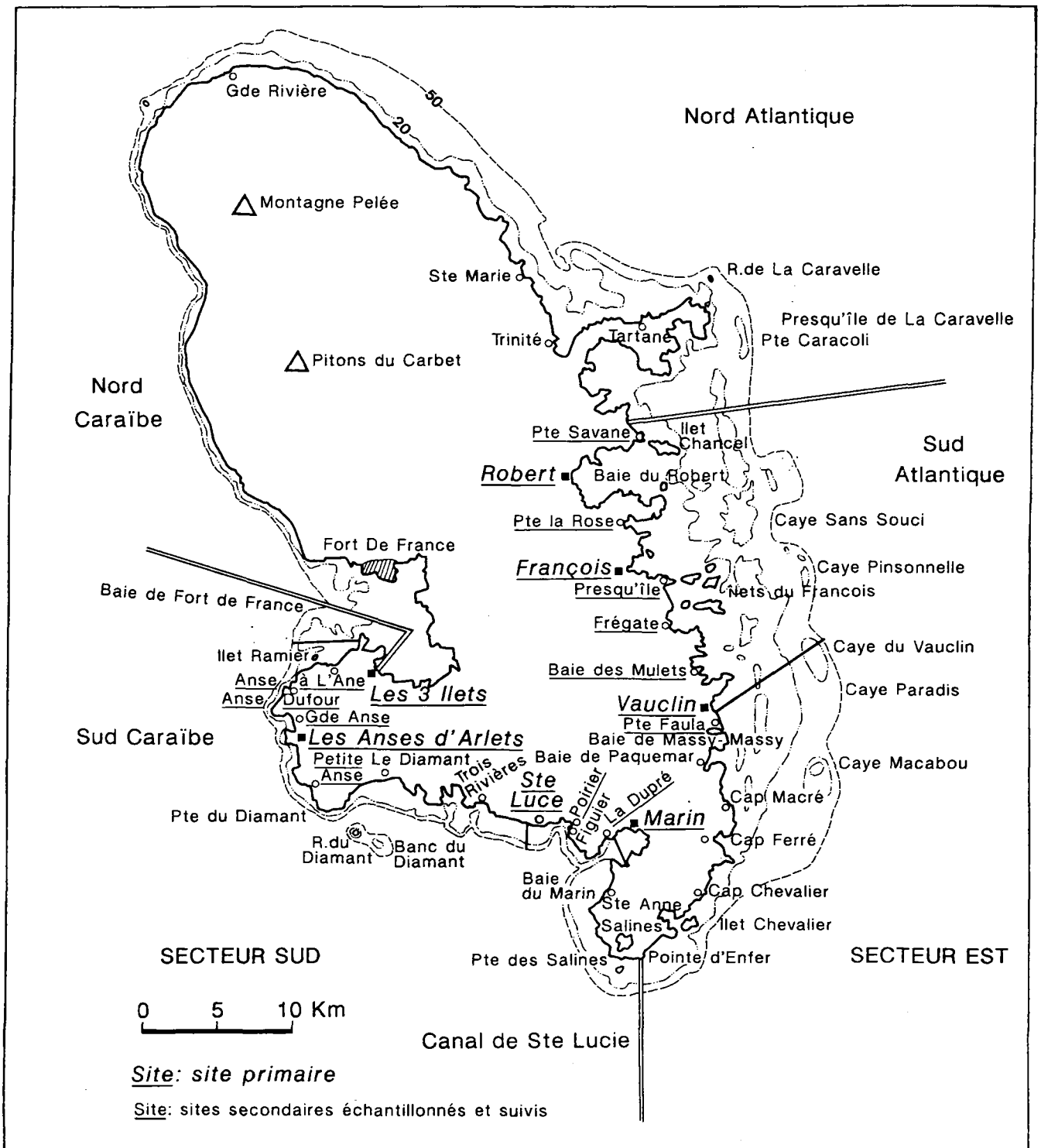


Figure 9. Secteurs et sites d'étude de la pêche de lambis

limités sur un an était dictée par la faible importance en termes économiques de la pêche.

Cette méthode semble a priori ne pas pouvoir couvrir l'ensemble des captures effectuées. Non exhaustive, elle devait cependant permettre l'acquisition de données fines et fiables et donc représentatives de l'activité.

Il a été vu en introduction générale que la diminution d'abondance du lambi en particulier sur les fonds de 0 à 10 mètres était liée à l'évolution des techniques d'exploitation, et réciproquement. C'est pourquoi l'activité des trois techniques de pêche, dénommées métiers dans la suite de l'étude, qui étaient (et sont encore) pratiquées en 1986 sera successivement étudiée: la plongée libre ou apnée, de loin le principal métier (nombre de pêcheurs actifs), la pêche en plongée avec bouteilles de plongée, cette dernière pratiquée récemment et illégalement par peu de pêcheurs et le filet maillant de fond.

3.1 Définition de l'unité d'effort par métier

L'évaluation de l'effort de pêche nominal passe par la mesure de l'ensemble des moyens de capture mis en oeuvre par les pêcheurs sur un stock d'animaux aquatiques, pendant un intervalle de temps déterminé (Poinsard et Le Guen 1975). Cela implique la connaissance du nombre d'embarcations et de leurs caractéristiques, des engins de pêche, du niveau d'activité et des capacités humaines mises en jeu, etc; elle est cumulée sur une durée choisie (Laurec et Le Guen 1981).

La variabilité de l'activité de pêche au cours d'une année a été mesurée par l'évolution mensuelle du nombre d'équipages actifs et du nombre de sorties en mer. Ainsi définie, l'activité permet d'estimer l'importance respective des différents métiers, en fonction des périodes de l'année et des sites primaires.

Cependant, ces mesures de l'activité ne constituent pas une mesure directe de l'effort de pêche, pour lequel il a fallu définir une unité par métier:

- plongée libre: l'effort de pêche est mesuré par le nombre d'heures plongées. L'unité d'effort est l'heure.plongeur⁽⁷⁾.

- plongée avec bouteille: l'unité d'effort est comme pour la plongée libre, l'heure.plongeur.

(7) Dans plusieurs pays producteurs de la Caraïbe, l'unité d'effort est la sortie de pêche; le nombre moyen de pêcheurs par canots et le nombre moyen d'heures de plongée dans la journée ne sont pas toujours indiqués, rendant difficiles les comparaisons de résultats d'exploitation.. L'unité d'effort "heure plongée" apparaît la plus pertinente.

- filet maillant de fond: la définition d'une unité d'effort pour ce métier est délicate lorsque son activité multi-spécifique est étudiée. Seul le sous-ensemble des filets au maillage adapté à la capture du lambi sera étudié. Les seuls critères déterminant les captures sont alors la longueur du filet et son maillage. L'unité d'effort choisie est une longueur de filet de 100 mètres par sortie, sans tenir compte du temps de calage du filet, généralement constant d'après les résultats de l'enquête préalable.

3.2 La fiche d'effort et de capture

Il s'agissait de mettre en place une procédure fiable et simple de collecte journalière des données d'effort et de capture pour chacun des trois métiers. L'expérience acquise au cours de l'enquête préalable (sorties en mer et observations de terrain) a permis de concevoir un modèle de fiche de recensement de l'effort et des captures (annexe 1). Elle se compose de deux parties, un en-tête et un calendrier pour enregistrer les données relevées à chaque sortie.

L'en-tête permet d'identifier le relevé: secteur, site, pêcheur, année, mois.

La principale partie de la fiche est composée de deux rubriques:

* L'effort de pêche:

- le nombre de pêcheurs-plongeurs par sortie, ou le nombre de filets;

- le temps de pêche en plongée ou le temps de calage pour les filets; la précision du temps de plongée demandée aux pêcheurs est 15 minutes dans la mesure du possible.

L'effort de pêche est localisé par l'indication de la zone de pêche et de sa profondeur.

* La production:

- les captures en nombre, de juvéniles et d'adultes; les juvéniles sont surnommés "têtes de mouton" dans le secteur sud lorsqu'ils mesurent moins de 20 cm environ, puis "bocs" dans les deux secteurs, lorsqu'ils forment leur pavillon, et enfin "bassouids" lorsque le pavillon est totalement formé;

- les captures en poids total frais de chair commercialisée; la précision du poids de chair demandée aux pêcheurs est 250 grammes dans la mesure du possible.

Cette fiche est mieux adaptée aux métiers plongée libre et bouteille et a été utilisée par extension au métier filet. Une colonne "remarque" permettait aux pêcheurs de donner des indications complémentaires, comme le type de filets utilisés, la nature du fond, des remarques sur les lambis observés, etc.

Pour les pêcheurs pratiquant l'activité lambi régulièrement, les fiches étaient regroupées en carnet de pêche, auquel était joint une carte marine pour que le pêcheur y délimite les zones exploitées.

Le remplissage des deux colonnes de captures en nombre était conseillé mais facultatif. Ces données devaient permettre une vérification a posteriori des poids commercialisés, de repérer au fur et à mesure d'éventuelles distorsions, rectifiées alors avec le pêcheur.

3.3 Stratégie d'utilisation des fiches

La dispersion des pêcheurs le long du littoral et les faibles moyens humains pour le suivi de l'activité ont conduit à confier le remplissage des fiches de pêche aux pêcheurs eux-mêmes. La connaissance nominale des pêcheurs de lambi était donc déterminante pour mener à bien cette étude. Des questions aux pêcheurs rencontrés et au voisinage des sites de débarquement ont aidé leur recensement.

Plusieurs entretiens avec chaque pêcheur recensé ont permis de connaître leur avis sur la situation du stock de lambi, de leur expliquer les objectifs de la présente étude et les conséquences éventuelles des résultats pour leur activité. Le dialogue instauré a été très instructif pour la connaissance de la situation passée et actuelle du stock de lambi. Les pêcheurs réguliers ont montré par leurs questions qu'ils étaient préoccupés par une diminution de l'abondance des captures, constatée de façon unanime depuis une vingtaine d'années au moins. L'étude a été fondée sur l'établissement de rapports de confiance avec les pêcheurs. Il a été prévu dès cette époque une présentation des résultats en fin d'étude.

La méthode de collecte des données a été testée de juin à août 1986. Les résultats de production, d'effort et de rendement des 28 fiches collectées (151 sorties de pêche dont 90% pour le métier plongée libre) ne sont ni présentés, ni utilisés par la suite; satisfaisants, ils ont permis de valider la méthode choisie.

L'enquête proprement dite a ensuite été menée sur une année, de septembre 1986 à août 1987. Chaque pêcheur était visité au minimum deux fois dans le mois, à l'occasion d'un échantillonnage des captures dans la station (voir chapitre II) ou du suivi des fiches de pêche. Chaque rencontre permettait le contrôle du remplissage correct de la fiche (annexe 1). Au moins

la moitié des dates de ces contrôles étaient aléatoires, puisque commandées par le tirage des jours d'échantillonnage.

3.4 Production, effort et capture par unité d'effort

Pour un métier, une sortie journalière représente l'unité de base des calculs de production, d'effort et de rendement.

L'effort de pêche développé lors d'une sortie est la multiplication du temps de pêche global par le nombre de plongeurs. Une fois vérifiée en fonction de la part indiquée de juvéniles et d'adultes dans les captures, la production de chaque sortie a été arrondie au kilogramme supérieur. La capture par unité d'effort (c.p.u.e) et le rendement d'une sortie sont obtenus classiquement par le rapport entre la production pondérale et l'effort de pêche correspondant.

L'activité de chacun des métiers est soumise à des variations spatio-temporelles, subdivisées selon les trois dimensions:

- temporelle ou saisonnière: en fonction des mois pour chaque secteur et l'ensemble;

- horizontale ou géographique, en fonction des différents niveaux d'étude: le secteur et le site primaire;

- verticale ou bathymétrique, en fonction de l'intervalle de profondeur exploité par chacun des métiers.

L'intervalle bathymétrique exploité de chacun des métiers est défini approximativement d'après les résultats de l'enquête préalable: de 0 à 25 mètres pour la plongée libre, de 10 à 30 mètres pour le filet et au delà de 15 mètres pour la plongée avec bouteille. Le nombre retenu d'intervalles de profondeur sera défini en fonction de la distribution de fréquence des profondeurs exploitées établie d'après les fiches de pêche.

Les causes de la variabilité spatio-temporelle des c.p.u.e sont ensuite analysées en croisant les trois dimensions qui ont été étudiées séparément. Les captures par unité d'effort (c.p.u.e) sont considérées par hypothèse proportionnelles à la densité des animaux sur le fond. Les facteurs influençant l'évolution mensuelle de l'effort de pêche sont déterminés.

Une cartographie des zones de pêche est aussi présentée. Les captures et les c.p.u.e y sont indiquées pour chacune des zones de pêche, regroupées ou non selon un critère de proximité géographique. La fréquentation des zones de pêche pour un site de débarquement donné permet de décrire les mécanismes qui interviennent dans l'accès à la ressource entre les pêcheurs.

4 - Production, effort de pêche et rendements: résultats

4.1 Bilan de l'activité de pêche

Le fait que la procédure d'enquête se soit située en marge des programmes officiels de recherches sur l'activité halieutique et des administrations du secteur de la pêche a fait que les pêcheurs se sont sentis plus libres pour participer à l'enquête. Quelques fiches de pêche ont été remplies par l'enquêteur sur les indications des pêcheurs lorsqu'ils ne souhaitaient pas le faire eux-mêmes.

Les patrons-pêcheurs suivis pratiquant l'activité à plein temps ou temps partiel sont 11 pour le secteur est dont 1 pratique la plongée avec bouteille, et 18 pour le secteur sud dont 5 pratiquent le métier filet. C'est l'activité de ces patrons-pêcheurs réguliers et de leur équipage qui est maintenant présentée.

L'activité de pêche des quelques pêcheurs n'ayant pas désiré remplir eux-mêmes les fiches de pêche a cependant été évaluée en terme de nombre moyen de sorties mensuelles, de production mensuelle et d'effort moyen par sortie et comptabilisée dans les résultats.

De septembre 1986 à août 1987, 180 fiches mensuelles ont été enregistrées, totalisant 988 sorties réparties par métier de la façon suivante:

- plongée libre: 155 fiches totalisant 874 sorties
- plongée avec bouteilles: 3 fiches totalisant 11 sorties;
- filet: 21 fiches totalisant 103 sorties dont 53 positives.

La production totale enregistrée pour les trois métiers est de 10.4 tonnes.

4.2 Présentation de la flottille

L'ensemble de la flottille lambi est armée en petite pêche ou en plaisance. Les embarcations des pêcheurs de lambi sont non pontées et généralement en bois. Les yoles rondes sont les plus répandues; elles mesurent de 5 à 7 mètres. Quelques gommiers, autre embarcation traditionnelle des Antilles, sont rencontrés sur la côte du canal de Sainte-Lucie. Les plus jeunes des pêcheurs utilisent parfois des petites embarcations à fond plat, de 4 à 5 mètres. Seuls les pêcheurs de lambi du secteur est possèdent des yoles polyester (23% du total), alors que l'ensemble de la flottille martiniquaise de pêche est constituée à 60% d'embarcations polyester en 1991.

La plupart des embarcations, en plastique ou en bois, sont généralement propulsées par un moteur hors-bord. La puissance des moteurs varie de 6 à 75 CV. Les petites embarcations sont parfois utilisées sans moteur hors-bord, propulsées alors à la rame. Il est même encore possible de voir quelques yoles ou gommiers équipées d'une voile de misaine, qui sont adaptées à la pêche très côtière du lambi, comme dans la baie du Marin ou dans la baie du Robert.

4.3 Le métier plongée libre

4.3.1 Résultats globaux de l'activité

4.3.1.1 Production et effort de pêche

Les captures du métier plongée libre totalisent 9.39 tonnes, soit 90.2% de la production totale enregistrée. La production du secteur est, 5.58 tonnes, domine avec près de 60% des captures en poids le secteur sud, 3.81 tonnes.

Le nombre de fiches (nombre d'équipages actifs) et du nombre de sorties par secteur reflète leur niveau respectif d'activité de pêche du lambi:

- secteur est: 65 fiches totalisant 446 sorties;
- secteur sud: 90 fiches totalisant 428 sorties;

Les patrons-pêcheurs du secteur est effectuent dans l'absolu et relativement au nombre d'équipages actifs, plus de sorties de pêche que ceux du secteur sud. Cela confirme la prédominance dans le secteur est du métier plongée libre, déjà observée pour la production.

*** Nombre de pêcheurs**

Le nombre total de pêcheurs - patrons et matelots - pratiquant régulièrement la pêche du lambi et rencontrés lors de l'étude est 60, soit 25 pour le secteur est et 35 pour le secteur sud. Il s'agit d'une façon générale de pêcheurs plongeurs. Les matelots représentent en moyenne 62% de la population des pêcheurs:

Secteur	est	sud	total
Patrons	10	13	23
Matelots	15	22	37

Le patron-pêcheur est accompagné en moyenne d'un matelot pour l'ensemble des deux secteurs étudiés; le nombre moyen de matelots par équipage est légèrement supérieur pour le secteur est (2.01) que pour le secteur sud (1.96). Le nombre de matelots par équipage est variable de 1 à 8 au sein de la population des 23 équipages.

* Temps de pêche

Un total de 5 085 heures de plongée libre a été enregistré par les fiches de pêche des deux secteurs, réparties de façon homogène entre le secteur est (2 581 heures plongées) et le secteur sud (2 504 heures plongées).

Les temps de pêche reportés sur les fiches correspondent au temps effectif passé en plongée mais aussi au temps de recherche au sein de la zone de pêche. Ce temps d'exploration de la zone de pêche fait partie intégrante de l'effort (Laurec et Le Guen 1977; dans Laurec 1979). Au bout de 15 à 30 minutes d'apnées successives sans capture, le pêcheur décide généralement de changer de zone de pêche.

Les temps de route vers la zone de pêche, jamais très longs mais variables (de quelques minutes à une heure) sont connus des pêcheurs. La véracité des données a été vérifiée lors de sorties en mer et par connaissance des sites exploités localisés sur les cartes marines avec les pêcheurs.

Une fois que le pêcheur est arrivé sur la zone de pêche choisie, celui que nous appellerons le patron, mène le bateau jusqu'au lieu de pêche. Souvent il est lui même plongeur et dirige la pêche. Il décide de changer de trajectoire ou de site en fonction de l'abondance des lambis.



Figure 10. La pêche du lambi en plongée libre (Vauclin, Martinique).

La structure agrégative des lambis est connue des pêcheurs; les agrégats sont dits "carreau", "carré" ou "pavé" de lambis (cette dernière

expression est utilisée plutôt pour des agrégats de lambis adultes). Son second ou matelot suit le plongeur, afin de récupérer les coquilles au fur et à mesure des apnées.

Lorsque le patron est non plongeur, il est souvent âgé de plus de 40 ans. Si la méthode d'exploitation est la plupart du temps dérivante, il arrive que le pêcheur soit ancré. Il s'agit dans ce cas de patron sans matelot travaillant sur des fonds de moins de 10 mètres.

Les départs des pêcheurs s'échelonnent dans la matinée de 6 à 11 heures et les retours entre 9 et 15 heures. La durée moyenne d'une pêche est de trois heures (2.86 heures pour le secteur est et 3.31 heures pour le secteur sud).

* Effort journalier

L'effort de pêche journalier moyen est en moyenne de 6.39 heures.plongeur (5.79 heures.plongeur pour le secteur est et 7.15 heures.plongeur pour le secteur sud). La forte variabilité du nombre de plongeurs par équipage et du temps de plongée par sortie rend préférable l'utilisation de l'heure.plongeur pour mesurer l'effort de pêche.

4.3.1.2 Rendement et capture par unité d'effort

L'activité de pêche du lambi obtient globalement de meilleurs rendements dans le secteur est puisque 60% de la production est obtenu par 50% de l'effort de pêche en terme de nombre de sorties comme en terme de nombre d'heures plongées. C'est encore plus vrai lorsque la production est ramenée au nombre d'équipages actifs: 40% des équipages (secteur est) ramènent 60% des captures.

Les captures sont constituées majoritairement de juvéniles; le pavillon est généralement non formé. Il faut de 5 à 22 lambis pour obtenir un kilo de chair.

La production moyenne d'une sortie de pêche est de 12.5 kg de chair de lambi pour le secteur est et 10.9 kg pour le secteur sud. Par contre, les captures par unité d'effort des secteurs est et sud sont les mêmes en moyenne: $2.48 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{pl}^{-1}$. L'écart-type des c.p.u.e moyennes est élevé dans les deux secteurs, autour de $2.09 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{pl}^{-1}$; celui du secteur sud est légèrement supérieur de celui du secteur est.

4.3.2 Variabilité saisonnière de l'activité

4.3.2.1 Production et effort de pêche

Les plus fortes productions mensuelles sont enregistrées d'octobre à janvier pour le secteur est et de mars à juillet dans le secteur sud. Les résultats des deux secteurs sont en opposition de phase (figure 11).

Les variations mensuelles de l'effort de pêche sont présentées en fonction du nombre d'équipages actifs (figure 13.A) et du nombre de sorties de pêche (figure 13.B) (mesures indirectes). Pour les deux secteurs, l'évolution mensuelle de la production suit approximativement celle de l'effort de pêche, excepté au mois de décembre dans le secteur est. L'activité de pêche est minimale dans les deux secteurs de novembre à janvier-février.

La mesure directe de l'effort de pêche, l'heure plongée, décrit le plus précisément l'effort déployé (figure 12).

La durée d'une sortie de pêche est approximativement constante au cours de l'année. Dans le secteur sud, l'activité de pêche remonte jusqu'en mai en terme de nombre de sorties (forte activité ponctuelle d'un pêcheur en avril et mai), en juin en terme de nombre d'équipages actifs et en juillet en terme d'heures plongées. Il semble que l'activité commence à diminuer à partir du mois de juin dans le secteur sud pour rester moyenne jusqu'en octobre.

Dans le secteur est, l'activité augmente jusqu'en février, puis est moins régulière que dans le secteur sud. Le ralentissement de l'activité des deux mois suivants est causé par de mauvaises conditions météorologiques en mars, auxquelles le secteur est est plus sensible que le secteur sud, et une grève d'une semaine des marins-pêcheurs en avril suivie par les équipages les plus actifs. L'activité reste moyenne en mai en raison du mauvais temps.

La baisse d'activité du mois d'août par rapport à septembre et octobre est vraisemblablement liée à l'épreuve sportive du tour de la Martinique en yoles rondes grées, à laquelle de nombreux pêcheurs participent dans les deux secteurs.

4.3.2.2 Captures par unité d'effort

Les plus fortes valeurs des captures par unité d'effort (c.p.u.e) sont obtenues en décembre et janvier dans les deux secteurs (figure 14.A). Elles sont cependant supérieures dans le secteur est à cette période de l'année ($5.16 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{pl}^{-1}$) et expliquent l'opposition de phase remarquée entre la production et l'effort de pêche sur les figures 11 à 13.

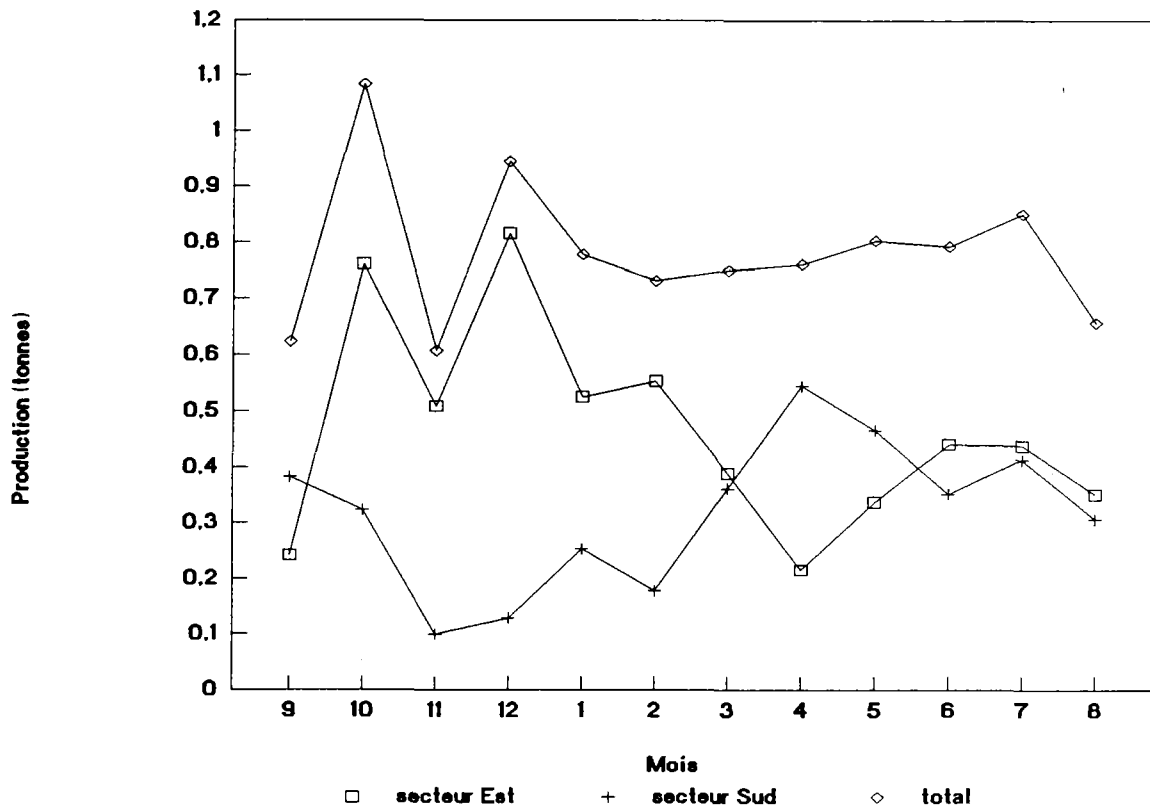


Figure 11. Variations mensuelles de la production.

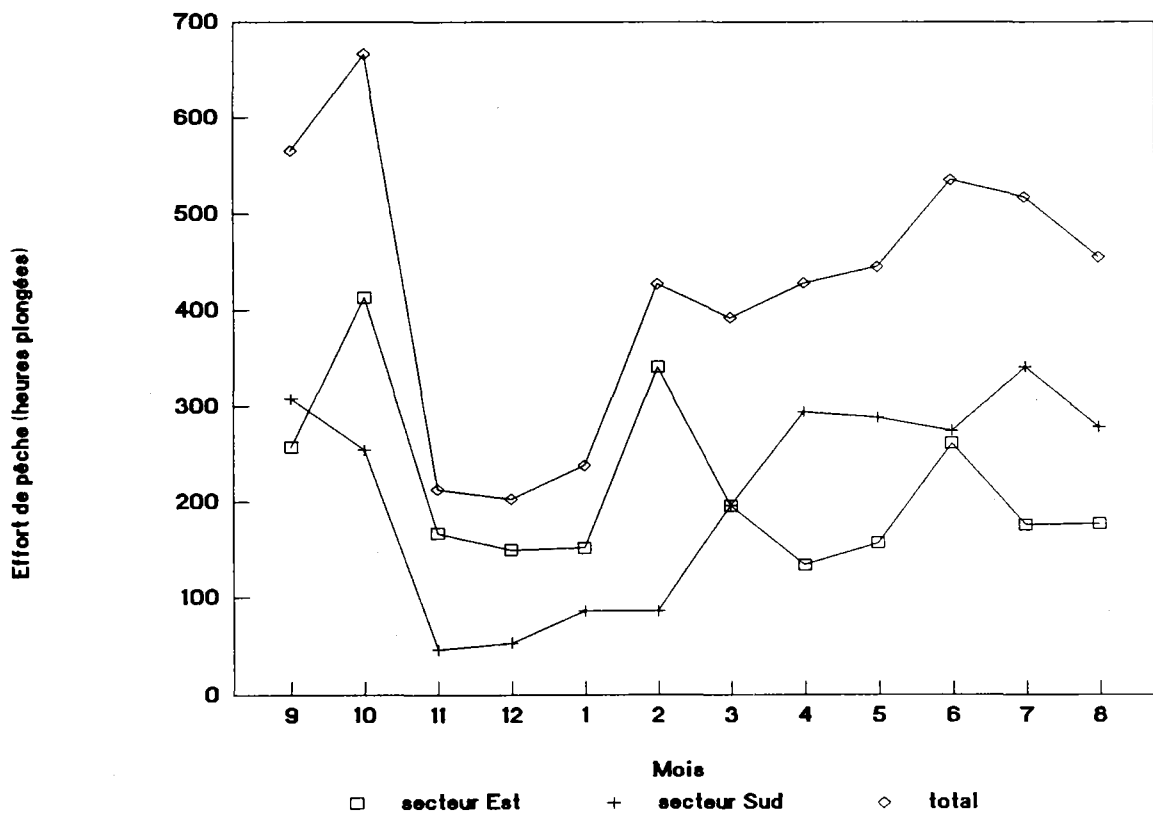
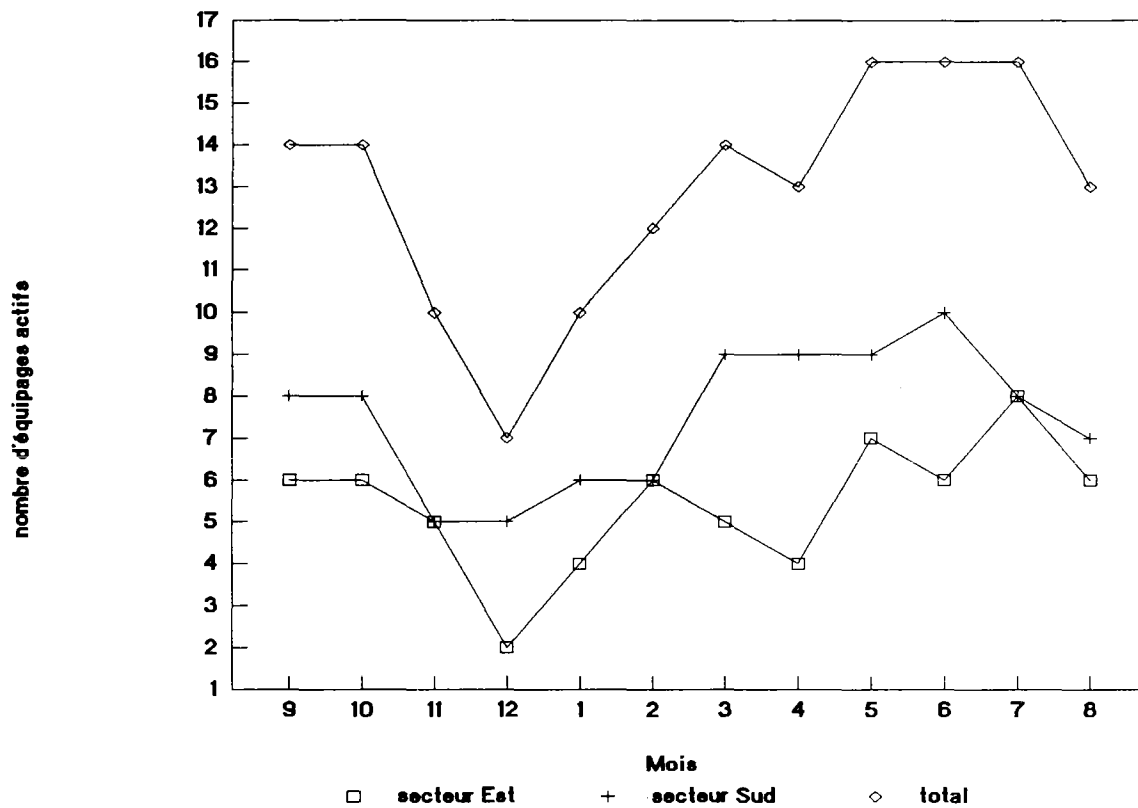
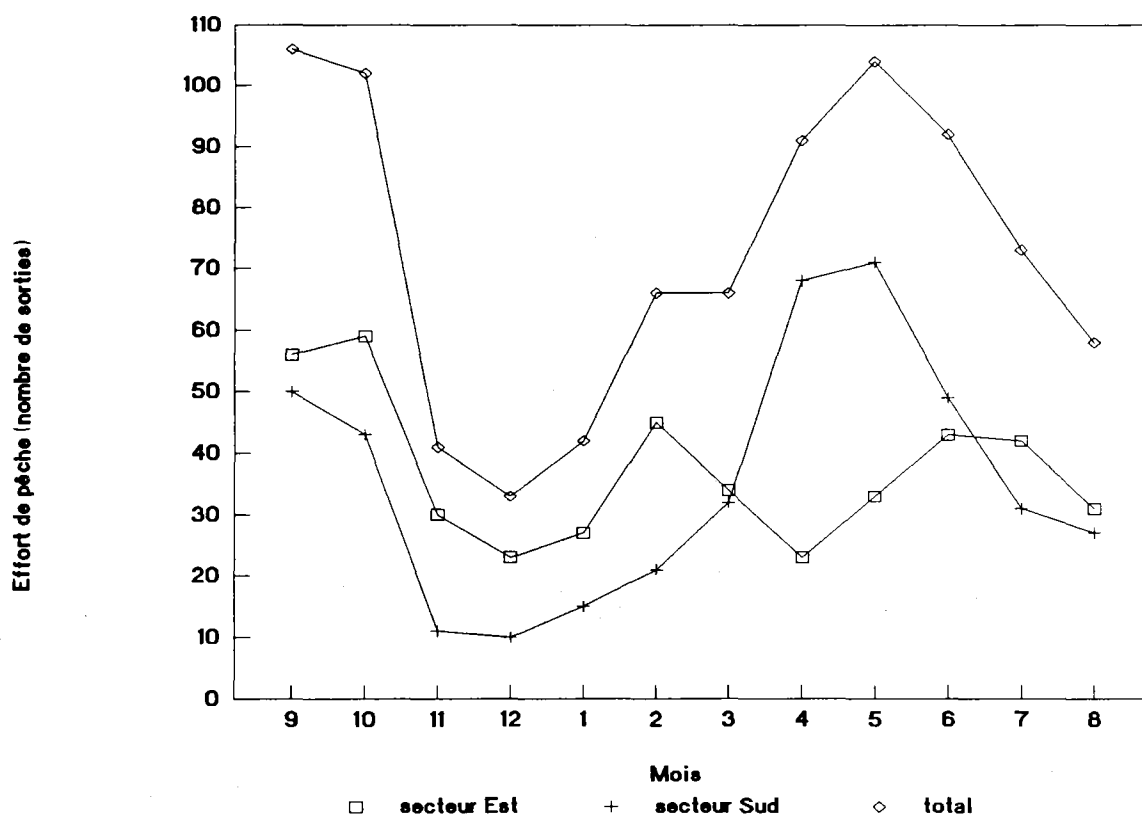


Figure 12. Variations mensuelles du nombre d'heures plongées



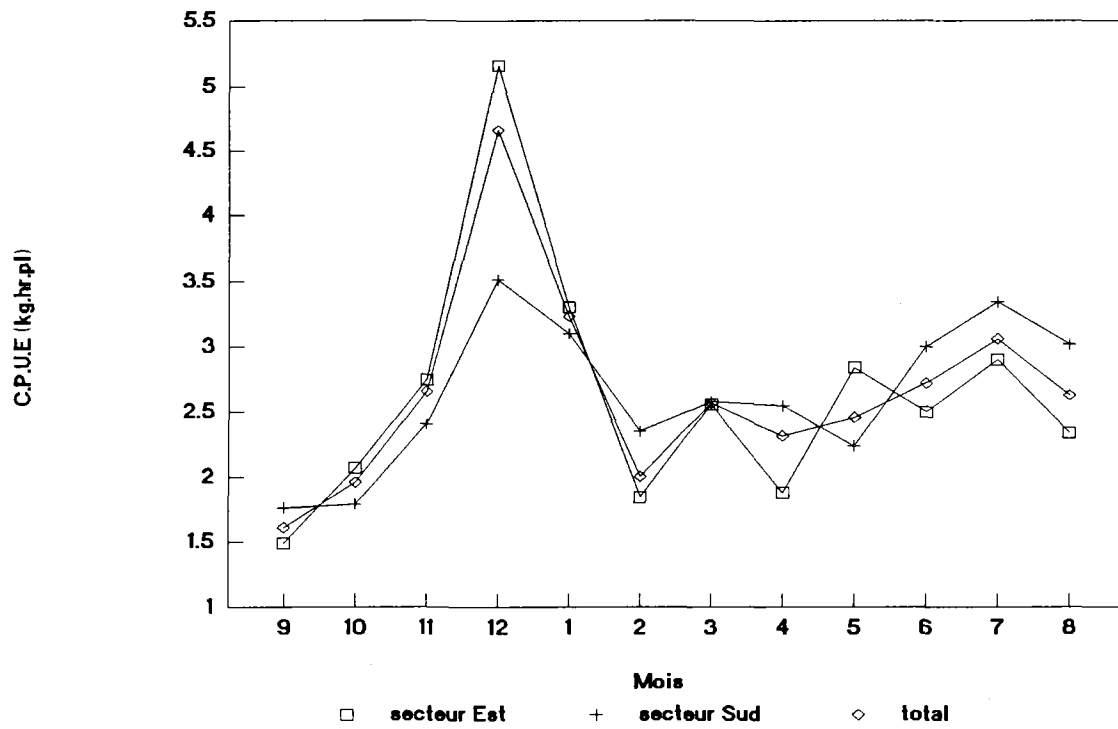
A- Nombre d'équipages actifs



B- Nombre de sorties de pêche

Figure 13. Variations mensuelles de l'effort de pêche

A- Captures par unité d'effort



B- Ecart-type des C.P.U.E

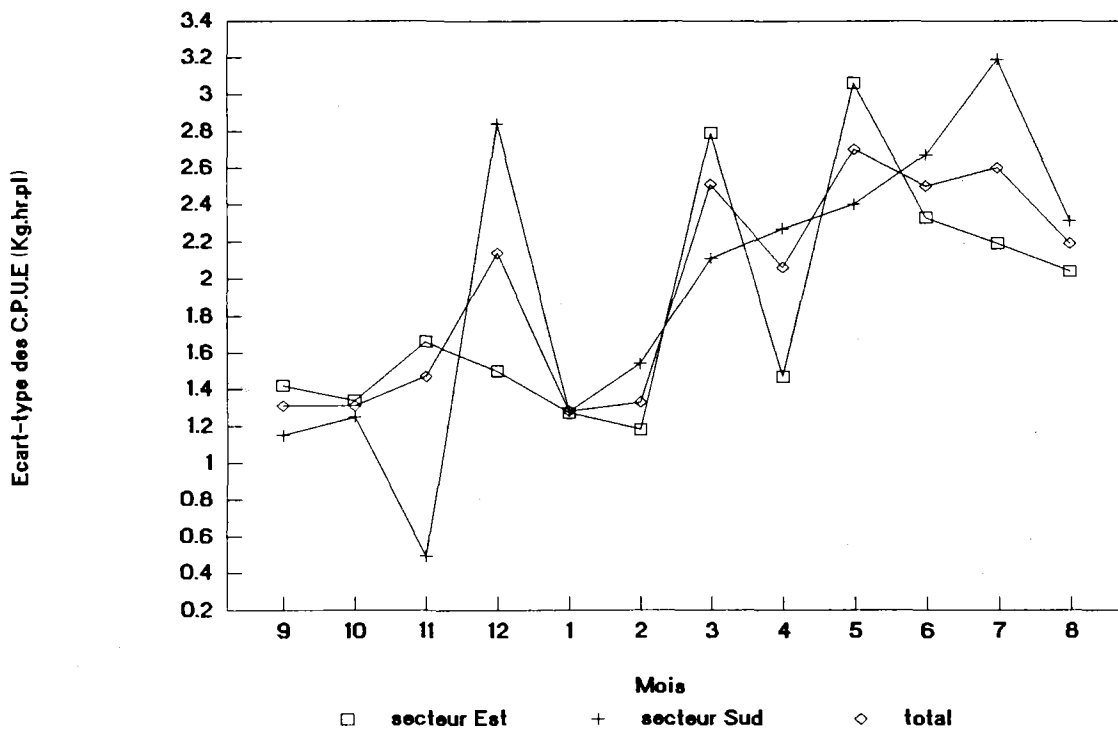


Figure 14. Variations mensuelles des captures par unité d'effort.

Après une baisse dans les deux secteurs jusqu'à $2 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$, les c.p.u.e remontent jusqu'en juillet. Les chutes de rendement d'avril, mai et juin des deux secteurs ne sont pas expliquées; cependant, le niveau moyen des c.p.u.e de mars à août (entre 2.5 et $2.7 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$) est légèrement supérieur à la moyenne annuelle. Les plus faibles valeurs des c.p.u.e sont observées pour les deux secteurs en septembre-octobre ($1.5-1.8 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$).

L'évolution mensuelle des écart-types des captures par unité d'effort, représentée sur la figure 14.B, indique une tendance à l'augmentation de l'écart-type au cours de l'année. Dans les deux secteurs, l'évolution mensuelle de l'écart-type est irrégulière et suit approximativement celle des c.p.u.e. La valeur supérieure de l'écart-type moyen du secteur sud par rapport à celle du secteur est expliquée par les valeurs extrêmes des mois de novembre et décembre.

4.3.3 Variabilité géographique de l'activité

A l'intérieur de chaque secteur, l'activité est variable selon les sites et à l'intérieur de chaque site, selon les équipages et les plongeurs (tableau 1).

Tableau 1. A. Répartition par secteur en 1986-1987 de l'activité plongée libre par site primaire par rapport à l'activité totale du secteur en pourcentage: (1) production, (2) nombre de sorties (S), (3) nombre d'heures plongées (h.pl).

B. Comparaison par site des (4) captures par unité d'effort et (5) de leurs écart-type ($\text{kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$).

C. Pour chaque site, comparaison de la production moyenne d'un équipage (6) et d'un plongeur (7) par rapport à la production totale du site en pourcentage.

	A			B		C	
	1	2	3	4	5	6	7
	Prod	Effort (S)	Effort (h.pl)	C.p.u.e	Ecart type	Equip	Plong.
Secteur est							
Robert	15.5	35.8	37.2	1.44	1.50	33.3	14.7
François	7.6	17.9	12.3	1.95	2.38	25.0	16.8
Vauclin	76.9	46.3	50.5	3.50	1.86	99.1**	49.6*
Secteur sud							
Marin	62.0	64.0	52.1	2.69	2.36	11.1	7.2
Anses d'Arlet	11.8	18.9	20.7	1.42	1.37	33.3	15.6
Trois Ilets	26.2	17.1	27.2	3.60	1.72	50.0	25.0

(**): Part d'un seul équipage du site.

(*): Part d'un plongeur du seul équipage du site.

L'activité est très variable selon les sites, que ce soit en terme de production, ou en terme d'effort de pêche. Un site primaire domine nettement l'activité de chaque secteur: Vauclin (bourg) pour le secteur est et Marin (Dupré) pour le secteur sud.

Dans le secteur est, les c.p.u.e sont croissantes du nord vers le sud. Les c.p.u.e du secteur sud sont équivalentes à celles du Vauclin uniquement en baie de Fort de France. Les c.p.u.e du Marin sont supérieures à la moyenne des c.p.u.e des deux secteurs. L'écart-type des c.p.u.e est d'autant plus élevé que les c.p.u.e sont faibles dans les deux secteurs, excepté au François et aux Anses d'Arlet.

Au sein de chaque site, les équipages et les plongeurs présentent des activités variables. La part d'un plongeur pour la production d'un site varie de 7 à 50%. La production est la plus concentrée au Vauclin; au contraire, la production du site du Marin est répartie entre un plus grand nombre de pêcheurs.

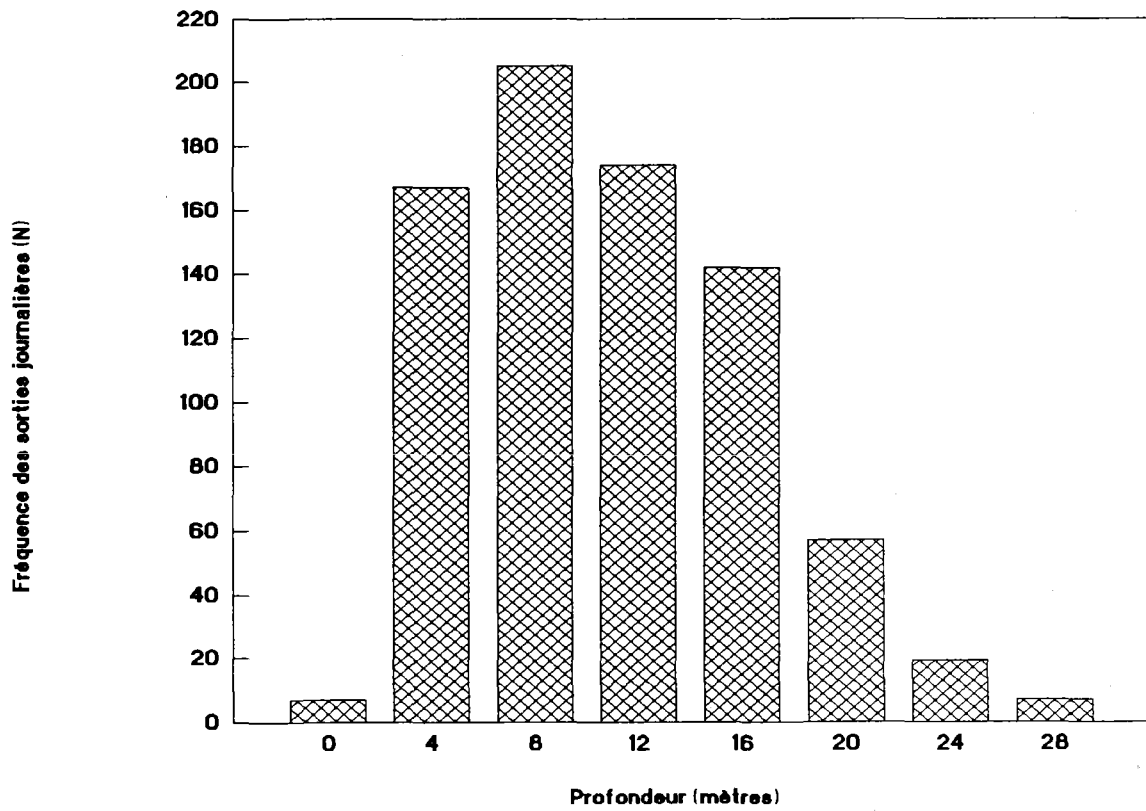
4.3.4 Variabilité bathymétrique de l'activité

Les résultats bruts de production, d'effort et de c.p.u.e des sorties journalières ont été discrétisés par classe de profondeur en fonction de l'indication sur les fiches de pêche des profondeurs exploitées. La distribution de fréquence des profondeurs exploitées et regroupées par classe de 4 mètres est présentée figure 15.A. Trois classes de profondeur de pas variable ont été définies afin de tenir compte de cette distribution (figure 15.B):

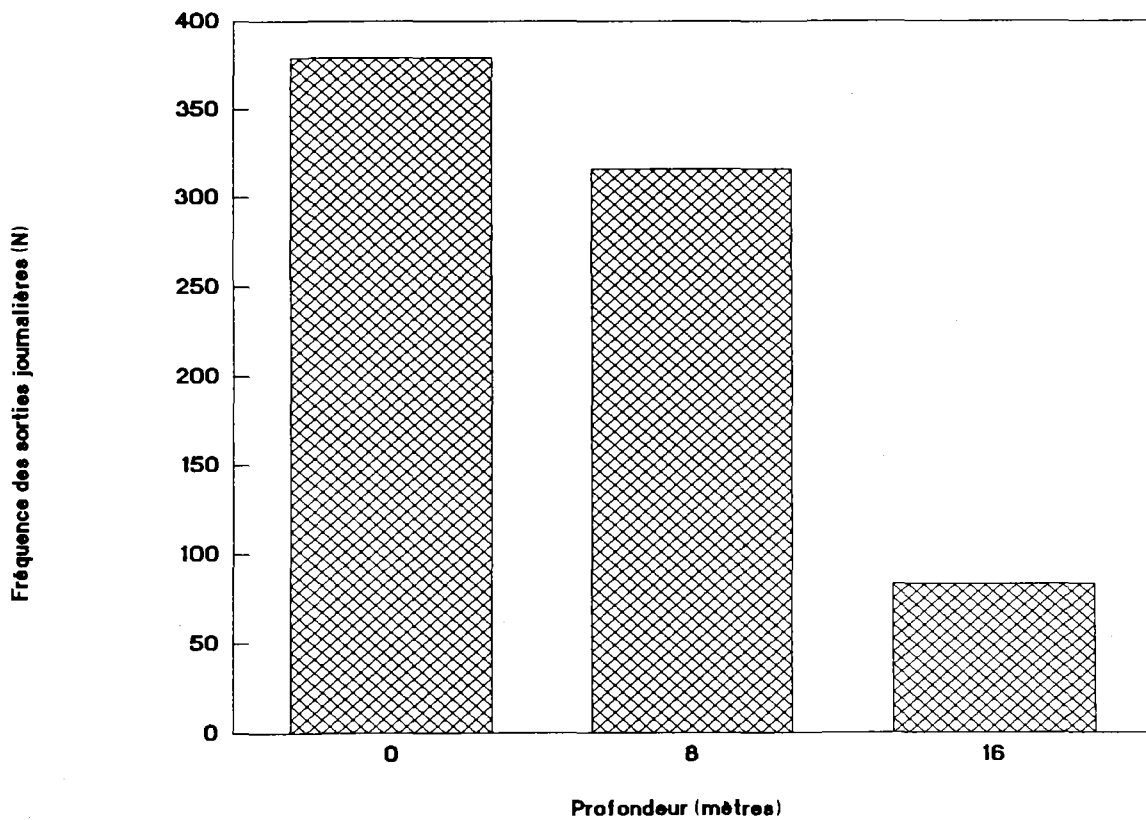
- de 0 à 8 mètres, correspondant à la classe modale et celles la précédant;
- de 8 à 16 mètres, correspondant à la plus grande partie des données au delà de 8 mètres de profondeur;
- de 16 à 28 mètres.

4.3.4.1 Résultats par secteur

La moitié des captures du secteur est sont réalisées entre 8 et 16 mètres de profondeur, alors que dans le secteur sud elles sont prélevées entre 0 et 8 mètres. Une part importante des captures du secteur est proviennent des profondeurs supérieures à 16 mètres (tableau 2).



A- Regroupées par classes de 4 mètres.



B- Regroupées en trois classes.

Figure 15. Distribution de fréquence des profondeurs exploitées.

Tableau 2. Production et effort des secteurs est et sud par classe de profondeur (mètres) exprimés en pourcentage par rapport aux captures totales du secteur. Les c.p.u.e sont exprimées en $\text{kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$.

	Classes de profondeur		
	0-8 m	8-16 m	16-28 m
Secteur est			
Production	28.1	49.8	22.2
Effort	52.2	35.0	12.7
C.p.u.e	1.78	3.21	3.77
Ecart-type	1.97	1.92	1.70
Secteur sud			
Production	46.9	44.0	9.1
Effort	49.9	43.9	6.2
C.p.u.e	2.77	2.25	2.57
Ecart-type	2.31	2.06	2.26

La pêche en plongée libre est pratiquée principalement sur les fonds de 0 à 16 m: l'effort de pêche développé représente 87% de l'effort total du secteur est, dont 52% pour la classe 0-8 mètres et 94% de celui du secteur sud dont 50% pour la classe 0-8 mètres. Seuls quelques pêcheurs plongent régulièrement à plus de 16 m en apnée: deux fois plus dans le secteur est que dans le secteur sud.

Les captures par unité d'effort varient en moyenne de 1.8 à 3.8 $\text{kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$ en fonction de la tranche de profondeur exploitée. Les plus faibles c.p.u.e sont rencontrées entre 0 et 8 mètres de profondeur sur la côte est, alors qu'elles sont en revanche maximales dans le secteur sud. Au delà de 8 mètres de profondeur les c.p.u.e sont plus élevées sur la côte est que sur la côte sud et augmentent avec la profondeur. L'augmentation des c.p.u.e est très nette dans le secteur est de la classe 0-8 mètres à la classe 8-16 mètres - 45% - mais seulement de 15% de la tranche 8-16 mètres à la tranche 16-28 mètres.

4.3.4.2 Résultats par sites

Pour les deux secteurs, les c.p.u.e augmentent selon un gradient de profondeur, excepté au Marin (tableau 3). Seuls un pêcheur du Vauclin et trois du Marin exploitent régulièrement les fonds de plus de 16 mètres de profondeur.

Tableau 3. Captures par unité d'effort de chacun des sites pour chaque classe de profondeur.

	Classes de profondeur		
	0-8 m	8-16 m	16-28 m
Secteur est			
Robert	1.42	1.68	
François	1.93	2.08	
Vauclin	3.06	3.51	3.77
Secteur sud			
Marin	2.96	2.54	2.57
Anses d'Arlet	1.40	1.43	
Trois Ilets	3.58	3.65	

4.3.4.3 Zones de pêche et accès à la ressource

* Zones de pêche

Approximativement 80 zones de pêche ont été inventoriées dans le secteur est et 32 dans le secteur sud. Le nombre élevé de zones de pêche différenciées reflète la connaissance traditionnelle des fonds exploités par les pêcheurs de lambi. Le moins grand nombre de zones de pêche du secteur sud correspond à une moins grande variété topographique de ses fonds sous-marins comparativement à celle du secteur est.

La plupart des zones de pêche du secteur est sont placées sur les figures 16, 17 (Robert-François) et 18 (Vauclin). Celles du secteur sud sont présentées sur les figures 19 (ensemble du secteur) et 20 (baie du Marin).

* Accès aux zones de pêche

L'allocation de la ressource est encore basée traditionnellement sur un critère socio-géographique: une zone de pêche est exploitée, en règle générale, par les pêcheurs du site de débarquement le plus à sa proximité. L'ensemble des zones de pêche exploitées par les pêcheurs d'un site est dénommé aire de pêche du site. Les résultats de production et de c.p.u.e ont été placés approximativement au centre de ces aires de pêche. Les intersections entre les zones de pêche du secteur est et de la baie du Marin sont trop nombreuses pour que soient délimitées précisément des aires de pêche par site.

Les baisses de rendement au sein de l'aire traditionnelle de pêche des pêcheurs d'un bourg conduisent à l'exploitation de zones plus éloignées, d'abondance réputée, lorsque les pêcheurs possèdent des embarcations

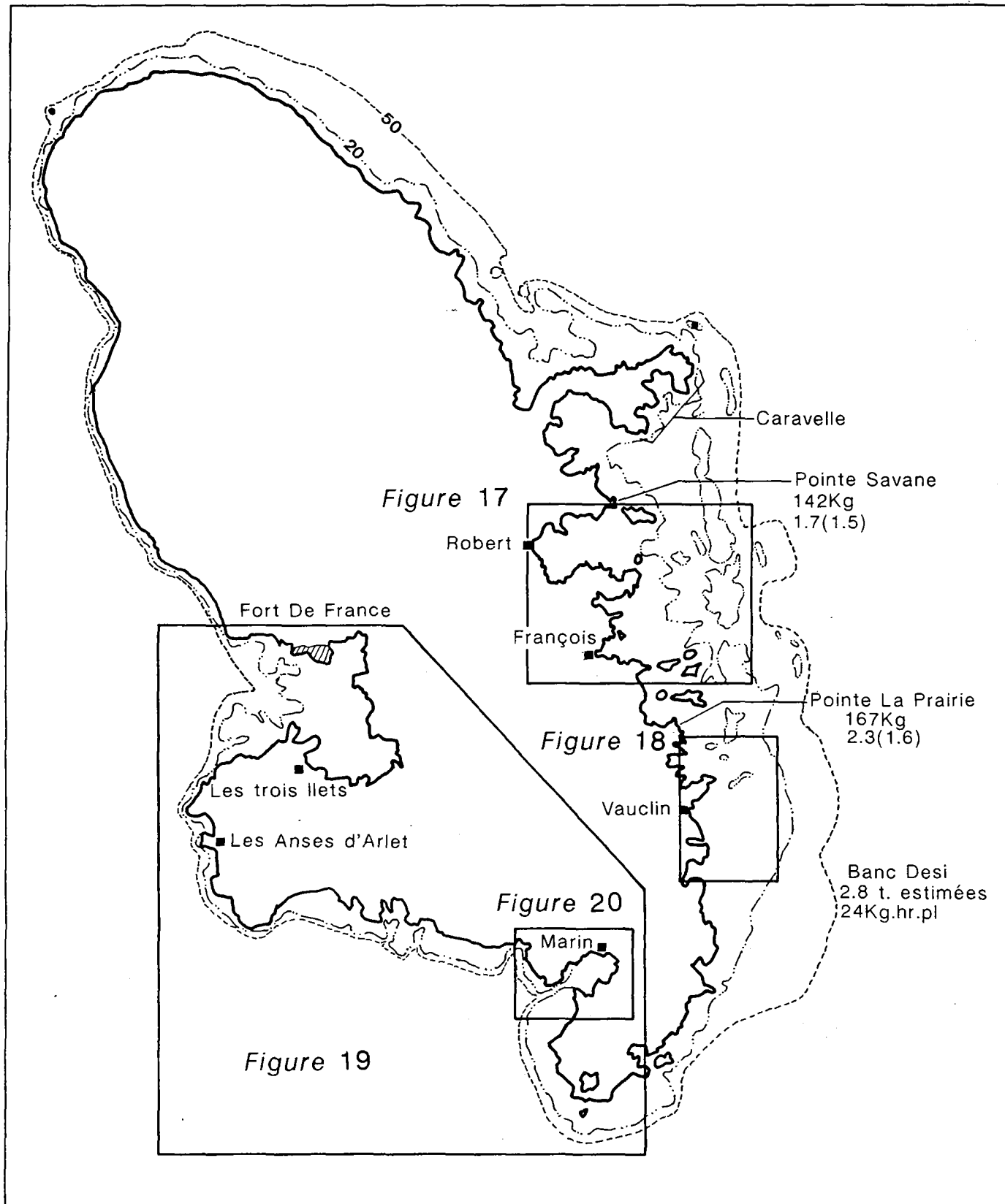


Figure 16. Zones exploitées:

Production (kg), c.p.u.e et écart-type (kg/hr/pl)

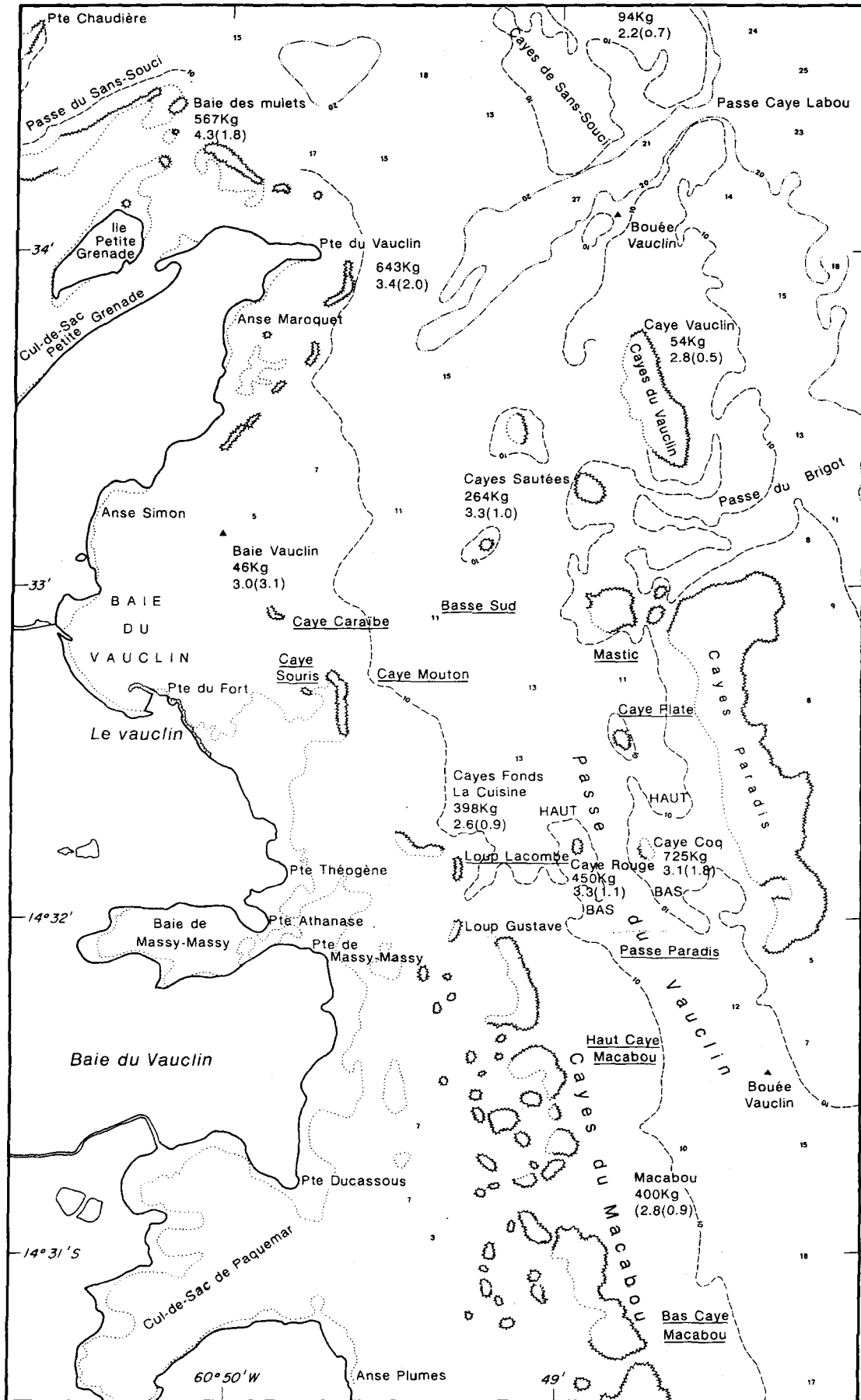


Figure 18 : Vauclin

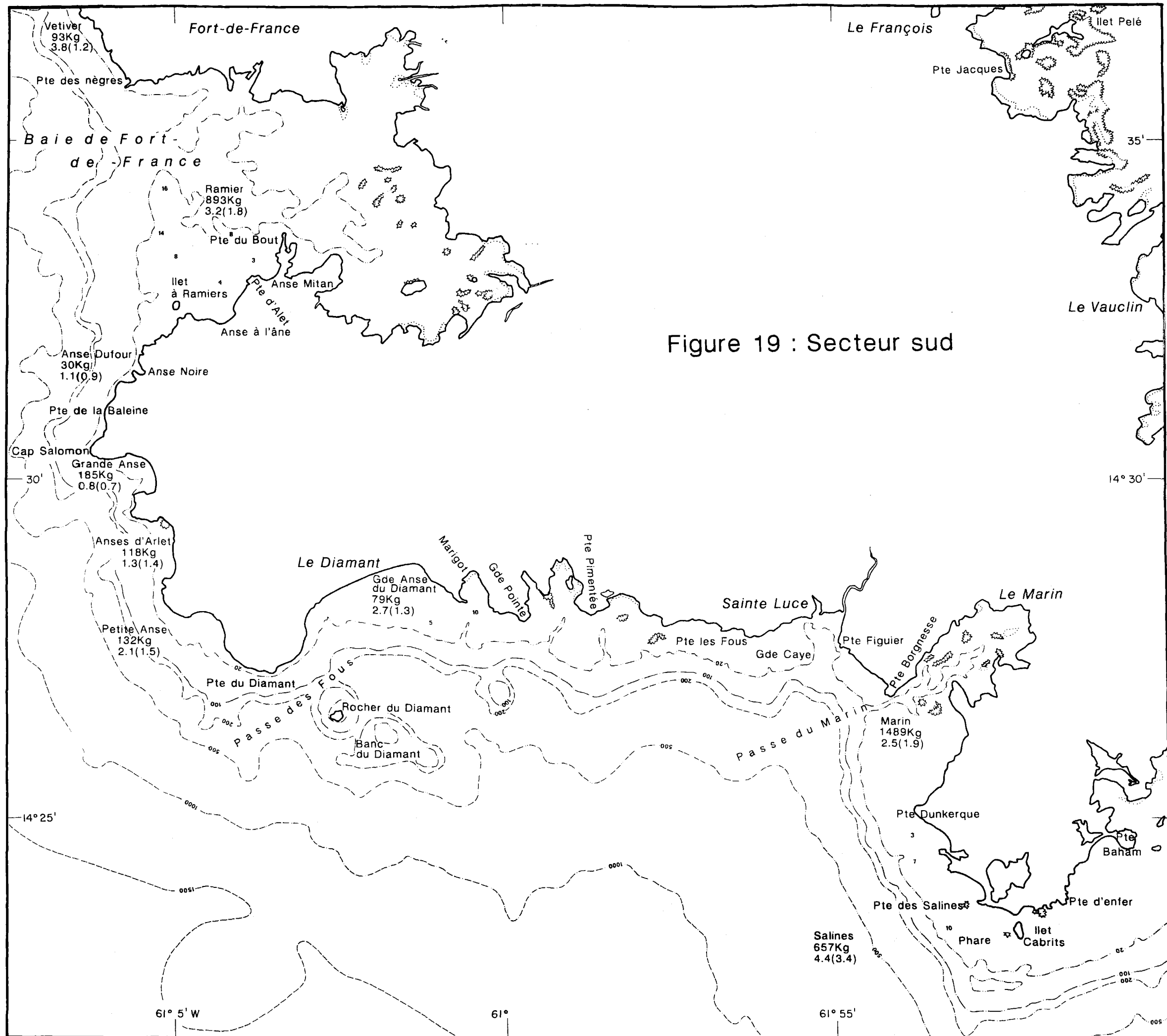
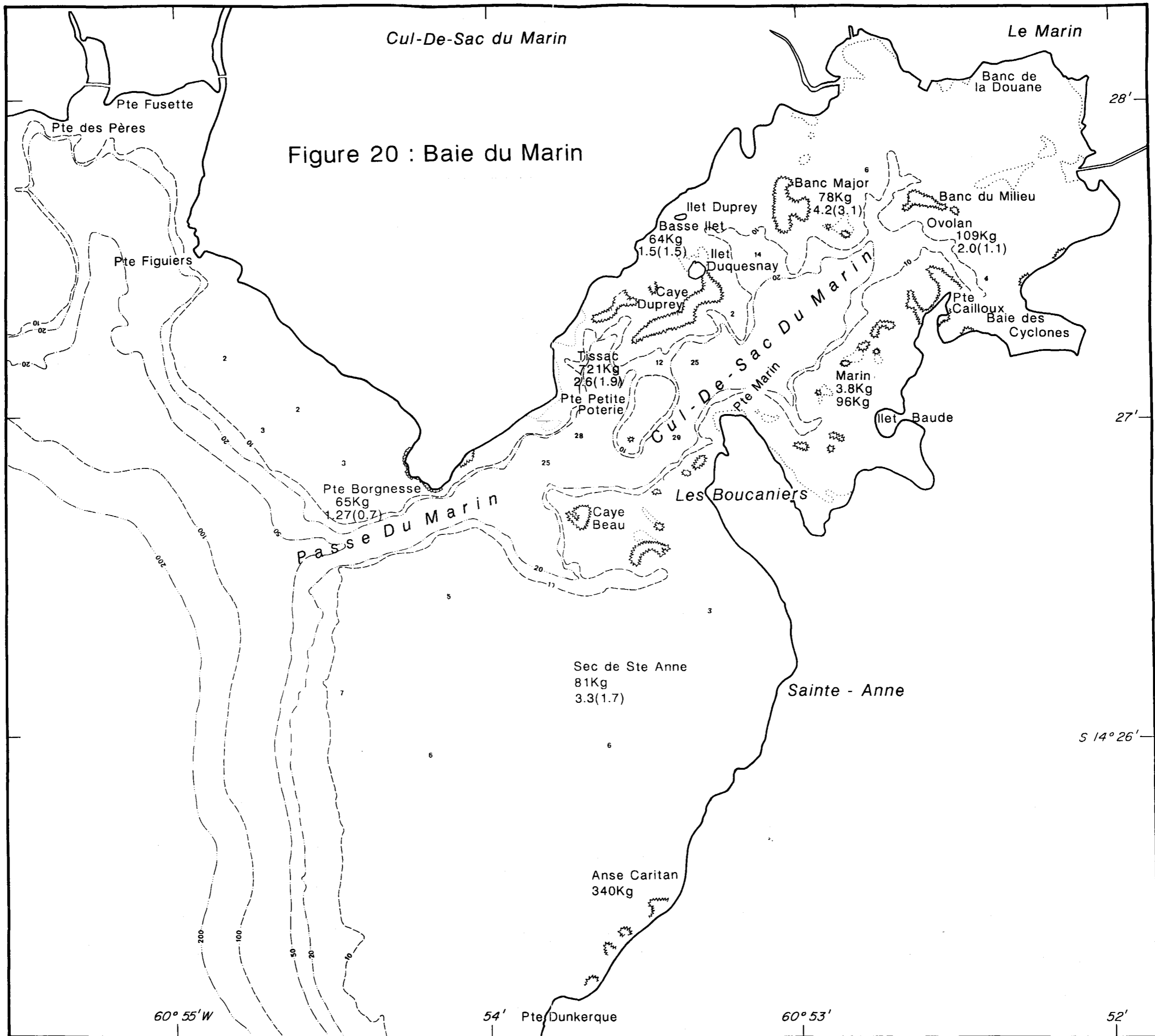


Figure 19 : Secteur sud



motorisées de plus forte puissance. Pour le secteur est, les pêcheurs du François, dont la position géographique est intermédiaire entre Robert et Vauclin, exploitent fréquemment les fonds marins à proximité de la presqu'île de la Caravelle au nord et ceux du Vauclin au sud. Pour le secteur sud, les pêcheurs des Anses d'Arlet exploitent aussi les fonds de l'îlet Ramier; ceux du Marin et de Sainte Luce exploitent les fonds des Salines.

L'accès aux zones de pêche est libre et gratuit. Lors de l'enquête, aucun conflit concernant l'accès d'une zone de pêche par les pêcheurs d'un site n'a été observé. Si entre les pêcheurs des différents sites la tolérance est grande pour l'accès aux zones de pêche, il n'en est pas de même vis-à-vis des personnes extérieures, comme les plaisanciers, notamment dans le secteur sud où la pression touristique est plus forte. Les conflits pêcheurs-plaisanciers y sont fréquents et passionnés.

4.3.5 Variabilité spatio-temporelle de l'activité

4.3.5.1 Production et effort de pêche

Dans les deux secteurs, les plus faibles valeurs de production et d'effort de pêche ont été enregistrées de novembre à janvier pour la classe de profondeur 0-8 mètres (figures 21 et 22). La production mensuelle est supérieure à 100 kilos de février à juillet dans les deux secteurs. Cependant, les valeurs maximales ne sont pas obtenues au même moment dans les deux secteurs. L'effort de pêche est dans l'ensemble plus élevé de février à août dans les deux secteurs.

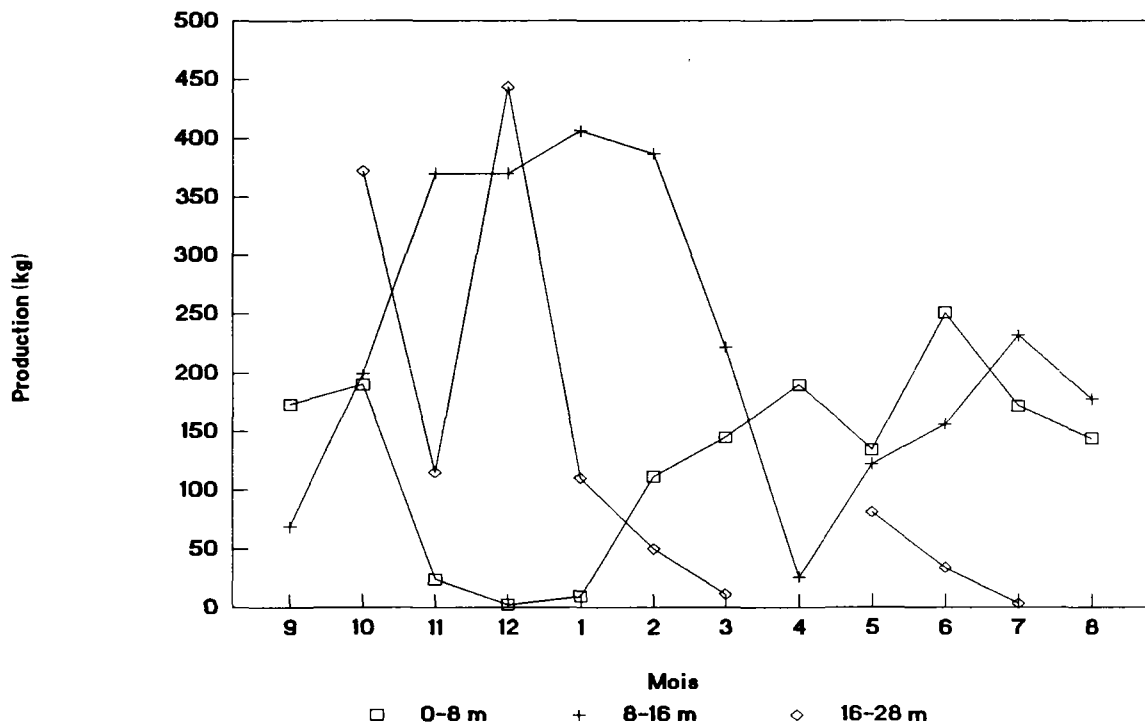
Les valeurs maximales et minimales de la production et de l'effort obtenues entre 8 et 16 mètres de profondeur sont en opposition de phase entre les deux secteurs. L'examen des c.p.u.e permettra de déterminer si les plus fortes productions sont débarquées et si le plus grand effort est développé lorsque les c.p.u.e sont maximales. Le degré d'homogénéité des tendances pourrait traduire en partie la plus ou moins grande connaissance par les pêcheurs de la variabilité mensuelle des c.p.u.e.

L'effort de pêche au delà de 16 mètres de profondeur est dans les deux secteurs développé d'octobre à mars et de mai à juillet.

4.3.5.2 Captures par unité d'effort

Pour chacun des secteurs, l'évolution mensuelle des captures par unité d'effort par classe de profondeur est saisonnière (figure 23). Les valeurs maximales et minimales des c.p.u.e pour les classes de profondeur 0-8 mètres et 8-16 mètres sont en opposition de phase.

Secteur est



Secteur sud

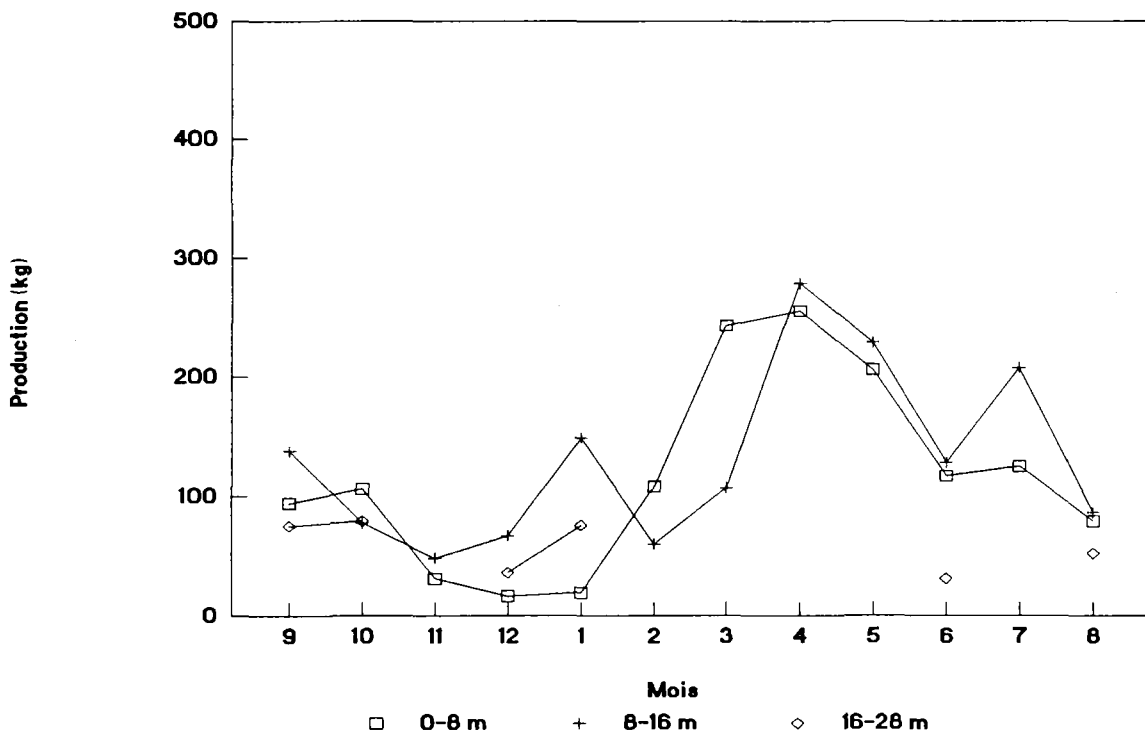
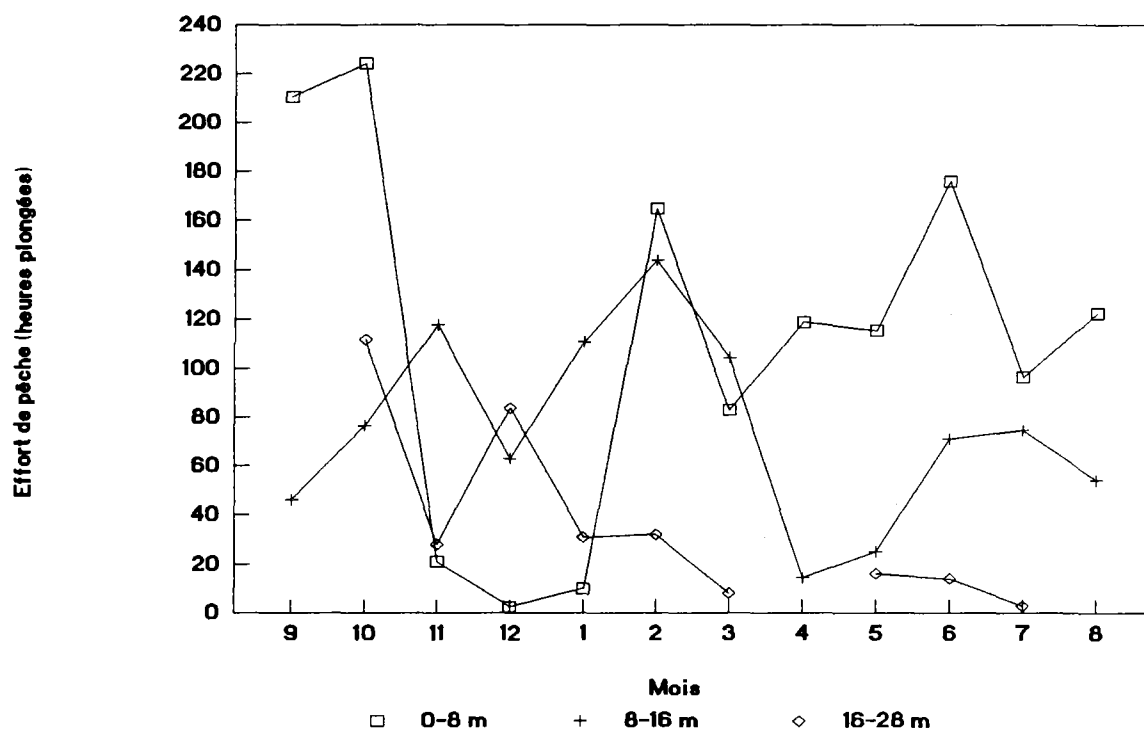


Figure 21. Evolution mensuelle de la production par classe de profondeur.

Secteur est



Secteur sud

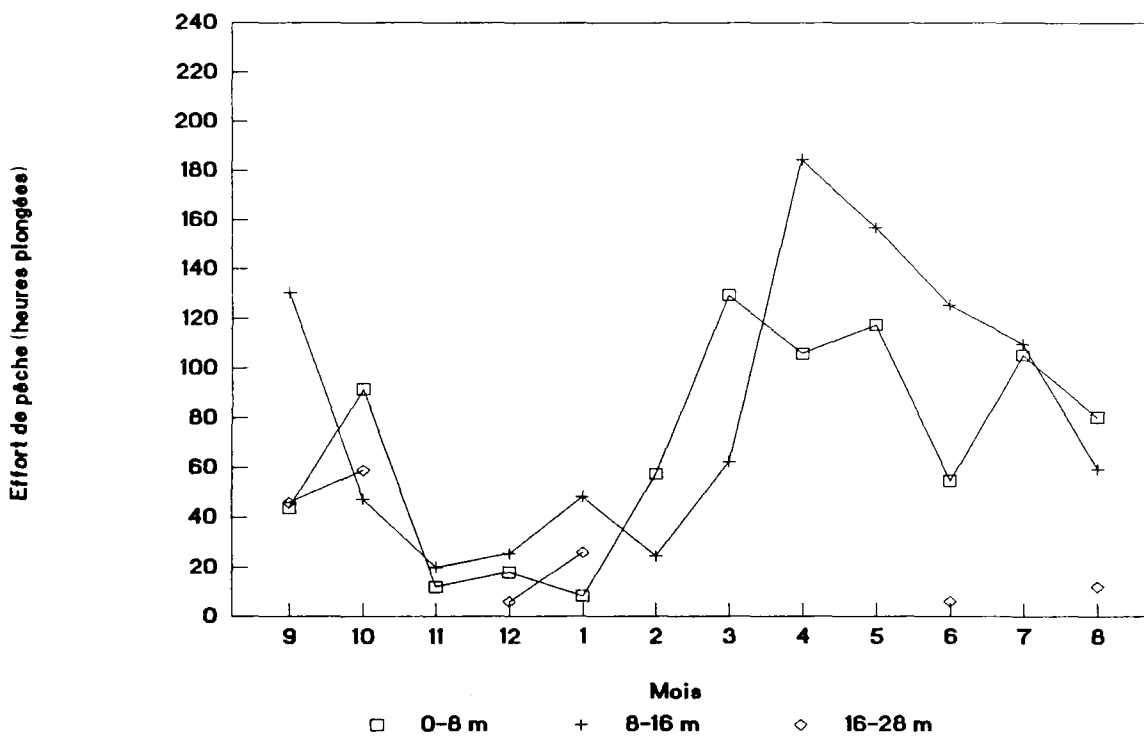
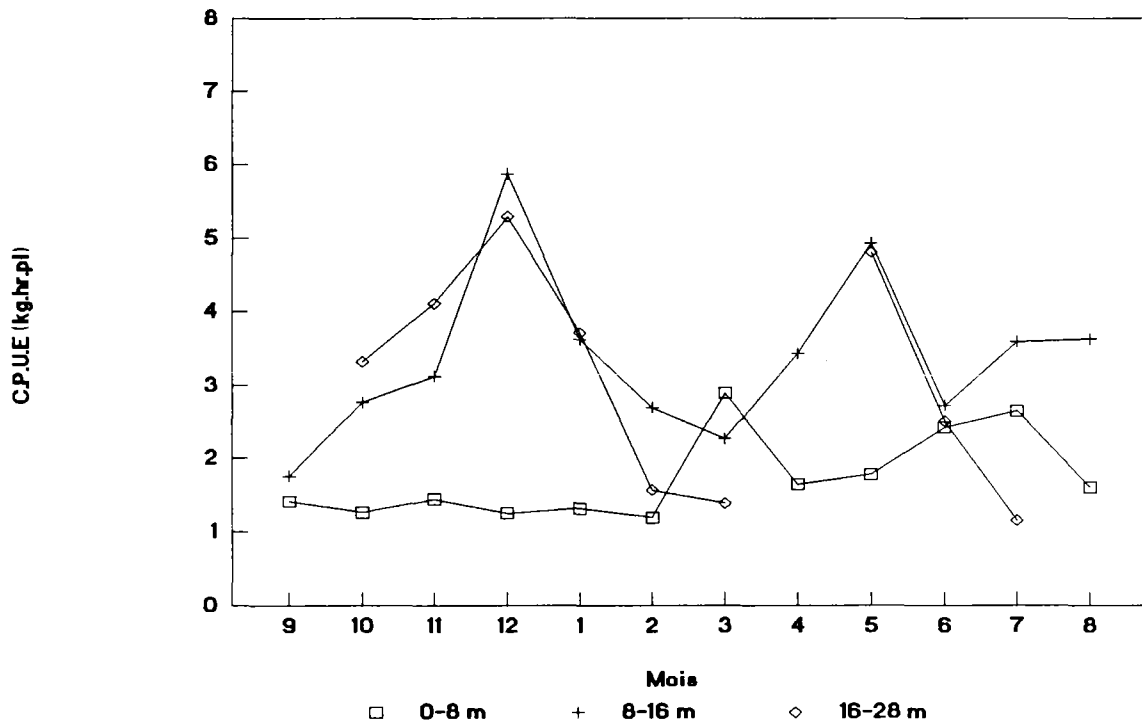


Figure 22. Evolution mensuelle de l'effort de pêche par classe de profondeur.

Secteur est



Secteur sud

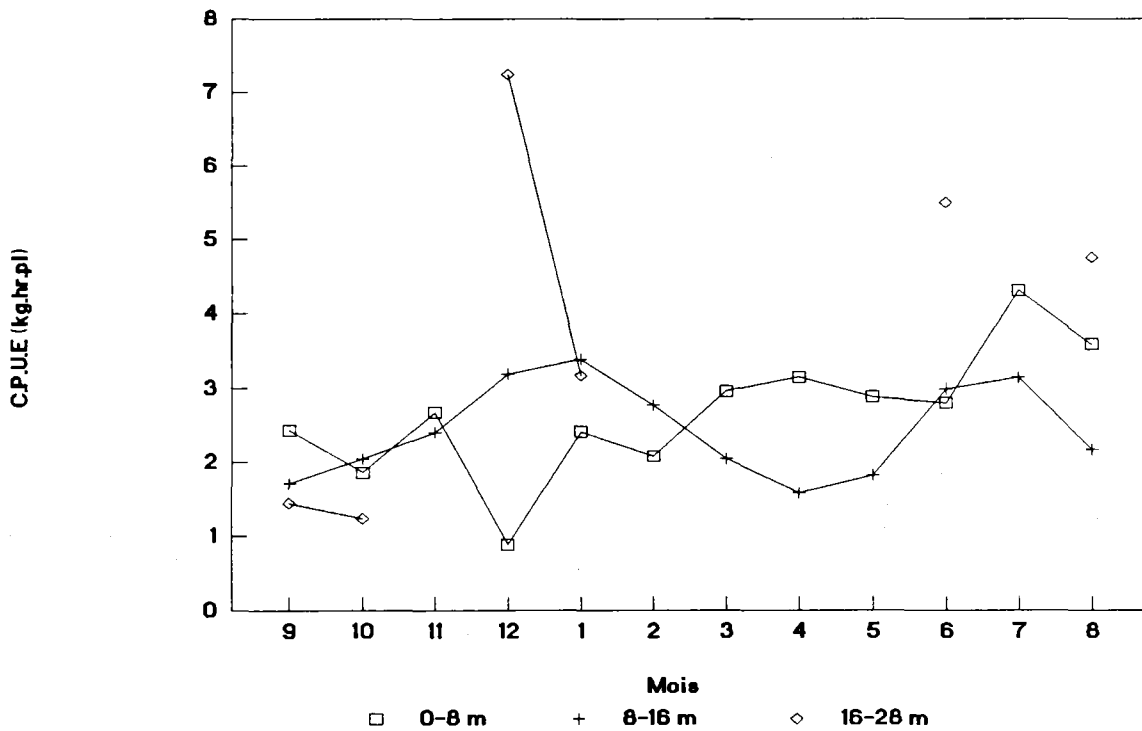


Figure 23. Evolution mensuelle des c.p.u.e par classe de profondeur.

Dans les deux secteurs, les plus faibles valeurs de c.p.u.e de la classe de profondeur 0-8 mètres sont observées de septembre à février (secteur est: $1.31 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$; secteur sud: $2.06 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$) et les plus fortes de mars à août (secteur est: $2.16 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$; secteur sud: $3.28 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$). L'homogénéité des valeurs est plus forte lorsqu'elles sont plus faibles dans le secteur est, et plus forte mais équivalente pour les autres c.p.u.e.

Dans les deux secteurs, deux pics de c.p.u.e apparaissent pour la classe de profondeur 8-16 mètres. Le premier est observé de novembre à janvier-février. Le deuxième pic est décalé de deux mois entre les deux secteurs: avril à juin dans le secteur est, juin-juillet dans le secteur sud.

Les valeurs de c.p.u.e obtenues entre 16 et 28 mètres de profondeur sont trop peu nombreuses dans le secteur sud pour qu'une tendance saisonnière s'exprime. En revanche, dans le secteur est, leur évolution mensuelle suit celle des c.p.u.e entre 8 et 16 mètres de profondeur.

4.4 Le métier plongée avec bouteille

Le métier plongée avec bouteille, interdit en Martinique, est pratiqué illégalement en Martinique depuis 1985 environ. Cette méthode de pêche représente la plus récente étape de l'accroissement de l'efficacité technique. Des accidents de plongée survenus à des plongeurs du Marin et du Vauclin ont entraîné un ralentissement de cette activité à partir de 1987, relancée ensuite en 1989. Constatant la forte abondance de lambi adulte au delà de 25 mètres de profondeur, les pêcheurs concernés ont eux-mêmes demandé à les exploiter légalement en plongée avec bouteille au début de 1990. La pêche a alors été autorisée par les administrations responsables en juin 1990 à titre expérimental pour 15 jours de sortie effective pendant l'été dans un quadrilatère de 2.5 par 4 milles situé sur le banc Dési (figure 16) aux pêcheurs demandeurs tenus de remplir des fiches de pêche, ce qui fut fait. En mai 1991, il a été décidé par le Quartier de la Martinique l'ouverture légale toute l'année de la pêche exclusive du lambi en plongée avec bouteille, sur les mêmes bases que l'expérience de 1990. En 1992, le Comité des Pêches a décidé d'interdire totalement la pêche du lambi en plongée avec bouteilles, faute de moyens pour la contrôler. Malgré cette interdiction, l'exploitation en plongée avec bouteille continue illégalement. Les pêcheurs, connus du Comité des Pêches, furent rencontrés entre 1990 et 1991; leurs résultats d'exploitation ont permis de compléter les données obtenues par l'enquête de 1986-1987.

4.4.1 Résultats globaux de l'activité

4.4.1.1 Production et effort de pêche

Lors de l'enquête de 1986-1987, seules les captures du secteur est par le métier plongée avec bouteille ont pu être suivies: environ 780 kg, soit 7.5% de la production totale enregistrée.

Un seul équipage pratiquant la pêche du lambi en plongée avec bouteille a été observé au Vauclin; 11 sorties de pêche ont été enregistrées.

L'équipage de l'embarcation est constitué d'un barreur et de 2 à 3 plongeurs en moyenne (1 à 6) travaillant au fond en binôme lorsque c'est possible.

Une fois le bateau (yole plastique avec moteurs 125 CV) arrivé sur le lieu de pêche, deux à quatre plongeurs se mettent à l'eau, le bateau suiveur repérant les plongeurs par les bulles à la surface de l'eau. Les plongeurs au repos jouant le rôle de matelots remontent les paniers en grillage appelés "calins" pouvant contenir de 30 à 40 lambis pavillonnés (1 par plongeur et par plongée en moyenne).

Pour chaque sortie, un plongeur travaille soit deux fois 30 minutes, soit une seule fois si le nombre de plongeurs est supérieur à 4. Il arrive que les pêcheurs utilisent des bouteilles doubles. Le temps de plongée de 30 minutes correspond à l'effort effectif puisqu'il ne comprend pas les paliers. L'effort de pêche développé pour une sortie se situe entre 2 et 3 heures de plongée. L'effort journalier de la plongée avec bouteille est généralement inférieur de moitié à celui de la plongée libre.

La pêche en plongée avec bouteille est soit pratiquée une semaine sur deux à raison de 3 sorties dans la semaine, soit 2 fois en moyenne par semaine. L'effort de pêche du mois d'octobre est de 8 sorties, à deux ou trois plongeurs par sortie, soit approximativement 20 heures.plongeur dans le mois.

La pêche avait lieu en 1986-1987 assez tôt le matin, principalement par souci de discrétion. Les pêcheurs étaient de retour au port dès 9-10 heures du matin.

4.4.1.2 Rendement et capture par unité d'effort

Le rendement d'une sortie de pêche varie de 40 à 90 kilos, la moyenne se situant à 60 kilos. Il s'agit uniquement d'animaux sub-adultes (10%) et adultes (90%) dont le poids de chair est compris entre 200 et 350 grammes (3 à 5 lambis par kg). La chair des individus les plus âgés, plus coriace, n'est pas très appréciée par la population locale. Il a d'ailleurs parfois été observé

une baisse du prix de vente d'environ 20% pour l'écoulement de cette production sur le marché local. La plupart de ces individus âgés sont situés au delà de 30 mètres; ils sont reconnaissables par leur coquille, trop endommagée pour être commercialisable. Seules le sont celles des jeunes adultes pavillonnés.

Le rendement d'un plongeur pour une demi-heure de pêche est assez constant: un panier d'environ 30 à 40 lambis. Comme un pêcheur plonge généralement deux fois par sortie, la capture par unité d'effort réalisée est approximativement de 24 kg par heure.plongeur (de 20 à 30 kg.h⁻¹.pl⁻¹). Les c.p.u.e obtenues par le métier plongée avec bouteille sont en moyenne 10 fois supérieures à celles du métier plongée libre et signifient qu'un stock abondant de lambis adultes est encore présent sur les fonds de plus de 25 mètres.

4.4.2 Variabilité saisonnière de l'activité

Sur les 11 sorties de pêche en plongée avec bouteille enregistrées, 8 ont eu lieu en octobre 1986, 1 en février 1987 et 2 en août 1987.

Les pêcheurs rencontrés lors de l'enquête puis en 1990 et 1991 ont confié qu'ils pratiquaient la plongée avec bouteille principalement de juin à octobre. C'est à cette période que sont obtenus les meilleurs rendements.

L'activité principale de ces pêcheurs est en fait la pêche au large ou "à miquelon", fortement saisonnière, pratiquée de novembre à juin (Pary 1989). Pendant cette période, les pêcheurs ne pratiquent pas plus de deux fois dans le mois en moyenne la pêche du lambi. Les rendements par sortie seraient inférieurs d'une vingtaine de kilos par rapport à ceux obtenus pendant la saison.

La pêche du lambi n'est pas pratiquée en novembre et décembre.

L'activité de pêche en plongée avec bouteille n'est en fait accessible qu'aux pêcheurs ayant une embarcation puissante du type de celle des "miquelonneurs" et ayant de plus les moyens d'investir dans l'achat de bouteilles de plongée (dits "bidons").

4.4.3 Zones de pêche et accès à la ressource

La plongée avec bouteille est pratiquée entre le tombant externe de la barrière récifale discontinue actuelle et le tombant externe de l'ancienne barrière récifale (figures 8.A, 16). Il semble que les fonds au nord-est et au sud-est du Vaucelin soient les plus exploités. Au sein de cette zone de pêche, les pêcheurs alternent l'exploitation des différentes zones et tiennent compte des courants pour le choix de la zone à exploiter.

D'après les pêcheurs, la classe de profondeur 30-40 mètres est la plus exploitée de l'intervalle 25 à 40 mètres de profondeur. Certains plongeurs sont descendus jusqu'à 55 mètres de profondeur où ils ont observé de vieux individus. D'après ces pêcheurs, il y aurait des lambis jusqu'à 60 mètres de profondeur.

Exceptées les autorisations nominatives et cadrées de pêche expérimentale de 1990 et 1991, l'accès à la ressource est libre et gratuit. Seuls les pêcheurs ayant un bon niveau de revenus peuvent pratiquer ce métier. Ce n'est donc plus, comme pour la plongée libre, l'appartenance à un groupe socio-géographique qui détermine l'accès aux zones de pêche, mais le niveau économique des pêcheurs.

Lors de l'enquête, les pêcheurs en plongée libre du Vauclin ne se sont pas cachés pour exprimer leur désapprobation vis-à-vis de l'introduction illégale de ce métier. Leurs principaux arguments sont l'inégalité des moyens d'accès à la ressource, sans d'ailleurs qu'ils souhaitent pratiquer la plongée avec bouteille, et le risque de baisse du recrutement et à terme de leurs revenus. Sollicitées par les pêcheurs pratiquant la plongée libre, les institutions responsables sont intervenues tout d'abord pour faire respecter la loi (amendes et confiscation des bouteilles de plongée), avant d'autoriser de façon nominative la pêche du lambi en plongée avec bouteille. Le conflit jusqu'alors latent avec les pêcheurs pratiquant la plongée en apnée s'est alors déclaré. Aussi, à la suite de réunions entre les professionnels (inscrits) des deux métiers organisées par le Comité des Pêches pour tenter de concilier les deux partis au cours de 1991, il a été finalement décidé de restaurer l'interdiction totale de la pêche en plongée avec bouteille. A l'heure actuelle, celle-ci est totalement interdite, toujours pratiquée illégalement, et la question de son introduction reste en suspens.

4.5 Le métier filet

4.5.1 Résultats globaux l'activité

4.5.1.1 Production et effort de pêche

Lors de l'enquête, seules les captures du secteur sud par le métier filet ont pu être suivies: 239 kg, soit 2.3% de la production totale enregistrée.

Cette production est le résultat de l'activité de 5 patrons-pêcheurs accompagnés de 5 matelots. Sur les 103 sorties de pêche enregistrées, 53 levées de filet ont été positives. L'effort de pêche, exprimé en nombre de filets de 100 mètres calés, est 183.

* Les filets

Deux types de filets maillants de fond sont principalement utilisés: les "folles" et les trémails. Afin d'être complets, les résultats de l'enquête sont ici complétés par ceux d'études ultérieures ayant décrit de façon plus détaillée les filets utilisés, notamment celles de Gobert (1989) et de Pary (1989).

La "folle" est un filet traditionnel et caractérisé par une seule nappe de filet, originellement en coton, de moins de 2 mètres de hauteur, et d'une grande ouverture de maille, de 15 à 30 cm. Depuis une vingtaine d'année, les pêcheurs ont tendance à réduire l'ouverture de maille des filets de 75% à la suite de la diminution des rendements. La taille de la maille de ces filets indique leur sélectivité; ils ne peuvent capturer que les lambis sub-adultes et adultes d'une longueur de 18 à 30 cm. Ces filets permettent de capturer aussi langoustes, requins et tortues.

Le trémail classique, maintenant plus répandu que le filet maillant de fond, a été introduit vers 1965 (Pary 1989). La hauteur de ces filets est rarement supérieure à 1 mètre, lorsqu'ils sont utilisés dans l'objectif de capturer langoustes et lambis.

Les "folles" mesurent entre 100 et 300 mètres de longueur, généralement de 120 à 200 mètres. Elles sont moins longues que celles mesurées lors de l'étude de la pêche artisanale en Martinique, (286.4 m) (Gobert 1989). Si les trémails mesurent en moyenne 1 000 mètres, ceux utilisés pour la pêche du lambi n'excèdent pas les longueurs des "folles", exceptés quelques filets de 500 mètres à Petite Anse (Gobert 1989), calés rarement dans l'objectif de capturer des lambis. Deux raisons expliquent la faible longueur des filets utilisés pour la capture des lambis. La première est liée au comportement agrégatif des lambis, bien connu des pêcheurs pratiquant le métier filet. Lorsqu'un agrégat dense, en déplacement, rencontre une barrière de filet, celui-ci devient d'autant plus lourd à remonter qu'il est long. D'autre part, les filets sont souvent calés à proximité ou sur les cayes, notamment dans l'objectif de capturer des langoustes (Pary 1989).

* Utilisation

Les pêcheurs possèdent en général deux à quatre filets qui sont utilisés en rotation, pour permettre leur réparation régulière. Les périodes de forts courants de marée sont consacrées à la réparation et au montage de nouveaux filets.

Les pêcheurs au filet exploitent leur connaissance empirique du comportement de l'animal: les lambis, au cours de leurs migrations, se prennent dans les filets calés.

Il a été observé que les filets (folles et trémails) sont calés sur des fonds de 10 à 30 mètres pendant 1 à 3 jours, le calage des trémails excédant rarement 24 heures. La durée moyenne du calage observée lors de l'étude de la pêche artisanale en Martinique indique que les trémails seraient calés 11.1 heures en moyenne et les folles 61.9 heures (Gobert 1989). Les pêcheurs ont indiqué que de forts courants rotatifs affectaient les zones de pêche. Cela a été confirmé par l'étude de Gonzalès (1988) (section I.1.1.3). Les algues arrachées et transportées par les courants sur ces fonds de graviers et de sable grossier (d'après les pêcheurs) bouchent les mailles des filets et diminuent leur efficacité.

4.5.1.2 Rendement et captures par unité d'effort

La moyenne des captures par unité d'effort de cette technique de pêche est faible: $1.3 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m}^{-1}$ (écart-type: $0.68 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m}^{-1}$).

Gobert (1989) a personnellement indiqué pour comparaison que les captures de lambi des filets trémails et folles du canal de Sainte Lucie représentaient 35% des prises totales par unité d'effort. Toutes espèces confondues, les c.p.u.e des filets trémails et folles oscillent entre 2 et $5 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m}^{-1}$ de filet. Celles des filets maillants de fond sont comprises entre 1 et $3 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m}^{-1}$ de filet.

Comparés à ces résultats, les c.p.u.e de lambi enregistrées par l'enquête sont similaires.

4.5.2 Variabilité saisonnière de l'activité

La variabilité saisonnière de l'activité est présentée tableau 4 pour la production, l'effort de pêche et les captures par unité d'effort. Les captures par unité d'effort sont calculées à partir des résultats fournis par les seules levées positives.

D'après ces résultats, la saison de pêche au filet dure de juillet à octobre. Cela a été recoupé avec les informations issues des entretiens avec les pêcheurs. Les pêcheurs justifient la saison de pêche par rapport au vent, généralement trop fort pendant le carême pour permettre l'activité. Une faible activité continue cependant d'octobre à janvier. Il n'a pas été possible de distinguer une tendance saisonnière dans la variabilité mensuelle des c.p.u.e.

Tableau 4. Variations mensuelles de l'activité du métier filet: production (kg), effort de pêche et c.p.u.e (kg.100 m⁻¹ de filet). L'effort de pêche est exprimé en nombre d'équipages actifs, de levées de filet, de levées positives (+) et de nombre d'unités de 100 mètres de filets posés.

Année	1986				1987							
Mois	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08
Production	40	35			37			8			55	64
Effort de pêche												
Equipage	2	3	1	0	4	0	0	1	0	0	2	2
Levées	25	32	3	0	11	0	0	1	0	0	20	11
Levées+	8	11	0		6			1			17	10
Filets	34	42			23			3			51	30
Captures par unité d'effort												
	1.18	0.83			1.61			2.67			1.08	2.13

4.5.3 Variabilité géographique de l'activité

L'activité du métier filet a été enregistrée essentiellement sur la côte du canal de Sainte-Lucie (secteur sud) dans seulement trois sites du secteur sud. Les folles sont utilisées presque exclusivement à l'Anse Dufour, Sainte-Luce et Poirier. Beaucoup de ces pêcheurs possèdent aussi des trémails, dont les captures de lambi sont insignifiantes. La répartition de l'activité entre les lieux d'origine des pêcheurs est:

Poirier	23.9%
Sainte Luce	32.6%
Anse Dufour	43.5%

4.5.4 Variabilité bathymétrique de l'activité

Les résultats bruts de production, d'effort et de c.p.u.e des sorties journalières ont été discrétisés par classe de profondeur en fonction de l'indication sur les fiches de pêche des profondeurs exploitées. Cinq classes de profondeur ont été définies:

- les classes 0 à 18 mètres et au delà de 32 mètres ne sont pas exploitées par le métier filet.
- l'intervalle de profondeur 18-32 mètres a été subdivisé en trois classes définies selon un pas de 4 mètres.

Tableau 5. Variabilité bathymétrique de l'activité: production (kg), effort de pêche (nombre de filets de 100 m) et c.p.u.e (kg.100 m de filet).

Profondeur	18-24	24-28	28-32
Production	48	122	69
Effort	44	104	35
C.p.u.e	1.10	1.17	1.97

Si l'activité est la plus importante entre 24 et 28 mètres de profondeur, les plus fortes captures par unité d'effort sont observées entre 28 et 32 mètres.

Comparativement au métier plongée avec bouteille, l'intervalle de profondeur des fonds exploités par le métier filet est décalé vers des fonds un peu moins profonds, de 18 à 30 m (81% de l'effort).

La principale cause est que les pêcheurs souhaiteraient exploiter les fonds de cette tranche de profondeur plus souvent si les conditions courantologiques le permettaient.

4.5.5 Zones de pêche et accès à la ressource

La cartographie des zones de pêche indique que les fonds compris entre 15 et 30 mètres de profondeur d'étendue moyenne de la baie de Fort de France à la Pointe d'Enfer sont exploités. Trois zones sont exploitées principalement: du Cap Salomon au nord de l'îlet Ramier sur la côte sud Caraïbe, devant Sainte-Luce et les Salines sur la côte du canal de Sainte Lucie (figure 19). Les résultats de production et de c.p.u.e sont trop peu nombreux pour être indiqués par zone sur la carte.

Les pêcheurs des Anses d'Arlet et des Trois Îlets exploitent les fonds depuis Le Diamant jusqu'au nord de l'îlet Ramier. Ceux de Sainte Luce et Poirier exploitent les fonds devant Sainte Luce et vont jusqu'aux Salines. Comme pour la plongée libre, l'accès à la ressource est réalisé en fonction de critères socio-géographiques.

5 - Discussion des résultats de production, d'effort et de rendement

5.1 Estimation de la production totale

Le premier problème posé par la procédure de collecte des données est l'existence possible d'erreurs de mesure. Les balances des pêcheurs servant à

la commercialisation des captures sont considérées exactes. De plus, il était simple pour le pêcheur de reconstituer le poids de ses captures par la somme gagnée. Le risque d'erreur était faible, d'autant que la plupart des pêcheurs participant à l'enquête ont pris à coeur de bien remplir les fiches de pêche.

La démarche employée, dont les limites ont été détaillées, implique que la production enregistrée dans cette étude, 10.4 tonnes, sous-estime les captures effectuées par l'ensemble des pêcheurs réguliers, à des degrés divers pour les différents métiers. Les sources de sous-estimation de la production ont été identifiées:

- limites géographiques de l'étude;
- la dispersion des sites et des pêcheurs empêchant matériellement le suivi de tous ceux qui avaient été identifiés;
- le caractère illégal du métier pêche en plongée avec bouteille.

Les résultats présentés sont recoupés avec ceux, bimensuels, des captures de lambi du programme "Evaluation des Pêcheries Antillaises", par les métiers plongée (libre et bouteille confondus) et filet (Gobert 1989), jamais édités et communiqués par Gobert en 1990, par secteur.

5.1.1 Le métier plongée

Les données de production présentées par le tableau 6 (Gobert, com. pers. 1990) correspondent aux captures cumulées des deux métiers plongée.

Tableau 6. Production (kg) du métier plongée estimée pour chaque secteur par l'étude de la pêcherie artisanale de Martinique (Gobert, com. pers. 1990).

Mois	1987					1988	Total
	02/03	04/05	06/07	08/09	10/11	12/01	
Secteur est							
	1 371	1 460	4 198	1 823	1 650	866	11 368
Secteur sud							
Cl Ste Lucie	2 313	1 419	1 381	432	765	370	6 680
sud Caraïbe	364	1 076	646	2 875	714	956	6 631
Total	4 048	3 955	6 225	5 130	3 129	2 192	24 679

Remarque: il est vraisemblable que ces résultats de production sont surestimés (Gobert, com.pers. 1991):

- les poids de chair ont dans la plupart des cas été estimés visuellement par l'enquêteur à partir des tailles de coquille (de 20 à 4 lambis par kg), entraînant des erreurs d'estimation parfois importantes (Gobert 1989).

- la production des sites secondaires a été estimée indirectement (Gobert 1989).

Ces résultats de production seront diminués de 20% pour être comparés à ceux de l'étude actuelle, d'une part en raison de l'écart-type (10%) des résultats de production toutes espèces confondues propre à la méthode d'échantillonnage (Gobert 1989) et d'autre part en raison de la connaissance des sites producteurs de la côte est apportée par la présente étude.

5.1.1.1 Secteur est

Les principales sources de sous-estimation (environ 24%) des résultats de l'enquête 1986-1987 sont la pêche en plongée avec bouteille, et la non prise en compte de sites secondaires entre Le Vauclin et Cap Ferré.

*** Production du métier plongée avec bouteille.**

Estimée à partir de la production enregistrée lors de l'enquête et les entretiens de 1990 et 1991 avec les pêcheurs concernés, la production pendant la saison de pêche (juin-octobre) serait de l'ordre de 2.4 tonnes et celle hors saison de l'ordre de 0.4 tonnes, amenant la production totale du métier plongée avec bouteille dans le secteur est à 2.8 tonnes.

*** Production du métier plongée libre**

La production des sites secondaires de la côte au sud du Vauclin et celle de quelques pêcheurs peu actifs dans les autres sites, estimée par entretiens, majore l'estimation de la production obtenue par l'enquête (5.58 tonnes) de 700 kilos environ. La production totale du métier plongée libre dans le secteur est serait de 6.3 tonnes.

5.1.1.2 Secteur sud

Les principales sources de sous-estimation des résultats de l'enquête 1986-1987 sont la pêche en plongée avec bouteille, la non prise en compte des sites secondaires et une réticence marquée de quelques jeunes pêcheurs non inscrits pour participer à l'enquête, notamment dans les sites touristiques

(Sainte Anne, Salines, Anse Figuier, Anse à l'âne, Anse Mitan, Bourg des Trois Ilets).

*** Production du métier plongée avec bouteille**

La production en plongée avec bouteille pourrait être supérieure à celle du secteur est, de l'ordre de 4 tonnes. Le tourisme est fortement développé dans le secteur sud, notamment dans la baie du Marin et au sud de la baie de Fort de France. Les conséquences favorisant le métier plongée avec bouteille sont de deux ordres: des facilités matérielles existent dans le secteur sud pour pratiquer le métier, et la forte demande du marché assure l'écoulement des captures.

*** Production du métier plongée libre**

Même en considérant que la production estimée par le programme "évaluation des pêcheries antillaises" est surestimée et une fois retirée la part du métier plongée avec bouteille, il reste que la production enregistrée en 1986-1987 par l'enquête sous-estime de près d'un tiers la production de ce métier.

Le taux de recensement des captures n'est pas le même sur la côte du canal de Sainte Lucie et sur celle du sud Caraïbe. Sur cette côte, la principale source de sous-estimation provient de l'exclusion des sites secondaires de la baie de Fort de France au nord des Trois Ilets.

Pour la côte du canal de Sainte Lucie, l'exclusion des sites excentrés de l'extrême sud Atlantique et la réticence des pêcheurs non-inscrits des sites touristiques à participer à l'enquête sont les principales sources de sous-estimation. Gobert (1989) a confirmé que Marin (Dupré) contribuait le plus largement aux captures du secteur. La production totale du métier plongée libre dans le secteur sud serait approximativement de 5.2 tonnes.

5.1.2 Le métier filet

Deux raisons principales ont causé la sous-estimation des captures du métier filet:

- les horaires de débarquement des captures du métier filet sont différentes de celles du métier plongée libre;
- seule l'activité des filets de type trémails et folles a été étudiée.

Les données de production présentées par le tableau 7 (Gobert, com. pers. 1990) correspondent aux captures de l'ensemble des filets. La

saisonnalité de l'activité est approximativement la même que celle observée par l'enquête 1986-1987 dans le secteur sud.

Tableau 7. Production (kg) du métier filet estimée pour chaque secteur par l'étude de la pêche artisanale de Martinique (Gobert, com. pers. 1990).

Année	1987						1988	Total
	02/03	4/05	06/07	08/09	10/11	12/01		
Secteur est								
Trémil/Folles	0	239	0	387	150	0	776	
Autres filets	0	5	0	0	53	0	58	
Secteur sud								
Cl de Ste Lucie								
Trémil/Folles	281	25	100	204	0	0	610	
Autres filets	0	152	0	0	46	0	198	
Sud Caraïbe								
Trémil/Folles	0	38	532	84	337	0	991	
Autres filets	44	0	0	0	186	0	230	

5.1.2.1 Secteur est

La sous-estimation des captures du métier filet dans le secteur est par l'enquête 1986-1987 est très forte. D'après les données de Gobert 1989 et com. pers. 1990), les captures résultent principalement de l'activité des pêcheurs du Vauclin, notamment à l'extérieur de la barrière récifale actuelle. L'effort de pêche développé à l'extérieur du récif est inférieur de moitié à celui développé à l'intérieur du récif. Cependant, entre 10 et 30 mètres de fond, la part du lambi y est plus conséquente, et encore notable entre 30 et 80 mètres de profondeur.

Si l'effort de pêche est deux fois plus fort à l'intérieur de la barrière récifale, les captures de lambi sont quasi-inexistantes de 0 à 10 mètres de profondeur et très faibles relativement aux autres ressources capturées de 10 à 30 mètres.

La production totale du métier filets sur la côte est serait approximativement de 0.6 tonnes.

5.1.2.2 Secteur sud

* Le sud Caraïbe

Les lambis constituant les débarquements du Sud Caraïbe auraient été capturés en fait plus dans le canal de Sainte Lucie que dans la baie de Fort

de France (Gobert, com. pers. 1990). Au total, l'activité filets du sud Caraïbe aurait débarqué approximativement 1 tonne de chair de lambi.

* Le canal de Sainte Lucie

Quelques captures de lambi (24%) sont effectuées par les sennes de plage dans la baie du Marin, en avril-mai et octobre-novembre (Gobert 1989). La connaissance des fonds de la baie permet de penser qu'il s'agit de juvéniles de 13 à 16 cm, contrairement aux prises des autres filets qui capturent des sub-adultes et adultes pavillonnés. Un tiers de l'activité trémail est en fait l'activité de "folles" (Gobert 1989). Au total, l'activité filets du canal de Sainte Lucie aurait débarqué approximativement 0.65 tonnes.

La production totale du métier filets dans le secteur sud serait approximativement de 1.6 tonnes (données corrigées de Gobert, com. pers. 1990).

5.1.3 Secteurs nord Atlantique et nord Caraïbe

Quelques éléments sur la production de lambi de ces deux secteurs ont été publiés dans l'étude de la pêcherie artisanale martiniquaise (Gobert 1989).

* Secteur nord Atlantique

Les captures de lambi en plongée libre et au filet de la côte nord Atlantique, négligeables, sont réalisées majoritairement à Trinité et Tartane. Les pêcheurs de ces sites fréquentent aussi les zones de pêche du sud de la presqu'île de la Caravelle. L'activité plongée libre est limitée aux mois d'août et septembre.

* Secteur nord Caraïbe

Les captures de lambi en plongée libre de la côte nord Caraïbe au dessus de la baie de Fort de France sont négligeables. Celles des filets de fond et trémaux ont été effectuées principalement au deuxième semestre de l'année entre Saint-Pierre et Le Prêcheur, sur les fonds de 30 à 80 mètres et n'excèdent pas 50 kilos.

Conclusion de la production

La production de lambi par la pêche professionnelle en Martinique serait au total de l'ordre de 20.6 tonnes dont la répartition par métier et par secteur est présentée par le tableau 8.

Tableau 8. Répartition par métier et par secteur de la production de chair de lambi (tonnes) par la pêche professionnelle estimée pour l'année 1986-1987.

Secteur	Est	Sud	Autre	Total
Métier				
Plongée libre	6.3	5.2		11.5
Plongé bouteilles	2.8	4.0		6.8
Folles et trémails	0.6	1.3		1.9
Filets de fond		0.3		0.3
Total	9.7	10.8	0.1	20.6

La production enregistrée lors de l'enquête 1986-1987 (10.4 tonnes) représente la moitié de l'estimation de la production totale de lambi en Martinique. L'examen des sources de sous-estimation de la production par métier permet de critiquer, pour chaque métier, la méthode de collecte employée:

- métier plongée libre: seule l'impossibilité matérielle de visiter régulièrement certains sites secondaires a conduit à une sous-estimation des captures (19%) du métier plongée libre. Ce métier est le mieux représenté par les résultats. Le refus de participer à l'enquête a été rare.

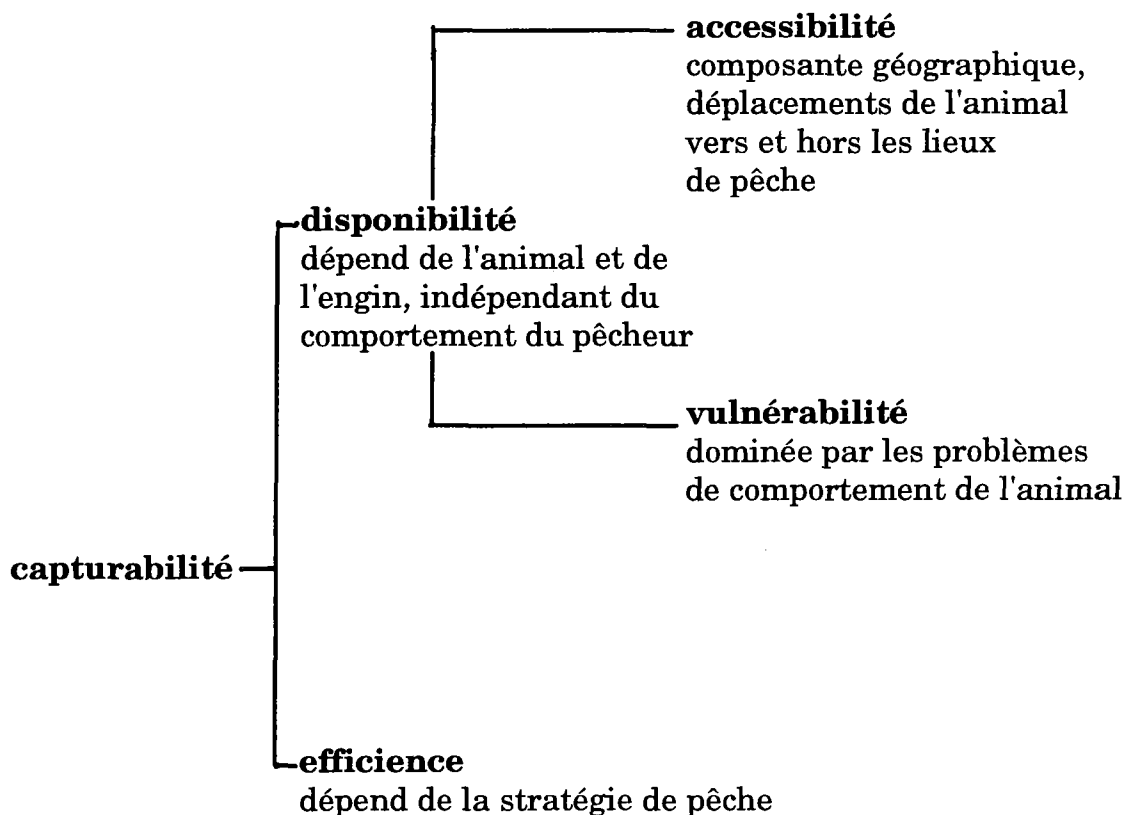
- métier plongée avec bouteille: la méthode de collecte, basée sur le dialogue avec les pêcheurs, n'était pas adaptée pour un recensement correct de l'activité (sous-estimation de 88.5%) étant donné son caractère illégal.

- métier filets: comme pour le métier plongée libre, la sous-estimation des captures (89.1%) a une cause essentiellement matérielle.

Il est vraisemblable que la présence d'un enquêteur supplémentaire à temps partiel suivant les débarquement des métiers plongée avec bouteille et filets, avant 10 heures le matin et après 16 heures aurait apporté une meilleure estimation de la production.

5.2 Variabilité des c.p.u.e: sources et notion de capturabilité

La probabilité qu'un animal du stock soit capturé par une unité d'effort, appelée capturabilité, résulte de plusieurs composantes présentées sur le schéma récapitulatif établi par Laurec et Le Guen (1981):



Les résultats obtenus permettent d'établir que la capturabilité n'est pas constante selon les classes d'âge au sein du stock exploité, mais ne permettent pas de déterminer sa valeur pour chacune d'elles par le rapport de la mortalité par pêche sur l'effort de pêche déployé ($q = F/f$). De plus, l'étude de la variabilité spatio-temporelle des captures par unité d'effort apparaît être plus pertinente pour la compréhension de la pêcherie que la comparaison de valeurs de capturabilité.

Il est donc supposé que la variabilité des captures par unité d'effort pour un métier donné reflète celle de la capturabilité, et donc celle de ses composantes, disponibilité et efficacité. Ces notions sont fortement liées entre elles mais elles peuvent être distinguées lors de l'étude des sources de la variabilité des c.p.u.e.

La capturabilité est liée à une unité d'effort donnée, et par conséquent à la stratégie d'exploitation associée. C'est pourquoi la notion de capturabilité sera précisée pour chaque métier; les captures par unité d'effort diffèrent fortement: plongée libre (2.48 kg.heure.plongeur), plongée avec bouteille (24 kg.heure.plongeur) et filet (1.3 kg/100 mètres de filet).

Par hypothèse, les c.p.u.e sont considérées proportionnelles à l'abondance, du moins pour une petite échelle de temps et de lieu. Il revient au même de considérer que les rencontres entre une unité d'effort et un animal sont aléatoires (Gulland 1964). Malgré l'hétérogénéité de l'abondance observée dans une pêcherie, ces proportionnalités sont conservées, y compris

pour des périodes plus longues de temps, à condition que l'ensemble du stock soit constamment accessible (Laurec et Le Guen 1981). Cela n'est manifestement pas le cas pour la pêcherie étudiée. La distribution spatio-temporelle de l'espèce sur les fonds de 0 à 50 mètres, et selon l'âge des individus, devrait expliquer en partie la variabilité des c.p.u.e.

5.2.1 Accessibilité et vulnérabilité

La disponibilité résulte de l'accessibilité et de la vulnérabilité d'un animal. La disponibilité est théoriquement liée en partie à l'engin de pêche utilisé. Cette composante sera étudiée avec l'efficience.

L'accessibilité correspond au taux de présence de l'espèce sur les lieux de pêche, lié aux conditions climatiques et géographiques, aux variations cycliques de la distribution de la ressource, à la densité et par conséquent à l'abondance de la population (Loh Lee Low 1975). Une fois sur une zone de pêche donnée, la vulnérabilité de l'animal est généralement forte. L'animal n'a pas de comportement de fuite et ne s'enterre généralement pas.

Les sources de la variabilité spatio-temporelle des captures par unité d'effort sont trouvées dans la distribution écologique de l'espèce. Les juvéniles sont rencontrés principalement sur les herbiers et fonds meubles entre 0 et 30 mètres de profondeur. L'abondance des juvéniles est conditionnée en partie par l'abondance du recrutement. Il est vraisemblable que les zones de pêche situées entre 0 et 8 mètres de profondeur présentant les plus fortes c.p.u.e (figures 16 à 20) bénéficient d'un recrutement plus important en nombre. D'une façon générale, les plus fortes valeurs de c.p.u.e du métier plongée libre sont trouvées sur les fonds de plus de 16 mètres, où les individus sont pour la plupart subadultes ou adultes, notamment les fonds situés à proximité de ceux exploités par les métiers filet ou plongée avec bouteille (figures 16 à 20).

Les pêcheurs âgés de plus de 45 ans ont indiqué qu'il y a plus d'une trentaine d'années, les adultes de lambi étaient trouvés sur les fonds de moins de 10 mètres toute l'année, mais plus nombreux pendant la saison de reproduction, d'avril à octobre. Leur disparition des fonds jusqu'à 8 mètres de profondeur a été causée par une intense exploitation des fonds côtiers à partir de 1950. Actuellement, la faible part des jeunes adultes dans les captures du métier plongée avec bouteille indique que peu d'individus rejoignent cette fraction du stock ou se métamorphosent et grandissent sur ces fonds. Comme les adultes sont actuellement pratiquement absents des fonds côtiers, les juvéniles observés devraient provenir des larves émises par les adultes situés à plus de 20 mètres de profondeur, exploités par les métiers filet et surtout plongée avec bouteille.

5.2.2 Variabilité saisonnière de la disponibilité

Les conditions climatiques influent sur les variations cycliques de la distribution de la ressource: la relation trophique entre l'animal et son milieu, dont les variations sont saisonnières, influe sur les migrations des animaux entre le littoral et les fonds plus profonds. Plus l'animal grandit, plus il s'éloigne du littoral, notamment entre sa deuxième et sa troisième année. L'étendue de ces migrations est fortement dépendante de la taille des individus, mais sont limitées au plateau insulaire de l'île, de la côte à l'isobathe 60 mètres. Lorsque les animaux atteignent leur maturité sexuelle, ils se dirigent vers des fonds de sable grossier moins profonds pour se reproduire.

* Plongée libre

Au sein de populations non ou faiblement exploitées, les juvéniles se déplacent sur les herbiers par grands agrégats, de la côte vers les fonds plus profonds de l'automne au printemps, puis vers les herbiers littoraux du printemps à l'automne (Stoner et al. 1988, Stoner 1989b). La vulnérabilité des juvéniles augmente avec leur taille, puisqu'ils deviennent en grandissant plus facilement localisables sur le fond. L'évolution mensuelle des c.p.u.e indique les mêmes tendances migratoires dans les deux secteurs. Les c.p.u.e entre 8 et 16 mètres de profondeur sont maximales de la fin de l'hivernage (saison humide de juillet à décembre) au début du carême (saison sèche, janvier à juin) lorsque les animaux sont rassemblés pour effectuer leur remontée vers la côte. C'est aussi à cette période de l'année que les c.p.u.e entre 0 et 8 mètres sont les plus faibles: les juvéniles sont généralement trop petits pour migrer au delà de 8 mètres de profondeur. Les plus petits des juvéniles, âgés alors d'environ un an, et mesurant de 50 à 70 mm sont observés généralement entre septembre et décembre; ils constituent le recrutement de l'année.

Les pêcheurs observent les agrégats de lambi dès la taille de 50 à 70 mm. La superficie d'agrégats constitués de juvéniles de 100 à 180 mm atteint communément 100 m². D'après les plus anciens des pêcheurs, la densité intra-agrégat aurait diminué de 1 lambi/1 m² à 1 lambi/10 m² depuis le milieu du siècle. La structure des agrégats n'étant plus aussi apparente qu'auparavant du fait de la diminution des densités, les pêcheurs ont le sentiment qu'il y a moins de "carreaux" (d'agrégats) de lambi qu'auparavant.

Au cours du carême, les c.p.u.e de la classe de profondeur 8-16 mètres atteignent leurs valeurs minimales, alors que celles de la classe 0-8 mètres augmentent jusqu'en juillet. L'accroissement de la lumière et de la température de l'eau de mer a pour conséquence l'enrichissement trophique des herbiers au cours du carême et le comportement migratoire des juvéniles (Hesse 1976 et 1979). Cependant, la migration vers la côte n'entraîne qu'une fraction de ces individus jusqu'au littoral, ce qui explique que les valeurs

maximales des c.p.u.e entre 0 et 8 mètres de profondeur à la fin du carême restent inférieures à celles de la classe de profondeur 8-16 mètres.

Les juvéniles opèrent la migration inverse au début de l'hivernage: les c.p.u.e de la classe de profondeur 0-8 mètres diminuent à partir d'août.

Dès la fin du carême, l'abondance des juvéniles augmente de nouveau entre 8 et 16 mètres de profondeur; les c.p.u.e atteignent un deuxième pic de valeurs maximales entre mai et juillet dans les deux secteurs. Cette période de l'année correspond à celle de la reproduction. Les adultes vivant à moins de 30 mètres de profondeur ayant migré vers les fonds compris entre 8 et 16 mètres pour se reproduire pourraient être responsables de ce deuxième pic de c.p.u.e.

Les valeurs de c.p.u.e entre 16 et 28 mètres de profondeur sont trop peu nombreuses pour être interprétées avec certitude. Il semble cependant que leur évolution mensuelle soit parallèle à celle des c.p.u.e entre 8 et 16 mètres de profondeur. A ce titre, il apparaît que seulement deux classes auraient suffi pour cette étude: 0-8 mètres et 8-28 mètres.

* Filets

Les valeurs trop peu nombreuses de c.p.u.e pour le métier filet ne permettent pas de mettre en évidence une variabilité mensuelle.

Les filets sont des engins passifs. Calés sur les fonds où il est connu que l'abondance des lambis est forte, et en supposant que les filets sont efficaces, les résultats d'exploitation dépendent alors uniquement de l'abondance sur le fond. Les pêcheurs ont fait part de la forte diminution des rendements depuis une vingtaine d'année. D'après les pêcheurs, il y aurait moins d'agrégats dits "carreaux" de lambi sur les fonds de 18 à 32 m, et surtout la densité de ces agrégats aurait diminué, traduisant une diminution de l'abondance. Par le passé, une levée de filet pouvait procurer de 100 à 200 lambis pavillonnés, correspondant à une fraction d'agrégat. Les c.p.u.e correspondantes étaient comprises entre 10 et 20 kg/100 m de filet. La diminution des rendements - "5 fois moins" d'après les pêcheurs - serait vraiment nette depuis 1980.

* Plongée avec bouteille

La disponibilité des animaux capturés par le métier plongée avec bouteille est constante toute l'année, bien que les c.p.u.e baissent légèrement en dehors de la saison de reproduction. Il est possible que les baisses de rendement soient causées par la moins forte agrégation des lambis en dehors de la saison de reproduction.

Sur la côte est, les fonds durs et sables grossiers (de nature corallienne) sont trouvés principalement au sud des îlets du François, lorsque le plateau insulaire s'élargit (Augris, com. pers. 1993). C'est effectivement sur ces fonds qu'une abondante fraction adulte du stock est exploitée par les métiers plongée avec bouteille et filets (figures 6 et 8).

Une partie des adultes matures vivant jusqu'à 30 mètres de profondeur remontent vers les fonds plus côtiers. Cette migration est actuellement peu perceptible, excepté les valeurs maximales de c.p.u.e entre mai et juillet entre 8 et 16 mètres de profondeur, en raison de la diminution générale de l'abondance. Il semble que les adultes vivant à l'extérieur de la barrière récifale actuelle ne reviennent plus sur les fonds côtiers pour se reproduire. D'après les pêcheurs, ces adultes effectueraient cependant une petite migration de 30 à 50 mètres pendant la deuxième moitié de l'hivernage, inversée en première partie du carême.

5.2.3 L'efficience

Les autres facteurs influant sur la capturabilité sont liés aux notions d'effort de pêche et de stratégie d'exploitation.

5.2.3.1 Effort nominal et effort effectif

L'effort nominal peut être différent de l'effort effectif, c'est à dire de l'effort tel qu'il est ressenti par le stock (Laurec et La Guen 1981).

Pour le métier plongée, l'effort nominal est proche de l'effort effectif puisque le temps de pêche comptabilisé correspond au temps réel de recherche et de capture des lambis. L'effort est d'autant plus effectif que les eaux marines sont plus claires, les courants nuls et les zones de pêche moins profondes. Ces petites réserves mises à part, l'effort de pêche est donc relié simplement aux mortalités par pêche.

Pour le métier filet, l'effort nominal correspond de façon moins évidente à l'effort effectif. Les conditions courantologiques peuvent rendre un filet calé totalement inopérant. C'est en partie pour cela que la moitié des sorties filets ont été négatives. Les courants de marée de type rotatifs et semi-rotatifs sont plus forts sur le fond (Gonzalès 1988). Les algues arrachées colmatent alors les mailles des filets.

5.2.3.2 Efficacité de l'engin de pêche

L'efficacité comparée d'engins apparaît quand pour tous autres paramètres identiques par ailleurs, les captures par unité d'effort sont plus fortes d'un engin à un autre. Pour le métier plongée libre, le plongeur est

assimilé à l'engin. L'efficacité du plongeur est d'autant plus forte que ses apnées sont longues et qu'il bénéficie d'une bonne vision, aiguisée par l'expérience. Parmi les plongeurs enquêtés, les plus efficaces sont en fait ceux qui exploitent de façon régulière les fonds de plus de 8 mètres de profondeur. Lorsque le plongeur bénéficie de l'air d'une bouteille, son efficacité est alors totale; c'est sans doute pour cela que le rendement d'un plongeur pour une demi-heure de pêche est assez constant.

La variabilité de l'efficacité de filets de caractéristiques identiques est faible a priori.

5.2.3.3 Stratégies d'exploitation

La répartition spatio-temporelle des lambis en fonction de leur âge explique la plupart de la variabilité des c.p.u.e. Un examen détaillé des stratégies d'exploitation doit permettre de déterminer si les stratégies d'exploitation sont déterminées ou non par la distribution actuelle du stock.

La différence des c.p.u.e moyennes des métiers plongée libre et plongée avec bouteille provient de la plus grande abondance des lambis dans les eaux de plus 30 mètres de profondeur et de la plus grande efficacité technique du métier plongée avec bouteille.

Bien que la différence d'unité d'effort ne permette pas de faire de comparaisons définitives, la méthode de pêche au filet est nettement moins performante que celle en plongée avec bouteilles et dans une moindre mesure que celle en plongée libre.

La pêche en plongée est très sélective alors que les filets sont calés sans s'assurer de la présence d'agrégats de lambi sur le fond, puisque les pêcheurs n'ont ni sondeurs ni sonars.

Les c.p.u.e du métier plongée libre entre 16 et 28 mètres de profondeur sont à rapprocher de celles entre 18 et 32 mètres du métier filet. Ces dernières sont inférieures de moitié, exprimant l'inefficacité des filets lorsque l'abondance est trop faible. Il y a une trentaine d'années, quelques familles de fileyeurs pouvaient assurer la moitié de leurs revenus par la pêche du lambi.

La différence de c.p.u.e entre les filets et la plongée avec bouteille provient de la plus grande disponibilité des lambis au delà de 30 mètres de profondeur et de l'efficacité maximale de la plongée avec bouteilles comparée à celle du filet.

* Plongée libre

Les pêcheurs de lambi, qui sont aussi des pêcheurs d'oursins, n'ont pas respecté en 1986 l'arrêt spontané de la pêche des oursins de novembre à avril. En 1987, la pêche des oursins a été arrêtée seulement durant le mois de février. Ceci explique la forte baisse de l'effort de pêche dans les deux secteurs durant cette période.

Afin de tenir compte de la distribution spatio-temporelle des lambis, les pêcheurs devraient porter leur effort de pêche lorsque les c.p.u.e atteignent leurs valeurs maximales, soit de mars à juillet entre 0 et 8 mètres de profondeur, et de novembre à janvier et d'avril à juillet entre 8 et 28 mètres de profondeur.

Dans les deux secteurs, l'effort de pêche est effectivement plus élevé de mars à juillet entre 0 et 8 mètres de profondeur. La plus grande disponibilité des animaux à cette période de l'année sur les petits fonds est donc connue des pêcheurs.

En revanche, les stratégies d'exploitation des deux secteurs ne reflètent pas réellement la variabilité mensuelle des c.p.u.e entre 8 et 28 mètres de profondeur. Dans le secteur sud, l'effort atteint ses valeurs maximales d'avril à juillet entre 8 et 28 mètres de profondeur, comme les c.p.u.e: la migration des lambis adultes et subadultes vers la côte pour la reproduction est connue des pêcheurs. Cependant, cette connaissance est très approximative. Il n'y a pas de relations claires entre les c.p.u.e et l'effort de pêche dans le secteur est entre 8 et 28 mètres de profondeur. Les c.p.u.e sont maximales lorsque l'effort est minimal.

Aussi, il semble que les stratégies d'exploitation actuelles ne tiennent pas seulement compte de la distribution spatio-temporelle des lambis: soit d'autres critères, extérieurs à l'activité lambi, motivent ces stratégies d'exploitation, soit les pêcheurs n'ont pas les moyens de s'adapter à la nouvelle distribution spatio-temporelle de la ressource. Ces hypothèses ne sont d'ailleurs pas exclusives.

* Plongée avec bouteille

La stratégie d'exploitation développée par le métier plongée avec bouteille est sans aucun doute celle qui procure les meilleurs rapports: elle est exercée là où le stock est encore abondant et l'efficacité du plongeur est maximale. Les pêcheurs pratiquant ce métier sont ceux qui ont pu adopter les moyens techniques nécessaires à l'exploitation des lambis vivant au-delà de 20 mètres de profondeur.

La saison de pêche du métier plongée avec bouteille est uniquement déterminée par la saison de pêche de "miquelon". Les lambis adultes sont

accessibles et vulnérables jusqu'en octobre. La pêche est stoppé de novembre à février car les lambis sont trop profonds pour être accessibles.

* Filets

L'activité est fortement saisonnière, pour des raison météorologiques. Les captures du métier filet ont principalement lieu de juillet à octobre au moment de la migration des adultes après la saison de reproduction des fonds de 8 mètres vers les fonds de plus de 30 mètres. Bien que l'effort de pêche soit assez faible, des interactions entre les engins calés sur les mêmes zones de pêche sont possibles. En revanche, le risque de saturation des engins n'est pas important, en raison de la faible abondance des lambis sur les fonds.

Conclusion des c.p.u.e

La variabilité des captures par unité d'effort entre les métiers est liée en majeure partie à une différence de disponibilité selon la taille des individus entre les fonds côtiers et profonds.

La répartition spatio-temporelle de l'abondance par classes d'âge (ou classes de longueur) selon la profondeur explique en grande partie la variabilité des c.p.u.e du métier plongée libre. La vulnérabilité des animaux augmente avec leur taille et leur agrégation. L'élaboration d'un modèle complet de capturabilité devrait intégrer les migrations benthiques de l'animal. La plupart des mollusques brouteurs présentent ces migrations expliquant les variabilités spatio-temporelles de la distribution de la ressource: buccin (Santarelli 1985), ormeau (Clavier et Richard 1985).

6 - Les pêcheurs, enquête socio-économique

Dans le cadre de l'étude préalable, les pêcheurs ont été interrogés sur leur statut vis-à-vis de l'administration des Affaires Maritimes. Leurs réponses évasives traduisant a priori un malaise vis-à-vis de l'aministration, il a été choisi de remettre cette question à la fin de l'enquête.

Les pêcheurs de lambi semblaient mal connus de l'administration des Affaires Maritimes mais aussi des organisations de professionnels. La méconnaissance du profil sociologique de ces pêcheurs dans leur réalité quotidienne et leur malaise vis-à-vis de l'administration représentent une contrainte pour la proposition de stratégies d'aménagement de la pêcherie de lambi.

Une enquête socio-économique a été mise en place dans cet objectif. Les données collectées devaient conduire à tenter de définir le profil socio-économique des pêcheurs de lambi, par la connaissance de quelques éléments primordiaux tels que leur statut vis-à-vis de l'administration, la place de la

pêche du lambi dans l'ensemble des activités du pêcheur et la part de la pêche du lambi dans les revenus du pêcheur.

6.1 Méthode d'enquête

Les enquêtes socio-économiques dans le secteur de la pêche sont délicates à mener dans les pays industrialisés, pour de multiples raisons liées à la logique économique du secteur et aux sensibilités culturelles des pêcheurs. Lors de l'étude "Stratégie d'échantillonnage des pêches aux "petits métiers" en Méditerranée", une grande réticence des pêcheurs à répondre aux questions de l'enquête socio-économique a été notée, allant jusqu'au risque de la perte de la collaboration des professionnels (Farrugio et Le Corre 1983).

La mise en place de l'étude socio-économique menée en Martinique au premier semestre 1986 (de Miras et al. 1987) montre la difficulté de ce type d'enquête. Pourtant, elle ne s'adressait qu'aux pêcheurs enrôlés. Le fait que beaucoup de pêcheurs de lambi semblaient non en règle vis-à-vis de l'administration des Affaires Maritimes compliquait le mode d'approche de la réalité socio-économique de ces pêcheurs.

6.1.1 Fiche socio-économique

Un formulaire type a été mis au point lors de l'enquête préalable (annexe 2) inspiré de la fiche d'enquête socio-économique de l'étude des pêches aux "petits métiers" en Méditerranée (Farrugio et Le Corre 1983) et de celle des enquêtes socio-économiques de la pêche lagunaire au Sénégal (Weber 1982).

La fiche socio-économique est divisée en trois parties. L'identification individuelle, la filiation et la famille, quelques éléments indirects concernant les revenus sont l'objet de la première partie. Le pêcheur est questionné sur l'activité lambi elle-même dans le deuxième paragraphe. La place de l'activité lambi dans l'ensemble des activités de pêche est évaluée dans la dernière partie. Le pêcheur y est aussi questionné sur son statut. Il n'y a aucune question directe concernant les revenus issus de la pêche -lambi ou autre- afin de ne pas froisser la sensibilité des pêcheurs.

6.1.2 Stratégie d'utilisation

Compte tenu des difficultés propres à toute enquête de ce type, on a retenu une approche pragmatique. Aussi, il a été tenté de rencontrer et d'interroger tous les pêcheurs de lambi, sans considération de statut et ayant participé ou non au remplissage des fiches de recensement de l'effort et des captures.

Les informations ont été recueillies durant le dernier trimestre de l'étude. Plusieurs mois de collaboration avec les pêcheurs pour obtenir les données de capture et d'effort avaient alors créé des relations de confiance et permettaient en outre d'avoir un regard critique sur les réponses et de mieux orienter les questions posées. Il n'a pas été rencontré de réticences à ce stade du travail. La question des revenus était posée oralement et amenée généralement en fin d'entretien. L'anonymat était garanti pour la publication des résultats.

6.2 Bilan de l'enquête

Au total, 31 fiches d'enquête ont été remplies avec les pêcheurs, qui ont participé au recensement de l'effort et des captures, patrons et matelots, y compris 3 jeunes plaisanciers de la côte est. Un seul pêcheur au filet a pu être interrogé au cours de cette enquête.

Aucun pêcheur pratiquant la plongée avec bouteille n'a pu être interrogé. Leurs revenus seront cependant évalués.

Le taux de couverture du secteur est meilleur que celui du secteur sud: 17 pêcheurs interrogés pour le secteur est et 14 pour le secteur sud.

L'échantillon comprend 70% des patrons-pêcheurs du secteur est et 33% de ceux du secteur sud. Les patrons-pêcheurs représentent 47 % dans l'échantillon de pêcheurs du secteur est et 43% dans celui du secteur sud, les autres étant des matelots.

Les pêcheurs de l'échantillon sont répartis par site de la façon suivante:

Secteur est	N	Secteur sud	N
Pte la Rose (Robert)	7	Dupré (Marin)	10
François	3	Anses d'Arlet	2
Vauclin	4	Anse Dufour (Anses d'Arlet)	1
Baie des Mulets (Vauclin)	3	Anse Mitan (Trois Ilets)	1

6.2.1 Profil sociologique des pêcheurs de lambi en plongée libre

6.2.1.1 Eléments sociologiques

La structure d'âge des pêcheurs pratiquant la plongée libre est présentée figure 24.A. Les pêcheurs sont jeunes: 32.4 ans (écart-type: 12.1 ans). Il en est de même pour les matelots pratiquant la plongée avec bouteille.

Les pêcheurs de moins de 30 ans représentent 56.6% de l'échantillon. La plupart habitent chez des parents ou des proches. Les autres sont locataires de leur logement. Les pêcheurs propriétaires de leur logement (26.6%) sont en général enrôlés (75%), mariés (87.5%) et âgés en moyenne de plus de 42.2 ans (écart-type: 8.8 ans). Les pêcheurs de lambi au filet rencontrés pendant l'enquête sont généralement âgés de plus de 40 ans.

Les pêcheurs mariés (ou en concubinage) constituent 40% de l'échantillon. Ils ont généralement plus de 30 ans. Près de 90% des pêcheurs de moins de 30 ans sont célibataires. La femme du pêcheur est généralement sans profession. Le nombre d'enfants des pêcheurs mariés est de 3.9 en moyenne (écart-type: 2.0).

6.2.1.2 Formation des pêcheurs

Interrogés sur leur mode de formation, les pêcheurs ont en grande majorité indiqué qu'ils s'étaient formés par apprentissage direct (90%). Ce fait est à rapprocher de leur filiation, généralement maritime, et du jeune âge auquel débute l'activité.

Les pêcheurs qui ont communiqué la profession de leurs parents (80%) ont des parents pêcheurs eux-mêmes pour 87.5% d'entre eux. Un quart des parents pêcheurs pratiquaient aussi la pêche du lambi. A de rares exceptions près, les pêcheurs de lambi sont originaires de la commune où ils ont été observés en activité. Ceci montre le peu de mobilité des pêcheurs le long du littoral motivée en partie par la possibilité des jeunes à être ainsi formés par leur père. L'entrée dans la pêche se fait d'ailleurs très tôt dans la vie de l'individu: 15.5 ans en moyenne (écart-type: 5.7 ans). La fermeture des usines à sucre des bourgs du littoral a entraîné à partir des années 1950 la venue à la pêche de personnes qui y étaient liées seulement indirectement.

Seulement 10% des pêcheurs ont reçu une formation spécifique à l'Ecole d'Apprentissage Maritime de Martinique. La pratique de la pêche du lambi en plongée demande essentiellement une bonne condition physique, accompagnée d'une connaissance des lieux de pêche nécessitant un minimum d'expérience maritime. La pêche du lambi au filet nécessite plus d'expérience maritime que de condition physique.

6.2.2 Statut des pêcheurs

L'appellation pêcheur recouvre toutes les personnes pratiquant la pêche du lambi et commercialisant toute ou partie de leur production. Aussi, pour toutes les catégories dénombrées ci-après, le mot pêcheur est synonyme d'un savoir faire. Deux catégories de pêcheurs ont été identifiées, qui sont ensuite subdivisées (figure 24.B):

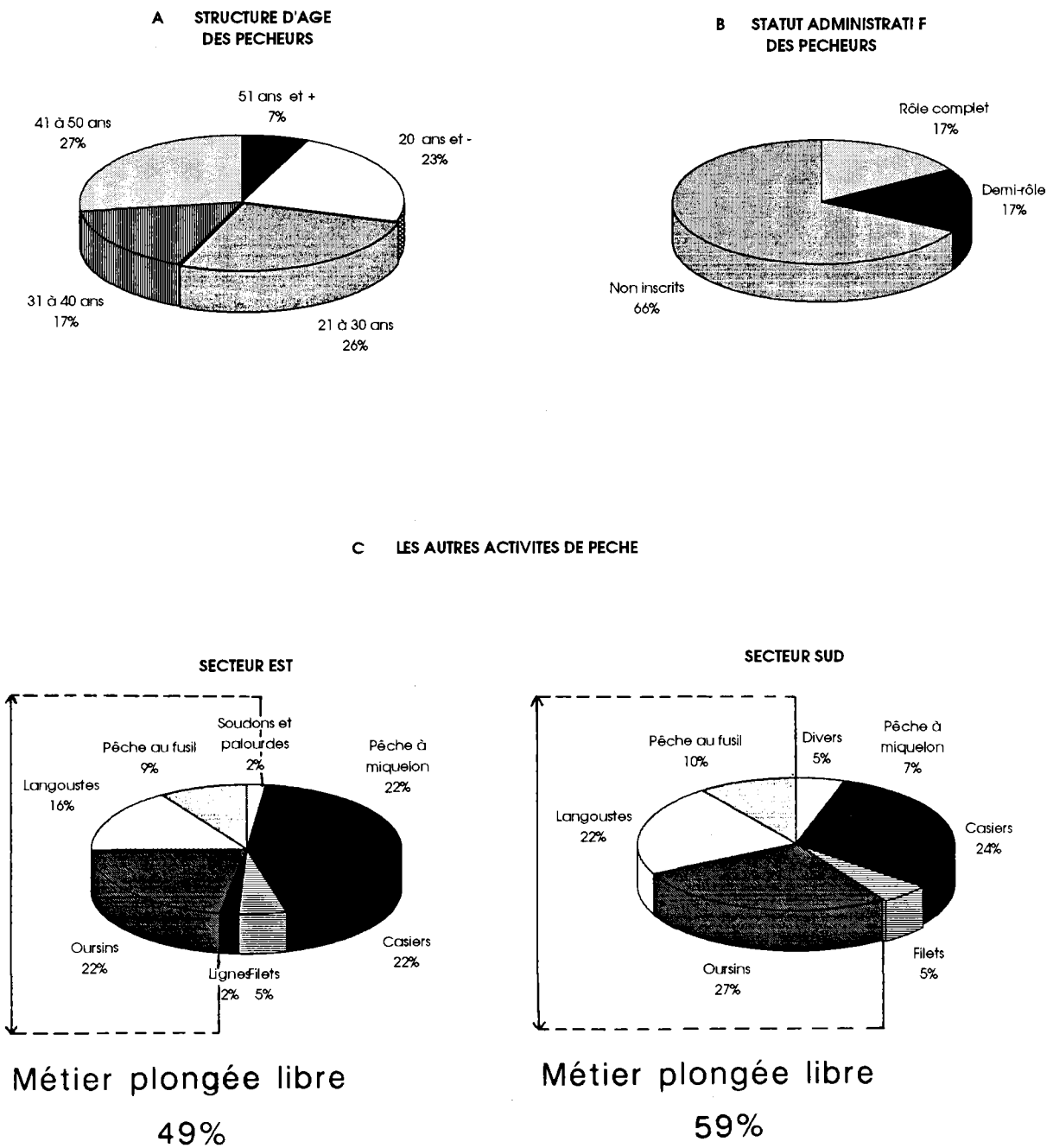


Figure 24. Quelques résultats de l'enquête socio-économique

*** Pêcheur enrôlé (33.2%):**

- ces pêcheurs inscrits maritimes possèdent soit un rôle complet (50%) soit un demi-rôle.
- les pêcheurs retraités qui déclarent à l'administration continuer la pratique de la pêche paient un rôle spécial, dont le montant est proche de celui du demi-rôle. Seul un pêcheur de l'échantillon correspond à cette catégorie.

La moyenne d'âge des pêcheurs enrôlés est 38.8 ans; au sein de la population des enrôlés, l'âge des pêcheurs possédant un rôle complet est plus élevé, 43 ans, que celui des pêcheurs possédant un demi-rôle, 33 ans. Les trois-quarts des pêcheurs enrôlés de l'enquête sont patrons-pêcheurs.

*** Pêcheur non inscrit (66.8%):**

- pêcheur déclaré à l'administration des Affaires Maritimes en tant que propriétaire d'embarcation, retraité ou non. Il y a souvent identité différente entre le propriétaire du bateau et l'utilisateur, bien qu'il s'agisse de la même famille dans la plupart des cas.
- pêcheur retraité qui ne déclare pas son activité de pêche à l'administration, qu'il soit ou non propriétaire d'une embarcation.
- enfin, les plus nombreux, les pêcheurs non inscrits sous aucune forme, puisqu'ils ne possèdent pas d'embarcation, n'ont jamais été inscrits maritimes et ne sont pas non plus inscrits comme pêcheurs sous-marins.

La moyenne d'âge des pêcheurs non inscrits, 29.4 ans est plus jeune de façon significative que celle des pêcheurs enrôlés. Parmi les pêcheurs non inscrits, 31.8% sont des patrons-pêcheurs, les autres (68.2%) sont des matelots.

6.2.3 Activité lambi

Les données obtenues sur l'activité lambi ont permis de confirmer et de préciser certains résultats des fiches d'effort et de capture.

La pêche du lambi en plongée est une activité de la classe des plus jeunes des pêcheurs. La moyenne d'âge des pêcheurs plongeurs est 29.8 ans. Ceux de moins de 40 ans représentent 64.5 %. Parmi les pêcheurs de lambi enquêtés, 16.7% ne sont pas plongeurs. Il s'agit de pêcheurs âgés en moyenne de 46 ans. Leur rôle est de "tenir le bateau".

Plus des deux tiers des plongeurs (72%) peut exploiter les fonds supérieurs à 8 mètres, mais seuls 12% des plongeurs descendent à plus de 20 mètres. Cependant, la profondeur maximum moyenne à laquelle les pêcheurs déclarent pouvoir plonger est 14.3 mètres (écart-type: 6.5 mètres). Cela explique que l'effort de pêche soit concentré sur les tranches de profondeur 0 à 16 mètres.

A la question "avez-vous déjà pratiqué la pêche en plongée avec bouteilles", 84% des plongeurs ont affirmé que non. Pour ceux qui ont déclaré pratiquer la pêche en plongée avec bouteille (16%), 8% seulement étaient effectivement susceptibles de capturer occasionnellement des lambis en bouteille.

D'après l'enquête, seul un tiers des pêcheurs pratiquerait l'activité lambi régulièrement. Ces résultats ont été comparés à ceux des fiches de pêche afin de voir à quelle fréquence de sorties mensuelles ou annuelles les patrons-pêcheurs de lambi se définissaient réguliers: 36 à 192 fois dans l'année, ou 3 à 4 fois par mois.

Il s'avère que le nombre de sorties annuelles pour lequel les pêcheurs se définissent "occasionnel" est très variable. Ce terme ne décrit pas convenablement le caractère de l'activité des pêcheurs non réguliers: dans "occasionnel" est contenue la notion d'"accidentel". Il est préférable d'utiliser le terme d'activité "périodique", qui implique une périodicité de la pratique de l'activité et une fréquence de l'activité au sein de cette période (rythme mensuel des sorties).

Si parmi les pêcheurs enquêtés qui se disent occasionnels sont retirés ceux qui sortent au moins 4 fois par mois pendant 8 mois (32 sorties annuelles), la proportion élargie des patrons-pêcheurs réguliers de lambi devient 37.5%. Il demeure néanmoins que la pêche du lambi n'est pas l'activité principale de la majorité des pêcheurs, en particulier des matelots.

6.2.4 Les autres activités de pêche

Tous les pêcheurs pratiquant l'activité lambi, et ce quelque soit le métier, exercent d'autres activités de pêche. Les résultats de la part de chaque métier dans l'ensemble des activités des pêcheurs de lambi sont présentés par secteur sur la figure 24.C.

Les métiers faisant appel à la plongée sont majoritaires en moyenne pour l'ensemble des deux secteurs (53.1%): l'oursin, la langouste et le poisson au fusil sont les plus recherchés. Les autres métiers pratiqués sont par ordre décroissant: les nasses ou casiers, la pêche à "miquelon" et les filets.

Le modèle de fiche socio-économique utilisé n'a pas permis l'obtention de données fines sur les caractéristiques de ces différents métiers, comme leur périodicité et leur importance respective pour chacun des pêcheurs enquêtés.

6.2.4.1 La pêche d'oursin

Une grande majorité des pêcheurs pratiquent la pêche de l'oursin: 66.7% dans les deux secteurs d'étude. L'oursin *Tripneustes ventricosus* présente un avantage certain pour les pêcheurs pratiquant le métier plongée: l'animal vit exclusivement sur les herbiers de Phanérogames marines dont il se nourrit; aussi la distribution bathymétrique de l'oursin suit approximativement celle de l'herbier, de 0 à 15 mètres de profondeur. La pêche de l'oursin est donc pratiquée moins profondément que celle du lambi.

Il n'est pas certain que la rentabilité absolue d'une sortie de pêche d'oursin soit plus forte que celle d'une sortie de pêche de lambi. Si le temps de pêche est équivalent, le temps de travail à terre est beaucoup plus long, peut-être compensé par le prix de vente des gonades d'oursin, double de celui du lambi (120 F/kg en 1986). Le pêcheur raisonne plus en terme de gain que de rentabilité. La prise moyenne d'une pêche d'oursin est de 19.4 kg de gonades dans le sud Atlantique (Gobert 1989), assurant un revenu de 2 328 francs par sortie.

Le revenu occasionné par cette pêche est souvent supérieur de près du double à celui de la pêche du lambi pour le même effort de pêche développé. La diminution de l'abondance des lambis sur les petits fonds a contribué à ce que l'effort de pêche se tourne vers l'oursin.



Figure 25. Oursins (*Tripneustes ventricosus*) et gonades extraites des oursins pour la commercialisation.

Par le passé, la saison de l'oursin débutait en avril-mai et durait jusqu'en novembre. C'est en effet à partir de mai-juin que les gonades d'oursin atteignent leur maturité.

En 1986, il n'y a pas eu d'arrêt de la pêche des oursins en novembre. La saisonnalité de la pêche était très marquée, notamment dans le sud Atlantique: 55% des sorties observées l'ont été en août, septembre et octobre (Gobert 1989). Pour le secteur sud, l'effort de pêche est porté de juillet à septembre (maximum en août) et de novembre à février. Les pêcheurs pratiquaient cette pêche lorsque les oursins sont les plus "pleins", autrement dit, lorsque les gonades sont arrivées à maturité. Aussi, il devait être possible d'observer une alternance entre la pêche du lambi et celle de l'oursin.

Principalement en raison d'une demande du marché plus importante, l'effort de pêche sur le stock d'oursin a augmenté, par le nombre de pêcheurs, par l'allongement de la saison de pêche qui débute en 1987 dès le mois de janvier, et par l'apparition de la plongée avec bouteilles.

La pêcherie d'oursin concernait surtout les canots du Cap Chevalier et du François dans le secteur sud Atlantique (35.5 % des sorties de plongée) et ceux du Marin aux Anses d'Arlet pour le secteur sud de la Martinique (30.8% des sorties de plongée) (Gobert 1989).

La forte augmentation de l'effort sur l'oursin a conduit les pêcheurs à demander une réglementation de l'effort de pêche en limitant la saison de la pêche aux oursins du 15 août au 15 janvier. Cette réglementation a été mise en place en 1989.

6.2.4.2 La pêche de poisson au fusil et de langouste

Les pêcheurs de lambi sont aussi des pêcheurs de langouste: 64.3% des pêcheurs du secteur sud et 52.9% des pêcheurs du secteur est. La pêche du poisson au fusil est moins répandue devant celle de la langouste: 23.5% pour le secteur est et 28.6% pour le secteur sud. Cette pêche semble pratiquée régulièrement au cours de l'année.

Gobert (1989) a publié quelques informations concernant la pêche de poisson et de langouste, représentant 50.5% des sorties plongée observées. L'effort de pêche s'exerce plus à l'extérieur du récif (11% des sorties) que la pêche en plongée de l'oursin et du lambi. Les prises moyennes à l'extérieur du récif sont du double de celles réalisées à l'intérieur: 33.4 kg/sortie contre 15.9 kg/sortie (Gobert 1989). Les prises de langouste sont plus importantes à l'intérieur qu'à l'extérieur du récif. Pour le secteur sud, la pêcherie de poisson et de langouste est moins caractérisée par rapport à celles de l'oursin et du lambi.

6.2.4.3 La pêche de "miquelon"

La pêche au large des espèces pélagiques, appelée en Martinique "pêche à miquelon" est pratiquée par 70.6% des pêcheurs enquêtés du secteur est et seulement 21.4% de ceux du secteur sud.

La pêche à "miquelon" est marquée par une forte saisonnalité: environ 45% de l'activité comme de la production a lieu de janvier à mars et environ 80% de janvier à juin (Gobert 1989). Aussi le lambi apparaît comme une des alternatives à nombre de pêcheurs une fois la saison de pêche à "miquelon" terminée; cela est observé notamment chez les pêcheurs pratiquant la pêche du lambi au filet ou en plongée avec bouteille. Beaucoup de matelots pratiquant la pêche à "miquelon" se tournent vers le lambi (et l'oursin) à la fin de la saison.

6.2.4.4 La pêche de filets et de nasses

La majorité des pêcheurs de lambi enquêtés (71%) pratique la pêche à la nasse, de façon équivalente dans les deux secteurs étudiés et sans saisonnalité marquée. La pêche aux filets est pratiquée par moins de 20% des pêcheurs de lambi enquêtés. Il n'est pas rare que les pêcheurs allant mouiller ou relever leurs nasses et filets consacrent quelque temps à la pêche du lambi.

6.2.5 Revenus issus de la pêche du lambi

6.2.5.1 Commercialisation des captures

*** Conservation des animaux vivants.**

Généralement, la chair des lambis est commercialisée le jour même. Il arrive cependant que le pêcheur diffère la commercialisation de la chair des lambis, soit pour honorer une commande, soit en raison du trop petit nombre de lambis pêchés, soit pour une question d'horaire et de méthode de commercialisation. Cette pratique n'est jamais motivée par une spéculation sur le prix de vente du lambi au kilo, stable au cours de l'année.

Pour être gardés vivants plusieurs jours, les lambis sont placés dans un bassin en bord de mer, délimité par un mur de conques, en partie immergé. Seulement deux petits parcs ont été observés au cours de l'enquête, à l'îlet Dupré dans la baie du Marin. Cette pratique avait été observée aux Saintes par Morice (1958) où les pêcheurs gardaient ainsi les lambis avant de les livrer à la Guadeloupe. Cette technique est beaucoup plus répandue dans les pays fortement producteurs.

Une autre technique de conservation des lambis vivants, lorsqu'ils sont peu nombreux est la formation de "garde". En mer, le pêcheur pratique un trou dans le pavillon ou l'ouverture siphonale de la coquille et passe un fil de fer qui relie ainsi cinq à six lambis. La "garde" constituée est jetée par dessus bord, à un endroit repéré au préalable par le pêcheur.

* Extraction de l'animal de la coquille

Les pêcheurs ont pour habitude de séparer l'animal de sa coquille pour la commercialisation de la chair. Cette opération se pratique le plus souvent à terre, en rentrant de la pêche.

Les pêcheurs fracturent la coquille à l'aide de la tranche du coutelas. Le lambi est tenu par sa face supérieure. La fente doit être faite à l'endroit le plus creux, entre le deuxième et le troisième tour de spires, en partant du canal siphonal. Cette technique est ancestrale. Les coquilles de lambi retrouvées lors des fouilles de sites Caraïbes et Arawaks montrent un trou puis une fente au même endroit (Rathier 1988). Le tendon reliant le corps à la columelle peut alors être sectionné avec un couteau. Cette méthode, rapide avec l'habitude, a le désavantage d'abîmer la coquille, qui perd alors de sa valeur marchande pour sa commercialisation comme objet décoratif ou de collection. Cependant, comme il est rarissime de trouver à acheter des coquilles non percées, personne ne songe à se plaindre de cet état de fait (exceptés les collectionneurs).

* Mode et lieu de commercialisation

Quatre réponses ont été proposées au pêcheur pour spécifier le lieu de commercialisation: site de débarquement, marché, restaurant, domicile. Les pêcheurs avaient la possibilité de faire une réponse multiple. Seules ont été utilisées les réponses des patrons-pêcheurs, ou des matelots quand le patron-pêcheur avec lequel ils travaillent habituellement n'a pas pu être interrogé, pour qu'il n'y ait pas redondance des réponses.

Les pêcheurs de lambi commercialisent leur production dans 90% des cas sur le lieu de débarquement.

La proportion de la production commercialisée sur les lieux de débarquement oscille entre 70 et 80%. Lieux de débarquement et horaires des pêcheurs sont connus de la population locale qui se déplace sur le bord de mer pour acheter, y compris hors des bourgs. Le reste de la production est commercialisée à part à peu près égale dans les restaurants et sur les marchés, principalement du Lamentin, du François, du Vauclin et de Fort de France.



Figure 26. Commercialisation du lambi sur le bord de mer.

Les pêcheurs commercialisent eux-mêmes leurs captures dans 80% des cas. Les autres sont aidés en général par un membre de leur famille, le plus souvent par leur femme; rares sont ceux qui font appel aux marchandes. La demande de lambi frais, largement insatisfaite, en est la cause. Les pêcheurs n'ont aucun mal à écouler leur production. De plus, la commercialisation par les marchandes peut représenter un manque à gagner pour le pêcheur.

Seulement un tiers des pêcheurs travaillent sur commande pour toute ou partie de leur production. Ce n'est pas tant pour pouvoir commercialiser plus facilement leur production que pour permettre à des consommateurs d'être certain d'avoir des lambis. C'est la raréfaction de la ressource en tant que produit frais qui est à l'origine des commandes.

Le seul pêcheur en bouteilles observé durant l'enquête débarquait ses captures plus tôt au port du Vauclin. L'absence d'un circuit de distribution du poisson ne permettait pas un accès éventuel à des procédés de conservation, de toute façon vraisemblablement non souhaités par les acteurs d'une pêche illégale. Aussi, ces captures journalières, 60 à 100 kilos, étaient commercialisées par une mareyeuse au marché du Vauclin au prix de 50 F/kg (83% du prix normal), pour en faciliter l'écoulement.

6.2.5.2 Les coûts d'exploitation

Il s'agit des coûts variables et des coûts fixes mis en oeuvre à chaque sortie de pêche. Les coûts variables n'ont pas été étudiés, à tort, lors de l'enquête socio-économique, cependant un ordre de grandeur peut être établi à posteriori. Seules quelques indications sur les coûts fixes ont été communiquées par les pêcheurs.

Les coûts variables de la pêche en plongée libre et au filet sont composés essentiellement de l'achat d'essence (détaxée) et des frais d'entretien du bateau, du moteur et du matériel de pêche. Ces frais sont peu importants en moyenne, excepté pour les rares équipages exploitant des zones de pêche situées à plus de 15 à 30 minutes du site de débarquement. Pour exemple, le coût d'une sortie sur le banc Desi depuis Le Vaclin, coûte approximativement 200 francs, qui représente un plafond pour l'activité plongée. La plupart des zones de pêche situées dans l'aire exploitée d'un site sont à moins du quart de la distance Le Vaclin-banc Desi. Pour la pêche en plongée avec bouteille, les coûts variables comprennent le gonflage des bouteilles (30 francs l'unité). Les pêcheurs ne pouvant pas acheter leur équipement le louaient généralement à des clubs de plongée.

Les coûts variables de la pêche au filet obtenus par l'enquête socio-économique menée en 1986 par le pôle de recherche océanographique sont indicatifs des coûts de la pêche du lambi au filet. D'après l'étude de de Miras (1987), le niveau moyen des charges variables d'une sortie de pêche au filet est d'environ 130 francs à Petite Anse, dont 56% de la somme pour l'essence détaxée et 34% pour l'entretien du matériel (moteur hors-bord et filets essentiellement).

Les coûts fixes sont composés dans le cas de la pêche du lambi essentiellement des frais de rôle et du remboursement des prêts pour l'achat de nouveaux moteurs et de yoles plastiques. Les propriétaires de ces embarcations avaient fini de rembourser leurs prêts complétant l'aide publique importante (à hauteur de 40%) reçue pour l'achat de ces nouvelles coques. La baisse de rendement de la pêche du lambi au filet n'encourage pas les pêcheurs à investir dans des filets neufs destinés à la capture des lambis.

Seuls les pêcheurs pratiquant le métier de "miquelon" peuvent investir dans l'achat d'équipement de plongée avec bouteille. Aussi, les autorisations nominatives expérimentales délivrées en 1990 et 1991 n'ont en fait profité (augmentation des revenus) qu'aux seuls pêcheurs ayant les moyens techniques et financiers de pratiquer ce métier.

Il a été vu lors de l'enquête que sur 32 % pêcheurs enrôlés, la moitié n'avaient qu'un demi-rôle. Le coût annuel du demi-rôle oscille entre 3 900 et 7 000 francs selon la catégorie et celui du rôle complet entre 8 000 et 12 000 francs. Les charges fixes mensuelles pour les unités non endettées évoluent entre 325 et 1 000 francs par mois.

6.2.5.3 Revenus issus de la pêche du lambi

* Autoconsommation

Les résultats de la présente enquête font apparaître que si la pratique de l'autoconsommation est courante chez les pêcheurs de lambi (70% des pêcheurs interrogés), elle ne concerne pas des masses pondérales importantes, et est assez ponctuelle comme lors de fêtes familiales. Le prix du lambi (60 F en 1987), dans la moyenne haute du prix de vente du poisson de première catégorie, en est vraisemblablement la principale raison. Il est plus intéressant pour le pêcheur de commercialiser ses captures. Il arrive que certains pêcheurs gardent pour eux les captures de lambi jugés trop petits pour être commercialisés (moins de 15 cm), qu'il n'est pas possible d'assimiler à une "godaille" venant généralement compléter la part du revenu du matelot.

Le niveau moyen de l'autoconsommation sur l'échantillon des pêcheurs de l'enquête socio-économique (de Miras et al. 1987) est légèrement inférieur à 5%. Il serait hasardeux d'extrapoler ce résultat aux pêcheurs de lambi, pour deux raisons majeures: 72% des sorties enquêtées étaient de pêche à "miquelon", et aucune sortie plongée n'a été étudiée.

* Revenus bruts mensuels par pêcheur

Seuls les patrons de pêche possèdent une embarcation qui leur appartient en propre dans 94% des cas. Cette embarcation est parfois héritée du père pêcheur retraité.

Le mode de partage consiste généralement à déduire de la vente brute les frais d'exploitation et ceux d'équipage. Les frais d'exploitation dans le cas du lambi sont peu importants et ceux d'équipage inexistant. D'une façon générale, il ressort d'après les discussions avec les pêcheurs que la répartition des gains s'effectue à la part: une part par plongeur. En fonction des patrons, l'embarcation constitue une ou deux parts. Lorsque les captures sont peu nombreuses, elles ne sont pas vendues et sont simplement partagées entre les membre de l'équipage.

Une estimation du revenu mensuel par pêcheur, selon son rythme d'activité et son statut au sein de l'équipage, a été calculée grâce aux résultats de production des fiches de pêche. Ces résultats ont pu être comparés aux indications de quelques pêcheurs sur leur revenu mensuel moyen, obtenues lors de l'enquête socio-économique.

Seuls les pêcheurs ayant effectué au minimum 15 sorties dans l'année ont été retenus (secteur est: 8; secteur sud: 11) pour le calcul des revenus. Considérant que le pêcheur ne peut dégager un revenu notable en sortant

moins de 4 fois dans le mois, seuls les mois au nombre de sorties supérieur ou égal à 4 ont été retenus pour chacun de ces pêcheurs.

Le nombre de parts de chaque sortie d'un pêcheur est le nombre moyen de plongeurs par équipage majoré ou non d'une unité pour l'embarcation ou une seule part quand le pêcheur travaille sans matelot. Les résultats sont consignés dans le tableau 9.

Tableau 9. Revenu moyen mensuel du pêcheur et du matelot pratiquant la pêche du lambi en plongée libre en 1986/1987. Les différentes rubriques sont le nombre de mois de plus de 4 sorties, le nombre de sorties (S), la production correspondante (P en kilos), le nombre de parts, le revenu moyen mensuel du patron et celui d'un matelot en francs courants.

Mois	S	P	Parts	Patron	Matelot
Secteur est					
7	78	452	3.92	1 937	968
5	37	175	2.8	1 400	700
2	26	111	2.71	2 458	1 229
2	8	86	2.74	1 883	942
3	20	54	1.38	908	454
3	12	21	1	420	
2	8	56	3	1 120	560
11	192	4 204	4	15 286	7 643
Secteur sud					
2	23	92	1	2 760	
3	19	100	1	2 000	
8	51	621	2.8	3 105	1 553
2	25	415	3.94	6 225	3 113
3	30	213	3	2 840	1 420
4	41	241	3	2 410	1 205
4	56	539	1	8 085	
5	20	140	3.74	900	540
7	38	175	3.15	578	476
5	25	380	3	3 040	1 520
6	28	373	3	2 487	1 243

Le revenu moyen mensuel d'un patron-pêcheur du secteur est est de 1 500 F (écart-type: 746 F), celui d'un matelot 859 F (écart-type: 294 F), une fois retiré l'exemple du patron-pêcheur au revenu mensuel de 15 286 F, qui aurait faussé la moyenne réelle, étant donné l'écart avec les autres valeurs. Le revenu moyen mensuel d'un patron-pêcheur du secteur sud est de 2 635 F (écart-type: 1 529 F), celui d'un matelot 1 373 F (écart-type: 827 F), une fois retiré l'exemple du patron-pêcheur au revenu moyen mensuel de 8 085 F.

Les revenus calculés des patron-pêcheurs et des matelots travaillant très régulièrement au lambi (plus de 5 mois par an au rythme minimal de 6 sorties mensuelles) sont du même ordre que ceux communiqués par les pêcheurs eux-mêmes: patrons, 2 000 à 15 000 F par mois et matelots, 500 à 7 500 F selon la fréquence de leurs sorties mensuelles.

Les estimations du revenu des autres pêcheurs semblent légèrement surestimées, sans doute en raison du caractère "occasionnel" ou périodique de leur activité.

Les revenus de la pêche en plongée avec bouteille sont proportionnels aux captures très élevées de ce métier. Pour seulement 8 sorties mensuelles, les revenus moyens du patron-pêcheur atteignent 6 500 F et ceux du matelot 3 200 F, une fois le matériel de plongée amorti et les coûts variables retirés. Pour comparaison, les pêcheurs pratiquant régulièrement le métier plongée libre obtiennent des revenus équivalents ou supérieurs pour 15 à 20 sorties mensuelles. Le nombre supérieur de matelots et les coûts fixes et variables rendent moins rentable cette activité en terme de revenus que l'examen des c.p.u.e le laissait penser. Cependant, elle présente l'avantage de procurer des gains satisfaisants, et surtout réguliers, pour un effort individuel moins long que le métier plongée libre et aussi pour plus de matelots.

6.2.5.4 Autres sources de revenus

Les pêcheurs n'ont pas été questionnés sur les revenus qu'ils obtenaient par leurs autres activités de pêche. Seul l'exemple d'un pêcheur (7 sorties de pêche du lambi pendant 5 mois de l'année) ayant indiqué régulièrement sur les fiches de pêche le nombre de sorties pour chacune de ses autres activités de pêche a pu être traité:

Tableau 10. Nombre de sorties mensuelles de chacun des métiers pour un pêcheur du secteur est.

Mois	Oct.	Mars	Avril	Mai	Juill.
Métiers					
Miquelon		4	11	1	
Fusil	4	1		2	
Langouste	2	2	1	5	4
Casiers		2	1	4	5
Lambi	12	5	6	6	8
Oursin				3	1
Soudons*				2	
Total	18	14	19	23	18

(*): les soudons sont des mollusques bivalves fouisseurs.

L'exemple de ce pêcheur montre bien l'aspect poly-métier de l'activité du pêcheur de lambi. L'activité est diversifiée selon la saisonnalité des différents métiers: l'effort de pêche aux casiers et de la pêche en plongée est dépendant de la forte saisonnalité des métiers tels que "miquelon" et l'oursin. Pendant la saison de "miquelon", le pêcheur privilégiera ce métier aux dépens des autres, auxquels il reviendra dès que les rendements lui apparaîtront insuffisants. Le métier plongée domine largement.

La pêche n'est pas la seule source de revenus pour 30% de pêcheurs qui l'ont indiqué. Il s'agit pour quelques uns d'activité régulière et complémentaire des revenus de la pêche: réparation de moteurs, production de charbon de bois, élevage d'animaux. Pour quelques autres, les plus jeunes, il s'agit d'activité de substitution, notamment pour ceux qui ont reçu d'autres types de formation: mécanicien, maçon, charpentier de marine, électricité, etc. Le chômage dans leur activité les aurait conduit à la pêche, qu'ils pratiquaient cependant depuis l'adolescence avec leur père. Ces jeunes pratiquent occasionnellement ces autres activités, qui peuvent éventuellement leur donner droit aux allocations de chômage. Certains jeunes pêcheurs touchaient le revenu minimum d'insertion.

Un seul pêcheur retraité fait partie de l'échantillon. Il bénéficie d'une retraite, dont le montant n'a pas été précisé.

Conclusion de l'enquête socio-économique

Les pêcheurs pratiquant le métier plongée sont en général âgés de moins de 40 ans alors que ceux pratiquant le métier filet sont plus âgés. Quand la cible spécifique est le lambi, le métier filet a tendance à disparaître.

Les deux tiers des pêcheurs de lambi ne sont pas inscrits maritimes. Ces non-inscrits sont pour la plupart enfants de pêcheurs, n'ont pas reçu de formation scolaire poussée et n'ont, exceptés quelques rares cas, pas de formation spécifique à un métier. La pêche est pour la plupart d'entre eux le seul moyen d'avoir des revenus, d'autant que les coûts de la pêche sont pris en charge par la cellule familiale.

Les raisons de l'absence de régularisation de la situation des non inscrits vis-à-vis de l'administration sont semble t-il, financières. Si la pêche est la principale activité de la plupart des pêcheurs, la capture du lambi n'occupe régulièrement qu'un tiers des pêcheurs, qui consacrent un quart de leur temps de travail mensuel à la pêche du lambi. Leurs revenus sont alors compris entre 800 et 2 600 F par mois selon qu'ils sont matelots (les deux tiers) ou patrons. Lorsqu'ils ne pratiquent pas "miquelon", qui nécessite une embarcation munie d'un puissant moteur, les pêcheurs ont un revenu mensuel inférieur au SMIC (De Miras et al. 1987). Ils n'ont généralement pas les moyens (en supposant qu'ils en aient la motivation) d'acquérir les outils leur permettant une plus grande mobilité tant pour l'exploitation de

nouvelles zones que pour l'acquisition des outils de nouvelles méthodes d'exploitation.

Si la pêche du lambi apparaît périodique, notamment pour les pêcheurs ne pratiquant pas l'activité régulièrement, c'est plus en raison de la saisonnalité des autres activités de pêche pratiquées par les pêcheurs de lambi que par la variabilité de la disponibilité de l'espèce au cours de l'année. Une fois la saison de "miquelon" terminée (janvier à juillet), métier pratiqué par les deux tiers d'entre eux, les pêcheurs capturent les oursins (mi-août à mi-janvier) et les lambis. Seuls les patrons-pêcheurs de "miquelon" ont réellement les moyens d'investir dans l'équipement de plongée avec bouteille pour capturer les lambis (et oursins). Le caractère illégal de cette pêche limite fortement le développement de cette nouvelle pratique; seuls quelques pêcheurs ont enfreint la réglementation.

7 - La pêche plaisancière

Si l'estimation de la pêche plaisancière ne constituait pas une priorité au début de ce travail, les difficultés d'appréhension des catégories statutaires de pêcheurs a engendré le souci de définir et quantifier la pêche appelée alors plaisancière, distinguée de celle des non inscrits. Les captures des plaisanciers, souvent confondus avec les non-inscrits, ne sont pas a priori négligeables en Martinique. Un document de l'ex ISTPM⁽⁸⁾ en fait état, indiquant que la pêche "à pied" est le fait des plaisanciers de toute nature, qui à des fins souvent commerciales, pillent systématiquement les fonds côtiers (Abbes, com. pers.).

7.1 Méthodes

L'estimation de la production de la pêche plaisancière ne peut pas être approchée de façon certaine sans employer un grand nombre d'observateurs permanents tout autour de l'île, qui pourrait être doublé d'une méthode classique de sondages au sein d'échantillons de la population.

Les moyens de l'étude étant très limités, la seule approche possible de la pêche plaisancière était de s'y intéresser au cours de l'enquête menée sur le terrain auprès des pêcheurs de lambi. Les données obtenues sont donc issues d'entretiens avec des pêcheurs et des plaisanciers observés en activité, des observations sur les plaisanciers lors de leurs sorties, des fiches de pêche remplies par des plaisanciers. Ces résultats bruts et une connaissance détaillée du littoral martiniquais ont servi à estimer la production de la pêche plaisancière.

(8) ISTPM: Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. Intégré dans l'organisme IFREMER depuis 1984.

7.2 Statut de la pêche plaisancière

Il a été remarqué que la frontière statutaire entre pêcheurs non inscrits et plaisanciers est ténue et difficile à formaliser. Dans quelle mesure est-il en effet possible de classer dans la catégorie plaisance ou dans la catégorie non inscrit un pêcheur matelot non enrôlé pratiquant la pêche du lambi? Le souci de cette étude a été en permanence de rester à l'écoute des réalités de terrain en se gardant par prudence des conceptualisations. Aussi, c'est la réponse à des questions simples qui a permis de classer telle ou telle personne observée et interrogée au retour d'une pêche dans la catégorie plaisancier ou non inscrit. La réponse est le résultat pour chaque cas de l'existence conjointe de critères considérés déterminants:

- à quelle fréquence cette personne pratique la pêche du lambi?
- pratique t-elle d'autres activités de pêche et à quelle fréquence?
- quels sont les moyens de ces activités de pêche?
- quelles en sont les motivations?
- quelles sont les sources de revenus de la personne?
- quel est le contexte socio-familial?
- comment la personne se définit-elle?

Il semble que la vraie pêche plaisancière soit pratiquée comme activité de loisirs, dans le sens que les captures ne sont pas effectuées dans un but clairement défini de production financière, même si cet élément n'est pas négligeable dans nombre de cas. Il s'agit des captures réalisées par des personnes ne possédant pas de bateau pour la plupart, et passant week-ends et vacances scolaires à la plage, ou parmi leur famille vivant en bord de mer, famille de pêcheur ou non. Les zones les plus touristiques sont donc concernées, mais aussi toutes celles d'habitat de bord de mer, comme la Pointe Savane au Robert, la baie des Mulets au Vauclin, l'Anse Figuier à Sainte Luce, etc. Le plaisancier est défini dans cette étude comme une personne ne pratiquant pas la pêche comme activité rémunératrice. Cependant, il peut lui arriver de commercialiser ses captures.

De part sa nature, cette pêche est beaucoup plus active pendant les mois de juillet et août et exercée dans la classe de profondeur 0-8 mètres, à pied et en plongée libre. D'après les pêcheurs du secteur sud, certains plaisanciers pratiquant la plongée avec bouteilles capturent des lambis lors de leurs sorties. Ce fait n'a pas pu être vérifié.

7.3 Estimation de la production et de l'effort

Soit par observation directe, soit par les fiches de pêche remplies par des plaisanciers, 32 sorties de pêche plaisancière ont été enregistrées. A ces sorties s'ajoutent des observations fortuites de pêche plaisancière, au cours et après l'étude de 1986-1987. Ces données ont aidé à circonscrire l'importance de la pêche plaisancière du lambi.

Les captures de la pêche plaisancière ont été estimées par sites, en associant les résultats de production, utilisés en référence, à une connaissance globale du littoral de la Martinique, longue de plusieurs années, et affinée lors de l'enquête dans le souci d'atteindre l'objectif énoncé. Les discussions avec les pêcheurs de l'enquête ont aussi beaucoup aidé cette estimation de la pêche plaisancière. Les pêcheurs sont en effet le plus souvent au fait de cette activité, directement ou par le voisinage.

Les linéaires de côte concernés par la pêche plaisancière sont limités aux littoraux sableux d'accès aisés, aux ports de pêche eux-même et aux habitations de bord de mer des baies et des anses. Il est possible d'estimer le nombre de journées de forte probabilité de pêche plaisancière dans l'année à 100 jours. La durée d'une sortie moyenne de plongée libre serait comprise entre une et deux heures. L'effort de pêche est concentré entre 0 et 8 mètres de profondeur. Aussi, les captures sont constituées presque exclusivement de juvéniles, souvent les plus jeunes; il arrive que quelques adultes ou subadultes soient capturés en été. Il est vraisemblable que les rendements de la pêche plaisancière soient inférieurs en moyenne à ceux de la pêche professionnelle, en raison d'une moins grande efficacité et efficacité des plaisanciers: 1.2 kg.heure.plongeur.

Les estimations de pêche plaisancière ont été réalisées dans les deux secteurs d'étude mais aussi dans le nord Caraïbe et le nord Atlantique:

- nord Atlantique: 100 kg
- sud Atlantique: 1 tonne
- canal de Sainte Lucie et sud Caraïbe: 1 tonne
- nord Caraïbe: 200 kg.

Les pêcheurs inscrits accusent les plaisanciers d'être responsables de la surexploitation des fonds côtiers. Bien qu'il ait été tenté de distinguer la pêche plaisancière récréative de celle de pêcheurs non inscrits, la frontière n'a pas toujours été facile à distinguer. Aussi, la production de la pêche plaisancière est vraisemblablement surestimées.

Conclusion de la pêche plaisancière

Les captures de la pêche plaisancière, estimées à 2.3 tonnes, représentent 10% de la production totale martiniquaise (22.9 tonnes). Les plaisanciers, comme les pêcheurs professionnels, portent leur effort de capture du lambi entre 0 et 8 mètres de profondeur, de façon presque exclusive.

La zone côtière est sollicitée pour des objectifs socio-économiques divers et ses différents utilisateurs actuels sont régulièrement en conflit. Il importe donc de déterminer les opportunités, les contraintes, et de clarifier les termes de l'accès aux ressources. L'importance relative de la pêche

plaisancière contraint de toute façon à sa prise en compte dans la réflexion proposée à la fin de ce travail sur l'aménagement de la pêcherie de lambi.

Conclusion du chapitre

L'estimation de la production de lambi en Martinique, près de 23 tonnes, confirme le faible poids de cette espèce dans l'ensemble de la production halieutique martiniquaise (0.7%), estimée en 1987 à près de 3 500 tonnes (Gobert 1989). Aussi, un effort d'aménagement de la pêcherie axé sur la seule ressource lambi ne peut se justifier.

Bien que la production de lambi estimée en 1979, 45 tonnes (Clément 1980) ne soit pas une valeur certaine, les entretiens avec les vieux pêcheurs indiquent que son ordre de grandeur pourrait être correct. La production estimée par cette étude indiquerait que la production aurait baissé de moitié en moins de 10 ans, ce qui paraît relativement important.

Jusqu'en 1985, le stock de lambi était exploité en Martinique par les seuls métiers plongée libre et filets. Les captures du métier plongée libre, principalement constituées de juvéniles, sont en moyenne, par unité d'effort, de $2.5 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$. D'après les plus anciens pêcheurs de lambi rencontrés, les rendements étaient près de 5 fois supérieurs il y a une trentaine d'années. La diminution de l'abondance et des c.p.u.e au cours des dernières décennies est similaire aux îles Grenadines, où les c.p.u.e étaient en 1970 2 à 3 fois supérieures ($10 \text{ kg/heure.plongeur}$; Adams 1970) aux c.p.u.e actuelles. De la même façon, les c.p.u.e sont passées de 9 à $2.7 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$ de 1975 à 1978 au Belize (Brownell et Stevely 1981). La diminution de l'abondance du lambi sur les petits fonds s'est d'abord traduite par une disparition des adultes, peu nombreux à plus de 15 mètres de profondeur. La zone littorale, jusqu'à 8 mètres de profondeur est la plus sollicitée, par les plaisanciers comme par la pêche professionnelle.

La diminution des c.p.u.e est ensuite devenue perceptible aux pêcheurs pratiquant le métier filets. Entre 18 et 30 mètres de profondeur, les rendements de la pêche au filet ont diminué significativement au cours des vingt dernières années (de 10-20 kg à 1.3 kg/100 m). Aussi, la capture de lambis adultes au filet a tendance à disparaître et n'est plus pratiquée que par les plus âgés des pêcheurs.

A partir de 1985 est apparue illégalement la plongée avec bouteilles, exercée entre 25 et 40 mètres de profondeur. Les adultes dominent les captures, comme pour le métier filets. Les c.p.u.e obtenues par le métier plongée avec bouteille ($24 \text{ kg.h}^{-1}.\text{pl}^{-1}$) indiquent que les adultes pavillonnés composent une fraction non négligeable du stock à partir de 30 mètres de profondeur. L'introduction de la pêche en plongée avec bouteille représente un fort accroissement de l'effort de pêche, en raison de la plus grande

efficacité technique de ce métier comparée à celle des deux autres. Les pêcheurs pratiquant ce métier, nécessitant un investissement financier appréciable, sont généralement ceux ayant les meilleurs niveaux de revenus.

La diminution de l'abondance et des rendements constatée par les pêcheurs depuis une vingtaine d'années, par les scientifiques au cours de la dernière décennie, est attribuable presque exclusivement à l'exploitation du stock. L'analyse de la situation des autres stocks de la Caraïbe aboutit à des constatations similaires (Chanley 1982). La diminution relative des c.p.u.e de 40 à 0 mètres montre que la fraction du stock vivant dans les baies et sur les herbiers littoraux du secteur sud est fortement exploitée, comme à l'intérieur de la barrière récifale du secteur est. Comme les connaissances sont trop fragmentaires sur la fraction adulte du stock, le niveau de surexploitation ne peut être évalué. Le régime de libre accès à la ressource a conduit à l'accroissement récent de l'effort de pêche, à la surexploitation du stock de lambi et finalement au conflit entre les deux métiers plongée (libre et avec bouteille).

En cas de non gestion de la ressource, comme c'est le cas pour le lambi, intervient un ajustement de l'effort de pêche relativement à la productivité des biotopes, avec bien entendu des fluctuations, les deux phénomènes étant plus souvent décalés qu'en phase. En l'occurrence, l'effort de pêche du métier plongée libre et celui du métier filets ont vraisemblablement diminué au cours des vingt dernières années, en terme de nombre de pêcheurs et de sorties par pêcheur. Cependant, malgré une diminution du stock de lambi et des rendements depuis plusieurs années, la pêche du lambi reste attractive pour un petit nombre de pêcheurs. Bien que la rentabilité de cette pêche ait diminué, le maintien d'une forte demande sur le marché de produit frais et le fort taux de chômage (plus de 30%, INSEE, 1990) en Martinique causant la venue à la pêche de nombreux jeunes souvent sans formation poussée et issus de milieu maritime, encouragent le maintien d'un effort de pêche trop important relativement à la productivité du stock. Beaucoup de ces jeunes pêcheurs ne sont pas intégrés dans les structures professionnelles. Le paiement du rôle représente une contrainte dans un contexte économique moins rémunérateur. Parmi les pêcheurs, tous poly-actifs d'après les résultats de l'enquête socio-économique, ceux pratiquant la pêche à "miquelon" ont le moins de difficulté à payer le rôle; il en est de même pour l'ensemble des pêcheurs inscrits (Pary 1989).

Dans le but d'analyser les options d'aménagement possibles, les moyens d'intervention pour améliorer l'état de la ressource seront envisagés au cours des trois chapitres suivants en ne tenant compte que des contraintes biologiques. Une description des captures est entreprise au second chapitre afin de connaître la composition des captures en longueur et d'estimer les paramètres biologiques du stock. La connaissance de la plupart des phénomènes biologiques de la phase recrutée (croissance, mortalité naturelle; chapitre II) sera ensuite élargie par une description des processus dynamiques de renouvellement (recrutement) et de disparition (mortalité par

pêche) de la population exploitée (chapitre III). Celle-ci permet la définition des niveaux d'intervention possibles sur ces processus (chapitre III). Les données acquises permettront ensuite l'utilisation d'un modèle de production pour définir les moyens classiquement proposés pour ajuster le taux d'exploitation à la productivité du stock (chapitre IV). Enfin, le plus important est sans doute de définir les conditions d'applicabilité des mesures techniques de régulation du taux d'exploitation qui seront examinées (Discussion générale).

CHAPITRE II

ETUDE DES PARAMETRES BIOLOGIQUES DU STOCK

CHAPITRE II

ETUDE DES PARAMETRES BIOLOGIQUES DU STOCK

La population de lambi ne pouvant pas être étudiée dans son ensemble, c'est la dynamique de sa fraction exploitée, i.e le stock qui est étudiée. La structure démographique du stock à un moment donné exprime la résultante des processus dynamiques qui affectent la population. La composition en longueur des captures, acquise en 1986-1987, représente une image ponctuelle de la structure du stock et permet d'estimer les paramètres biologiques de la croissance.

Après avoir présenté succinctement la biologie de l'animal, deux phénomènes biologiques naturels - croissance et mortalité - sont précisément étudiés. L'acquisition de la maturité sexuelle a été traitée comme un phénomène lié à la croissance. Les paramètres biologiques caractérisant la croissance et le développement sexuel seront aussi estimés.

1 - Présentation du lambi

Le cycle vital de l'animal est divisé en deux phases: une phase planctonique mobile de 21 à 35 jours et une phase benthique non sédentaire de plus de 12 ans.

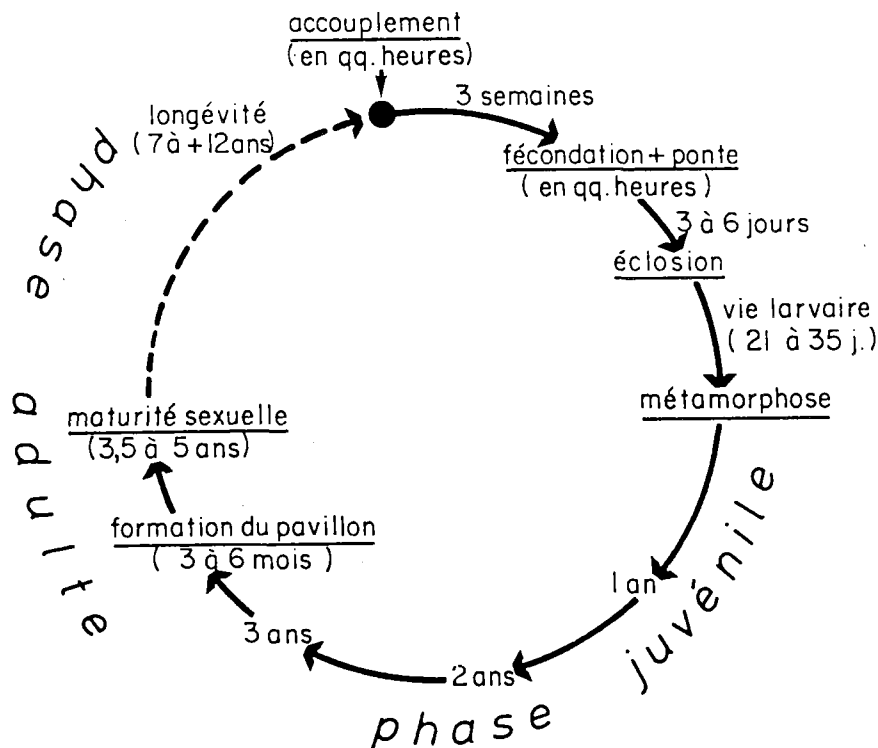
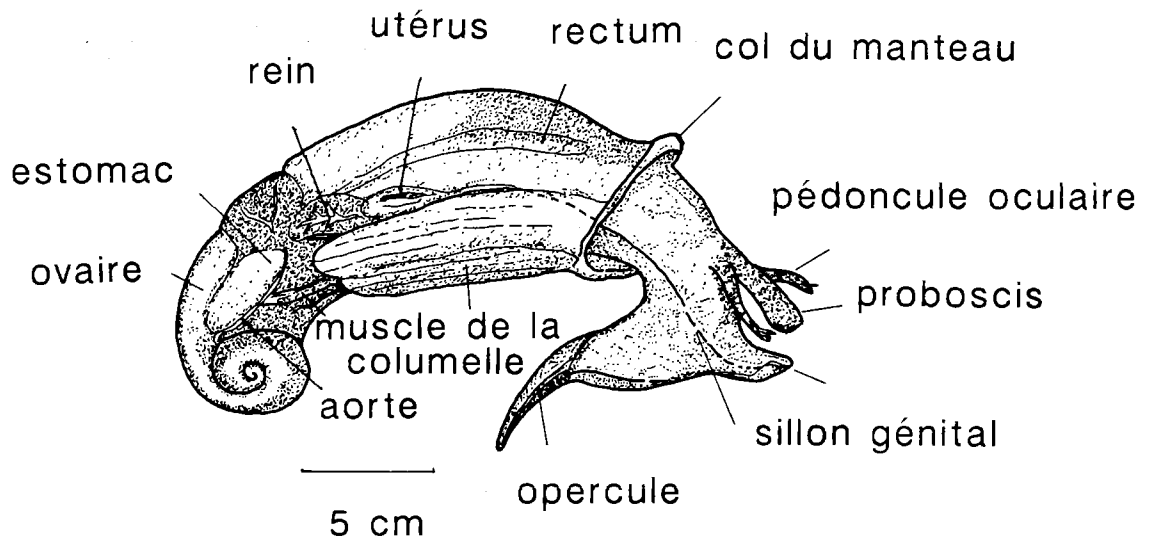
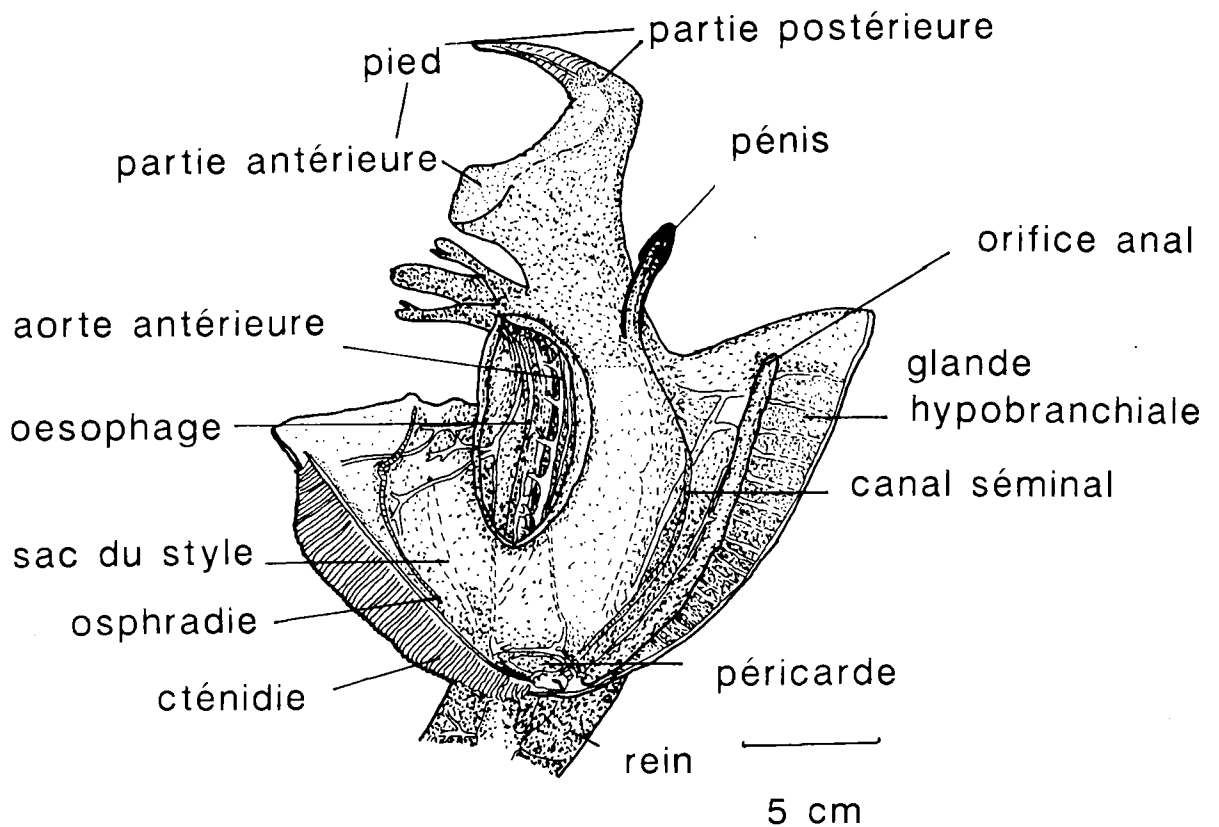


Figure 27. Le cycle biologique du lambi (*Strombus gigas*).



A- Femelle ; Le corps a été extrait de la coquille;
vue du côté droit.



B- Mâle ; le manteau a été incisé.

Figure 28. Anatomie du lambi (*Strombus gigas*)
d'après Little 1965.

Anatomie, morphologie et comportement éthologique du lambi au cours de la phase recrutée de sa vie benthique sont présentés dans ce chapitre.

1.1 Anatomie

Le corps de l'animal est composé de 5 régions faciles à distinguer: le pied, le proboscis, les tentacules oculaires, le manteau et la cavité palléale, la masse viscérale (figure 28). La base du pied, muscle large et puissant, occupe toute la surface de l'ouverture siphonale. L'animal se déplace sur les deux tiers antérieurs du pied par reptation et en prenant appui sur un opercule corné attaché à sa partie postérieure. Les organes externes de la reproduction sont portés par le pied à la maturité de l'animal.

Le proboscis, long et musclé, porte la bouche à son extrémité. Les lèvres qui entourent la fente protègent les structures de la radula dont les dents sont disposées de façon à servir de râpe.

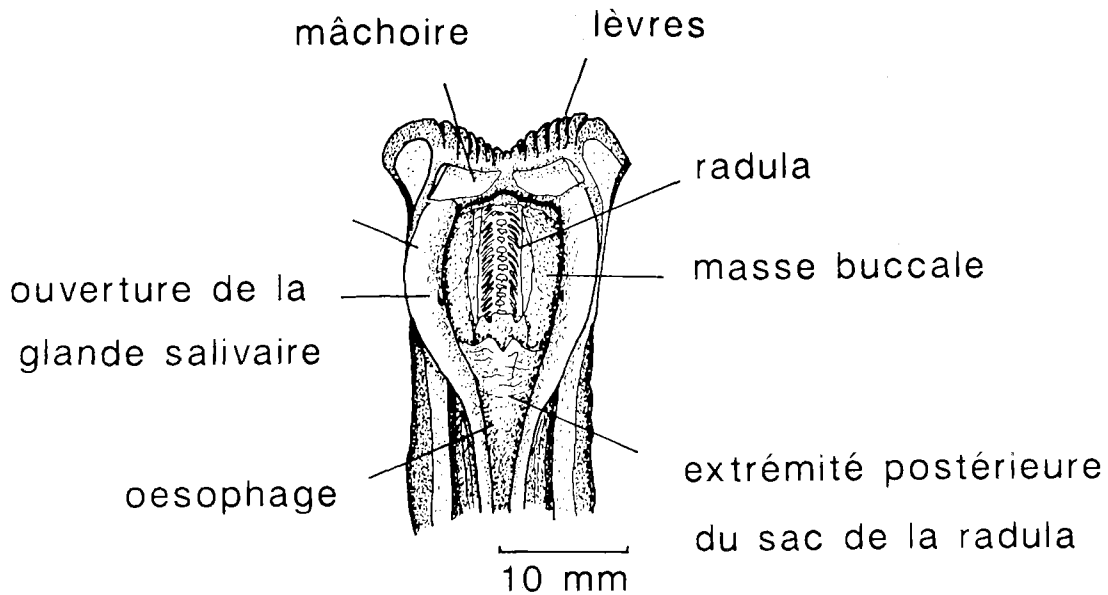


Figure 29. Le proboscis (extrémité antérieure incisée longitudinalement) et radula (d'après Little 1965).

Les yeux sont disposés à l'extrémité des pédoncules oculaires mobiles. L'extrémité du tentacule porte une extension sensorielle.

Le manteau forme un repli membraneux orange qui abrite une cavité palléale contenant entre autres les branchies et le rectum.

La masse viscérale comprend les organes de la digestion et à la maturité, ceux de la reproduction. La masse viscérale spiralée est maintenue par l'architecture interne de la coquille autour de son axe, la columelle. Le corps est rattaché à la columelle par un fort ligament.

Les sexes sont séparés dès la naissance chez *Strombus gigas*. La différenciation sexuelle des organes externes de la reproduction n'est visible sur le pied de l'animal qu'à partir de la taille de 10 à 15 cm, en fonction des régions de la Caraïbe. Le développement des organes sexuels externes est simultané à celui des gonades (Gibson et al. 1983; Egan 1985). L'acquisition de la maturité sexuelle est étudiée Section 3, à partir du développement des organes sexuels externes, étroitement lié dans sa phase terminale à la formation du pavillon.

1.2 La coquille et sa croissance

La coquille de lambi présente une morphologie complexe, qu'il est possible de représenter pendant sa phase juvénile par deux cônes aux caractéristiques géométriques différentes, renversés et assemblés par leur base.

La croissance s'effectue par le dépôt continu de cristaux d'aragonite sur la bordure externe de l'ouverture siphonale (Nakahara et al. 1980) portée par le cône inférieur, entraînant l'accroissement en longueur (columellaire ou siphonale) de la coquille (Ekaratne et Crisp 1983) puis la formation du pavillon (figure 30). La coquille est recouverte du périostracum, très épais chez l'adulte, 550-600 μ m (Nakahara et al. 1980), qui donne à la coquille sa couleur extérieure jaune ocre.

La croissance du lambi est divisée en trois phases bien distinctes, relatives à la morphologie externe de la coquille:

- croissance en longueur de la coquille
- formation du pavillon
- croissance en épaisseur du pavillon.

1.2.1 Croissance en longueur de la coquille

La croissance débute dès la métamorphose, alors que l'animal mesure de 1.5 à 3 mm et se prolonge jusqu'à ce que soit atteinte la longueur maximale, de 143 mm (Randall 1964) à 310 mm (Alcolado 1976) selon les individus et les régions de la Caraïbe (Randall 1964) (cf. § 2.1).

La croissance est spiralée. Du sommet du cône supérieur, ou apex, partent cinq spires, auxquelles s'ajoutent ensuite jusqu'à 5 autres spires portant des bosses de nombre et de forme variables selon les régions, y compris autour de la Martinique. Plusieurs facteurs peuvent être responsables des différences morphologiques observées; il sera tenté de les déterminer (cf. § 2.3).

La hauteur du cône inférieur, ou corps, "fixé" au cône supérieur au niveau du dernier tour de spire, est environ deux fois celle du cône supérieur. Le corps de la coquille, caractérisé par sa longueur (A) et sa plus grande largeur

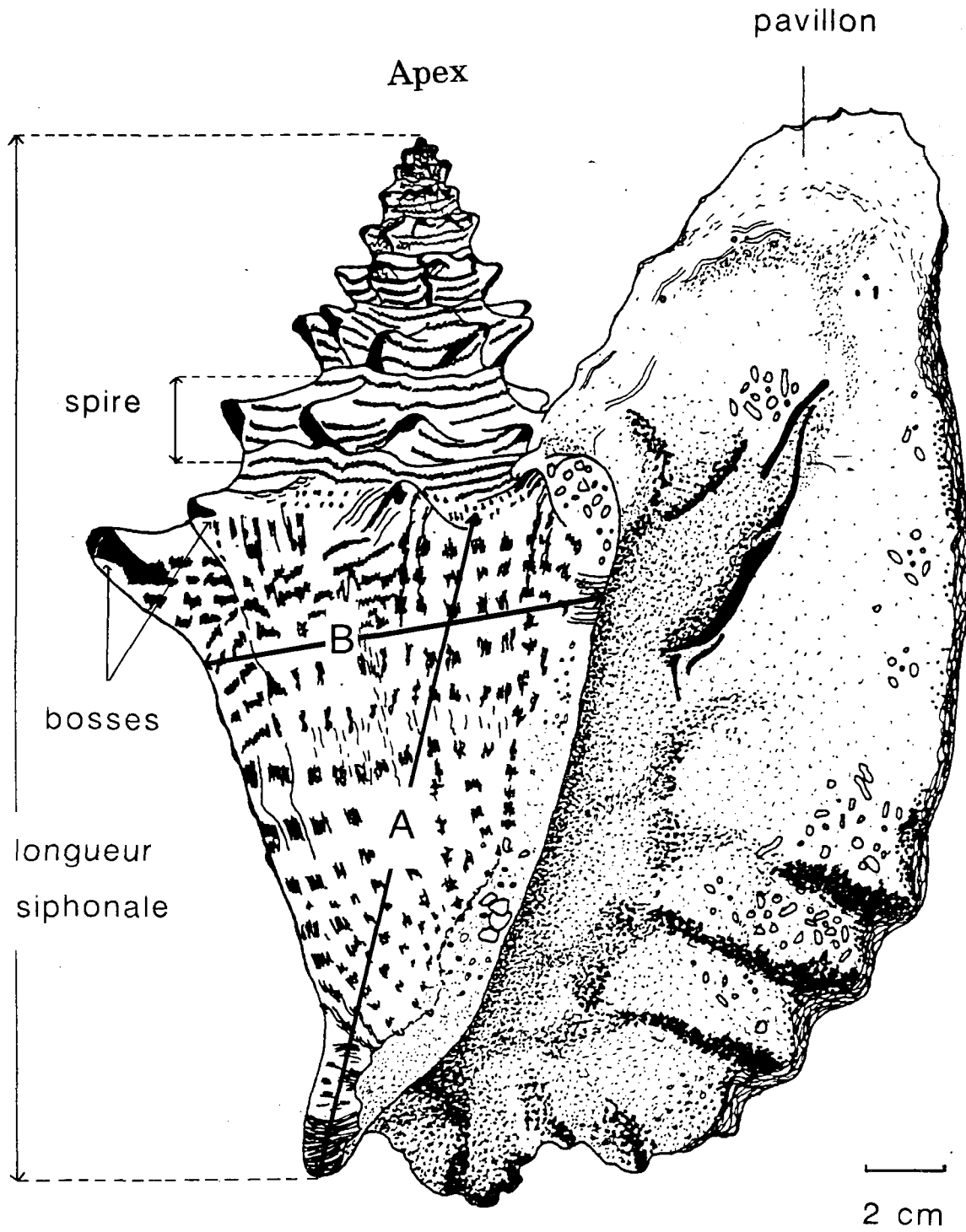


Figure 30. Coquille d'un lambi adulte.

A Longueur corps

B Largeur corps

(B) (cf. § 2.3), ne porte pas de protubérances mais présente des stries verticales et transversales liées au mode de sécrétion.

1.2.2 Formation du pavillon

Les excroissances coquillières fabriquées à l'approche de la maturité sont fréquentes chez les gastéropodes, particulièrement chez les espèces tropicales (Lambidés, Strombidés, etc.). Lorsque la longueur approche sa valeur maximale, le manteau de l'espèce *Strombus gigas* continue de sécréter abondamment des cristaux d'aragonite, mais les dépôts de jeune coquille sur le bord de la lèvre externe s'orientent progressivement à 90° de la direction générale de la croissance coquillière.

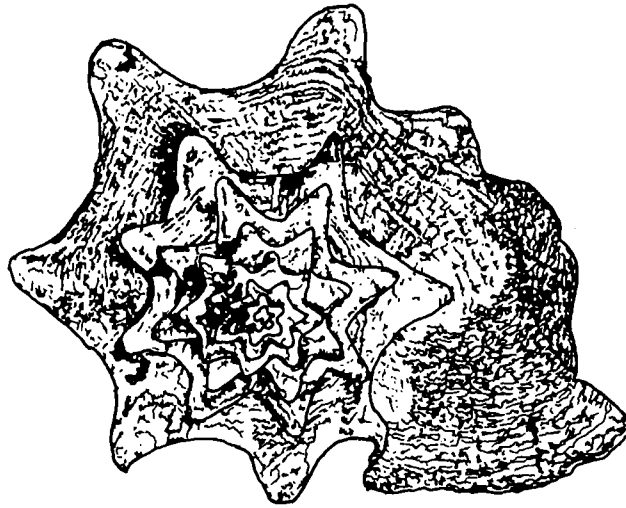


Figure 31. Début de la formation du pavillon (lambi de 24 cm) (d'après Hesse 1976).

Ce processus original de la croissance coquillière entraîne la formation d'un pavillon le long de l'ouverture siphonale (cf. § 2.1). Le pavillon, rose aux nuances orangées, acquiert son ampleur maximale (figure 30) en 2 à 7 mois (Appeldoorn 1988a; Hesse 1976; Weil et Laughlin 1984). La hauteur du pavillon ne dépasse généralement pas l'apex de la coquille. Une fois le pavillon terminé, la croissance de la coquille en longueur s'arrête. L'animal est alors considéré adulte.

1.2.3 Croissance en épaisseur de la coquille

Pour des raisons physiologiques évidentes, le lambi continue de sécréter du mucus, toujours chargé des cristaux d'aragonite qui épaississent lentement les spires internes de la coquille et le pavillon. L'épaisseur atteint 35-40 millimètres, puis cesse de croître (cf. § 2.1).

1.2.4 Vieillesse de la coquille

La sécrétion de coquille est fortement ralentie une fois que le pavillon a atteint l'épaisseur maximale de 35 à 40 mm. La matière coquillière sécrétée ne compense plus l'érosion mécanique par frottement de la bordure interne du pavillon sur le substrat. La coquille perd le périostracum, l'aspect externe se dégrade par l'action d'organismes colonisateurs (éponges, vers, algues calcaires). Le taux d'érosion varie selon les sites et la nature du substrat (Hesse 1976). Aucune étude n'a été consacrée à la vieillesse du lambi: généralement dans les eaux plus profondes (plus de 30 mètres en Martinique), ils étaient peu accessibles jusqu'au développement de la plongée avec bouteille.

Ces vieux lambis ont été assimilés par le passé à une autre espèce, *Strombus samba* (Clench et Abbott 1941); ils ont gardé le surnom de "sambas" par la communauté scientifique.



Figure 32. Coquille d'un lambi "samba".

Les différences à la fois morphologiques (lambis petits à la chair sombre) et génétiques (étude de phénotypes protéiques) observées entre les adultes normaux et les sambas au Belize pourraient être simplement attribuées aux variations microgéographiques associées éventuellement au résultat d'une sélection par les pêcheurs (Mitton et al. 1988). Il est aussi possible qu'il s'agisse d'hybrides entre *Strombus costatus* et *Strombus gigas*.

1.3 Comportement éthologique

La vie benthique commence à la métamorphose, principalement endogée pendant environ un an. Après sa première année passée pour la plupart du temps enterré dans le sédiment, l'animal émerge vers la taille de 50 mm (Sandt et Stoner sous presse). La vie du juvénile devient alors principalement épigée; il s'enterre de moins en moins au fur et à mesure qu'il grandit. Pendant sa phase juvénile le lambi vit principalement sur les herbiers de Phanérogames marines (Randall 1964).

Le lambi se déplace par reptation sur son pied musculueux ou par petits bonds, en prenant appui sur le fond avec son opercule utilisé comme appendice locomoteur (Parker 1922). C'est pourquoi l'animal a pour préférence les herbiers où la densité des feuilles lui permet une locomotion facilitée par rapport aux herbiers de forte densité (Stoner et Sandt 1991; Rathier à paraître). Les migrations de type éthologique du juvénile, qui conditionnent la variabilité saisonnière de la distribution de la ressource selon la profondeur et la distance à la côte ont été présentées au chapitre I (cf. § 5.2.1).

Le lambi se nourrit à l'aide de son proboscis (figure 29), en râpant les substrats durs pour en détacher la pellicule épiphytque et en collectant agrégats détritiques et algues benthiques. Contrairement aux herbivores que sont l'oursin blanc (*Tripneustes ventricosus* (Lamarck), chadron en Martinique, consommé localement), la tortue verte (*Chelonia mydas*) et divers poissons (*Scarus sp* et *Sparisoma sp* principalement), le lambi n'attaque pas les feuilles des phanérogames marines sauf exception (obs. pers. et Alcolado 1976). Il n'est pas un véritable brouteur comme l'est le brigot (*Cyterium pica*), gastéropode consommateur d'algues des zones battues.

Les éléments essentiels de la nourriture de ces invertébrés benthiques sont les produits de la dégradation de la production primaire (diatomées benthiques, cyanophycées, micro et méiobenthos) et les algues benthiques. Le lambi est un herbivore (algivore), surtout détritivore mais aussi limivore.

2 - Croissance

Pour l'étude de la dynamique du stock exploité, le cycle vital du lambi (figure 27) peut être séparé en deux phases, prérecrutée et recrutée, séparées par l'âge au recrutement (Laurec et Le Guen 1981). Pour modéliser la dynamique de la phase exploitée, seule la connaissance des paramètres démographiques pendant cette phase est nécessaire.

La longueur de la coquille est la variable la plus couramment utilisée par les chercheurs. La spécificité de la croissance de *Strombus gigas* nécessite l'introduction d'une deuxième variable, l'épaisseur du pavillon pour décrire convenablement la croissance de la coquille. Le poids de l'animal décomposé ou non en variables secondaires est moins couramment utilisé (cf. § 2.4).

Parmi les variables décrites, les plus utiles à la mesure de la croissance de *Strombus gigas* seront désignées. Les paramètres de la relation "variable de croissance (taille ou poids) -âge" seront estimés. Enfin, le stock de lambi de Martinique peut-être divisé en deux sous-ensembles, caractérisés par des morphologies de coquille légèrement différentes. Les causes de ces variations seront discutées.

2.1 - Analyse des fréquences de longueur et de stade du pavillon

L'estimation des captures en nombre par classe de longueur ne pouvait reposer que sur la connaissance des débarquements par métier dont les résultats ont fait l'objet du chapitre précédent. L'échantillonnage des débarquements a porté sur les captures du métier plongée libre, excepté un débarquement du métier filet et un débarquement du métier plongée avec bouteilles, constitués de lambis pavillonnés. Si la croissance en épaisseur du pavillon était exclue de l'étude de la croissance de la coquille, l'âge des animaux pavillonnés serait sous-estimé. C'est pourquoi sont aussi recherchées les relations entre longueur siphonale et stades de pavillon.

Le métier plongée libre s'exerce préférentiellement dans la zone de profondeur 0-28 mètres. Aussi ce n'est pas la structure en longueur de l'ensemble du stock qui sera étudiée mais essentiellement la fraction du stock exploité vivant de 0 à 28 mètres de profondeur. Jusqu'à 20 mètres de profondeur, il est devenu rare de trouver des lambis âgés qui ont totalement terminés leur croissance. Ils sont rencontrés au-delà de 20 mètres et surtout après 30 mètres. Aussi la croissance moyenne observée est représentative de celle du stock.

La collecte des données de longueur et de stade de pavillon a été couplée à celle des données d'effort et de capture mise en place pour la connaissance des débarquements (cf. Chapitre I, Section 3). Cette procédure n'a pas été engagée pour la connaissance des captures en nombre dans le but d'estimer l'effectif du stock, mais dans le but d'acquérir la composition en longueur des longueurs. La pêche était trop irrégulière pour que soit préparée une stratégie d'échantillonnage (grappes constituées par la population des jours d'un mois, et échantillonnage à plusieurs degrés dans les grappes) qui aurait fixé pour un jour tiré, un site et un pêcheur. Comme il ne s'agit pas d'un protocole d'échantillonnage aléatoire, aucun calcul d'estimateurs et de leurs variances n'a donc été entrepris.

L'âge ne peut pas être déterminé directement, aussi c'est bien la structure des captures en nombre par classes de longueur et non la structure démographique des captures qui sera obtenue. Les distributions des fréquences de stade et d'épaisseur du pavillon sont présentées à la suite de celles de longueur de la coquille.

2.1.1 Collecte des données

2.1.1.1 Stratégie de collecte

Lors de l'enquête préalable, il est apparu qu'il ne serait pas possible, par un tirage aléatoire des jours de la semaine, d'obtenir un échantillonnage régulier et suffisant pour nombre de sites secondaires recensés (cf. Chapitre I, § 2.2). Aussi, pour chacun des deux secteurs est et sud les sites de débarquement qui présentaient des captures régulières et quelques sites secondaires ont été retenus pour la mise en place de la procédure de collecte des données de longueur et de stade de pavillon:

* Secteur est (du nord vers le sud) : Le Robert (Pointe La Rose et Pointe Savane), François (bourg et Frégate) et Vauclin.

* Secteur sud (de l'est vers l'ouest) : Marin (La Dupré), Sainte Luce (bourg), Anses d'Arlet (Petite Anse), Trois Ilets (Anse Mitan).

La population statistique constituée par les captures est divisée en deux strates correspondant aux secteurs géographiques est et sud définis au chapitre I. Un protocole de collecte basé sur une procédure mensuelle a été mis en place au sein de chaque secteur.

Le nombre de sorties de collecte a été fixé à 6 par mois, soit trois dans chaque secteur. En pratique le nombre mensuel de sorties d'échantillonnage a été variable en raison des contraintes du terrain. Les jours de sortie ont été tirés au hasard dans la population des jours travaillés.

Afin de refléter la dominance des sites Vauclin et Dupré (cf. Chapitre I, § 4.3.3), ces derniers devaient être échantillonnés au moins une fois chaque mois. Il faut remarquer que les poids de chaque site ont été estimés de façon approximative, n'ayant pas à l'époque les résultats de production par site, ce qui explique les distorsions entre les poids de couverture de chaque site et leur poids réel dans les captures enregistrées.

Il a été décidé d'adopter une attitude opportuniste quant au choix du site de collecte pour une journée tirée. Lorsque présence de l'enquêteur sur un site et débarquement des captures d'un pêcheur coïncidaient, le site alors défini était échantillonné. Il a été possible de tirer au préalable des "jour x site x pêcheur" au Vauclin, où le pêcheur responsable de la quasi totalité des captures du site était régulier. Pour le secteur sud, il a été possible de tirer au préalable des "jour x site" à La Dupré sans préciser le pêcheur (production répartie entre 9 pêcheurs, cf. Chapitre I, § 4.3.3).

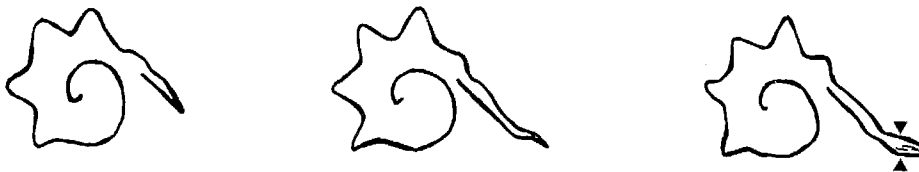
L'ensemble des captures du pêcheur du site est ensuite mesuré. Il n'y a jamais eu de sous-échantillonnage au sein des captures d'une sortie élémentaire (site x pêcheur).



Figure 33. Tas de coquilles de lambi "têtes de mouton" d'une sortie de pêche échantillonnée.

La longueur de la coquille est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse au millimètre près, entre l'apex et le bord le plus éloigné du canal siphonal antérieur (figure 30).

Trois stades dans la formation du pavillon ont été définis pour classer l'ensemble de la population des lambis échantillonnés.



Formation.
Pavillon stade 1

Totalement et
nouvellement formé;
l'épaisseur du pavillon
est inférieure à 2 mm.
Pavillon stade 2

En cours d'épaississement
l'épaisseur du pavillon
est au moins de 2 mm.
Pavillon stade 3

Figure 34. Les stades de développement du pavillon.

L'épaisseur du pavillon est mesurée à l'endroit le plus épais, qui se situe généralement à mi-hauteur du pavillon et à 30-40 mm du bord.

2.1.1.2 Bilan de la collecte

Les mois de septembre et de janvier n'ont pas pu être étudiés.

Au total, 4 605 lambis ont été mesurés, dont 2 017 pour la strate est et 2 588 pour la strate sud.

Cependant l'effectif utilisé pour la connaissance de la structure en longueur des captures est diminué des rejets de collecte (2.9%). Ils sont constitués des lambis ramenés par les pêcheurs, et dont la chair n'a pas été extraite par la méthode habituelle. Au lieu d'une fente pratiquée entre le premier et le deuxième tour de spire, tout l'apex de la coquille est en fait retiré par un coup de coutelas. Cette pratique est utilisée seulement pour des juvéniles, en général inférieurs à 18 cm.

Le sous-échantillon des lambis possédant un pavillon (quelque soit son stade) est composé de 604 individus (dont 79% du secteur est), qui représentent plus de 90% des captures d'animaux subadultes et adultes de l'échantillon des captures (près de 14%). Moins de 20% des lambis pavillonnés (stades 2 et 3 cumulés) ont été capturés sur la côte sud. Les effectifs de chaque stade sont suffisants pour mener des comparaisons entre les deux secteurs, cependant l'interprétation des différences observées restera prudente en raison de l'effectif moindre dans le secteur sud.

2.1.2 Histogrammes de fréquence de longueur

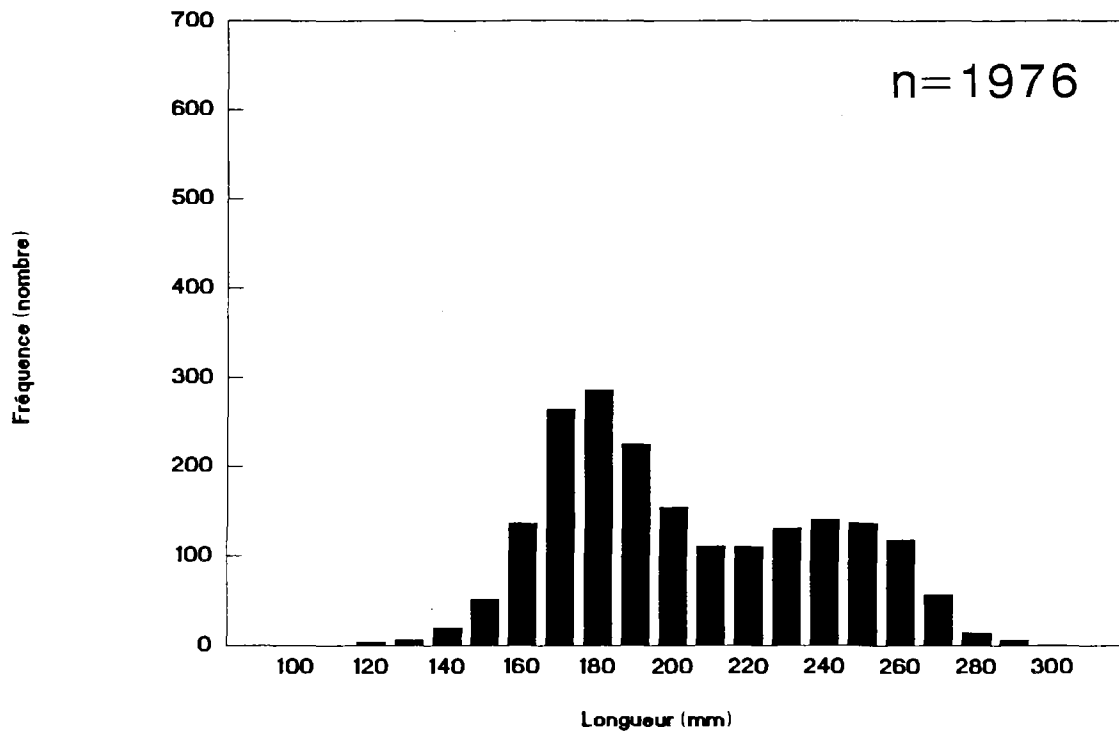
La figure 35 présente les distributions des captures pour chacun des secteurs pour l'ensemble de l'année 1986/1987. Au total, 4 472 lambis ont été mesurés, 1 976 pour la strate est et 2 475 pour la strate sud.

Trois différences importantes pour la suite de l'étude sont notées entre les deux secteurs:

- une différence de la taille recrutée: 120 mm dans le secteur est et 100 mm dans le secteur sud.

- une différence dans la position du premier mode des tailles capturées: 180 mm dans le secteur est et 130 mm dans le secteur sud. Le deuxième mode est situé à 240 mm dans les deux secteurs; cependant, les lambis supérieurs à 180 mm sont inférieurs en nombre, de l'ordre de 35%, dans le secteur sud.

Secteur est



Secteur sud

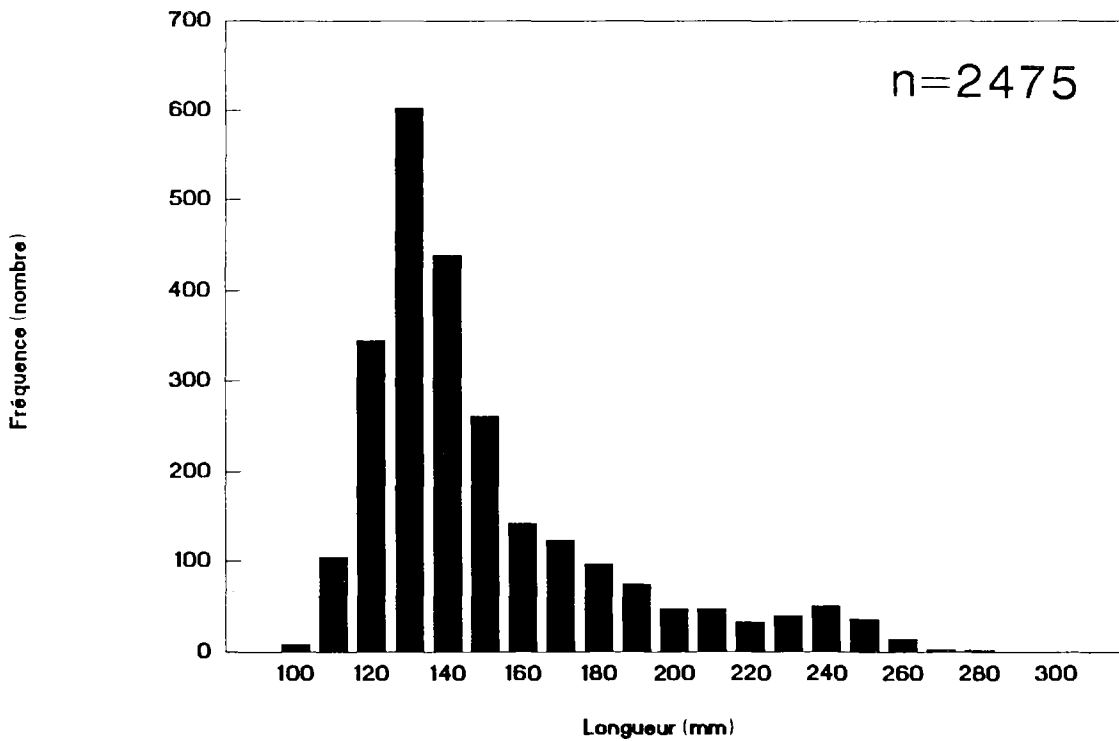


Figure 35. Distribution des captures par secteur.
Année 1986/1987

Fréquence (nombre)

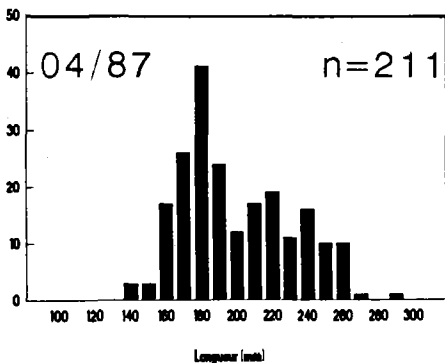
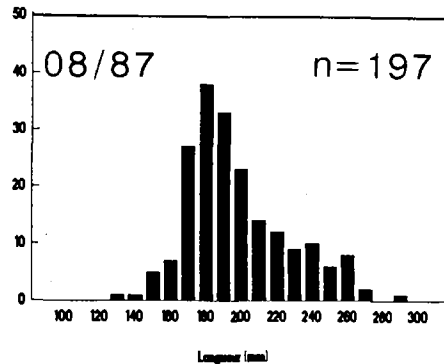
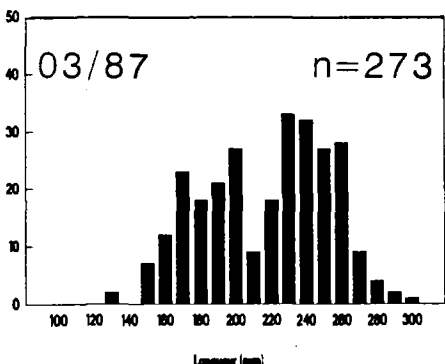
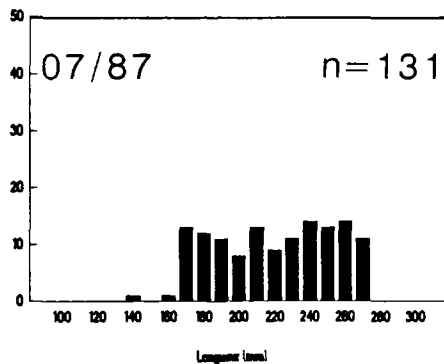
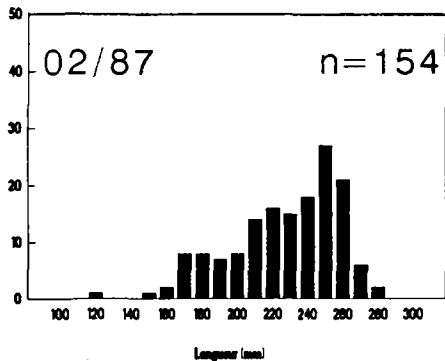
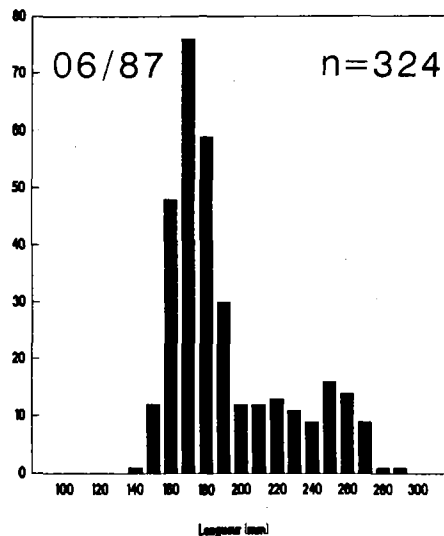
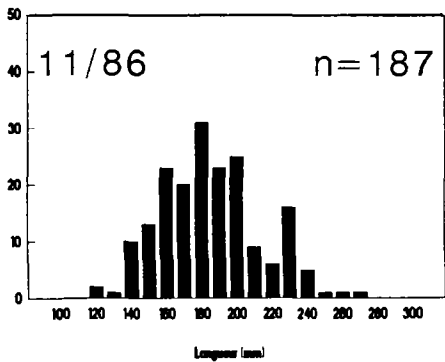
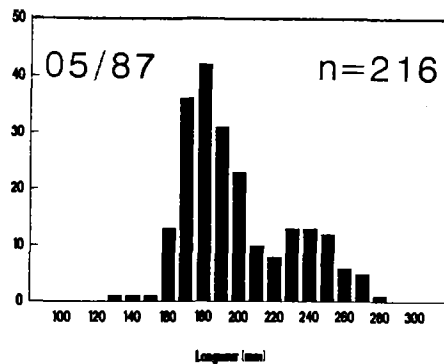
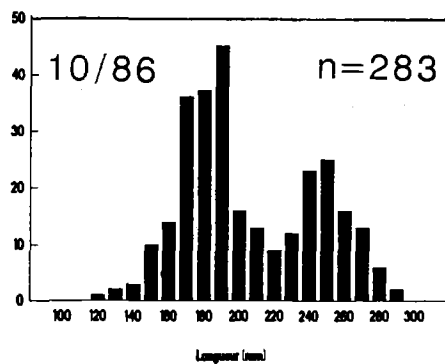


Figure 36
Secteur est

Distributions mensuelles des captures

Fréquence (nombre)

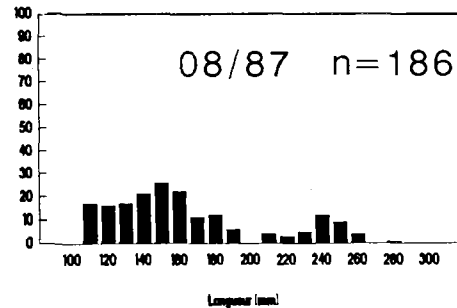
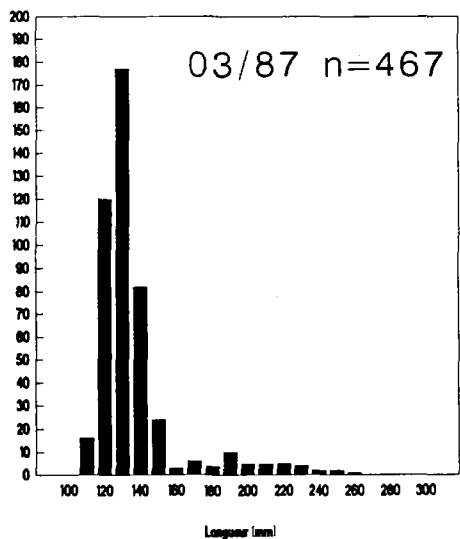
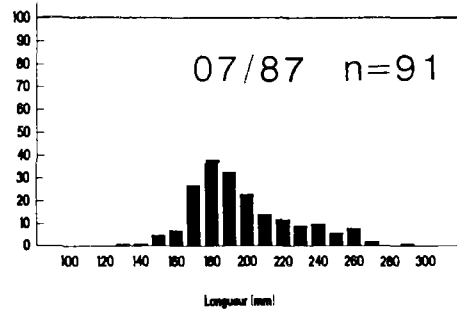
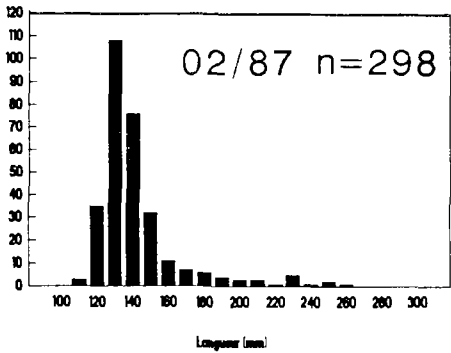
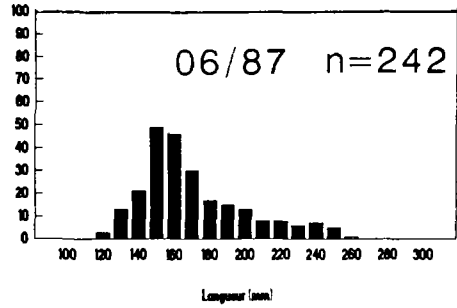
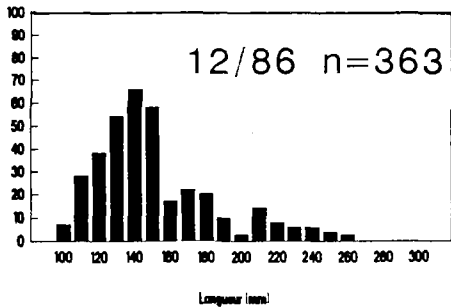
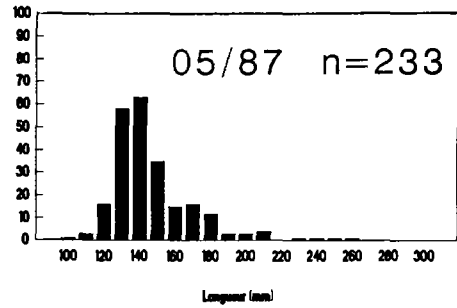
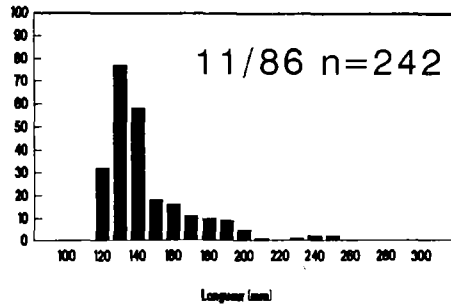
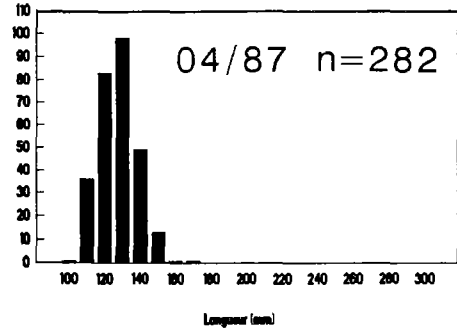
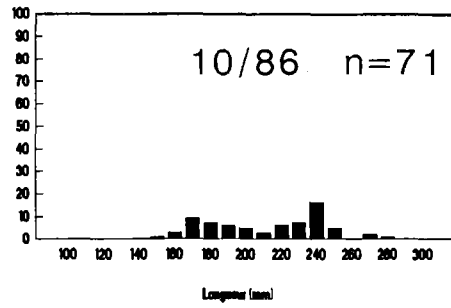


Figure 37.

Secteur sud

Distributions mensuelles des captures

- une différence dans la taille siphonale maximale capturée: 300 mm dans le secteur est et 280 mm dans le secteur sud pour le métier plongée libre.

2.1.2.1 Distributions mensuelles

Les histogrammes de la distribution des captures en nombre par classe de longueur de 10 mm sont présentés pour chacun des deux secteurs mois par mois par cumul des captures des sites collectés (figures 36 et 37).

L'examen des pics fait apparaître une relation entre le moment de l'année et les intervalles de longueur entre les modes. Il est difficile de conclure à une tendance saisonnière de la composition en longueur des captures pour chacun des secteurs. Cependant, il semble que les captures du secteur sud s'effectuent sur des animaux plus grands en moyenne de juin à octobre (modes entre 150 et 240 mm) que de novembre à mai (modes entre 130 et 140 mm).

2.1.2.2 Distributions par classe de profondeur exploitée

*** Plongée libre**

Au cours du chapitre I (Section 5.2) il a été montré que la variabilité spatio-temporelle des captures par unité d'effort était essentiellement expliquée par la répartition spatio-temporelle de l'abondance par classes d'âge (ou de longueur). Dans ce paragraphe, les histogrammes de la distribution des captures en nombre par classe de longueur sont présentés pour l'ensemble de l'année et par classe de profondeur, par strate (strate est, figure 38; strate sud, figure 39) et pour les deux strates confondues (figure 40). Les classes de profondeur sont identiques à celles définies au chapitre I (§ 4.3.4). Pour simplifier la lecture des résultats, leur décomposition mensuelle est présentée en annexe III.

Pour le secteur est, il apparaît clairement trois modes (185, 225 et 265 mm) dans la classe de profondeur 0-8 mètres, alors que seul un mode, 135 mm, est visible dans le secteur sud.

Pour le secteur est, deux modes apparaissent clairement dans la classe de profondeur 8-16 mètres: 175 et 240 mm. Pour le secteur sud, le mode de la classe de profondeur 0-8 mètres, 135 mm, est retrouvé; il apparaît aussi un mode à 240 mm, moins clairement marqué.

Pour les deux secteurs, un décalage des modes apparaît nettement dans la classe de profondeur 16-24 mètres. Le mode 265 mm observé dans la strate 0-8 mètres du secteur est réapparaît ici très nettement. Les animaux capturés dans le secteur sud dans la classe de profondeur 16-24 mètres sont plus petits, 175 mm et 245 mm.

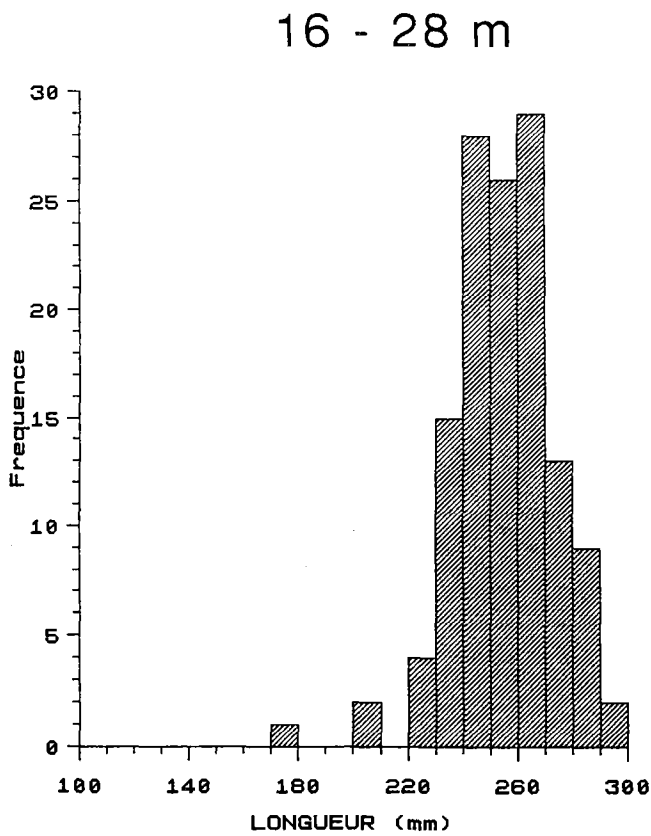
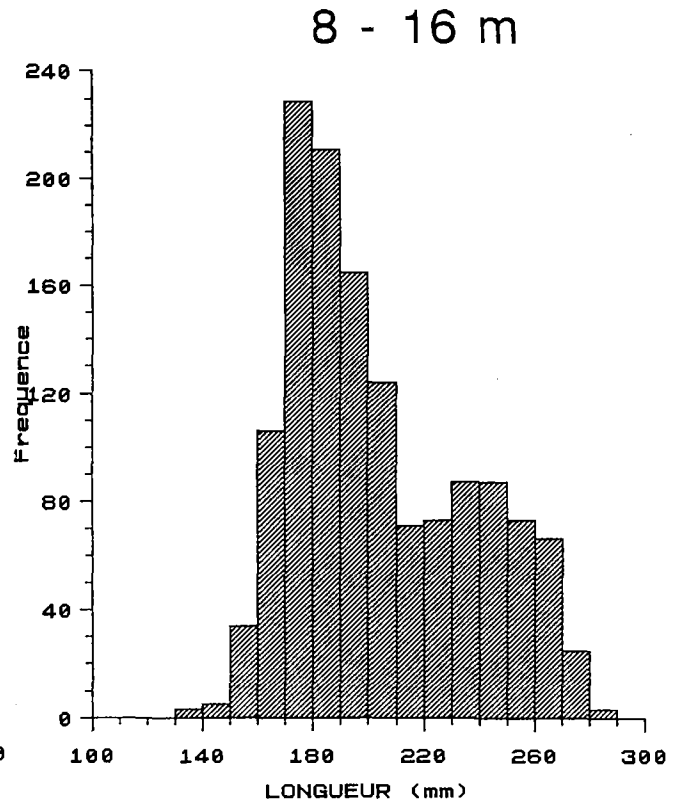
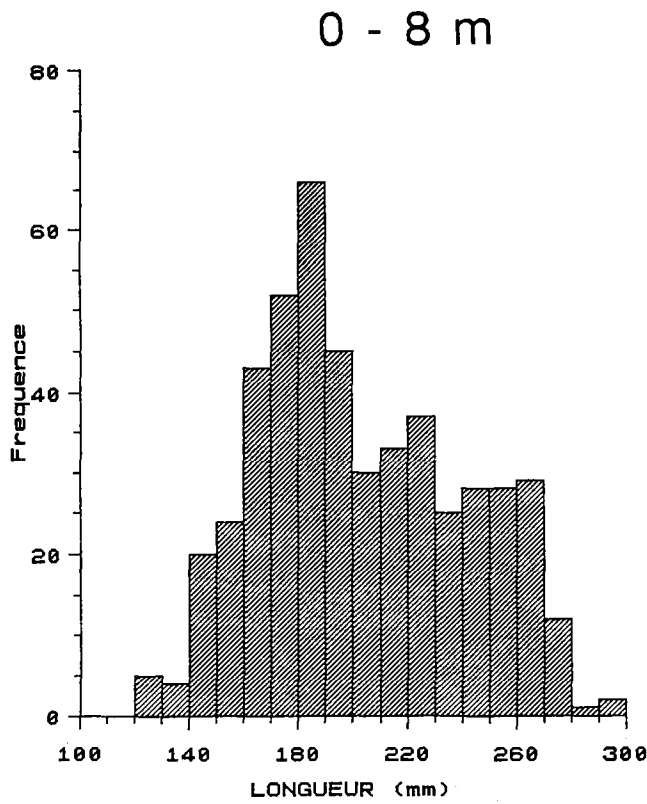


Figure 38.
Secteur est.
Plongée libre

Distribution des captures par classe de profondeur.

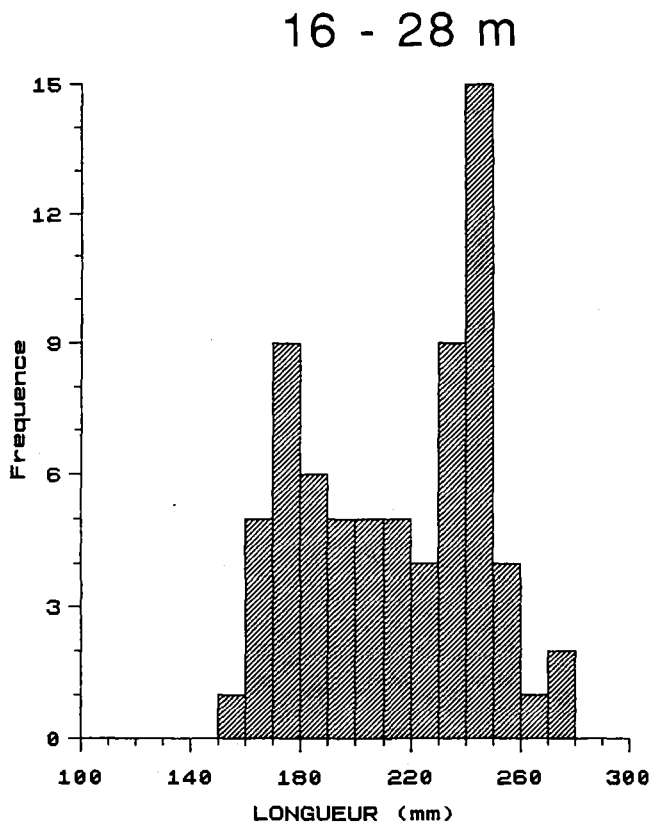
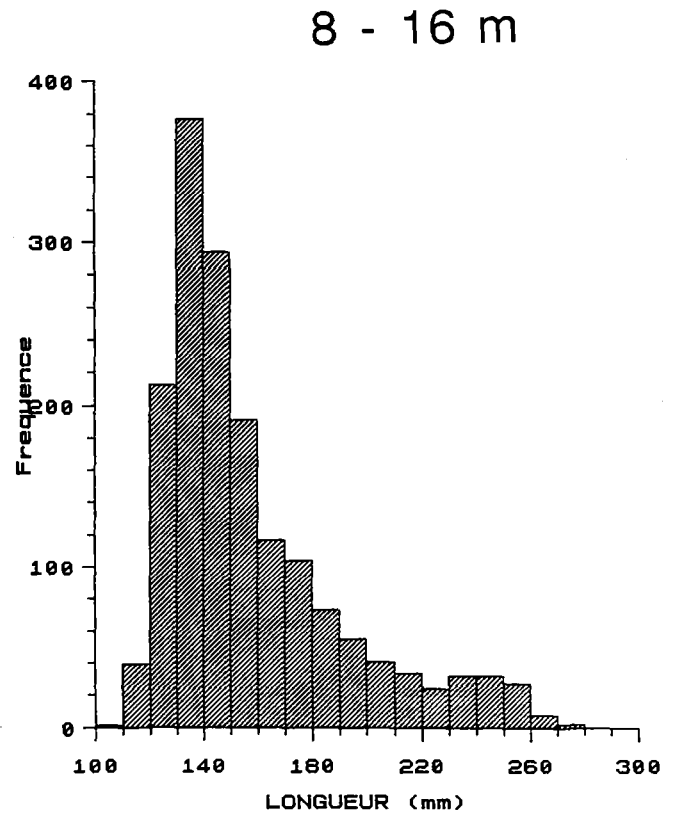
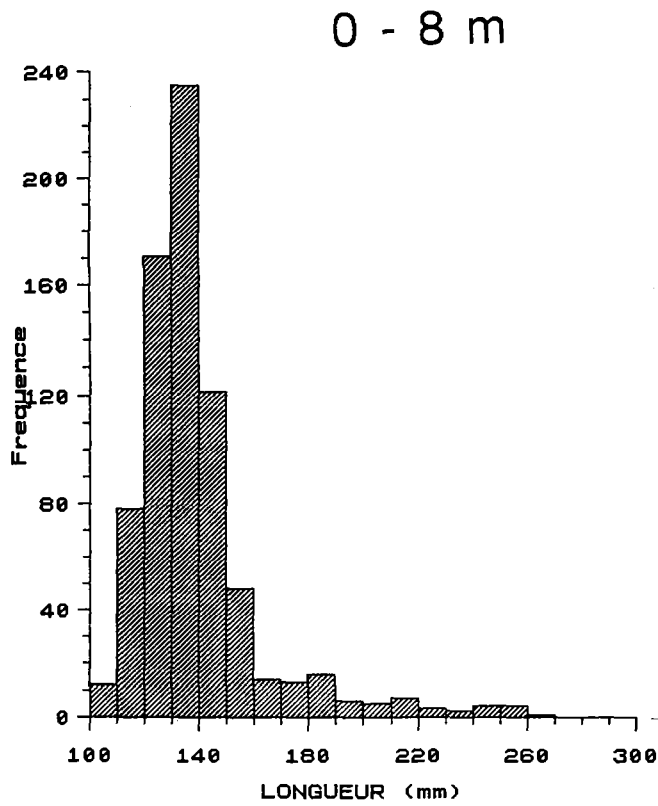


Figure 39.
Secteur sud.
Plongée libre

Distribution des captures par classe de profondeur.

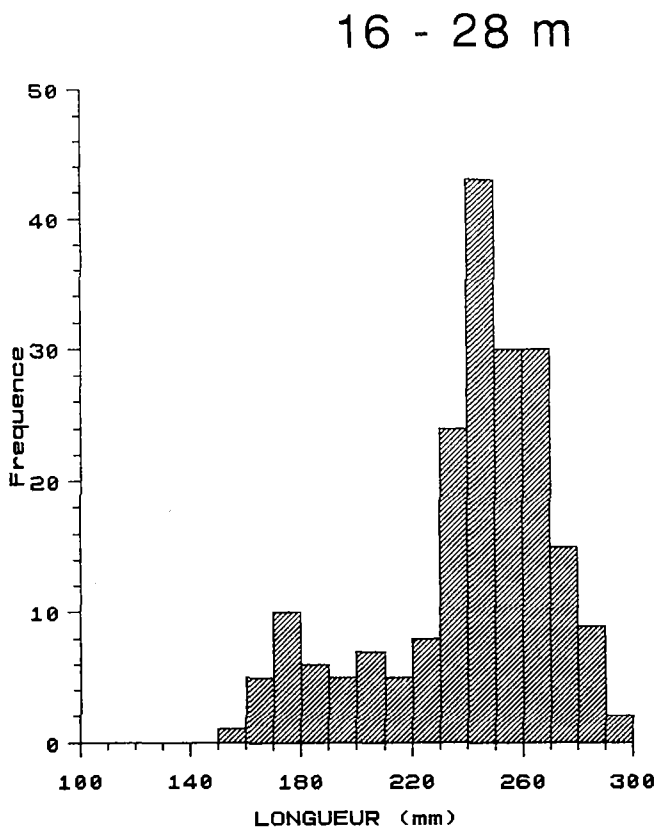
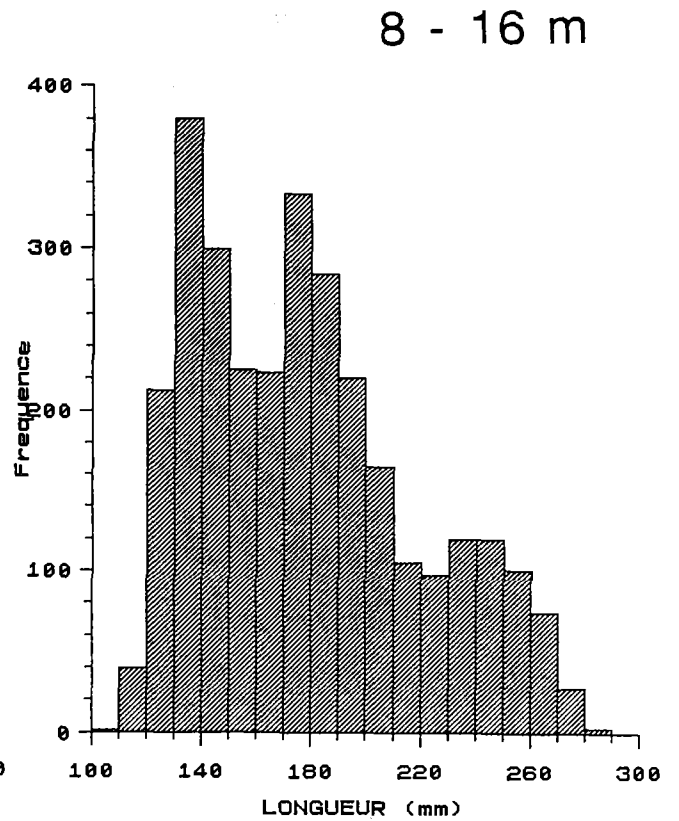
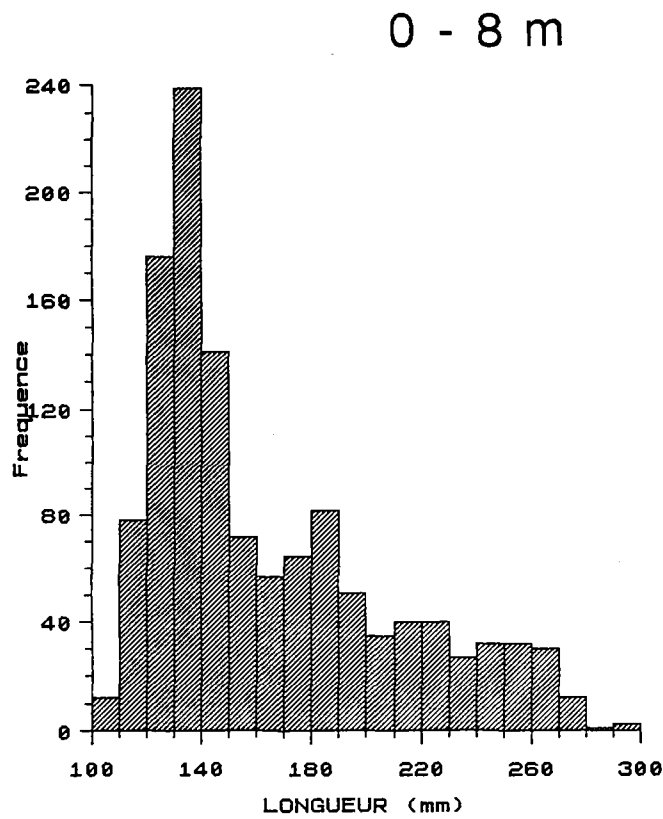
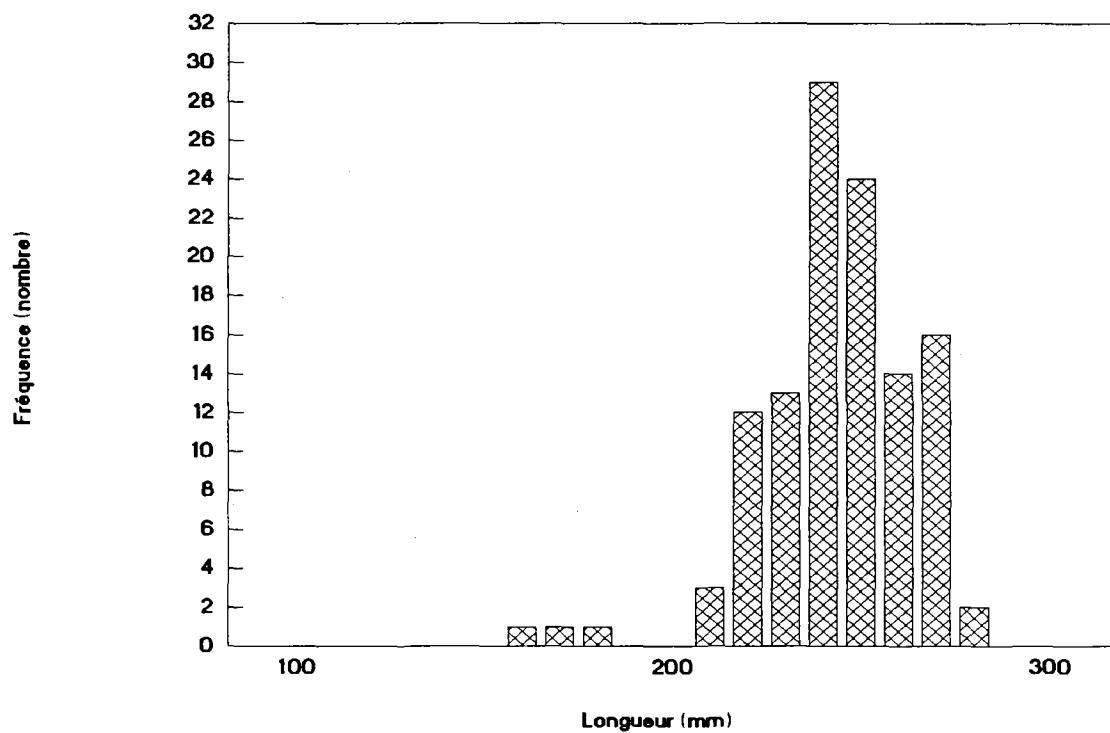


Figure 40.
Secteurs est et sud.
Plongée libre

Distribution des captures par classe de profondeur.

METIER PLONGEE AVEC BOUTEILLE

Secteur est (30-40 m)



METIER FILETS

Secteur sud (24-32 m)

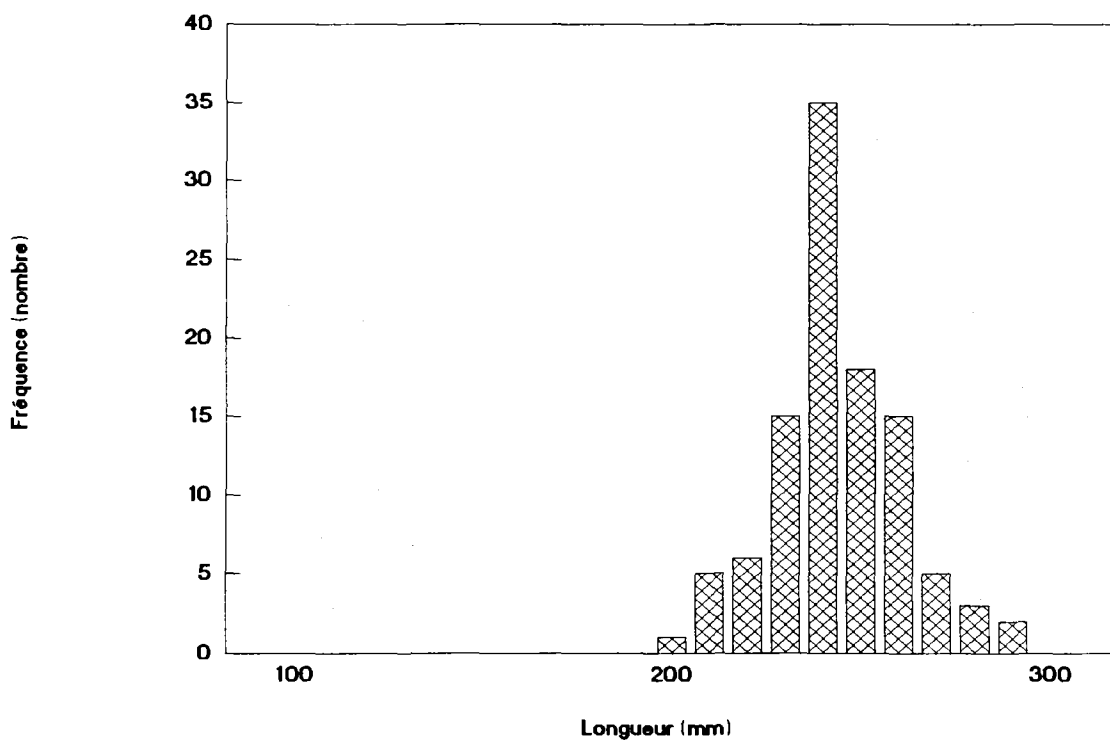


Figure 41. Distribution des captures par classe de profondeur

* Plongée avec bouteille

L'histogramme des longueurs du seul échantillon des captures du métier plongée avec bouteille est composé presque exclusivement de lambis adultes pavillonnés (figure 41.A). La plupart des individus sont âgés: la coquille et le pavillon sont épais et abîmés.

* Filets

Le seul échantillon des captures réalisées au filet permet de visualiser la composition en longueur des lambis de la classe de profondeur 24-32 mètres du secteur sud (figure 41.B). Si les lambis capturés par le métier filet atteignent la taille des lambis capturés par le métier plongée libre dans le secteur est, 300 mm, le mode de la distribution en longueur des lambis capturés au filet se situe à 245 mm, comme le deuxième mode de la classe de profondeur 16-24 mètres dans le secteur sud.

2.1.3 Distribution des longueurs par stade de pavillon

La figure 42 présente la distribution des fréquences de longueur pour le secteur est des stades de pavillon 1, 2 et 3; la figure 43 correspond au secteur sud et la figure 44 à l'ensemble des deux secteurs.

L'intervalle de longueur des lambis adultes (pavillon stades 2 et 3) de la Martinique va de 207 à 302 mm. Il faut remarquer qu'il s'agit principalement d'animaux entre 220 et 280 mm, dans les deux secteurs (tableau 11).

Pour le secteur est, les longueurs moyennes de chaque stade de pavillon sont significativement ($p = 95\%$) plus élevées que celles du secteur sud. De plus, les lambis adultes du secteur est atteignent une longueur siphonale maximale plus élevée (302 mm) que ceux du secteur sud (280 mm).

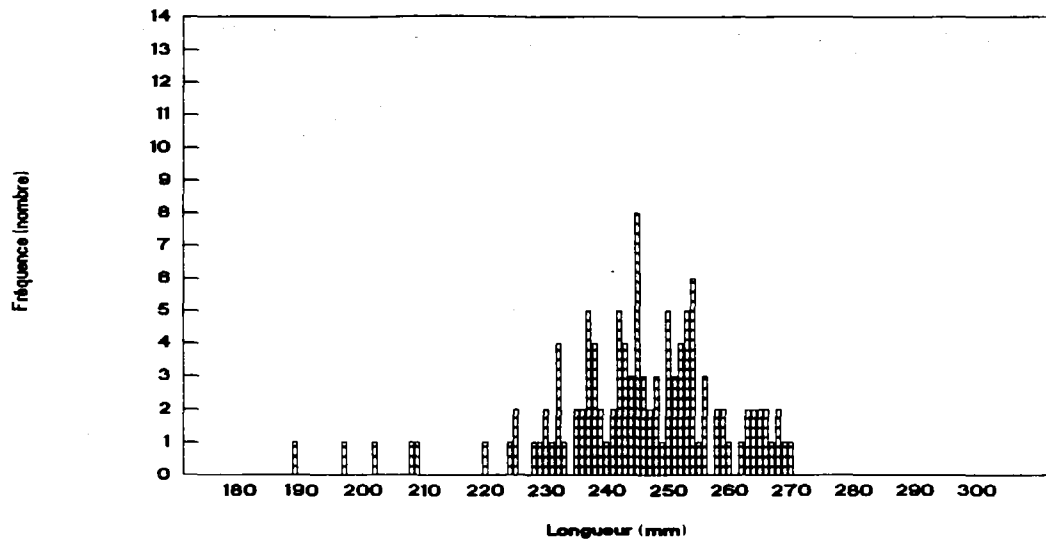
2.1.4 Distributions des épaisseurs du pavillon

La figure 45.A présente la distribution des épaisseurs pavillonnaires pour l'ensemble de la zone étudiée, des 341 lambis du sous-échantillon possédant un pavillon au stade 3 dont l'épaisseur a été mesurée (98% des lambis pavillon 3).

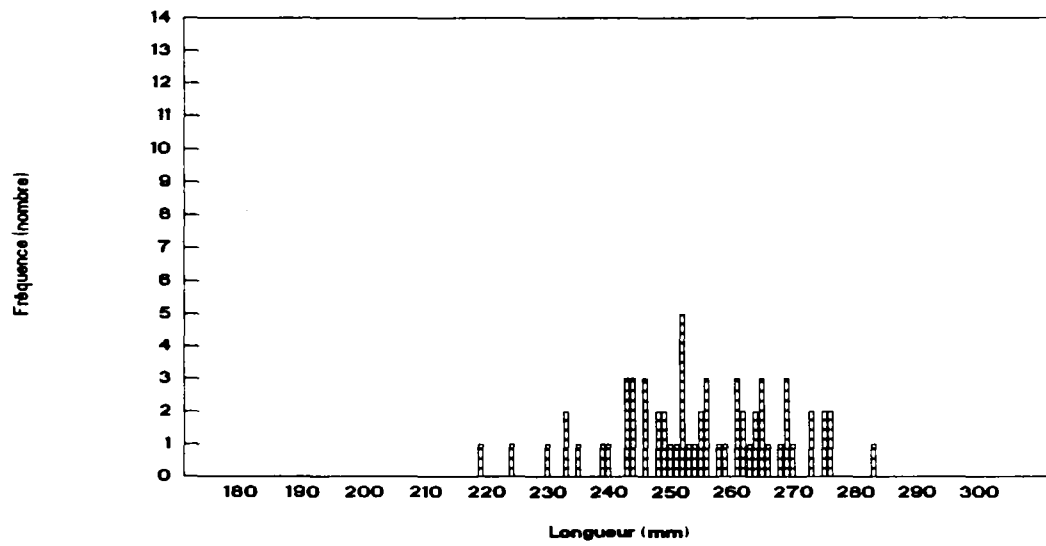
La distribution de fréquence des épaisseurs des lambis pavillonnés est polymodale (4 modes : 5 mm, 8 mm, 15 mm et 25 mm). L'épaisseur maximale pavillonnaire est 37 mm.

Une fois moyennées les différentes épaisseurs de pavillon pour une longueur siphonale donnée (figure 45.B et C), il apparaît qu'il n'y a pas de

Pavillon en formation (P = 1)



Pavillon formé (P = 2)



Pavillon épais (P = 3)

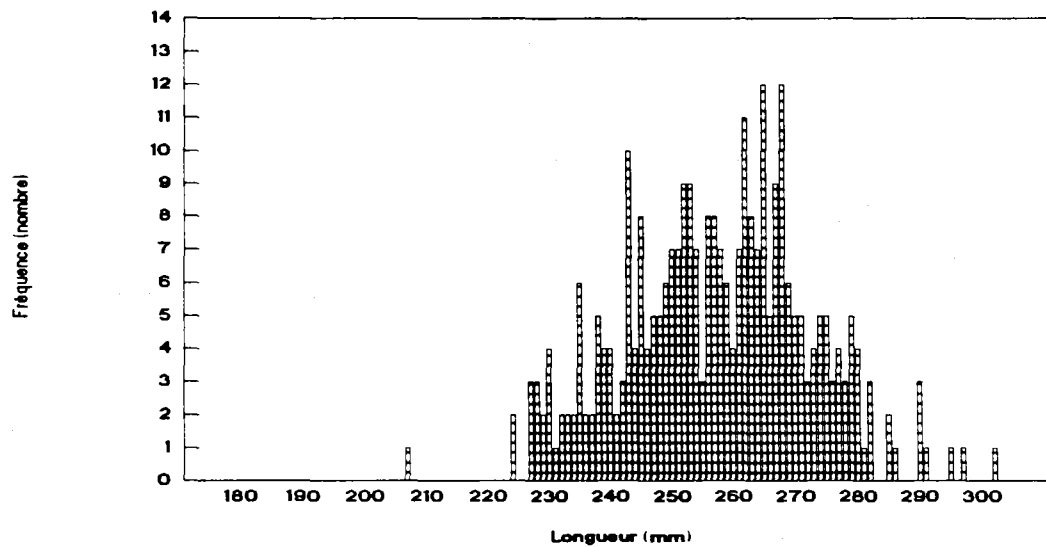
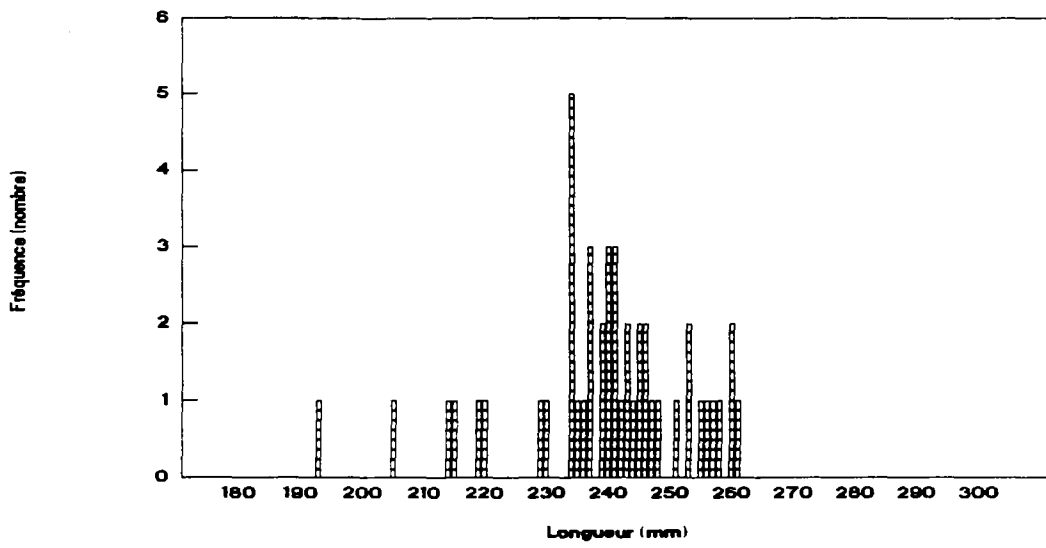
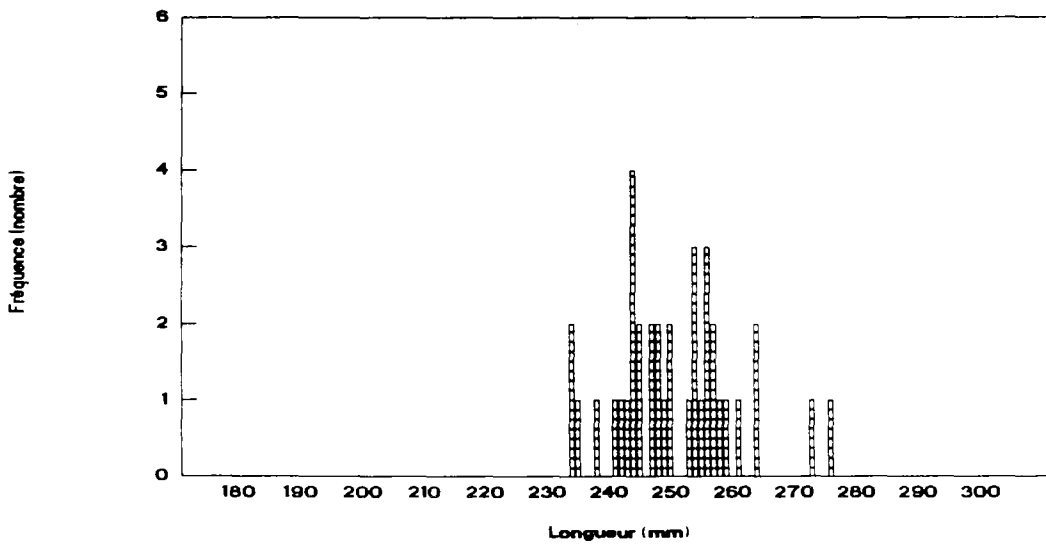


Figure 42. Secteur est.

Pavillon en formation (P = 1)



Pavillon formé (P = 2)



Pavillon épais (P = 3)

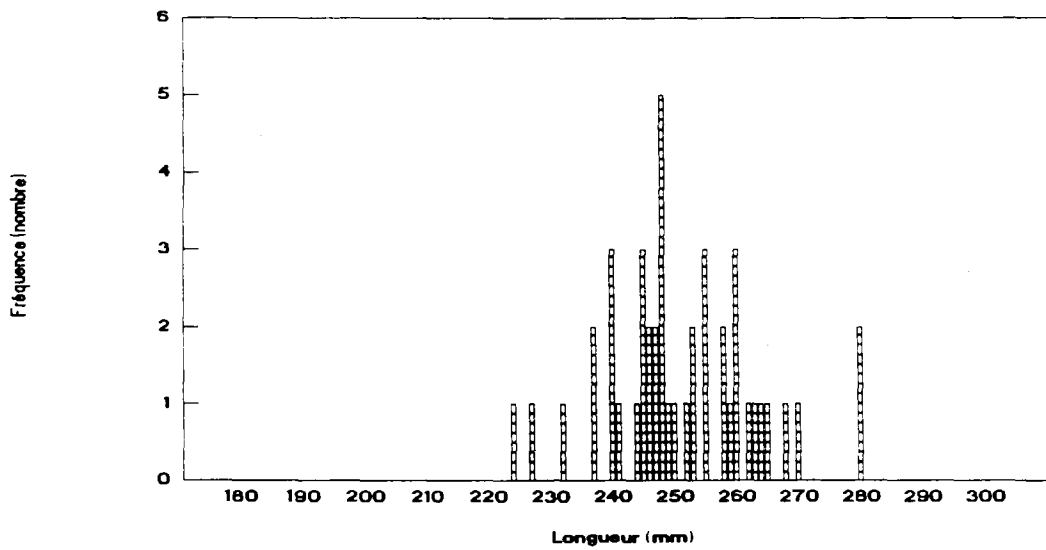
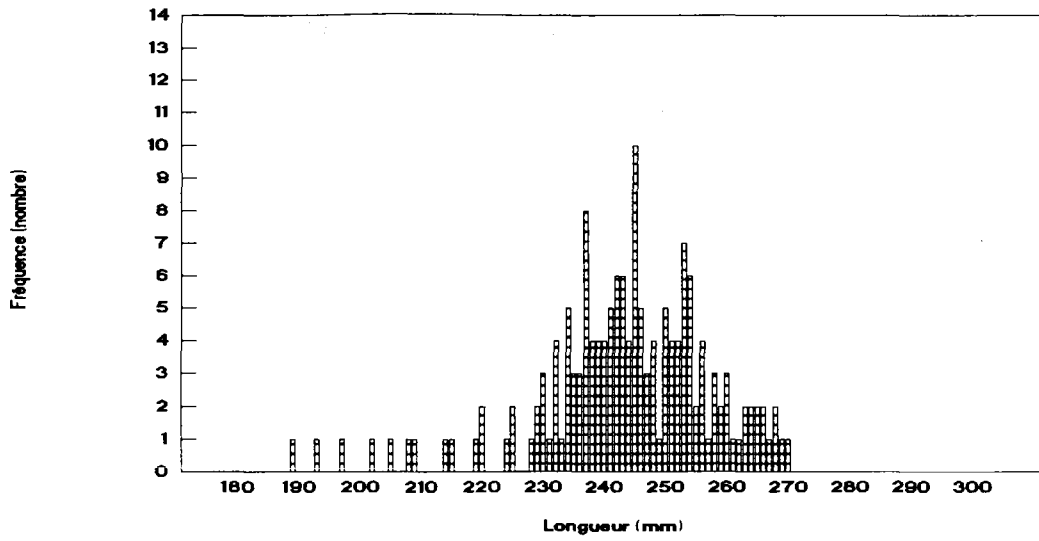
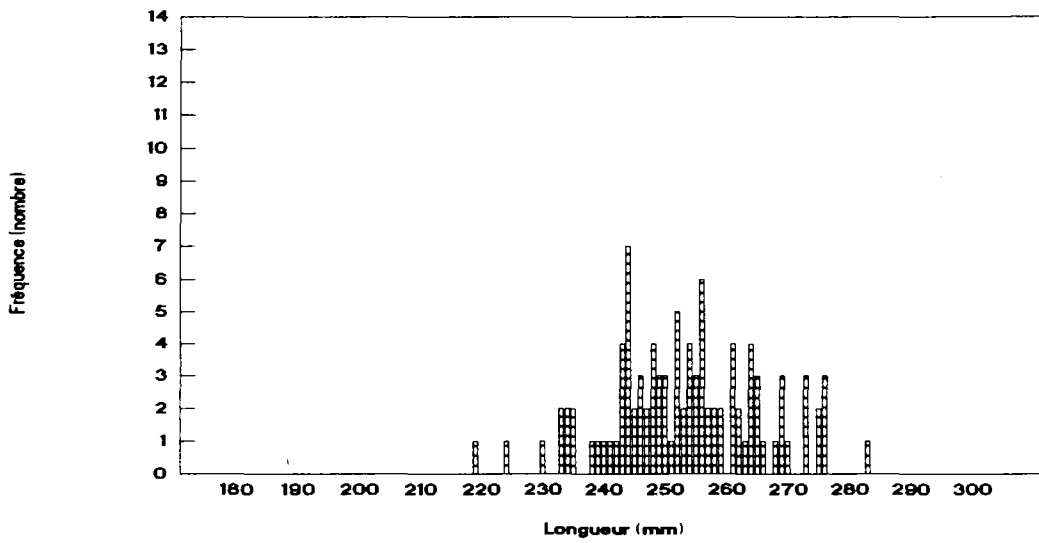


Figure 43. Secteur sud.

Pavillon en formation (P = 1)



Pavillon formé (P = 2)



Pavillon épais (P = 3)

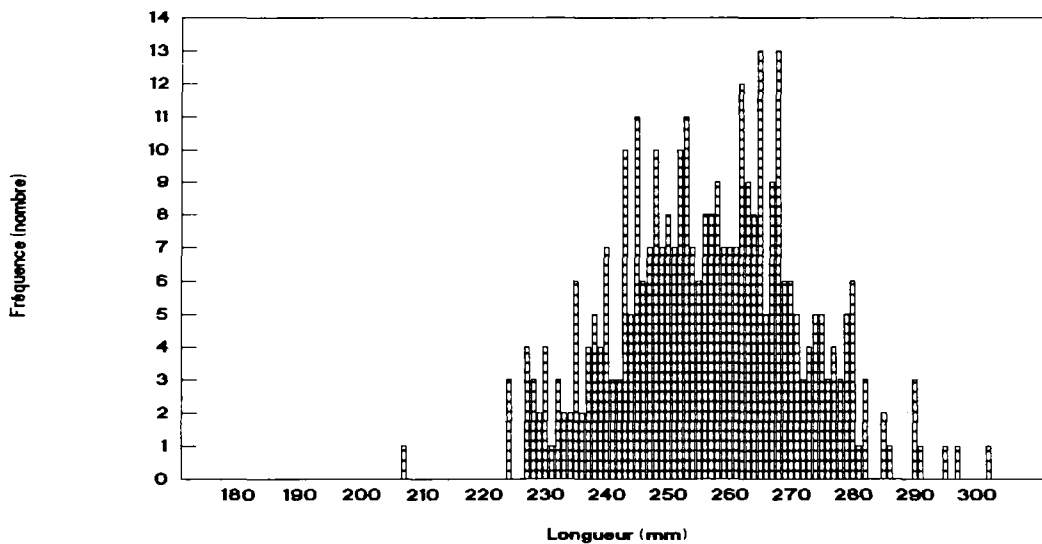
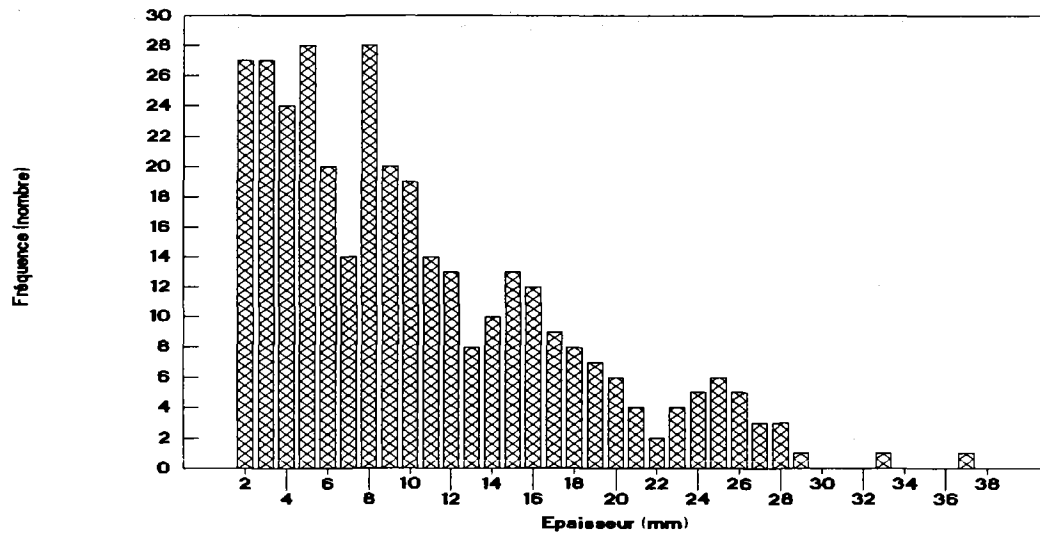


Figure 44. Secteurs est et sud

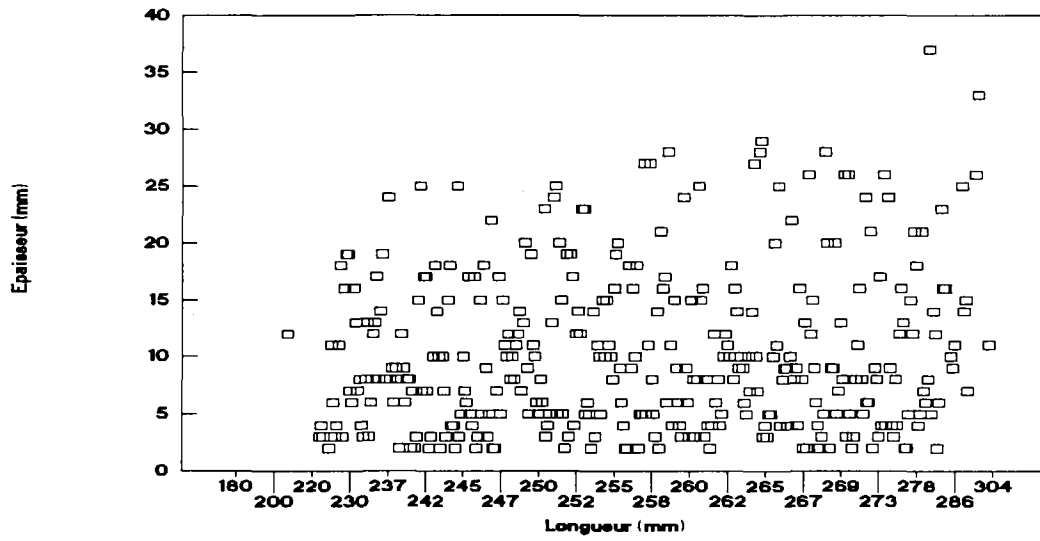
Tableau 11. Longueurs siphonales moyennes (L_{moy}) et écart-type (σ_{n-1}), longueurs minimales (L_{min}) et maximales (L_{max}) des lambis de chacun des secteurs et pour les deux secteurs confondus, regroupés par stade du pavillon.

Stade pavillon	P1	P2	P3
Secteur est			
n	112	61	304
L_{moy}	244.85	254.82	257.24
σ_{n-1}	14.61	13.54	15.21
Lmin	189	219	207
Lmax	270	283	302
Secteur sud			
n	46	37	44
L_{moy}	239.37	250.78	251.18
σ_{n-1}	14.22	9.75	12.04
Lmin	193	234	224
Lmax	261	276	280
Secteurs est et sud			
n	158	98	348
L_{moy}	243.25	253.30	256.47
σ_{n-1}	14.67	12.35	14.97
Lmin	189	219	207
Lmax	270	283	302

A- Distribution des épaisseurs de pavillon



B- Nuage des épaisseurs de pavillon



C- Relation longueur-épaisseur pavillon

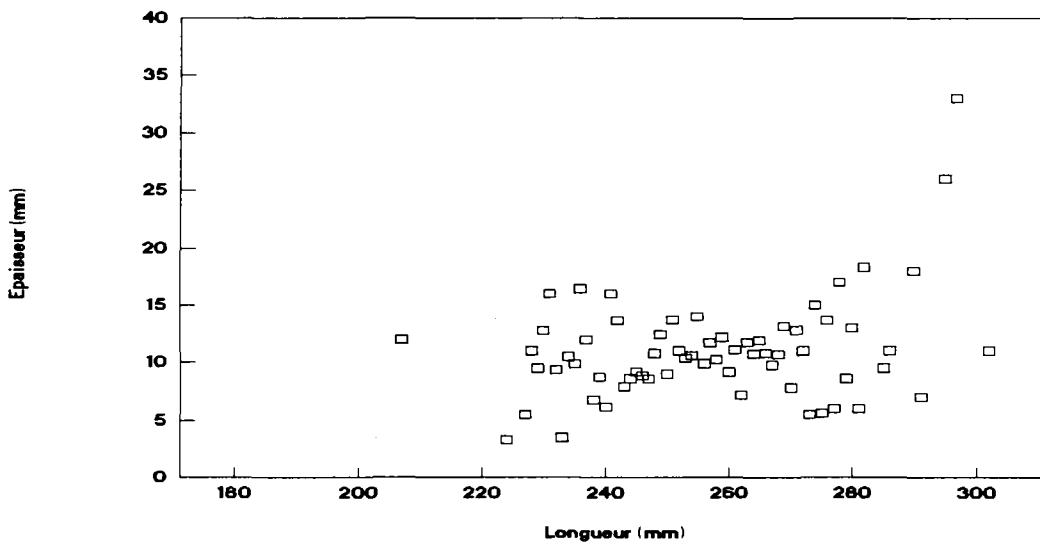


Figure 45. Distribution des épaisseurs de pavillon.

corrélation entre longueur siphonale (comprise entre 200 et 300 mm) et épaisseur du pavillon et que ces deux variables sont indépendantes.

2.1.5 Discussion

2.1.5.1 Relation entre la taille de capture et la disponibilité

L'observation sur les histogrammes des tailles d'animaux capturés en fonction de la profondeur indique que des lambis plus petits sont capturés plus profond dans le secteur sud que dans le secteur est. Cela pourrait signifier d'une part que dans le secteur sud, les lambis de moins de 180 mm sont disponibles en relativement plus grand nombre dans les eaux de plus de 8 mètres de profondeur. La superficie des fonds de 0 à 8 mètres est moins importante pour la côte sud, notamment le long du canal de Ste Lucie, que pour la côte est. D'autre part, les pêcheurs du secteur sud exploiteraient les lambis plus jeunes que dans le secteur est. Les pêcheurs du secteur sud pêchent en moyenne moins profondément que ceux du secteur est et les lambis plus âgés sont plutôt rencontrés au-delà de 16 mètres de profondeur.

La taille de première capture du secteur sud est inférieure de 20 mm à celle du secteur est. La stratégie d'exploitation des pêcheurs du secteur sud est adaptée à la moins grande disponibilité de juvéniles plus âgés sur les fonds accessibles à la plongée libre.

2.1.5.2 Relation entre longueur siphonale et croissance du pavillon

L'intervalle de longueur maximale des lambis adultes en Martinique, notamment dans le secteur est, est décalé de 10 à 20 mm environ par rapport aux lambis adultes d'autres régions de la Caraïbe :

Vénézuela	180-260 mm	Weil et Laughlin 1984
Iles Vierges	151-261 mm	Randall 1964
Bahamas	143-264 mm	Randall 1964
Bahamas	177-268 mm	Wicklund et al. 1987
Colombie	200-260 mm	Garcia et al. 1993
Porto Rico	179-279 mm	Appeldoorn 1987b
Turks et Caïcos	180-270 mm	Hughes et Ninnnes, sous presse
Belize	120-270 mm	Gibson et al. 1983

La forte variabilité de l'intervalle de longueur des adultes se reflète dans les intervalles de longueur auxquels se forme le pavillon. En Martinique, le pavillon débute sa formation en moyenne entre 239 mm (sud) et 244 mm (est); ce décalage est conforme au fait que la taille des lambis adultes du secteur sud est inférieure en moyenne à celle de ceux du secteur est. C'est

approximativement de 20 mm à 40 mm de plus qu'au Vénézuéla (200 à 240 mm; Weil et Laughlin 1984) et aux îles Turks et Caïcos (205 à 212 mm; Hesse 1976).

Ce décalage est retrouvé pour la longueur siphonale moyenne lorsque le pavillon est totalement formé: 234 mm au Belize (Gibson et al. 1983) contre 256 mm en Martinique. Alors que trouver un lambi de 195 mm déjà pavillonné est courant dans la Caraïbe, cela n'a été observé qu'une fois en Martinique au cours de l'étude.

2.1.5.3 Distribution des épaisseurs du pavillon

L'épaisseur maximale de pavillon observée en Martinique, 37 mm, est dans l'intervalle des valeurs maximales (35-40 mm) pour d'autres régions de la Caraïbe (Colombie, Garcia et al. sous presse; Porto Rico, Appeldoorn 1988a; îles Turks et Caïcos, Hughes et Ninnes, sous presse).

La distribution de fréquence des épaisseurs pavillonnaires observée en Martinique est comparable avec celle établie aux îles Vierges à partir de 190 lambis adultes (Wood et Olsen 1983), excepté deux modes supplémentaires, 32 et 36 mm, aux îles Vierges. Cette différence s'explique par l'origine des échantillons. En Martinique, c'est la plus jeune fraction des adultes qui est représentée puisque les captures de ces lambis ont été effectuées en plongée libre à moins de 24 mètres de profondeur, alors que des individus âgés sont présents au-delà de 30 mètres (Chapitre I, § 4.4). Ceux des îles Vierges ont certes été capturés entre 17 et 22 mètres de profondeur, mais il s'agissait d'une zone très peu exploitée, où la distribution bathymétrique de l'espèce n'a pas été modifiée par l'exploitation comme en Martinique.

2.2 - Les paramètres du modèle de von Bertalanffy

Parmi les trois grands ensembles de techniques permettant l'estimation des paramètres de croissance:

- les techniques d'analyse des distributions de fréquence de taille,
- les techniques de marquage-recapture,
- les techniques de squeletto-chronologie,

seuls les deux premiers ont pu être utilisés dans cette étude.

En squeletto-chronologie, seul l'âgeage individuel d'animaux par l'analyse des variations du rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dans le carbonate de la coquille aurait pu être réalisé. Ce rapport isotopique varie en fonction de variations de la température de l'eau de mer. Il s'agit en fait d'une méthode de thermométrie plus que d'estimation de l'âge. En effet, si les variations saisonnières ou liées à

la profondeur correspondent au rythme décelé à l'aide de la méthode, l'âge peut être déterminé. Ces techniques d'âgeage sont performantes en termes de résultats ainsi que l'ont montré les études réalisées tant sur des mollusques bivalves (Jones et al. 1983; Krantz et al. 1984) que sur des gastéropodes (*Buccinum undatum*, Santarelli et Gros 1985), notamment sur des strombidés (Wefer et Killingley 1980).

Malheureusement le coût élevé de cette technique d'âgeage a interdit la réalisation du protocole initial. Il faut rappeler que l'ornementation de la coquille ne peut pas être interprétée ainsi qu'il est possible pour la plupart des mollusques bivalves notamment des pays tempérés. L'opercule ne peut pas non plus être utilisé comme chez le buccin (Santarelli et Gros 1985). En effet, il croît en longueur et non pas en épaisseur et diamètre, et son extrémité est usée par la locomotion. Il semble d'ailleurs que la croissance des opercules de lambi n'ait jamais fait l'objet de recherches.

L'estimation des paramètres de croissance a été basée sur la croissance coquillière. Le stock étudié étant composé à 92% de juvéniles et de subadultes, c'est surtout la croissance en longueur de la coquille qui a été étudiée. Une fois que la coquille a atteint sa longueur maximale et que le pavillon est formé, la croissance des adultes ne peut plus être décrite par la longueur. Wood et Olsen (1983) ont proposé de mesurer l'épaisseur du pavillon pour décrire complètement la croissance coquillière du lambi.

La croissance coquillière de cette espèce, qu'elle soit en longueur ou en épaisseur, a été décrite par tous les auteurs par le modèle de von Bertalanffy, qui sera le seul utilisé dans cette étude.

* L'outil informatique

Il ne sera pas entrepris ici une présentation détaillée des différents types de techniques d'analyse qui auraient pu être utilisées dans ce travail. Plusieurs auteurs ont étudié les avantages et inconvénients des différentes méthodes existantes (Pauly 1980; Gros 1980, Boer 1988; Chevaillier 1990). Seuls les principes généraux de la méthode utilisée seront rappelés, ainsi que les problèmes théoriques posés par son application.

L'estimation des paramètres de von Bertalanffy sera réalisée pour l'analyse des distributions des fréquences de longueur des captures comme pour l'étude de marquage-recapture, à l'aide du logiciel ELEFAN, proposé initialement par Pauly et David (1981) puis modifié par Pauly (1987). Les caractéristiques de cette méthode numérique, par opposition aux méthodes graphiques, et intégrée, car elle fournit directement une estimation des paramètres de croissance, sont rappelées brièvement ici (Chevaillier 1990): cette méthode a pour inconvénient principal de négliger la variabilité individuelle de croissance; de plus, elle ne fournit pas d'estimation de la variance des paramètres estimés ni des éventuels biais.

C'est la deuxième version du logiciel ELEFAN (Sims 1985) qui a pu être utilisée. Cette version permet d'intégrer des oscillations saisonnières de la croissance. Il est reconnu que la croissance du lambi a une composante saisonnière, liée aux variations de la température de l'eau de mer. Les taux de croissance sont minimaux de mars à avril, puis augmentent pendant les mois d'été, et diminuent d'octobre à novembre (Hesse 1976; Rathier à paraître). Cependant, il n'a pas été entrepris de préciser la valeur des paramètres saisonniers et seuls deux paramètres de l'équation de von Bertalanffy (K , L_{inf}) seront estimés:

$$L_t = L_{\text{inf}} \cdot (1 - \exp(-KD(t-t_0)))^{1/D}$$

où D est un paramètre supplémentaire estimé par le programme (situé entre 0.3 et 1.0) fixé à 1.0 dans cette étude. Le programme ELEFAN donne les résultats avec un coefficient de corrélation supérieur à 0.90. Le paramètre t_0 est arbitrairement fixé à 0, puisque le logiciel utilise seulement les âges relatifs.

C'est donc l'expression classique de l'équation de von Bertalanffy qui est utilisée, sans tenir compte ni de la saisonnalité de la croissance (variation saisonnière du paramètre K), ni de la forme de la courbe, considérée linéaire ($D = 1.0$) pour la phase juvénile.

2.2.1 Analyse des distributions de longueur

2.2.1.1 Les données

L'ensemble des captures enregistrées du métier plongée libre peut être considéré par hypothèse représentatif de la population de lambi vivant à moins de 24 mètres de profondeur.

Cependant, la forte variabilité des stratégies individuelles d'exploitation a conduit à choisir d'analyser la distribution de fréquence de longueur des captures du pêcheur qui a le plus contribué aux captures du secteur est (76%), soit près de 45% de l'ensemble des captures enregistrées du métier plongée libre. Les distributions mensuelles de fréquence de longueur des captures de ce pêcheur sont présentées par la figure 46. Ce choix garantissait une homogénéité pour la provenance des données. En effet, ces lambis ont été capturés entre 0 et 16 mètres de profondeur sur les zones de pêche situées à proximité du Vauclin (cf. Chapitre I, figure 18). Les lambis capturés par ce pêcheur mesurent entre 130 et 300 mm. Aussi les données obtenues devraient permettre l'estimation de paramètres de croissance représentatifs pour le stock.

Fréquence (nombre)

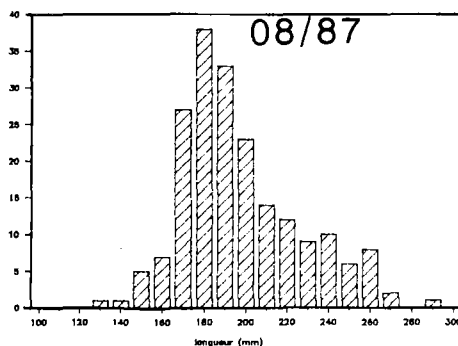
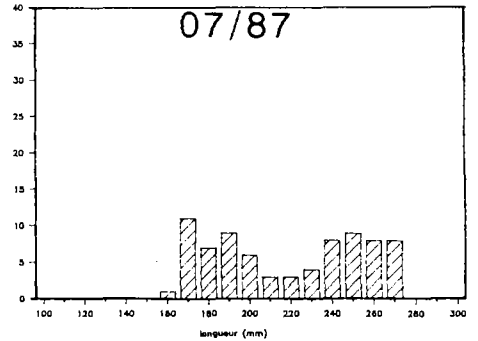
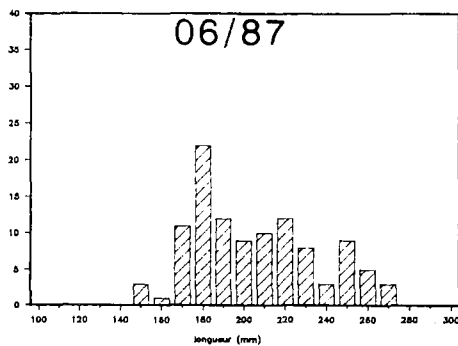
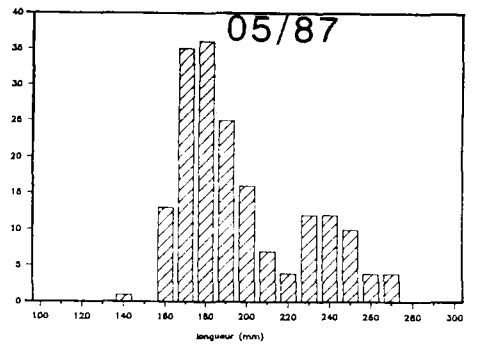
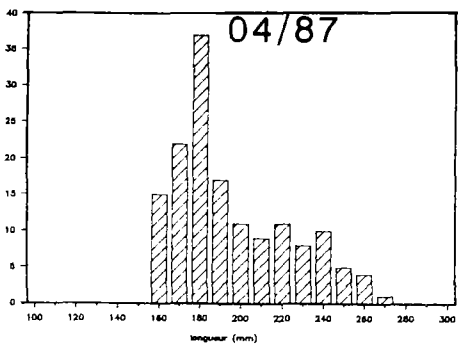
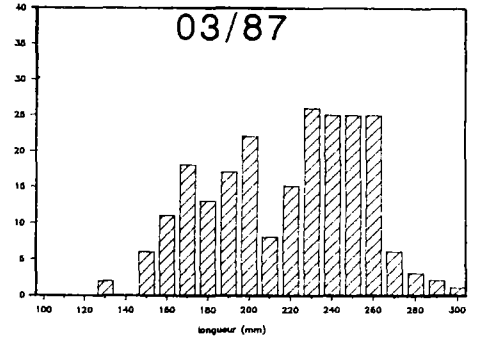
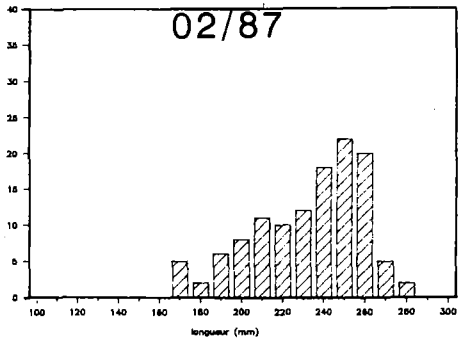
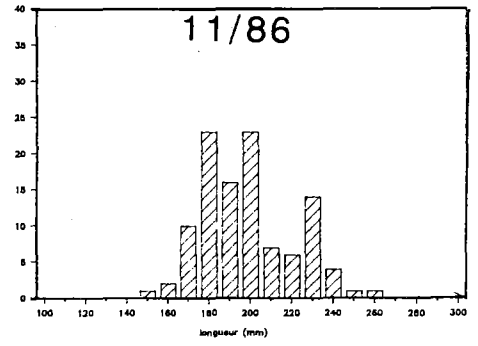
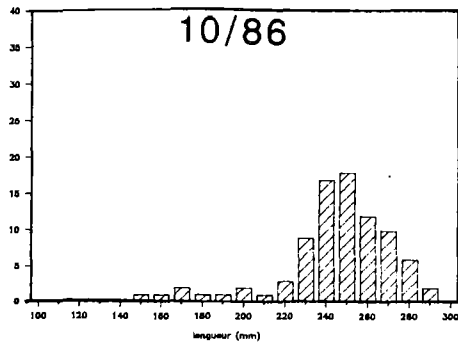


Figure 46. Distribution mensuelle des captures d'un pêcheur du Vauclain

2.2.1.2 Résultats

Les paramètres de l'équation de von Bertalanffy estimés par le logiciel ELEFAN sont :

$$\begin{aligned} L_{\text{inf}} &= 328 \text{ mm} \\ K &= 0.408 \text{ an}^{-1} \end{aligned}$$

2.2.2 Marquage-recapture

Les techniques de marquage-recapture ont l'avantage de permettre une estimation rigoureuse des paramètres de l'équation de von Bertalanffy. Il est reproché à ces études d'être coûteuses en temps d'expérimentation mobilisé et d'être risquées. En effet, il n'est pas possible de s'assurer a priori de taux de survie et de recapture suffisants pour l'estimation des paramètres de croissance. Le caractère benthique de l'animal facilite cependant l'utilisation de cette technique d'âgeage, à condition de prendre quelques précautions méthodologiques, l'intervalle de taille étudié en particulier.

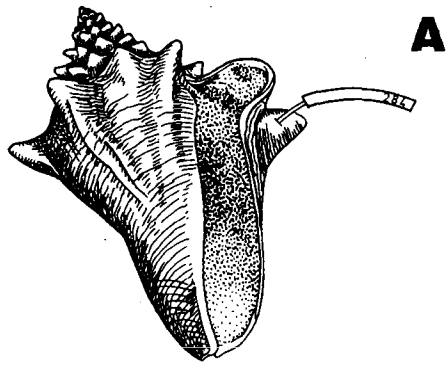
D'une part il n'était pas possible d'obtenir un grand nombre d'animaux inférieurs à 100 mm du milieu naturel au moment de l'étude. D'autre part, il n'était pas envisageable d'utiliser des lambis de taille supérieure à 200 mm. En effet, à partir de cette taille les capacités motrices du lambi rendent leurs déplacements extrêmement difficiles à suivre, d'autant que les moyens en personnel étaient limités à une seule personne. Aussi, c'est la croissance juvénile de la phase recrutée qui a été étudiée par cette étude de marquage-recapture.

2.2.2.1 Matériel et méthode

Pour estimer les paramètres de croissance K et L_{inf} de l'équation de von Bertalanffy, 200 lambis du milieu naturel entre 70 et 200 mm (moyenne: 122.3 mm; écart-type: 25.2 mm) ont été collectés autour de la Martinique (Anses d'Arlet, Ste Luce et Marin pour la côte sud, François, Robert et baie du Trésor pour la côte est). Les lambis ont été marqués et relâchés sur le site de Pointe-Fort. L'aire de lâcher a été explorée à intervalles irréguliers pendant les deux années qui ont suivi et les lambis trouvés ont été mesurés (longueur siphonale) au millimètre près puis relâchés.

Méthode de marquage. Des marques jaunes Floy spaghetti numérotées (Floy tag Type 68B, Seattle) ont été insérées à travers un trou de 2 mm percé au niveau de la bosse de la coquille située le plus près de l'ouverture siphonale. Cette bosse est celle qui a été formée le plus récemment (figure 47.A).

Description du site de Pointe-Fort. La figure 47.B présente la localisation géographique du site. Il s'agit du côté sous le vent d'un petit ensemble récifal









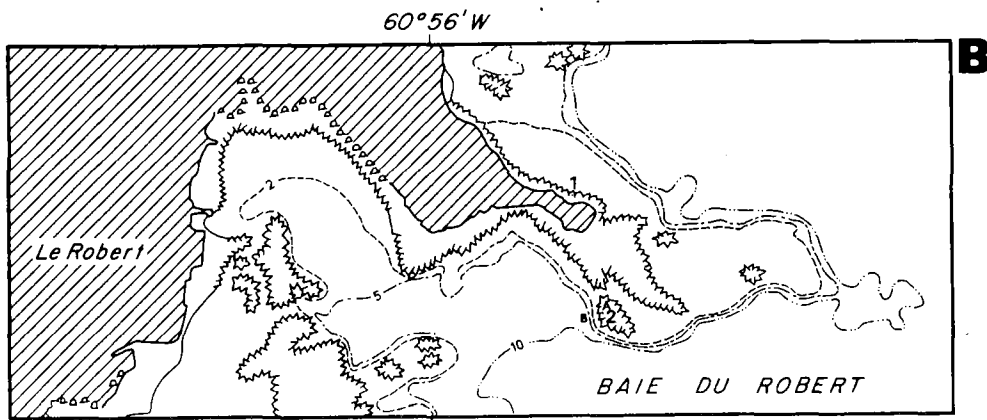
A

A- Lambi marqué - 120 mm

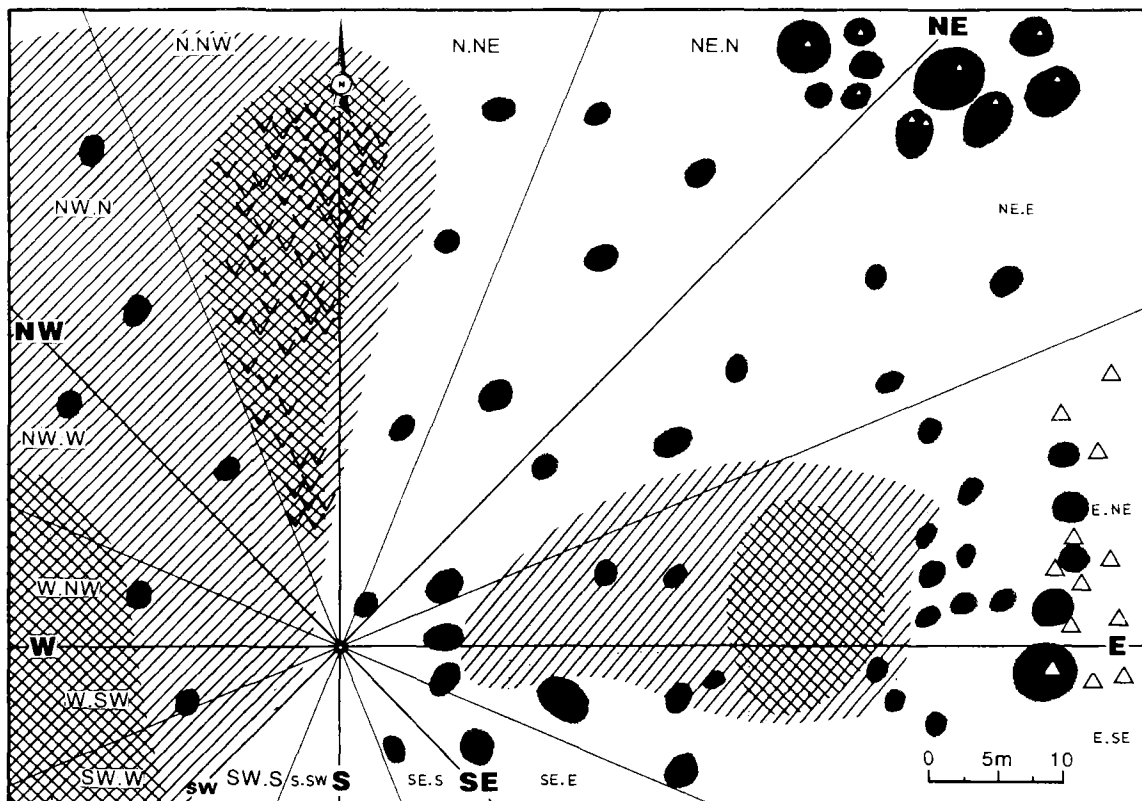
B- Situation du site de lâcher

C- Herbier de Pointe-fort

-  Herbier: faible densité (50% du site)
-  densité moyenne (20% du site)
-  forte densité (15% du site)
-  Tâches de sable
-  Récif (15% du site)
-  Point 0: point de lâcher



B



C

Figure 47. Marquage recapture.

rocheux situé à faible profondeur (0.7 à 1.5 m), orienté nord-est/sud-est, qui occupe 15% de l'aire d'étude (figure 47.C). Le reste du site est recouvert d'un herbier principalement d'herbe à tortue *Thalassia testudinum* (60 à 95%) et de *Syringodium filiforme*, de densité faible à moyenne (40-100 g poids sec/m²), entrecoupé de tâches de sable inférieur à 2.5 mm en moyenne (Rathier à paraître).

Quelques prédateurs potentiels de l'espèce reportés par Randall (1964) ont été trouvés sur le site: crabes ermites, langoustes, *Fascolaria tulipa*, raies et poulpes ont été observés mais ni retirés ni évités avant ou pendant l'opération.

2.2.2.2 Résultats

Les 72 lambis recapturés (36%) ont été trouvés sur le site de Pointe-Fort principalement dans les zones inférieures à 2 m de profondeur. Aucune coquille vide n'a été retrouvée. Le taux de croissance est de 0.21 mm/jour (écart-type: 0.09 mm) pour des périodes moyennes de lâcher de 107 jours (écart-type: 71 jours).

Les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy estimés par le logiciel ELEFAN sont:

$$\begin{aligned} L_{\text{inf.}} &= 338.6 \text{ mm} \\ K &= 0.388.\text{an}^{-1} \end{aligned}$$

Une fois terminée sa croissance en longueur, le lambi est âgé en moyenne de trois ans et demi à quatre ans.

2.2.3 Formation du pavillon et croissance en épaisseur

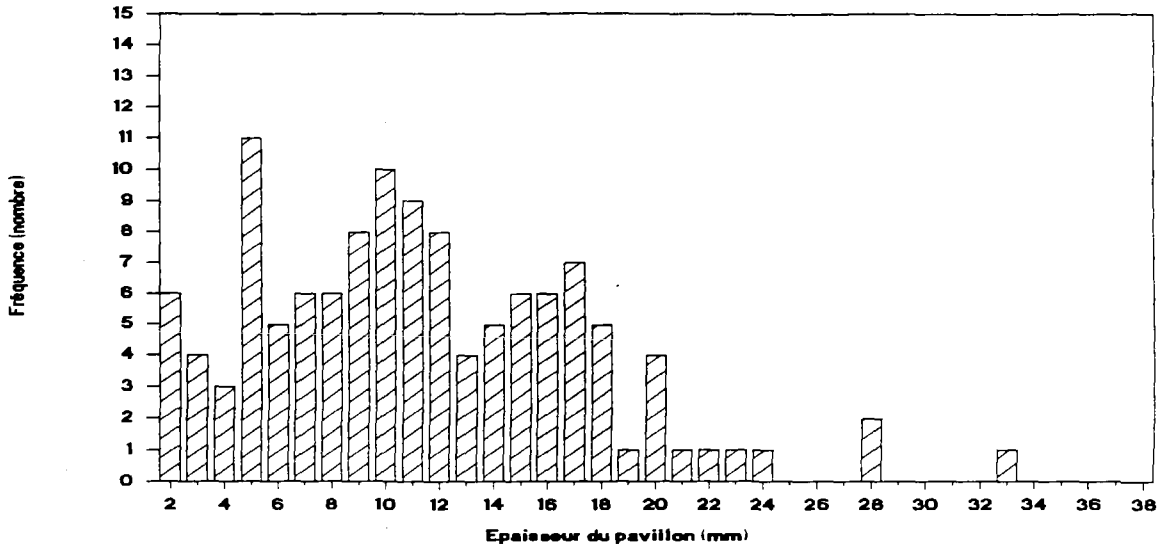
2.2.3.1 Formation du pavillon

Les données des moyennes de longueur siphonale en fonction du stade de pavillon ont été utilisées pour tenter d'estimer le temps nécessaire à la formation du pavillon en Martinique. D'après l'équation de von Bertalanffy dont ont été estimés les paramètres par les deux méthodes, le pavillon serait totalement formé en 1 à 2.5 mois. Cette durée est une simple indication, vraisemblablement sous-estimée car il n'est pas tenu compte du fait que la croissance en longueur est déjà fortement ralentie au moment de la formation du pavillon.

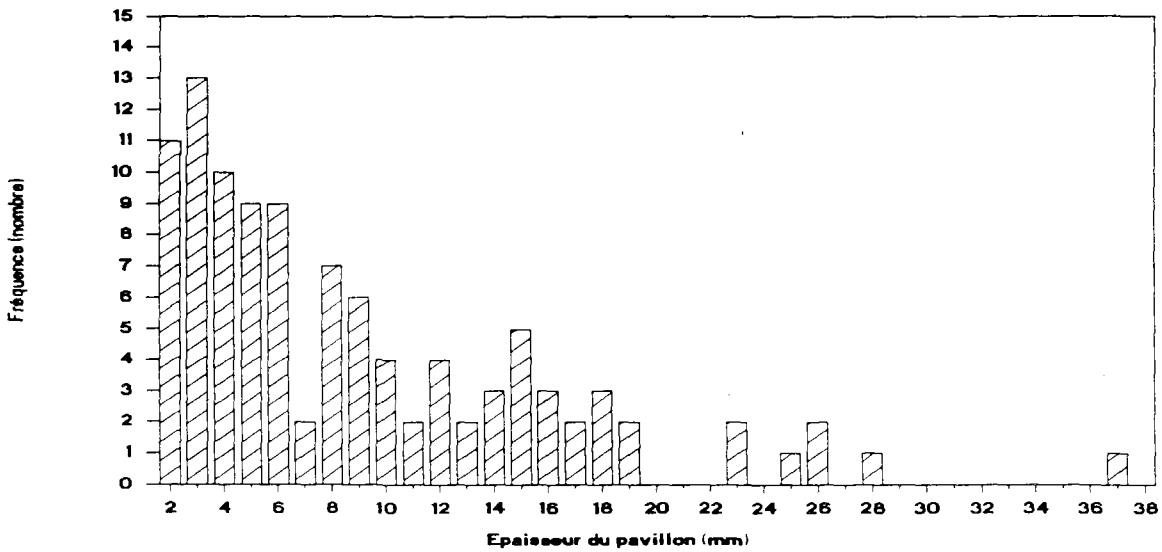
2.2.3.2 Croissance en épaisseur

Seuls 7.6% des captures de cette étude étaient constitués de lambis pavillonnés (341 individus dont 88% pour le secteur est). Les données de

Octobre 1986 / Février 1987



Mars / Avril / Mai 1987



Juin / Juillet / Août 1987

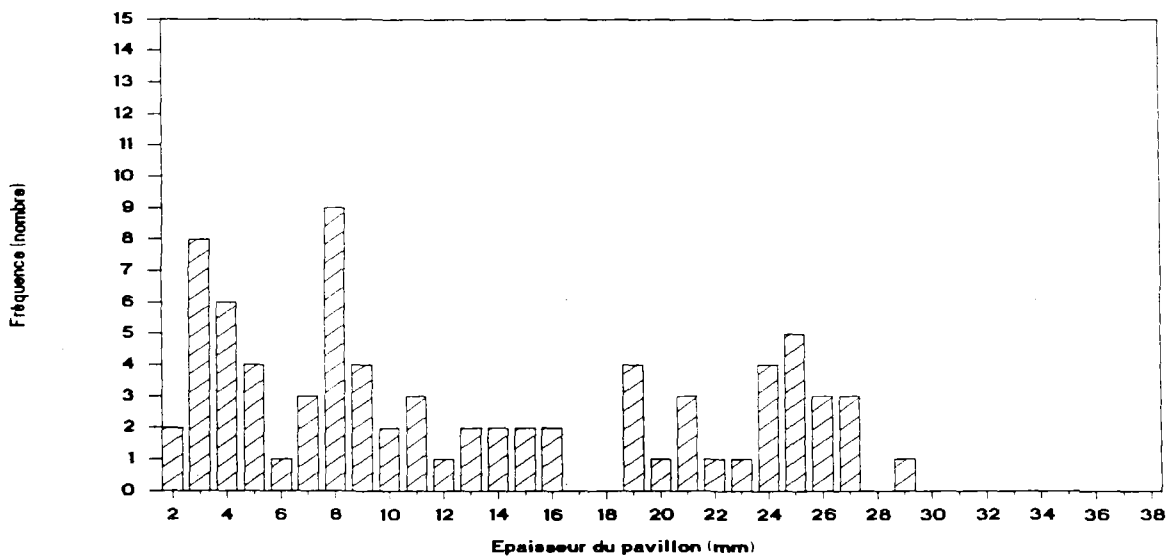


Figure 48. Distribution trimestrielle des épaisseurs de pavillon; secteur est.

fréquence mensuelles d'épaisseur du pavillon n'étaient pas suffisantes pour que soit tentée une analyse de leur distribution. Bien que quelques modes soient discernables sur les distributions de fréquence d'épaisseur du pavillon pour le secteur est présentées par trimestre (figure 48), les effectifs trimestriels ont été jugé trop faibles pour estimer les paramètres de l'équation de croissance de von Bertalanffy.

2.2.4 Discussion

2.2.4.1 Croissance en longueur

Les résultats de croissance (0.21 mm/jour) obtenus dans l'expérimentation de marquage-recapture avec des lambis de 70 à 200 mm sont parmi les plus hauts taux de croissance de lambis élevés ou vivants dans le milieu naturel reportés dans la bibliographie (de 0.16 mm/jour (1982) à 0.3 mm/jour (1984), Laughlin and Weil; 0.14 mm/jour, Brownell 1977; 0.10-0.15 mm/jour, Stoner 1989a; 0.1-0.2 mm/jour, Stoner et Waite (1991); 0.22 à 0.24 mm/jour, Gibson et al. 1983)).

Les bons résultats de croissance et de recapture indiquent que le site de Pointe-Fort était adapté aux juvéniles de lambi, site où des lambis "sauvages" étaient trouvés régulièrement. Ces résultats confirment que les juvéniles ont une préférence pour les herbiers de faible à moyenne densité, de préférence avec une couche de détritus végétaux de faible à moyenne épaisseur (Stoner et Sandt 1991; Rathier à paraître).

Les paramètres des deux équations de croissance obtenus par l'analyse des fréquences de longueur et par l'étude de marquage-recapture sont parmi les plus élevés estimés par d'autres auteurs ayant aussi utilisé les techniques de marquage-recapture (Berg 1976; Randall 1964; Alcolado 1976; Strasdine 1984). Les études réalisées avec des juvéniles (Glazer 1993) montrent que le paramètre K peut varier fortement sur des périodes de moins de 6 mois de 0.48 à 1.24 selon les individus.

L'homogénéité des estimations de L_{inf} et de K des deux méthodes est remarquable, 10.6 mm et 0.02 an⁻¹ respectivement; ces différences sont trop minimes pour qu'il soit tenté de les expliquer.

Si l'estimation de K par l'analyse de la distribution des fréquences de longueur est plus forte que celle issue du marquage-recapture, l'inverse est observé entre les estimations de L_{inf} des deux méthodes. La valeur de la longueur maximale observée dans l'échantillon des captures (L_{max} = 302 mm) représente 92% de L_{inf} . Dans l'expérimentation de marquage-recapture, la longueur maximale observée en fin d'expérimentation (215 mm) représente seulement 64% de L_{inf} .

Boer et Laurec (1987) ont montré l'existence de colinéarités très fortes entre les estimations des différents paramètres de croissance. La corrélation négative existant généralement entre K et L_{inf} . (Boer 1988; Chevaillier 1990) pourrait expliquer le sens inverse des différences entre les paramètres estimés par les deux méthodes.

La courbe de croissance obtenue par l'analyse de la distribution des fréquences de longueur recouvre plus largement l'intervalle des tailles capturées. Celle obtenue par marquage-recapture représente mieux en revanche la croissance des individus de moins de 200 mm de la distribution des fréquences de longueur des captures.

2.2.4.2 Formation du pavillon

La vitesse de formation du pavillon en Martinique (moins de 3 mois), bien que sous-estimée, est similaire à celle obtenue lors d'une étude de marquage-recapture réalisée à Porto Rico (Appeldoorn 1988a). D'une façon générale, l'ordre de grandeur de la formation du pavillon est de quelques mois en Martinique comme dans la Caraïbe.

2.2.4.3 Croissance en épaisseur du pavillon

D'après l'équation de croissance en épaisseur du pavillon établie par Appeldoorn (1988a), un pavillon de 37 mm, maximum observé en Martinique, serait formé en 2 ans et demi à 3 ans. Ajouté à l'âge moyen estimé d'un lambi à la fin de sa croissance en longueur, le lambi serait donc âgé de 6 à 7 ans une fois terminée la croissance en épaisseur du pavillon.

En approchant la croissance en épaisseur du pavillon en fonction du temps par une relation linéaire, i.e à un taux de croissance mensuel en épaisseur du pavillon, il est possible de comparer le résultat d'Appeldoorn (1988a), - 1.03 à 1.23 mm - à celui d'autres auteurs. Hesse (1976) aux îles Turks et Caïcos a estimé le taux de croissance mensuel à 1.25 mm chez les plus jeunes lambis pavillonnés par une étude de marquage-recapture. Les études d'âgeage des coquilles par l'analyse de la composition isotopique O^{18}/O^{16} , variant selon la température (16 à 30°C) ont permis d'estimer un taux de croissance mensuel de 0.6 mm aux Bermudes (Epstein et Lowenstam 1953; Wefer et Killingley 1980). La variabilité du taux de croissance en épaisseur a deux sources, individuelle et géographique. Cette deuxième source de variabilité prédominerait et expliquerait la plus grande partie de la variabilité du taux de croissance en épaisseur du pavillon. La température de l'eau de mer, décroissante en allant vers le nord, serait le facteur déterminant de la variabilité du taux de croissance en épaisseur du pavillon (Wefer et Killingley 1980; Johnson 1965, Appeldoorn 1988a).

L'analyse de la distribution des fréquences d'épaisseur obtenue par Wood et Olsen (1983) fait apparaître 4 modes (11.5, 19.1, 26.2 et 32.2 mm), comme en Martinique, qui ne sont pas situés de la même façon (figure 45.A). En forçant le nombre de pics à 3 de la distribution obtenue par Wood et Olsen, les modes deviennent (14.2, 25.2, 32.6 mm) (Appeldoorn 1988a). Le caractère trop imprécis de ces résultats conduit à ne pas tenter de faire correspondre les modes de la distribution de fréquence des épaisseurs obtenue en Martinique à des groupes d'âge.

2.3 - Variations morphométriques de la coquille

Les lambis du secteur sud sont inférieurs de 20 mm en moyenne à ceux du secteur est (§ 2.1.2 et 2.1.3). De plus, une différence morphologique entre les coquilles du secteur est et celles du secteur sud, nettement visible chez les juvéniles, semblait exister pour l'enquêteur lors de l'échantillonnage dans les captures. Si, par hypothèse, le stock sera toujours considéré unitaire, il pourrait être tenu compte de ces disparités pour l'adaptation locale d'une réglementation, dans une perspective de gestion décentralisée de la ressource.

Dans un premier temps le schéma morphométrique des coquilles appartenant à ces deux sous-ensembles est établi. Il est ensuite tenté de déterminer les causes des éventuelles dissemblances.

2.3.1 Méthode d'étude

2.3.1.1 Variables mesurées et relations recherchées

La morphométrie des coquilles de lambi du stock est étudiée par les relations entre les variables mesurées. Peu d'auteurs ont étudié la variabilité morphométrique des coquilles au sein du stock ou dans le cas d'absence d'exploitation, de la population étudiée. Certaines des variables étudiées de la coquille ont été introduites par Alcolado (1976).

* Relation entre la longueur siphonale (L) et la longueur du corps (A) (figure 30). L'étude de la relation "longueur siphonale/longueur corps" a été motivée par le souci de pouvoir incorporer les rejets d'échantillonnage (§ 2.1.1.2) pour ne pas sous-estimer l'effectif des classes de lambi proches de la taille recrutée dans le stock. La connaissance d'une relation entre ces deux variables devrait permettre l'exploitation de ces données pour lesquelles seule la variable A est disponible.

* Relation entre la longueur du corps (A), i.e le cône inférieur de la coquille, (de l'extrémité de la bordure siphonale antérieure à un point situé sur le dernier tour de spire entre deux bosses) et la plus grande largeur du corps de la coquille (B) (mesurée à l'extrémité postérieure de l'ouverture siphonale) (figure 30).

secteur est

$n_i : 8$

$n_{i-1} : 9$



secteur sud

$n_i : 6$

$n_{i-1} : 7$



Figure 49. Variabilité phénotypique des coquilles de lambi; nombre de bosses par spire (n_i, n_{i-1}) et diamètre.

(2 individus de longueur siphonale identique)

* Le nombre de bosses pour les deux dernières spires: n_i est le nombre de bosses de la dernière spire, i.e les plus récentes, et n_{i-1} est le nombre de bosses de l'avant-dernière spire (figure 49). Les nombres de bosses par spire sont comparés pour des individus de longueur siphonale similaire (± 10 mm).

2.3.1.2 Les outils de traitement

Les relations entre les variables (longueur siphonale (L), diamètre maximal (D), largeur corps (B), longueur corps (A)) ont été établies par la méthode de régression; les tests de comparaison de moyennes ont été utilisés pour déterminer les différences de nombre de bosses par spire (n_i , n_{i-1} , n_i+n_{i-1}) entre les secteurs.

2.3.1.3 Echantillonnage dans les débarquements

Il n'a pas été établi une procédure stricte pour ce sous-échantillonnage des captures. Le temps nécessaire aux mesures, paramètre très contraignant (2 heures pour une centaine de lambis), a conduit à définir une démarche opportuniste. Soit tous les lambis capturés d'une prise élémentaire étaient mesurés, s'ils n'étaient pas trop nombreux, soit une partie seulement, et cela indépendamment de la procédure de collecte des données de longueurs.

2.3.2 Résultats

2.3.2.1 Longueur siphonale/longueur corps

Les tests de comparaison entre les longueurs corps moyennes de l'est et du sud ($n = 768$) et leurs variances respectives n'ont pas permis de rejeter H_0 (H_0 , ou hypothèse nulle, i.e pas de différence entre les moyennes des deux secteurs).

Le fort coefficient de corrélation entre la longueur siphonale et la longueur corps, 0.98, était attendu dans les deux secteurs. Il montre que la méthode de mesure a été respectée tout le long de l'enquête ou du moins que s'il y a eu erreur de mesure, elle a été propagée dans l'ensemble de l'échantillon de la même façon, ce qui revient à annuler le biais.

Les équations de la relation entre L et A établies par régression linéaire sont pour chaque secteur:

Secteur sud: $A = 0.85 L - 25.29$ $r^2=96.9\%$ $n=311$

Secteur est: $A = 0.89 L - 31.74$ $r^2=96.9\%$ $n=457$

Pour les lambis de 120 à 230 mm, il est possible de considérer que le rapport entre longueur siphonale et longueur corps est identique dans les deux secteurs.

2.3.2.2 Longueur corps/largeur corps

Le fort coefficient de corrélation entre la longueur corps et la largeur corps est du même ordre dans les deux secteurs: 0.98 pour le secteur est et 0.96 pour le secteur sud. Les tests de comparaison de moyennes et de variances effectués montrent que les distributions des variables étudiées sont normales ($n = 289$).

Après examen de la relation linéaire, il est apparu que le modèle logarithme décrivait le mieux la relation existant entre longueur corps et largeur corps. Les équations de la relation entre A et B établies pour chaque secteur sont:

$$\text{Secteur sud:} \quad \ln B = 3.05 + 6.33 \cdot 10^{-3} \cdot A \quad r^2=92.2\% \quad n=128$$

$$\text{Secteur est} \quad \ln B = 2.90 + 6.98 \cdot 10^{-3} \cdot A \quad r^2=95.8\% \quad n=161$$

D'après ces résultats, les lambis du secteur sud auraient un corps légèrement plus large que ceux du secteur est, ou exprimé différemment, plus massif, puisque plus court. La différence entre les deux secteurs est ténue mais confirme ce qui avait été observé.

2.3.2.3 Nombre de bosses par spire

Le nombre de bosses par spire a été enregistré pour 674 individus, 274 pour le secteur sud et 400 pour le secteur est. Moyennes et écart-types du nombre de bosses par spire pour chaque secteur indiquent qu'il existe une différence morphologique très nette entre les lambis de la côte est et ceux de la côte sud.

Tableau 12. Nombre moyen de bosses par spire pour chacun des secteurs.

	n_i (spire 1)	n_{i-1} (spire 2)	$n_i + n_{i-1}$
Secteur est			
Moyenne	7.2	8.6	16.5
Variance	1.9	3.0	8.6
Ecart-type	1.4	1.7	2.9
Secteur sud			
Moyenne	7.9	7.1	14.3
Variance	2.2	1.3	5.1
Ecart-type	1.5	1.1	2.3

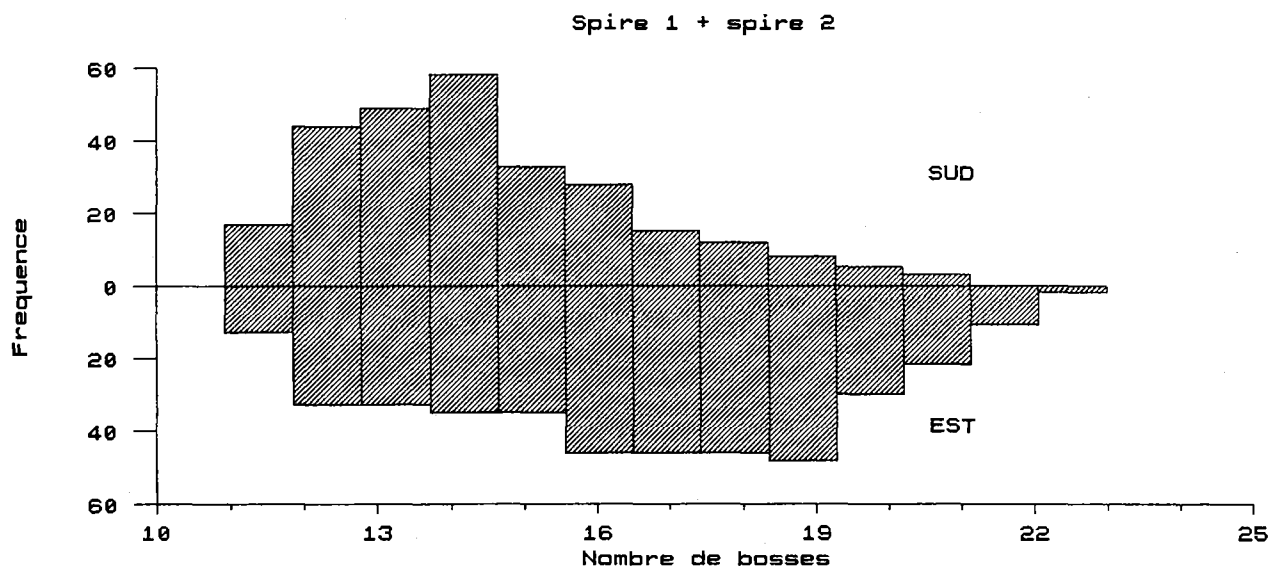
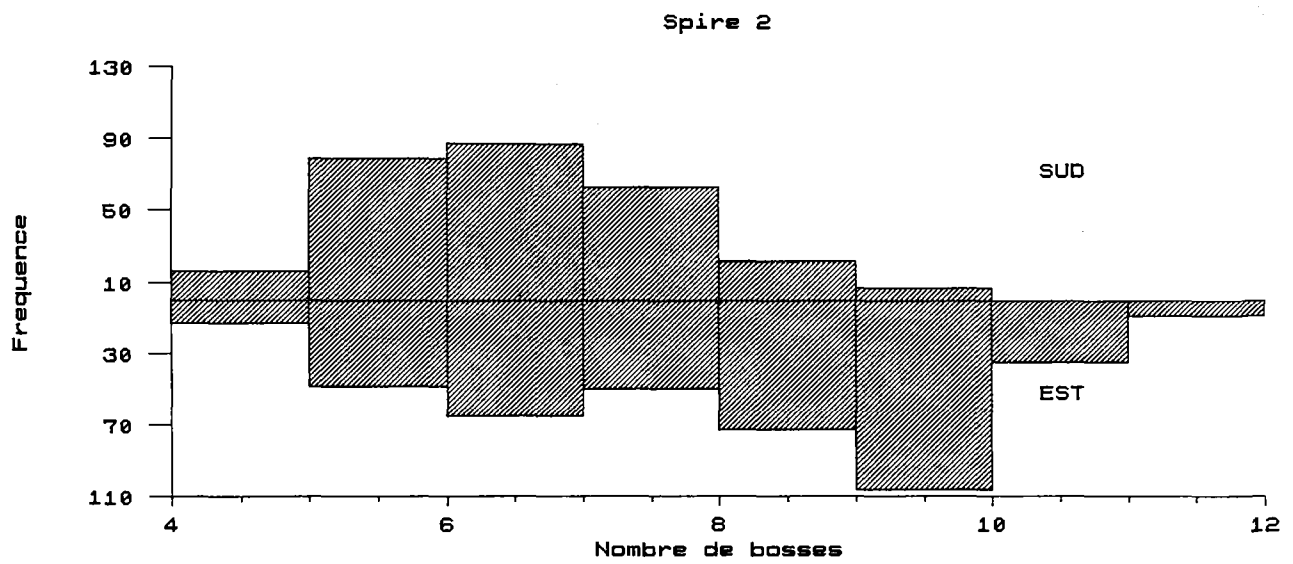
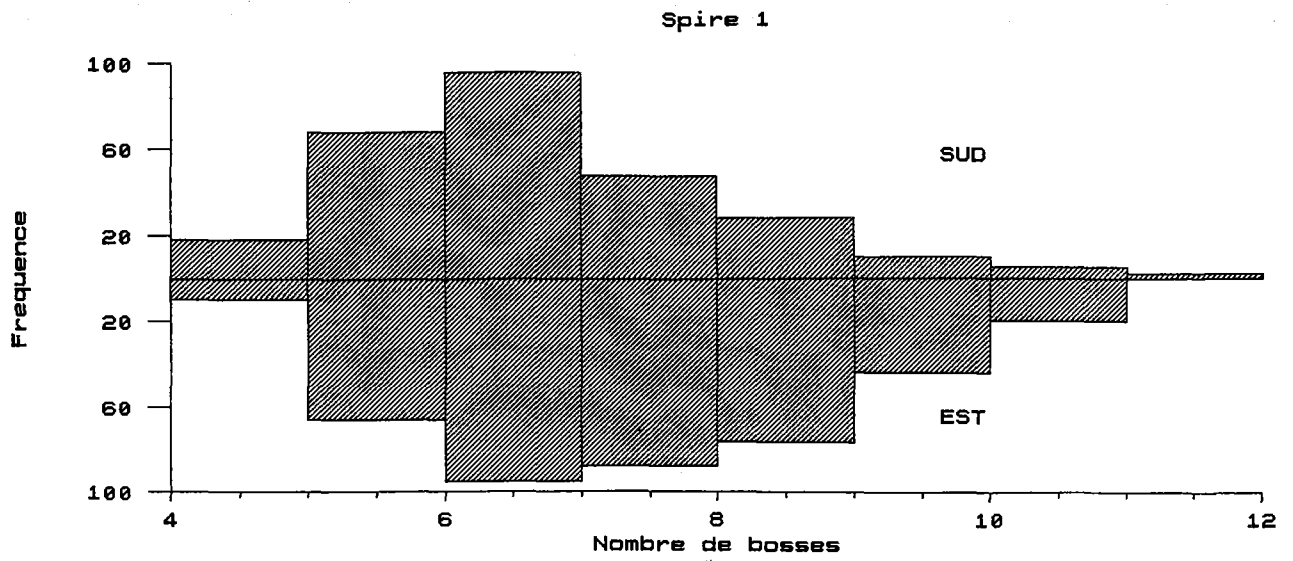


Figure 50. Distribution du nombre de bosses par spire

Les tests de différences de moyenne effectués ($p = 95\%$) ont conduit à rejeter l'hypothèse nulle qui était la non différence de moyennes entre l'est et le sud dans tous les cas.

Les distributions de fréquence du nombre de bosses par spire et cumulé pour les deux spires pour chaque secteur sont présentées sur la figure 50.

Si le nombre de bosses par spire varie entre 4 et 12 pour chacun des secteurs, il apparaît dans ces résultats, notamment pour le nombre cumulé de bosses des deux spires étudiées, que la variance est plus forte dans le secteur est que dans le secteur sud.

Les observations montrent que la hauteur d'une bosse est d'autant plus grande que le nombre de bosses par spire est faible. Le diamètre total "hors tout" (D), mesuré au niveau de la dernière spire, où les bosses sont les plus proéminentes (figure 50) est donc d'autant plus fort que le nombre de bosses par spire est faible.

2.3.3 Discussion

2.3.3.1 Le schéma morphométrique

Dans cette étude, les rejets d'échantillonnage étaient très peu importants, aussi il n'a pas été jugé nécessaire de transformer les données de longueur corps en longueur siphonale par la relation de régression trouvée (§ 2.1.1.2). Ce type de relation peut être utile lorsque au cours d'un échantillonnage beaucoup de coquilles juvéniles sont fracturées. Dans l'absolu, il faudrait que l'équation reliant la longueur corps à la longueur siphonale soit établie pour chaque longueur siphonale. Cela nécessiterait la mesure d'une trentaine de lambis de chaque longueur siphonale entre 70 et 200 mm. Cependant, la régression de type linéaire qui relie les variables permet de se contenter d'une équation de régression globale pour l'intervalle de longueurs considéré.

Les relations longueur siphonale/longueur corps et longueur corps/largeur corps associées à celle décrivant les ornements de la coquille (nombre de bosses par spire) permettent la description morphométrique de la coquille pour chaque secteur. Pour résumer, les lambis de la côte sud seraient par rapport à ceux de la côte est, plus courts et plus massifs et posséderaient des bosses plus longues et moins nombreuses. Une discussion concernant les causes possibles de cette différence entre les deux secteurs est maintenant proposée.

2.3.3.2 Causes de la variabilité phénotypique

Dans le cas de la Martinique, le stock de lambi est défini comme la fraction exploitée de la population, composée ou non de sous-populations.

L'objectif de l'étude des variables morphométriques est de distinguer éventuellement ces sous-populations. Tout stock présente une variabilité morphologique parmi ses individus. La variabilité du schéma morphométrique entre les deux secteurs peut théoriquement avoir une cause génétique et une cause écologique, vraisemblablement mêlées et dépendantes dans la transmission des caractères de génération en génération par la reproduction.

* Environnement

La plupart des auteurs s'accordent pour dire que la variabilité phénotypique observée ou hétérozygotie est généralement positivement corrélée aux processus de production tels que croissance et fécondité (Alcolado 1976; Stoner sous presse; Mitton et Grant 1984; Mitton 1993), très influencés par les facteurs écologiques.

Alcolado (1976) a nommé écophénotypes les différentes formes de coquille observées à Cuba. Cet auteur a trouvé que les lambis présentant le moins grand nombre de bosses par spire vivaient plus profonds. Il a aussi montré que les taux de croissance diminuaient avec la profondeur. Stoner (données non publiées) a confirmé ces résultats sur des lambis des Bahamas. Plus le taux de croissance est élevé plus les bosses seront petites, nombreuses, et la coquille fine. D'après les résultats des auteurs cités, la différence de morphométrie des coquilles de lambis entre les deux secteurs serait le signe d'une croissance plus lente dans le secteur sud que dans le secteur est. Il n'est malheureusement pas possible de confirmer dans cette étude l'existence d'une relation entre taux de croissance et morphométrie, par manque de données sur la rapidité de croissance des lambis du secteur sud. Cette croissance plus lente pourrait être expliquée par le fait que les lambis du secteur sud vivent plus profonds (cf. 2.1.5.1) que ceux du secteur est en raison de la structure bathymétrique des fonds marins le long du canal de Ste Lucie. Lorsque les lambis élevés par l'aquaculture ont subi des retards de croissance en raison de nourriture inadéquate ou insuffisante, une proportion non négligeable (20%) acquière le pavillon dès la taille de 15 cm, au lieu des 18-20 cm habituels (Dalton 1993). Des facteurs biotiques moins favorables pour la croissance sur la côte sud pourraient expliquer que la longueur siphonale moyenne des adlutes y soit inférieure de 20 mm par rapport au secteur est.

* Hérédité

Le schéma morphométrique est le résultat de la transmission héréditaire des caractères et la variabilité du taux de croissance est en partie expliquée génétiquement.

Parmi les phénotypes de *Strombus gigas*, le polymorphisme des protéines de la glande digestive a été le plus étudié comme chez beaucoup de mollusques (Berger 1973 et 1983; Koehn et Hilbish 1987). Les populations isolées

géographiquement (Bermudes et Barbade) présentent une certaine homogénéité des phénotypes protéiques, suggérant que le degré d'hétérozygotie est fortement lié aux mélanges de populations (Mitton et al. 1988). Les études génétiques ont montré que le taux d'hétérozygotie augmentait lorsque les populations pouvaient bénéficier d'un recrutement externe dans le cas de leur proximité et d'une circulation courantologique favorable (Mitton et al. 1988). Cela a été montré au sein des archipels des Grenadines, des Turks et Caïcos, de St Kitts Nevis et aussi à l'île de Ste Lucie entre le nord et le sud. A propos de cette île située à 15 kilomètres au sud de la Martinique, les auteurs ont pensé qu'il n'y avait pas de différence d'habitat entre les deux extrémité de l'île de Ste Lucie ni de différences morphométriques entre les coquilles. Les études actuelles n'ont pour l'instant jamais tenté de relier l'hétérozygotie enzymatique au taux de croissance et au schéma morphométrique. Cela mériterait d'être tenté, sachant que les différences morphométriques peuvent être ténues. Pour expliquer l'hétérozygotie marquée de sites aussi proches, les auteurs ont suggéré l'absence de mélange entre les populations larvaires qui leur permet de garder une certaine homogénéité.

Conclusion des variations morphométriques

Les données acquises dans cette étude ont seulement permis de décrire la variabilité morphométrique observée. Celle-ci est expliquée en faisant appel à l'hérédité et à l'environnement, sans qu'il soit possible et nécessaire de trancher. L'hétérozygotie d'une population est certes transmise génétiquement, mais les facteurs écologiques permettent sa conservation (Mitton 1993).

D'après la carte des fonds marins de la Martinique (cf. Chapitre I, figure 6), il y a une forte probabilité pour que les géniteurs des secteurs est et sud soient géographiquement séparés. En revanche, il est vraisemblable qu'une partie des larves émises par les géniteurs du secteur sud remontent avec les courants (cf. Chapitre I, figure 7.b) vers le secteur est. Cela pourrait expliquer la variance plus importante du nombre de bosses par spire et des longueurs siphonales des coquilles de l'est de la Martinique. L'existence de fonds peu profonds, plus disponibles sur la côte est, pourrait induire de meilleurs taux de croissance, favorisés génétiquement dans la population par un fort taux d'hétérozygotie probable, et réciproquement.

Aussi, bien que les deux secteurs soient différenciables sur nombre de points, il n'est pas possible de scinder cet ensemble géographique.

2.4 - La croissance pondérale des juvéniles

La croissance pondérale des juvéniles (comprenant les subadultes) s'effectue par l'accroissement simultané du poids de chair et de coquille. Lorsque le pavillon se forme, la croissance en poids de coquille semble être

privilegié. Le poids de chair continue cependant de s'accroître à un rythme ralenti pendant la formation du pavillon.

Pour l'établissement de la relation taille-poids, nécessaire à l'utilisation des programmes de simulation de la production en fonction de différentes stratégies d'exploitation, le biologiste doit choisir parmi les variables suivantes: le poids total de l'animal, le poids de chair, le poids de chair éviscérée (appelé poids éviscéré par commodité d'écriture).

Pour les adultes, la croissance du poids de chair continue lors de la croissance en épaisseur du pavillon, pendant l'acquisition de la maturité sexuelle, soit un à deux ans après la formation du pavillon (Appeldoorn 1988a). Le poids total de l'animal continue ensuite de s'accroître en poids de coquille jusqu'à l'épaississement maximal du pavillon. Il peut ensuite décroître lorsque la dégradation externe par les organismes perforateurs et l'érosion de la coquille ne sont plus compensés par la sécrétion de matière coquillière. L'âge de l'animal adulte nécessite d'intégrer la croissance du pavillon, soit en longueur, soit en poids de coquille. La chair de l'adulte croît aussi par le développement des gonades. La variable choisie pour étudier le poids peut-être reliée soit à la longueur de la coquille, soit à l'épaisseur du pavillon.

Pour le sous-échantillon des adultes pavillonnés, aucune relation entre les différentes variables citées ne peut être proposée en raison soit d'effectifs trop faibles, soit par manque de signification des relations trouvées. Aussi, seules sont présentées celles établies pour les juvéniles, pour chacun des secteurs, et pour l'ensemble de la zone étudiée.

2.4.1 Les relations étudiées

Les relations entre chacune des références pondérales exposées et la longueur sont recherchées, par une régression de type exponentiel:

- relation longueur (L)/poids total (Wt);
- relation longueur/poids de chair (Wc);
- relation longueur/poids éviscéré (We).

Comme pour l'étude morphométrique des captures, il n'a pas été établi une procédure stricte pour sous-échantillonner les captures afin d'obtenir les couples longueur-poids ou épaisseur-poids. La relation allométrique classique $W(t) = aL(t)^b$, où a et b sont des constantes, a été utilisée.

Les relations existant entre les composantes du poids sont établies par régression linéaire.

2.4.2 Résultats

2.4.2.1 Relation longueur-poids total

Les mesures du poids humide total de l'animal sont toujours surestimées en raison de la rétention d'eau à l'intérieur de la coquille.

* Secteur est

$$W_t (g) = 2.694.10^{-5} \times L(mm)^{3.221}$$

r ²	Coeff.corr	Ecart-type	n	Lmin	Lmax
94.8	0.97	0.116	322	113	265

* Secteur sud

$$W_t (g) = 2.533.10^{-4} \times L(mm)^{2.806}$$

r ²	Coeff.corr	Ecart-type	n	Lmin	Lmax
90.1	0.95	0.171	178	108	239

* Secteurs est et sud

$$W_t (g) = 1.423.10^{-4} \times L(mm)^{2.906} \quad (\text{figure 51})$$

r ²	Coeff.corr	Ecart-type	n	Lmin	Lmax
91.6	0.96	0.153	499	108	265

2.4.2.2 Relation longueur-poids de chair

* Relation longueur-poids éviscéré

$$W_c (g) = 1.73.10^{-6} \times L(mm)^{3.395} \quad (\text{figure 52})$$

r ²	Coeff.corr	Ecart-type	n	Lmin	Lmax
91.1	0.96	0.188	49	129	280

* Relation longueur-poids de chair

$$W_c (g) = 1.877.10^{-6} \times L(mm)^{3.46}$$

r ²	Coeff.corr	Ecart-type	n	Lmin	Lmax
93.3	0.97	0.155	82	129	280

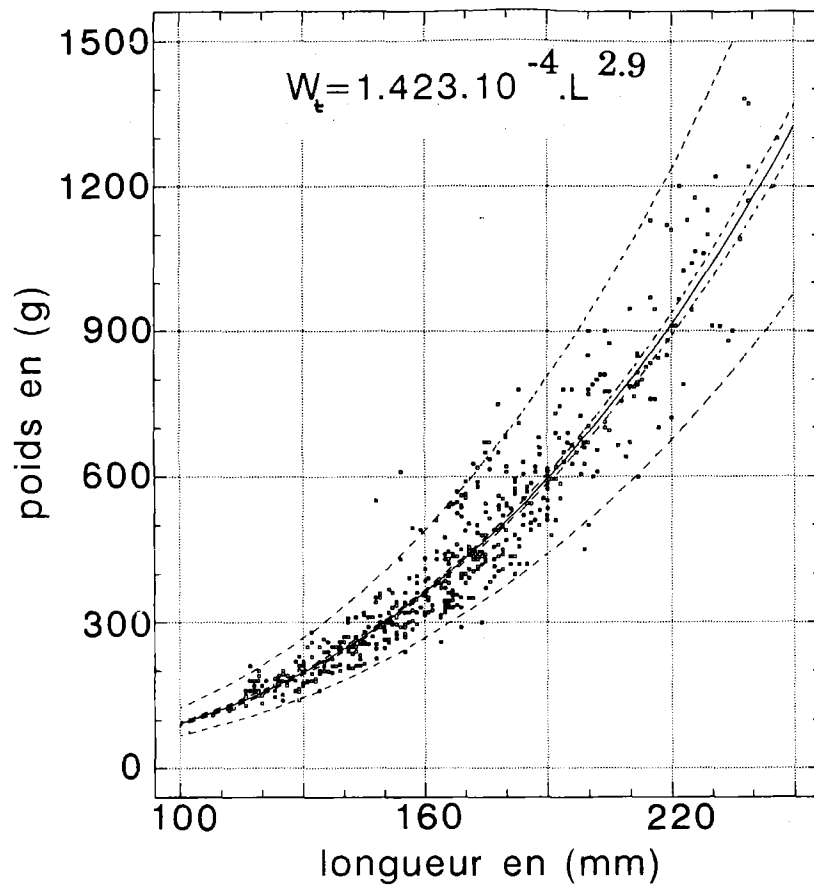


Figure 51. Relation longueur-poids total.

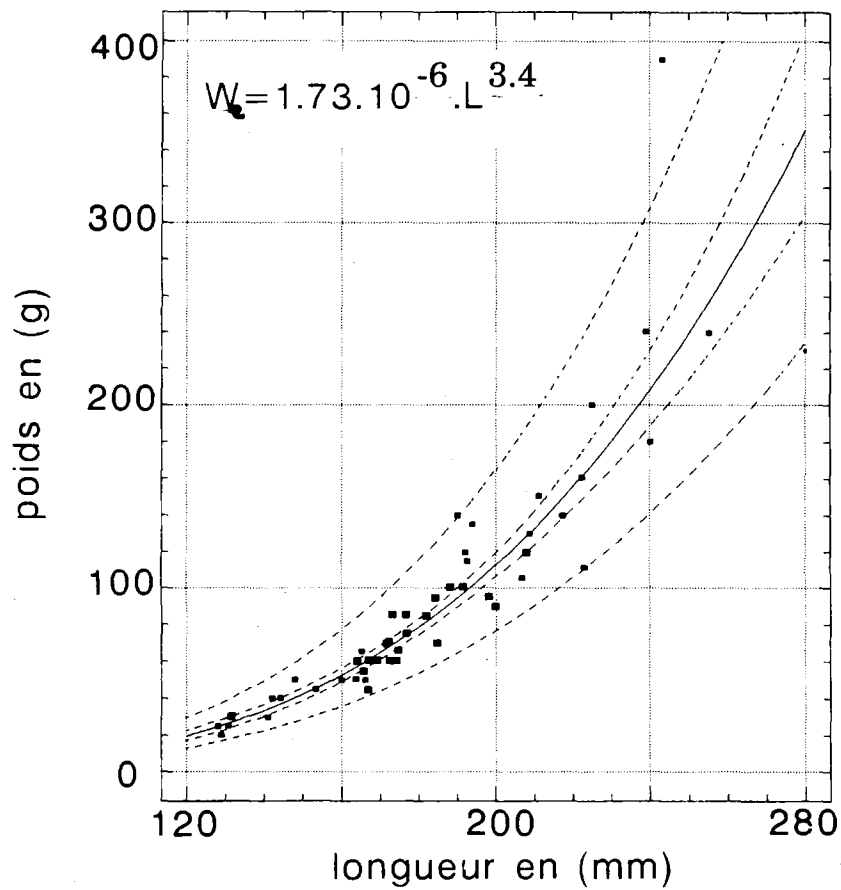


Figure 52. Relation longueur-poids de chair éviscérée.

2.4.2.3 Les relations entre les composantes du poids

* Poids total/poids de chair

$$W_t = 0.231 W_c + 9.70$$

r ²	n	err.st(a)	err.st(b)	Lmin	Lmax
0.85	81	0.011	24.566	129	246

* Poids total/poids éviscéré

$$W_t = 0.182 W_e - 6.436$$

r ²	n	err.st(a)	err.st(b)	Lmin	Lmax
0.92	37	0.009	11.751	129	225

* Poids de chair/poids éviscéré

$$W_c = 0.734 W_e - 3.151$$

r ²	n	err.st(a)	err.st(b)	Lmin	Lmax
0.97	38	0.021	7.087	129	225

Le poids de chair et le poids éviscéré représentent approximativement 23% et 18% du poids total respectivement. Chez l'adulte, comme le poids de coquille contribue majoritairement à l'augmentation du poids total, ces proportions doivent être plus faibles.

La masse viscérale retirée par les pêcheurs représente environ 27% du poids de chair. Cette proportion augmente légèrement chez les adultes (poids des gonades).

2.4.3 Discussion

Les relations obtenues entre les différentes composantes du poids sont similaires à celles établies aux îles Turks et Caïcos (Hughes et Ninnes sous presse), aux îles Vierges (Wood et Olsen 1983; Berg 1976), au Venezuela (Berg 1976) et à Cuba (Alcolado 1976).

La relation longueur-poids de chair ou poids éviscéré décrit convenablement la croissance pondérale du juvénile. La relation longueur-poids de chair éviscérée est la plus utile en matière de gestion car elle permet une estimation directe de la production, puisque les lambis sont commercialisés éviscérés. Une réglementation basée sur un poids de capture minimal est

déconseillée en raison de la trop grande variabilité du poids pour une longueur siphonale donnée.

En revanche, il est déconseillé de décrire la croissance pondérale par le poids total, notamment lorsque sont mélangés juvéniles et adultes dans un échantillon.

Afin de décrire convenablement la croissance des adultes en terme de production, Appeldoorn (sous presse, a) suggère d'utiliser la relation épaisseur du pavillon-poids de chair, non éviscérée pour tenir compte du poids des gonades. Une simple relation entre la longueur et le poids de chair, de préférence non éviscérée devrait cependant convenir pour les adultes.

3 - Maturité sexuelle

Dans cette étude de la maturité sexuelle, trois analyses ont été privilégiés, le taux de masculinité mis à part:

- recherche d'un dimorphisme entre les secteurs est et sud
- recherche d'un dimorphisme sexuel;
- étude de la relation entre la formation et la croissance du pavillon, et l'acquisition de la maturité sexuelle.

3.1 - Méthode d'étude

Les données ont été collectées de façon à relier longueur siphonale et stades de formation et d'épaisseur du pavillon aux stades de développement des organes reproducteurs externes. Les fréquences de chaque stade sexuel ont été obtenues par l'étude de 420 lambis échantillonnés dans les captures dont 76.4% pour le secteur est.

Seuls les stades correspondant à la formation des organes sexuels externes ont été retenus parmi ceux décrits par Blakesley (1977). Le sexe d'un animal ne peut être déterminé avant l'apparition de l'ébauche des organes sexuels externes. A partir d'un point situé sur la partie dorsale du pied, près du manteau, le mâle développe un pénis, et la femelle, un sillon génital. Trois stades ont été définis (figure 53):

* mâles : - stade 1: Le pénis apparaît comme un bourgeon jaunâtre, puis une petite protrusion blanche de moins de 2 mm de longueur.

- stade 2: le pénis mesure de 10 à 20 mm; il devient coloré, brun clair avec des taches brun foncé.

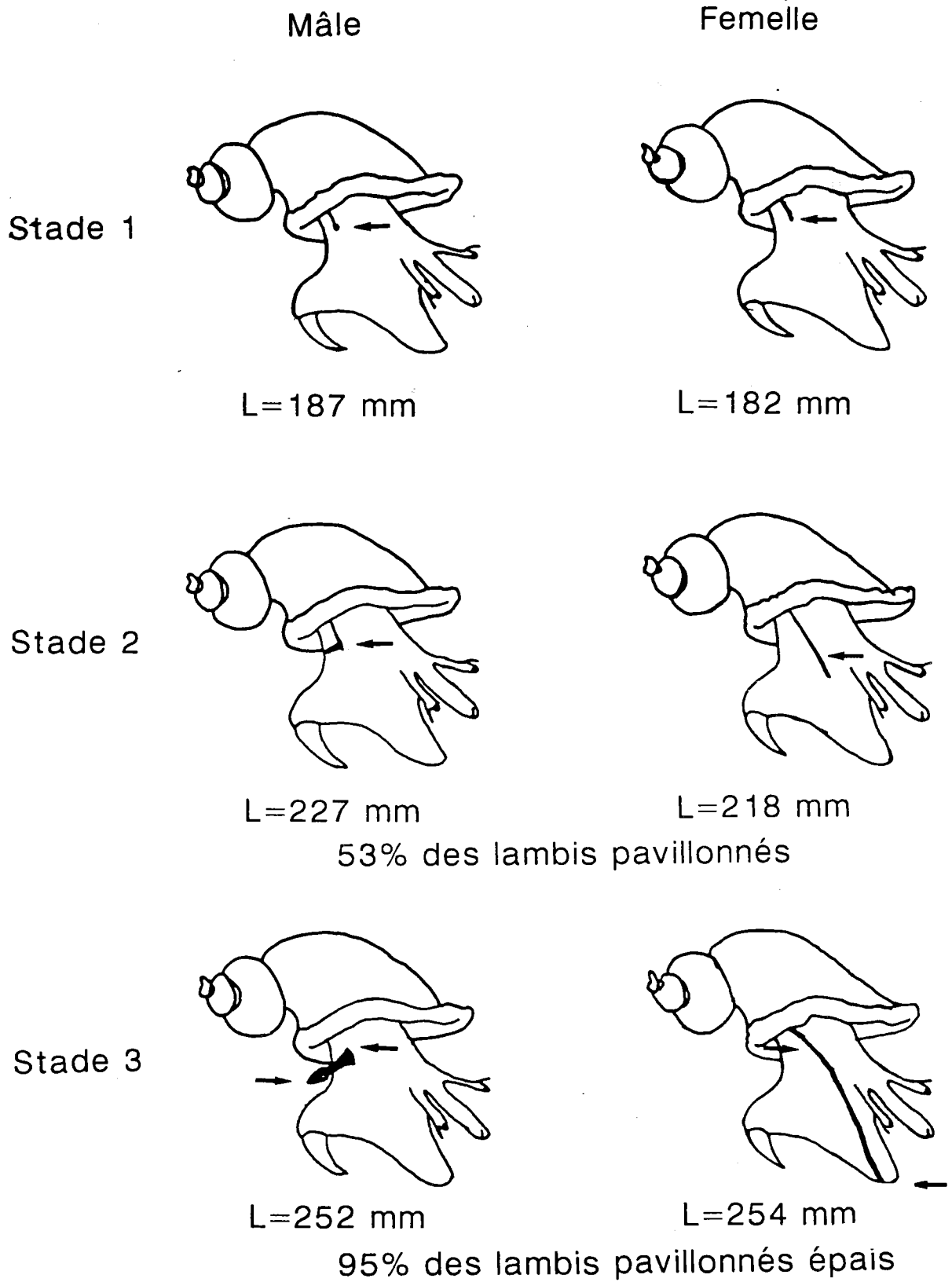


Figure 53. Développement des organes sexuels externes de *Strombus gigas*

- stade 3: le pénis atteint sa longueur maximale (20-60 mm; diamètre de 5 à 10 mm) et est brun foncé.

* femelles : - stade 1: le sillon est simplement amorcé. Il mesure moins de 1 mm de diamètre.

- stade 2: le sillon génital est en formation. Il n'a pas encore atteint le bord externe du pied. Il mesure 1-1.5 mm de diamètre.

- stade 3: le sillon atteint l'extrémité antérieure du pied. Il a 1.5 à 3 mm de diamètre.

Pour les deux sexes, le stade 3 est celui de la maturité sexuelle. Les organes sexuels externes ne sont fonctionnels qu'une fois atteint ce stade.

3.2 - Résultats

3.2.1 Taux de masculinité

La taille à laquelle il devient possible de sexuer un individu est 134 mm en Martinique. Dans cette étude, le taux de masculinité observé est 53.7%.

3.2.2 Relations entre les stades sexuels et la longueur siphonale

3.2.2.1 Etude par secteur

Le tableau 13 présente la longueur siphonale moyenne pour chaque stade sexuel, mâles et femelles confondus, par secteur et pour l'ensemble de la zone étudiée.

Les tests de différences de moyennes ($p = 95\%$) confirment que la distribution des stades sexuels est décalée de quelques millimètres au profit du secteur est. La différence est de 3.7 mm pour les stades 1 et 2, puis augmente à 4.1 mm au stade 3.

Ces résultats indiquent que la différence de composition en longueur entre les deux secteurs mise en évidence Section 2 se prolonge par une différence entre les deux secteurs dans la taille d'acquisition de maturité sexuelle.

3.2.2.2 Dimorphisme sexuel

Le tableau 14 présente la longueur siphonale moyenne des stades sexuels par sexe et par secteur.

Tableau 13. Longueur siphonale moyenne (L_{moy} , mm), son écart-type (σ_{n-1}) et longueurs minimales et maximales (L_{min} et L_{max}) de chaque stade sexuel, pour chaque secteur et pour l'ensemble de la zone étudiée, mâles et femelles confondus.

	Stade 1	Stade 2	Stade 3
Secteur est			
n	184	87	50
Lmin	134	178	220
Lmax	227	268	279
Lmoy	185.20	223.90	254.18
σ_{n-1}	17.85	19.49	14.39
Secteur sud			
n	38	38	23
Lmin	143	178	228
Lmax	225	247	280
Lmoy	181.5	220.16	250
σ_{n-1}	17.77	20.49	12.63
Secteur est et Secteur sud			
n	222	125	73
Lmin	134	178	220
Lmax	227	268	280
Lmoy	184.56	222.76	252.86
σ_{n-1}	17.89	19.88	14.00

Tableau 14. Longueur siphonale moyenne (mm) de chaque stade sexuel, pour chacun des sexes, par secteur et pour l'ensemble de la zone.

	Stade 1	Stade 2	Stade 3
Secteur est			
Femelles			
n	77	36	28
Lmin	134	178	220
Lmax	220	264	279
Lmoy	183.96	220.83	256.14
σ_{n-1}	19.06	20.48	14.21
Mâles			
n	107	51	22
Lmin	136	186	227
Lmax	227	268	274
Lmoy	186.08	226.06	251.68
σ_{n-1}	16.86	18.46	14.24
Secteur sud			
Femelles			
n	23	19	19
Lmin	143	178	228
Lmax	201	246	280
Lmoy	176.04	211.95	249.47
σ_{n-1}	16.07	19.69	12.54
Mâles			
n	15	194	
Lmin	166	182	235
Lmax	225	247	270
Lmoy	189.87	228.37	
σ_{n-1}	16.97	17.81	
Secteur est et secteur sud			
Femelles			
n	100	55	47
Lmin	134	178	220
Lmax	220	264	280
Lmoy	182.14	217.76	253.45
σ_{n-1}	18.71	20.65	13.95
Mâles			
n	122	70	26
Lmin	136	182	227
Lmax	227	268	274
Lmoy	186.55	226.69	251.81
σ_{n-1}	16.92	18.31	14.03

Il apparaît de façon très nette pour le secteur est qu'il existe un dimorphisme sexuel chez l'espèce *Strombus gigas*. Les femelles adultes sont légèrement plus grandes que les mâles adultes, de 4.5 mm. Les effectifs par stade sexuel pour le secteur sud sont trop faibles pour que ce dimorphisme soit mis en évidence.

L'examen séparé des classes de taille des deux sexes ne fait pas apparaître que les lambis du secteur est sont plus grands que ceux du secteur sud; cependant, la comparaison des moyennes de longueur des femelles adultes des secteurs est et sud indique que celles du secteur est seraient 6.7 mm plus grandes que celles du secteur sud.

Le dimorphisme sexuel qui apparaît au stade 3 au profit des femelles est souligné par le fait qu'il semble que le dimorphisme sexuel soit inverse, i.e au profit des mâles, tant que l'animal n'a pas terminé le développement de ses organes sexuels externes.

3.2.3 Relations entre la formation du pavillon et les organes sexuels

Le tableau 15 présente les classes de longueur pour les quatre stades de pavillon et les cinq stades de développement des organes reproducteurs externes. Le tableau 16 présente la distribution des fréquences d'épaisseur du pavillon de 37 lambis adultes (pavillon stade 3 et stade sexuel 4).

Les organes sexuels externes commencent à se développer bien avant que le pavillon débute sa formation. Conformément aux résultats de la Section 2 (§ 2.1.3), la longueur siphonale augmente jusqu'à ce que le pavillon soit totalement formé. La transition entre immaturité et maturité est réalisée très rapidement: les différences de moyenne de longueur pour les stades 1, 2 et 3 sont faibles et les intervalles se recoupent largement. Des organes sexuels externes totalement développés sont observés sur des lambis de 190 mm à 300 mm de longueur, mais principalement (67%) une fois qu'ils ont atteint la taille de 240 mm, lorsque le pavillon est en formation, complètement développé ou épaissi. Plus précisément, les lambis atteignent le stade sexuel 3 à la taille de 253 mm en moyenne ($n=73$; écart-type= 13.00 mm).

Parmi les individus au pavillon totalement développé mais pas encore épaissi, la moitié seulement des individus ont terminé le développement de leurs organes sexuels externes. Cette proportion atteint pratiquement 100% chez les individus au pavillon épais.

Tableau 15. Longueur siphonale moyenne (mm) de chaque stade sexuel pour chacun des stades de pavillon, tous sexes et secteurs confondus.

	Stades sexuels		
	1	2	3
Sans pavillon			
N	219	98	11
Lmin	134	178	228
Lmax	227	268	275
Lmoy	184.41	217.85	245.36
Ecart-type	17.94	18.91	12.66
Pavillon 1			
N	3	16	17
Lmin	189	215	229
Lmax	205	254	273
Lmoy	241.5	249.53	
Ecart-type	9.82	12.04	
Pavillon 2			
N	0	8	9
Lmin		219	220
Lmax		264	270
Lmoy		240	250.56
Ecart-type	13.29	14.59	
Pavillon 3			
N	0	2	36
Lmin		229	227
Lmax		253	280
Lmoy			257.31
Ecart-type			13.54

Tableau 16. Fréquence (%) des stades sexuels et longueur siphonale moyenne (mm) pour chaque stade de pavillon.

Longueur				Stades pavillon	Stades sexuels			N
Lmin	Lmax	Lmoy	Ec.t		1	2	3	
134	275	196.45	25.32	sans	67	30	3	328
189	273	241.16	17.76	1	8	46	46	37
219	270	245.59	14.96	2	0	47	53	17
227	280	256.45	13.95	3	0	5	95	38

3.2.4 Relations entre les stades sexuels et l'épaisseur du pavillon

Le tableau 17 présente la distribution de fréquence d'épaisseur du pavillon au stade 3. Parmi les 38 individus de ce sous-échantillon la plupart ont terminé le développement des organes sexuels externes (stade sexuel 2: n=2; stade sexuel 3: n=36).

Tableau 17. Distribution de fréquence d'épaisseur du pavillon au stade 3.

Epaisseur pavillon (mm)	Fréquence (%)
0-4	24
5 - 9	21
10 - 14	21
15 - 19	16
20 - 24	13
25 - 29	5

Ce sous-échantillon indique que presque 50% des lambis adultes pêchés (i.e. ceux avec un pavillon formé en cours d'épaississement) ont un pavillon de moins de 9 mm d'épaisseur et sont âgés d'après les résultats de croissance en épaisseur du pavillon entre 4 et 4.5 ans.

3.3 Discussion

3.3.1 Taille de première sexualisation et taux de masculinité

La sexualisation des individus débute en Martinique plus tardivement (134 mm) qu'à Porto Rico (125 mm; Appeldoorn 1988a). Il semble logique que cette taille soit dépendante de la longueur siphonale maximale moyenne de la population étudiée (cf. § 2.1.5.2).

Si le taux de masculinité des populations de lambi dans la Caraïbe est généralement de 50% (Iles Vierges, Randall 1964; Belize, Gibson et al. 1983; Vénézuëla, Weil et Laughlin 1984; Berg et Olsen 1989; Cuba, Alcolado 1976), il arrive fréquemment que soit observé un déséquilibre entre les deux sexes, léger comme dans cette étude (53.7%), où plus important: 41.7% (Turks et Caïcos, Hughes et Ninnes sous presse) à 60% (Turks et Caïcos, Hesse 1976; Belize, Frederick 1975).

3.3.2 Dimorphisme sexuel

Le léger dimorphisme sexuel observé chez les adultes matures en Martinique (4.5 mm dans le secteur est et 1.6 mm pour les deux secteurs) chez *Strombus gigas* a été constaté pour d'autres populations de lambi de la Caraïbe (1.5 à 2 mm à Cuba; Alcolado 1976; Robertson 1959; Randall 1964). Il faut noter que ces différences ne sont observables qu'au sein de populations aux caractéristiques morphométriques homogènes. C'est le cas pour le stock en Martinique, malgré les différences morphométriques entre les deux secteurs observables particulièrement sur les juvéniles.

Aucune référence bibliographique n'a été trouvée à propos de la taille plus élevée des mâles avant que les organes sexuels soient totalement développés. Les pêcheurs martiniquais ont souvent dit pendant l'enquête que "les mâles sont plus gros que les femelles". La plupart de leurs captures sont effectivement constituées de lambis juvéniles ou subadultes chez qui ce dimorphisme est perceptible. La taille des femelles légèrement plus élevée à la maturité est en revanche trop ténue pour être décelée visuellement.

3.3.3 Relation entre la taille, le stade de pavillon et le stade sexuel

Plus la longueur siphonale moyenne d'une population de lambi est élevée, plus la taille moyenne de maturité sexuelle est élevée: 253 mm en Martinique.

L'intervalle de longueur où les individus sont matures est étendu (219 à 280 mm). Cependant, la proportion d'individus matures est supérieure à 50% que lorsque les individus ont formé leur pavillon. Ces résultats confirment que le pavillon est un meilleur signe de la maturité sexuelle que la longueur siphonale (Gibson et al. 1983).

3.3.4 Age de première reproduction et durée de la maturité sexuelle

Le lambi serait mature en moyenne environ un an après avoir formé son pavillon (Egan 1985, Appeldoorn 1988a). Hesse (1976) a observé seulement des individus au pavillon épais en train de se reproduire. Les résultats d'Egan (1985) et d'Appeldoorn (1988a) indiquent que l'activité reproductrice augmente brusquement lorsque le pavillon atteint l'épaisseur de 4 mm. La pleine capacité reproductrice des adultes serait atteinte au-delà de cette épaisseur. Hughes et Ninnes ont montré que les ovules étaient visibles dans les gonades femelles chez celles dont le pavillon a atteint 15 mm d'épaisseur.

Mâles et femelles atteignent la maturité sexuelle à peu près simultanément (Egan 1985). Des organes sexuels totalement développés n'impliquent pas la maturité simultanée des gonades, en particulier pour les

individus dont le pavillon vient d'être formé. Appeldoorn (1988a) a remarqué que le pénis d'un mâle au pavillon juste formé ne semblait pas encore opérationnel.

L'âge de première reproduction de *Strombus gigas*, i.e âge adulte, est situé entre 3 ans et demi et quatre ans, âge auquel le lambi mesurerait en moyenne 253 mm en Martinique. L'âge de première reproduction représente la borne minimale de l'intervalle des âges pendant lequel les lambis sont considérés géniteurs. La durée de l'activité reproductrice du lambi est à l'heure actuelle inconnue. En conséquence, un lambi au pavillon de 40 mm, i.e âgé de 6 à 7 ans, limite déterminée par les méthodes d'âgeage employées dans cette étude et dans la Caraïbe, se serait reproduit pendant 2 ou 3 saisons.

4 - Mortalité naturelle

Dans la plupart des modèles de gestion la mortalité naturelle est considérée constante par hypothèse, faute de mieux, pour l'ensemble de la période exploitée, bien qu'il soit certain que celle-ci change avec l'âge.

4.1 Variations de la mortalité naturelle

4.1.1 Modalités des variations

La mortalité naturelle des juvéniles est très élevée jusqu'à ce que les lambis atteignent la taille de 80-100 mm (Randall 1964; Davis 1992; Herrera et al. 1993; Jory et Iversen 1993). A partir de 100 mm (limite inférieure de la phase recrutée en Martinique), le nombre de prédateurs du lambi diminue. Une fois pavillonné, l'animal n'a pratiquement plus de prédateurs naturels. A l'approche de la longévité maximale, la mortalité naturelle augmente pour cause de décès par vieillesse. En Martinique, il est vraisemblable que cela soit le cas pour la fraction peu exploitée de la population vivant entre 40 et 60 mètres de profondeur.

Il est généralement admis que les deux facteurs de mortalité (naturelle et par pêche) sont indépendants. Pourtant, il existe une relation entre la mortalité naturelle et la densité des individus (Cushing 1975) qui résulte de l'action indissociable des deux causes de mortalité (Cushing 1981). Cela est d'autant plus sensible pour les groupes de petite taille, non encore recrutés ou juste recrutés dans le stock (Ursin 1982). Le phénomène d'agrégation aurait chez *Strombus gigas*, espèce benthique aux déplacements non négligeables, un rôle protecteur vis-à-vis de la prédation (Lipcius et al., sous presse). En l'absence de données scientifiques, il ne sera pas tenu compte des relations éventuelles entre la mortalité naturelle et la densité.

4.1.2 Equation de la décroissance de M

L'examen des estimations de mortalité naturelle de lambi réalisées dans la Caraïbe (tableau 18) met en évidence une décroissance de la mortalité naturelle au cours du temps.

Les valeurs de mortalité naturelle en fonction de l'âge trouvées dans la littérature ont été obtenues soit par marquage-recapture, soit par analyse de distribution de fréquence de longueur. Appeldoorn (1988b) a établi par une transformation logarithmique des données de mortalité naturelle (Log M) en fonction du logarithme du temps Log (t), d'après Ricker (1973).

Tableau 18. Valeurs des coefficients instantanés de mortalité par pêche en fonction de l'âge (en années) de *Strombus gigas* tirées de la littérature. Les méthodes d'obtention sont marquage-recapture (MR) et analyse des distributions des fréquences de longueur (FL).

Age	M	Méthode	Localisation	Source
0.4	8.62	MR	Porto Rico	Appeldoorn 1985
1.0	4.0	MR	Cuba	Baisre et Paez 1981
1.17	3.52	MR	Iles Vierges (US)	Randall 1964
1.39	3.4	MR	"	"
1.5	2.9	MR	Bahamas	Iversen 1983
1.66	1.92	MR	Iles Vierges (US)	Randall 1964
1.75	0.19	FL	"	Wood et Olsen 1983
1.91	2.55	MR	"	Randall 1964
2.4	1.39	FL	Cuba	Alcolado 1976
2.4	1.40	FL	"	"
2.5	1.90	FL	"	"
2.5	1.39	FL	"	"
2.56	1.06	FL	"	"
2.72	1.77	MR	"	"
2.75	0.04	FL	Iles Vierges (US)	Wood et Olsen 1983
3.2	1.05	MR	Porto Rico	Appeldoorn 1987a

Les paramètres transformés de la régression linéaire permettent de décrire de façon exponentielle la décroissance de la mortalité naturelle, selon la fonction de Weibull (figure 54):

$M = dt^{c-1}$ où c = pente de la régression $\log(M)$ sur $\log(t) + 1$ et d l'ordonnée à l'origine. Il en résulte l'équation suivante:

$$M = 4.001.t^{-0.9226}$$

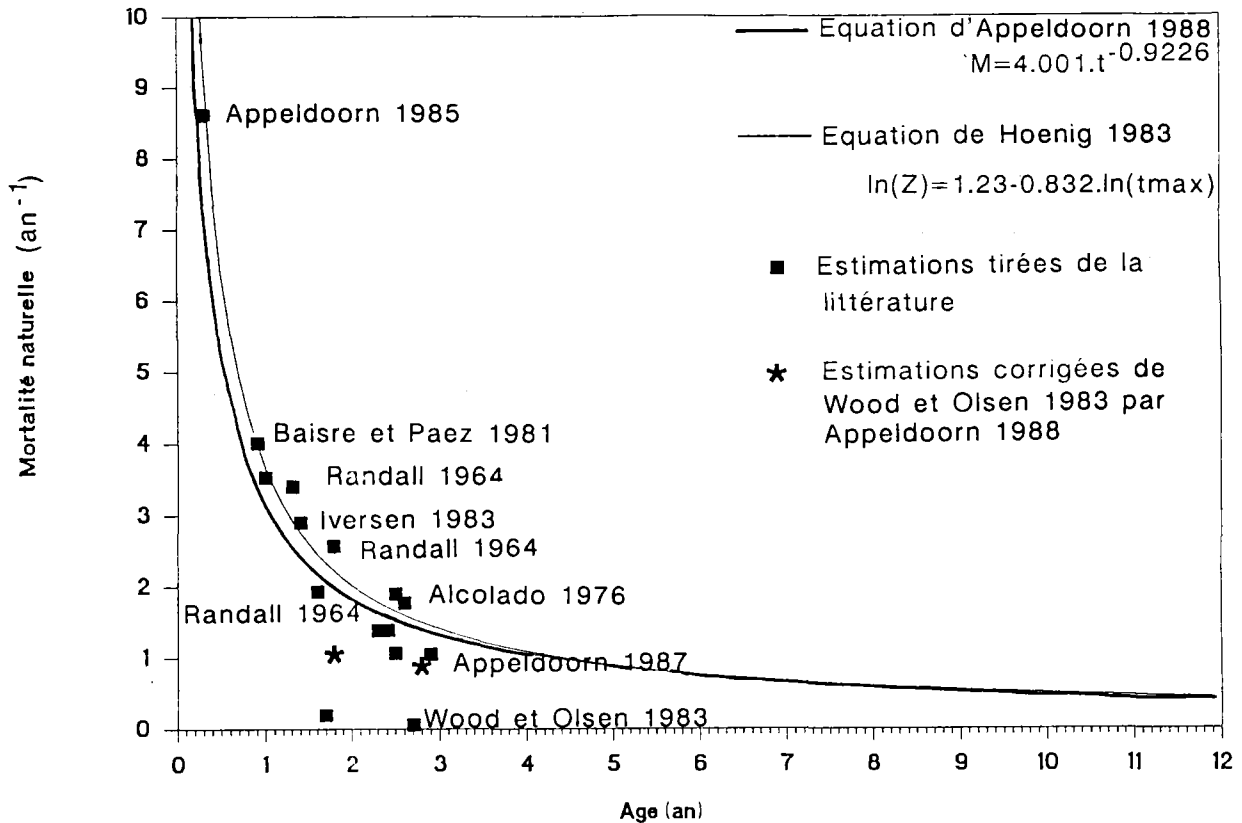


Figure 54. Relation entre la mortalité naturelle et l'âge

Cette équation présente une fiabilité théorique acceptable pour l'intervalle d'âge 9 mois-3 ans pour lequel les données existent. Ce n'est que par extrapolation en-deça (une seule donnée) et au-delà (aucune donnée) par l'équation que ce profil de courbe est obtenu.

Cependant, ainsi que tous les auteurs l'ont indiqué, les données de mortalité naturelle sont faussées par l'émigration des animaux en dehors de l'aire de recapture. La plupart des auteurs l'ont reconnu mais seul Appeldoorn (1987a) a tenté de l'estimer pour l'extraire. Le taux de recapture - 36% - trouvé dans l'étude de marquage-recapture de cette étude (cf. § 2.2.2) indique l'importance du comportement ambulatoire et donc de l'émigration de *Strombus gigas*. La vitesse de déplacement des lambis de 100 à 200 mm de longueur est généralement de 0 à 5 mètres par jour (Rathier à paraître; Stoner et al. 1988; Stoner 1989). Les valeurs de mortalité naturelle de juvéniles de 1.75 à 2.75 ans, 0.04 et 0.19, contrastent nettement avec celles des autres auteurs (Wood et Olsen 1983).

Aussi, il est possible que les données de mortalité naturelle de la littérature, notamment pour les lambis de plus d'un an et demi, aient conduit à une surestimation globale de la mortalité naturelle, que l'équation établie par Appeldoorn (1988b) pourrait refléter. Le manque de données pour la totalité du cycle biologique et les doutes exprimés sur les valeurs existantes rendent nécessaires la réalisation d'expérimentations visant la détermination de l'allure réelle de la décroissance de la mortalité naturelle, notamment pour la phase

recrutée. La méthodologie des ces nouvelles expérimentations devra alors explicitement tenir compte du comportement migratoire de l'espèce.

4.2 Méthode d'estimation d'un coefficient global de mortalité naturelle

Etant donnée l'incertitude sur les valeurs de mortalité naturelle qui ont conduit à l'établissement de l'équation de décroissance exponentielle de mortalité naturelle (Appeldoorn 1988), il est seulement possible d'estimer les valeurs possibles de coefficients de mortalité naturelle globale, qui sont classiquement utilisés dans les logiciels de gestion de stock.

Une approximation de la mortalité naturelle est obtenue fréquemment en utilisant une relation empirique entre les paramètres biologiques de stocks inexploités. La relation établie par Pauly (1980) relie la mortalité naturelle aux paramètres de croissance pondérale (K et $l_{inf.}$) et à la température moyenne annuelle. Cette relation, très utilisée en milieu tropical, n'a pas pu être utilisée dans cette étude car elle est basée sur l'étude de populations de poissons et non de mollusques. Elle est reconnue pour surestimer la mortalité naturelle dans nombre de cas (Ralston, in Polovina et Ralston 1987; Brouard et Grandperrin 1985; Chevaillier 1990).

Hoenig (1983) a construit la relation empirique suivante en utilisant l'âge moyen maximal de plusieurs stocks vierges de mollusques pour prédire la mortalité naturelle:

$$\ln(Z) = a + b \ln(t_{max})$$

où $Z = M$ (stock inexploité) et t_{max} est la longévité moyenne.

Les constantes a et b ont été estimées égales à 1.23 et -0.832 ($r^2=0.78$) respectivement pour 28 stocks de 13 espèces de mollusques dont l'âge maximal est compris entre 2.5 et 25 ans.⁽⁹⁾

*** Estimation de la longévité**

Il a été expliqué que seules les méthodes d'âgeage par l'analyse de la composition isotopique O^{18}/O^{16} du carbonate de calcium de la coquille, variant selon la température de l'eau de mer, permettraient actuellement d'âger les adultes dont le pavillon avait atteint l'épaisseur maximale. Le lambi (pavillon

⁽⁹⁾ Hoenig (1983) cite une communication personnelle de Ricker pour utiliser la régression de moyennes géométrique plus appropriée selon lui que la régression de moyennes arithmétique pour les valeurs prédictives de $\log Z$, parce que Z et t_{max} sont des variables aléatoires. Cependant, dans notre étude, cette recommandation n'est pas prise en compte parce qu'il n'est pas certain que le meilleur modèle de régression pour prédire $\log Z$ soit la régression de moyenne géométrique (Gros, com. pers.); de plus, il semble que l'erreur sur la mortalité soit plus grande que celle sur la longévité.

épais de 20 mm) provenant des Bermudes étudié par Wefer et Killingley (1980) était âgé de 7 ans.

De la même façon qu'il est possible de trouver des relations empiriques entre la mortalité naturelle et les paramètres de l'équation de croissance, il est possible de relier la longévité à la vitesse de croissance de l'animal.

Plus précisément, Taylor (1962) exprime le temps nécessaire pour atteindre 95% de la longueur maximale, ce qui représente la longévité minimale, en fonction des paramètres K et t₀ (positivement corrélés; Boer 1988; Chevaillier 1990):

$$A_{0.95} = \frac{2.996}{K}$$

Selon que l'une ou l'autre des estimations de K calculées dans cette étude est utilisée, la longévité minimale, i.e le temps nécessaire pour atteindre 287 mm, est de 7.3 à 7.7 ans.

La valeur 7 ans a l'intérêt d'être fiable même si elle est ponctuelle, mais sous-estime vraisemblablement la longévité du lambi, dont l'âge à l'épaisseur maximale de pavillon est déjà de 6 à 7 ans. La valeur calculée correspondante de M est retenue comme borne inférieure de l'intervalle des valeurs possibles du coefficient de mortalité naturelle.

Il est plus délicat de fixer la borne supérieure de la longévité. Coulston et al. (1985) ont conclu par extrapolation d'une relation poids-âge, que les adultes étaient âgés en moyenne de 12 ans (8.4 - 26 ans). Berg (com. pers.) fait état de 20 ans comme étant une valeur tout à fait vraisemblable.

4.3 - Les coefficients de mortalité naturelle

Sur la figure 54 est présentée la courbe de mortalité naturelle en fonction de la valeur de la longévité à partir de l'équation de Hoenig (1983). Les valeurs calculées pour l'intervalle des longévités vraisemblables du lambi (7-20 ans) sont dans l'intervalle de valeurs présentées par Hoenig pour les longévités choisies entre 7 et 20 ans.

Les valeurs de mortalité naturelle calculées d'après l'équation établie par Appeldoorn (1988b) en utilisant les valeurs de longévité de l'intervalle 7 - 20 ans sont très proches de celles estimées par l'équation de Hoenig. Le coefficient de mortalité naturelle pour cette dernière valeur de longévité est 0.28.

Une estimation d'un majorant de M a été calculée d'après le travail de Chevaillier (1990, sur une com. pers. de Laurec):

la longueur moyenne de première maturité sexuelle (L_m) est toujours inférieure à la longueur à laquelle la biomasse est maximale (L_{Bmax}).

La condition $L_m < L_{Bmax}$ conduit à majorer M par:

$$M < b.K \frac{L_{inf.}}{L_m} - 1$$

La longueur moyenne de maturité sexuelle (L_m) est 250 mm chez *Strombus gigas* en Martinique (cf. Chapitre II), ce qui fournit selon les deux équations de croissance en longueur établies un majorant de M compris entre 0.48 et 0.52. En tenant compte de ce majorant, l'intervalle de longévité devient (9 - 20 ans). Cependant, il est préférable de garder 7 ans comme valeur minimale de l'intervalle.

Conclusion du chapitre

L'étude des distributions de fréquences de longueur a montré que la phase exploitée est constituée à plus de 90% de juvéniles et de subadultes, résultant de la surexploitation des fonds inférieurs à 20 mètres (cf. Chapitre I). Le profil d'exploitation explique que les captures du métier plongée libre comprennent si peu d'adultes pavillonnés: moins de 14%; seulement 10% des captures seraient matures. L'exploitation intense des petits fonds côtiers, après avoir entraîné la disparition des adultes des petits fonds, a conduit à l'abaissement de l'âge de première capture jusqu'à 100 mm. L'exploitation pourrait être plus forte dans le secteur sud que dans le secteur est, en raison de la différence de longueur siphonale de 20 mm existant entre les deux secteurs, tant chez les juvéniles que chez les adultes.

Au Belize, la taille moyenne des lambis capturés était de 191 mm lorsque les rendements atteignaient encore $9 \text{ kg.hr}^{-1} \text{ plongeur}^{-1}$ (1975). Lorsque les rendements ont atteint $2.8 \text{ kg.hr}^{-1} \text{ plongeur}^{-1}$ en 1978, la taille moyenne des captures était 120 mm (Brownell 1978). D'une façon plus générale, les stocks de lambi sont jugés surexploités dans la Caraïbe dès que la taille recrutée est 150 mm (Mahon 1990); il n'est pas précisé dans ce rapport s'il s'agit uniquement des fractions côtières des stocks exploités ou si l'ensemble du stock est pris en compte.

Le rendement pondéral par apnée obtenu avec des animaux adultes est supérieur à celui obtenu (pour des densités de lambi/m² comparables) avec des individus juvéniles: adultes, 4 à 6 lambis suffisent pour obtenir un kilo de chair, alors qu'il en faut jusqu'à 20 lorsqu'ils sont juvéniles. De plus, la coquille a une plus forte valeur marchande lorsque le pavillon est formé (stade pavillon 2 ou début de pavillon 3). La valeur marchande de la coquille se dégrade une fois le pavillon totalement épaissi. L'examen des distributions de fréquence de

longueur et la relation taille-poids indiquent que le rendement pondéral actuel est inférieur de 12 à 50 % du rendement obtenu avec des animaux adultes.

L'autre apport de ce chapitre est la détermination des principaux paramètres décrivant les processus de croissance et de mortalité naturelle au sein du stock. Contrairement à la plupart des espèces animales, la variable longueur est insuffisante pour décrire la croissance de *Strombus gigas* tout au long de son cycle vital. Il est nécessaire d'associer à la longueur siphonale l'épaisseur du pavillon jusqu'à ce qu'il atteigne 35 à 40 mm. Le poids de chair, aisément relié au poids éviscéré est la meilleure référence de la croissance pondérale jusqu'à ce stade. Il n'y a plus de croissance du poids de chair une fois que le pavillon est épaissi. La relation longueur-poids de chair éviscérée est préférée pour décrire la croissance lorsque juvéniles et adultes sont mélangés dans les captures.

La longueur siphonale moyenne maximale est 10 à 20 mm supérieure en Martinique, notamment dans le secteur est, à celle observée chez d'autres stocks étudiés de la Caraïbe. Ce décalage est retrouvé tout le long du cycle vital. Les lambis acquièrent un pavillon totalement développé à 250 mm en moyenne; à 256 mm, 95% d'entre eux sont adultes, les organes sexuels externes totalement développés et vraisemblablement prêts à se reproduire, puisque près de 80% d'entre eux ont à cette taille un pavillon de plus de 4 mm d'épaisseur (Egan 1985; Appeldoorn 1988a). L'étude de la morphologie des coquilles a permis de mettre en évidence un léger dimorphisme sexuel au profit des mâles chez les juvéniles et au profit des femelles à l'âge adulte.

La mortalité naturelle change avec l'âge. Aussi, il est préférable d'utiliser dans les programmes de gestion des stocks, une équation décrivant M en fonction de l'âge plutôt qu'un coefficient global. L'intérêt méthodologique d'une telle équation est évident, cependant l'incertitude sur les valeurs de mortalité naturelle en fonction de l'âge trouvées dans la littérature a conduit à préférer pour la suite du travail l'approche classique de la gestion des stocks consistant à l'utilisation d'un coefficient de mortalité naturelle pour les dernières classes d'âge.

Afin de déterminer la valeur vraisemblable de M pour les dernières classes d'âge, le coefficient global de mortalité naturelle (M) a été estimé à partir de la longévité de l'espèce, dont l'intervalle de valeurs est 7 - 20 ans. Une étude d'âgeage sur 2 ou 3 individus au pavillon de plus de 20 mm d'épaisseur et dont la coquille présente des signes de vieillesse serait bénéfique pour la détermination d'une deuxième valeur ponctuelle de la longévité maximal. Il faudrait au préalable prouver l'efficacité de la méthode isotopique O^{18}/O^{16} lorsque les eaux marines présentent de moins grands écarts thermiques que celles des Bermudes. La méthode d'âgeage par les radioéléments (rapport Pb/Th, période 100 ans) a été peu utilisée chez les mollusques (Cochran et Landman 1984). Il serait intéressant de tenter l'âgeage aussi par cette méthode.

Les connaissances acquises au cours de ce chapitre sur la biologie du lambi seront élargies au chapitre III lors de l'étude des processus dynamiques de la population. La distribution des captures en longueur et les paramètres biologiques estimés seront utilisés pour la détermination des moyens d'intervention sur le régime d'exploitation.

CHAPITRE III

DYNAMIQUE DE LA POPULATION EXPLOITEE

CHAPITRE III

DYNAMIQUE DE LA POPULATION EXPLOITEE

La dynamique des populations exploitées a pour objet d'étudier les effets des forces antagonistes (accroissement de la biomasse et mortalités naturelle et par pêche) qui déterminent l'équilibre de la population. Le bilan de ces échanges internes et externes peut-être effectué en termes de biomasse et de structure démographique (Daget et Le Guen 1975).

L'étude des captures a conduit à considérer trop exploité le stock de lambi en Martinique en raison:

- d'une diminution du poids des captures, des rendements et de la modification de la distribution bathymétrique au cours des trente dernières années (cf. Chapitre I),

- d'une diminution en une vingtaine d'années de la taille de recrutement dans le stock de l'animal adulte au juvénile de 100 mm, et de la modification de la structure démographique des captures (cf. Chapitre II).

L'évolution historique des méthodes de capture vers un accroissement de l'efficacité technique pour compenser la diminution des rendements (cf. Introduction générale) et l'apparition de la pêche en plongée avec bouteilles vers 1985 (cf. Chapitre I) viennent conforter ce diagnostic.

L'objectif de ce chapitre est l'identification des interventions possibles sur les processus dynamiques de la population exploitée afin d'améliorer la production. Comme tout système énergétique, les échanges au sein de la population exploitée sont constitués d'entrées, sous la forme du recrutement (y compris l'immigration) et de sorties, sous la forme de mortalité (y compris l'émigration). La figure 55 résume les phénomènes (ou échanges) qui régissent les processus de la dynamique du stock exploité de *Strombus gigas*.

Deux types d'intervention, compatibles, sont a priori envisageables pour accroître la biomasse capturable:

- soit le nombre de recrues dans le stock est artificiellement accru; le forçage du recrutement est l'objet de la première partie de ce chapitre.

- soit le régime d'exploitation (effort de pêche et répartition des captures selon l'âge) est ajusté pour optimiser la production, à recrutement moyen constant. Les conséquences sur la production de modifications conjuguées de la taille de première capture et de l'effort de pêche seront

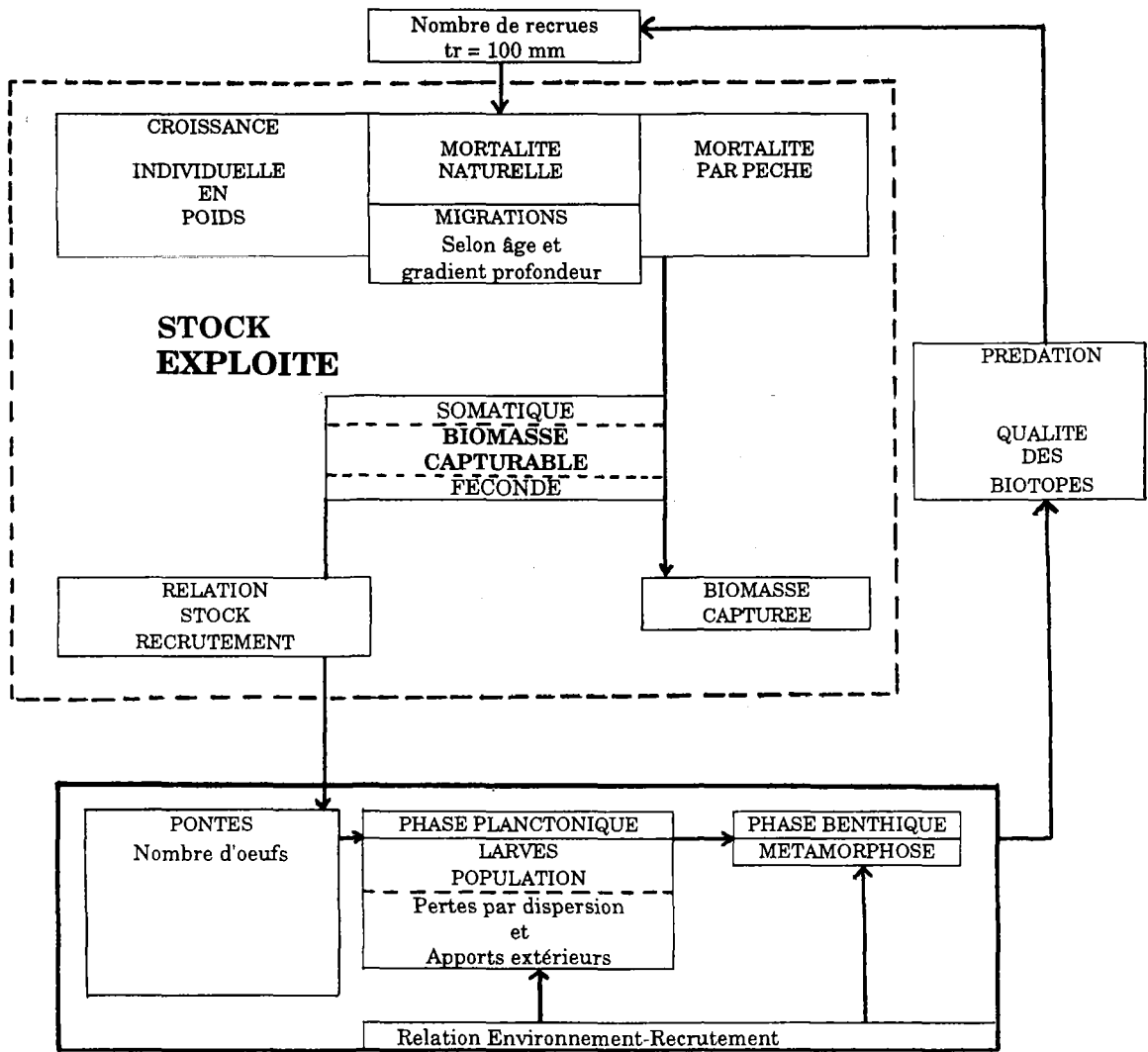


Figure 55. DYNAMIQUE DE LA POPULATION EXPLOITEE DE *STROMBUS GIGAS* (d'après Rothschild, 1986)

étudiées au chapitre IV. Dans ce but, une étude quantitative de la mortalité par pêche par classe de taille pour les années 1986-1987 est proposée en deuxième partie de chapitre.

1 - Forçage du recrutement

Le nombre annuel de recrues résulte de relations complexes entre la biomasse féconde et l'écosystème. Le recrutement résulte de plusieurs étapes de natures différentes et conjuguées, tant par leur lieu de réalisation (le volume d'eau ou le fond marin) que par leur durée (de quelques heures à plusieurs mois) et le type de facteurs agissant (physiques ou biotiques). Le succès des différentes étapes pourrait être mesuré comme suit:

- reproduction: taux de rencontre et de fécondité,
- phase planctonique: survie larvaire,
- métamorphose: taux de succès,
- phase benthique: survie des juvéniles.

Les différents stades du cycle de développement, ou écophases limitant le recrutement et expliquant ses fluctuations, sont analysés afin d'identifier les stades critiques et de déterminer le niveau approprié d'intervention sur les mécanismes du recrutement pour forcer le nombre de recrues. Les phases planctoniques (production larvaire) et benthiques sont distinguées.

1.1 Production larvaire

1.1.1 Biomasse féconde

Les survivants deviennent adultes et matures. La durée de la maturité sexuelle, vers 3.5-4 ans (cf. Chapitre II, § 3.3.5), durerait au minimum 3 à 4 ans (Appeldoorn 1993) mais sa durée maximale n'est pas connue. Celle-ci dépend de la longévité moyenne de l'espèce, comprise entre 7 et 20 ans (cf. Chapitre II, § 4.2.1). Il est possible que la fécondité diminue à l'approche de la longévité moyenne. Aussi, sans relation entre la fécondité et l'âge, il ne serait pas prudent de considérer la fécondité proportionnelle à la biomasse des reproducteurs. Par ailleurs, le taux de fécondité pourrait varier selon les conditions du milieu et la densité ou l'abondance du stock (Boucher et Dao 1989).

Les résultats de captures par unité d'effort du métier plongée avec bouteilles ($24 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{pl}^{-1}$) reliés à la connaissance de la méthode d'exploitation indiquent l'existence de fortes concentrations de géniteurs sur les fonds de

plus de 20 mètres (cf. Chapitre I, § 5.2). Aussi, bien qu'il y ait eu une forte réduction de l'abondance des adultes sur les petits fonds par l'exploitation, il n'y a pas d'évidences suggérant que la densité actuelle des adultes en Martinique soit inférieure au seuil en dessous duquel la probabilité de rencontre entre les individus devient trop faible pour permettre la reproduction.

Ce n'est pas forcément le cas pour toutes les populations de lambi de la région Caraïbe, notamment celles ayant subi une surexploitation côtière (comme en Martinique) et/ou profonde lorsque la pêche en plongée avec bouteilles ou "au narguilé"⁽¹⁰⁾ était autorisée. La diminution de l'abondance des adultes peut dans ce cas entraîner une diminution du recrutement (Appeldoorn sous presse, b et c) et ralentir la reconstitution de la population même en cas de protection totale effective. C'est notamment le cas aux Bermudes et à Barbade, où les populations de lambi restent petites. L'effet de la variabilité du recrutement est accentué lorsque les stocks de géniteurs sont surexploités (Sissenwine et al. 1978).

Jusqu'à récemment, la relation de densité-dépendance était avancée pour expliquer principalement les diminutions du recrutement. C'est en se basant sur ce principe que des pontes ont été déplacées de l'extérieur à l'intérieur de la barrière récifale aux Bermudes. Aucun résultat probant n'a été enregistré, d'autant que le recrutement est plus variable pour les populations situées à la limite de répartition de l'espèce (Sissenwine et al. 1978). De la même façon, le recrutement de juvéniles sur des zones appropriées résultant d'une opération de concentration de géniteurs sur une zone de présence historique d'adultes et sélectionnée d'après la direction des courants côtiers (Jamaïque, Dalton, com. pers. 1991) apparaît très aléatoire. Du géniteur à la recrue, les stades critiques sont nombreux.

En fait, l'agrégation des lambis adultes, lors de leur migration vers des fonds adaptés (sables grossiers moins profonds) pour la reproduction, compense les effets de la réduction de l'abondance des géniteurs par la pêche. Pour le stock de la Martinique, et à l'heure actuelle, les relations possibles entre le stock et le recrutement sont considérées comme des processus secondaires par rapport aux stades suivants du recrutement.

(10) "pêche au narguilé"(hooka en américain). Le plongeur reçoit dans un détendeur classique l'air produit par un compresseur en marche sur le bateau au moyen d'un tuyau long de plusieurs dizaines de mètres. Cette technique est utilisée notamment sur des fonds marins compris entre 10 et 30 mètres.

1.1.2 Fécondité

1.1.2.1 Fécondation

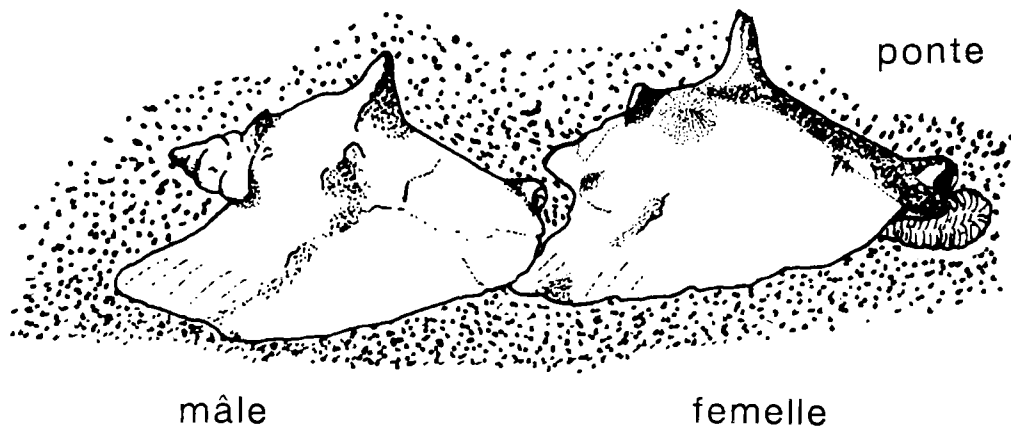
Il a été observé en Martinique (cf. Chapitre I, § 5.2) comme pour l'ensemble de la Caraïbe, une migration photo et thermophile des jeunes adultes matures notamment, des fonds profonds vers les fonds côtiers à l'approche des mois les plus chauds (Robertson 1959). La saison de reproduction dure d'avril-mai à septembre-octobre selon la latitude et les zones considérées. L'activité reproductrice, dont le maximum est observé entre mai et juillet est corrélée à la photopériode (Stoner et al. 1993) et à la température de l'eau de mer. La fécondation est interne, et exige donc la proximité des individus. Les organes externes de la reproduction ont été décrits au Chapitre II, § 3.3.4). La copulation (figure 56) précède la ponte de trois à neuf semaines (Randall 1964; Hesse 1979; Brownell 1977; Weil et Laughlin 1984).

1.1.2.2 Ponte

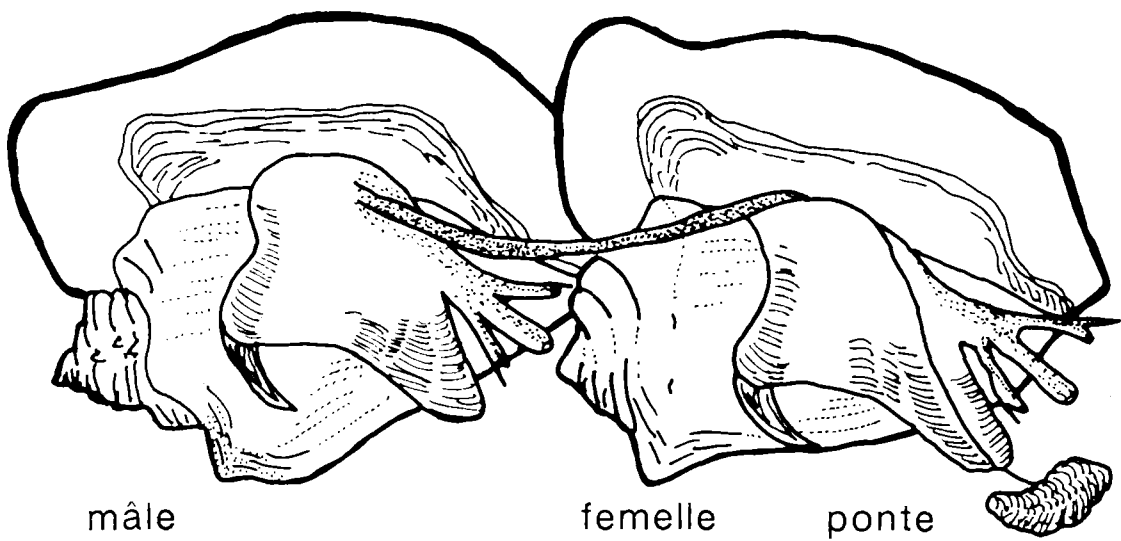
Les géniteurs fréquentent les mêmes aires de ponte année après année. Celles-ci sont situées entre 5 et 30 mètres de profondeur; le sédiment calcaire, de nature coquillière ou corallienne et de granulométrie variable (sables grossiers, graviers, débris coralliens) est généralement non occupé par des herbiers ou alguiers. Il arrive fréquemment que mâles et femelles copulent pendant la ponte (Randall 1964; Weil et Laughlin 1984) (figure 56); celle-ci dure de 24 heures à 36 heures (Randall 1964; D'Asaro 1965). Le mucus des pontes, en forme de croissant, agglutine les particules du sédiment; les pontes sont ainsi camouflées et protégées.

1.1.2.3 Taux de fécondité

Chaque ponte est constituée d'un nombre variable d'oeufs selon les individus et le moment de la saison (de 140 000 à 750 000; Thorson, dans Robertson 1959), la moyenne étant 400 000 oeufs (Randall 1964; Weil et Laughlin 1984). Les relations entre la taille des individus et la fécondité apparente (en terme de nombre d'oeufs pondus) ne sont pas connues (Appeldoorn sous presse, c). Une femelle produit en moyenne 9.4 pontes au cours d'une saison de reproduction (Davis et al. 1984), soit 3 à 5 millions d'oeufs. Le nombre d'oeufs par ponte est corrélé avec la température, comme pour de nombreux mollusques (Boucher et Dao 1989): il est maximal lorsque la température est maximale, indépendamment de l'âge des individus, soit de mai à juillet aux îles Turks et Caïcos (Davis et al. 1984) et de juillet à août à Los Roques (Vénézuëla, Weil et Laughlin 1984).



A Vue de dessus



B Vue de dessous

Figure 56. Reproduction du lambi par fécondation interne.

Hughes et Ninnes (sous presse) ont montré que ni le poids de chair, ni l'épaisseur du pavillon n'indiquaient convenablement le développement des gonades. Afin de connaître la relation fécondité-âge il n'y aurait pas d'autre possibilité qu'une étude directe des produits gonadiques, dont la méthodologie pourrait s'inspirer des travaux d'Egan (1985).

L'oogénèse serait stimulée par la présence des mâles (Ram 1977) et la viabilité du sperme (six semaines, Weil et Laughlin 1984; Appeldoorn sous presse, c); les mâles seraient attirés par les femelles en train de pondre (Davis et Hesse 1983; Weil et Laughlin 1984). Une plus forte densité des géniteurs accentuerait ces phénomènes (Davis et Hesse 1983; Weil et Laughlin 1984). A contrario, une diminution de l'abondance des géniteurs, abaissant le taux de rencontre, pourrait diminuer la gamétogénèse.

1.1.3 Survie larvaire

1.1.3.1 Vie larvaire

L'éclosion des oeufs a lieu en 3-5 jours, généralement en fin de journée, libérant une larve véligère de 300 microns (Davis 1993). La durée de la vie larvaire planctonique dans le milieu naturel est inconnue; en élevage, elle est de 12 (Ballantine et Appeldoorn 1983) à 35 jours (Davis et Hesse 1983), 21 jours en moyenne (Davis 1993). Les larves se nourrissent du phytoplancton (*Isochrysis*, diatomées - *Chaetoceros gracilis*...), plus abondant à proximité des côtes.

1.1.3.2 Transport des larves: rétention

Par hypothèse, un moins grand nombre de larves serait issu des pontes situées à l'intérieur de la barrière récifale (pour la côte est) en raison de la raréfaction des géniteurs sur les fonds inférieurs à 15 mètres. Toujours par hypothèse, les courants de surface côtiers (courants de marée) pourraient ramener vers la côte la plupart des larves émises à l'extérieur ou au niveau de la barrière récifale de la côte est (cf. Chapitre I, § 1.2.3 et Emery 1972). Si cette relation était vérifiée, l'actuelle distribution bathymétrique des adultes ne serait pas un facteur limitant le recrutement. Les résultats des études de densité de larves sont pour l'instant surtout qualitatifs mais indiquent cependant que le phénomène de rétention des larves dans la zone d'émission pourrait l'emporter sur celui de leur dispersion par les courants au large des côtes (Kinder et al. 1985; Lessios et al. 1984; Posada et Appeldoorn 1993; Laursen 1981; Sinclair 1988; Stoner et al. 1993).

La concentration des larves par le jeu des courants de marée à proximité des côtes pourrait faire dépendre la survie des larves de la qualité des eaux côtières. Celle-ci est difficile à déterminer scientifiquement. Des indications sur la qualité des eaux de baignade ont été fournies par le laboratoire d'hygiène départemental de la Martinique ainsi que pour la baie de Fort de France (Anonyme 1991). D'une façon générale, les eaux côtières ont une surcharge de matière organique, terrigène et polluante (eaux usées, aménagements terrestres, agriculture intensive d'exportation) et des phénomènes d'eutrophisation ont été indirectement observés par le développement d'algues (marées vertes) (Anonyme 1991).

1.1.3.3 Transport des larves: dispersion

La nature volcanique de l'île détermine l'isolement physique des lambis vivant sur le plateau insulaire, séparé de celui des îles voisines par des fonds de plus de 1 500 mètres. Grâce au stade larvaire la population échappe aux contraintes benthiques, à l'isolement et à l'homogénéité génétique. L'existence d'un nombre non négligeable de larves dans les eaux marines au large des côtes (Posada et Appeldoorn 1993) permet de supposer de possibles échanges larvaires entre les populations de lambi suffisamment proches. Les courants généraux longeant les îles situées au sud de la Martinique, St Lucie et les Grenadines, pourraient transporter des larves, qui métamorphoseraient sur les côtes de la Martinique (cf Chapitre I, § 1.2.3).

Cependant, d'après les études de génétique des populations de *Strombus gigas* de la Caraïbe (Bermudes, îles Turks et Caïcos, St Kitts et Nevis, Ste Lucie, Bequia, Grenadines, Barbade, Belize), ces transports larvaires sont limités (Mitton et al. 1988). Aussi, les Bermudes et Barbade, situés à l'extérieur des grands axes courantologiques des Antilles ne pourraient bénéficier des larves d'autres populations, ce qui contribuerait à la difficulté de restauration de la biomasse des populations (Mitton et al. 1988).

1.2 Phase benthique

La connaissance des juvéniles de moins de 100 mm dans le milieu naturel est encore limitée. Deux étapes peuvent être distinguées dans la vie du juvénile: jusqu'à 50 mm, l'animal vit principalement enfoui dans le sédiment et au delà de cette taille ce comportement d'enfouissement devient peu fréquent. Il apparaît que le rôle de la qualité des biotopes côtiers, de la prédation (cf. Chapitre II, § 4.1.1) et dans une moindre mesure, la compétition, sont prédominants pour le succès du recrutement.

1.2.1 Les différents stades

1.2.1.1 Métamorphose

Seules les larves ayant été amenées par les courants assez près de la côte (fonds de 0 à 15 mètres) trouvent les conditions favorables à leur métamorphose. Les conditions environnementales favorables à la fixation des juvéniles n'ont pas été définies précisément. Les opérations d'élevage ont cependant montré que les pigments (phycoérythrines) et protéines associées de certaines algues Rhodophycées (*Laurencia poitei*) (Siddall 1983; Mianmanus 1990) induisaient la métamorphose avec un taux de succès variant selon les lots de 50 à 90 % (Davis 1993). Les individus mesurent à la métamorphose environ 1.2 mm. La métamorphose aurait principalement lieu sur les petits fonds sableux littoraux (d'après Sandt et Stoner non publié).

1.2.1.2 De la métamorphose à la taille recrutée

* L'enfouissement

Une fois métamorphosés, les juvéniles s'enterrent dans le sédiment jusqu'à 45 cm de profondeur (Sandt et Stoner sous presse), dont ils émergent préférentiellement la nuit pour se nourrir activement (Randall 1964; Sandt et Stoner sous presse; Dalton, obs. pers.). Ce bio-rythme est sous contrôle endogène, stimulé par la lumière et indépendant du cycle des marées (Sandt et Stoner sous presse).

L'alimentation des juvéniles jusqu'à la taille de 50-70 mm est essentiellement composée de diatomées benthiques, d'agrégats particuliers issus de la dégradation de la matière organique, de micro-organismes.... Les fonds de sable recouverts de diatomées benthiques et recouverts ou non d'herbier de faible densité, sont mieux adaptés aux juvéniles de moins de 50 mm (Sandt et Stoner sous presse).

Lorsqu'ils atteignent la taille de 50 à 70 mm, le temps passé enterré dans le sédiment diminue progressivement. C'est en général à partir de cette taille qu'il est possible de les observer pendant la journée, notamment pendant les mois les plus chauds (Stoner et al. 1988; Davis 1992). Les pêcheurs observent chaque année à l'automne les juvéniles de 70 à 100 mm sur les herbiers les plus côtiers. A cette taille, les juvéniles préfèrent les herbiers de moyenne densité en plants comme en détritiques (Stoner et Waite 1991; Rathier à paraître).



Figure 57. Juvéniles de 25 à 35 mm issus d'élevage.

Il semble que l'enfouissement devienne un mécanisme de protection contre le stress, notamment provoqué par de mauvaises conditions météorologiques (Appeldoorn 1985, Lipcius et al. sous presse, les pêcheurs de l'étude).

* Dispersion et densité

La distribution benthique des lambris est agrégative semble-t-il dès la métamorphose, au moins de la taille de 20 mm (Rathier à paraître) à l'âge adulte (Randall 1964). Sandt et Stoner (sous presse) ont observé une densité de juvéniles de 30 à 50 mm de 2.2 lambris/m². L'agrégation des juvéniles est surtout observée une fois qu'ils sont sortis du sédiment (à partir de 50 mm), lorsqu'ils migrent vers les herbiers (Robertson 1959; Randall 1964; Stoner et al. 1988). Le changement d'habitat peut être plus précoce, avant même la taille de 20 mm (Stoner 1989b); la densité de juvéniles de moins de 10 mm sur un herbier de faible densité peut atteindre 9 lambris/m².

Observé chez les juvéniles de 67 et 145 mm, le phénomène d'agrégation est le plus fort en hiver et beaucoup moins net en été lorsque les lambris sont dispersés sur les herbiers pour se nourrir (Stoner et al. 1988). Le

comportement migratoire des juvéniles est déclenché par les changements saisonniers et détermine la concentration des individus en agrégats (Stoner et al. 1988). La densité intra-agrégat varie de 320 à quelques individus par m² (Stoner et al. 1988; Wood et Olsen 1984). La taille des agrégats peut atteindre 300 à 500 m².

D'après les observations réalisées sur les agrégats de juvéniles dans le milieu naturel (Stoner et al. 1988), la diminution d'abondance consécutive à la surexploitation diminuerait la taille des agrégats et les densités intra et inter-agrégats. Cet affaiblissement du phénomène agrégatif, rendrait par conséquence les individus plus vulnérables à la prédation (Stoner et al. 1988). De plus, une moins forte densité intra-agrégat aurait pour conséquence l'affaiblissement du comportement migratoire, puisque la mobilité des individus augmente avec leur densité (Siddall 1984; Stoner et al. 1988).

1.2.2 Qualité des biotopes côtiers

Sandt et Stoner (sous presse) ont analysé la qualité du sédiment où les plus fortes concentrations de juvéniles de moins de 50 mm sont observées: granulométrie de 0.8 à 1 mm, peu de richesse organique, et peu de cohésion des éléments. Généralement, les juvéniles de moins d'un an sont rencontrés sur les fonds de sable en bordure des herbiers côtiers ou sur les herbiers de faible à moyenne densité (Stoner et al. 1993; Rathier, obs. pers.). Les données concernant la vie des juvéniles de moins de 60 mm dans le milieu naturel sont encore très fragmentaires.

Les agrégations de juvéniles les plus remarquables sont constituées de lambis de 80 à 180 mm. Les expérimentations menées aux Bahamas ont montré que contrairement aux adultes (excepté lors de la ponte), les juvéniles ne sont rencontrés que sur des fonds d'herbier aux caractéristiques complexes (Stoner et al. 1993). Les nourriceries sont généralement peu profondes (moins de 5 m); les herbiers de phanérogames marines sont de densité moyenne et présentent des zones sableuses; les sédiments sont meubles et non envasés. Les zones d'herbier présentant ces caractéristiques sont nombreuses mais ne correspondent pas forcément à des nourriceries. Il a été observé aux Bahamas que les nourriceries les plus favorables présentent de forts courants de marée permettant un renouvellement fréquent de l'eau, une production abondante de macroalgues (*Batophora oerstedii*, *Laurencia* sp...) et un faible taux de prédation (Stoner et al. 1993).

La dégradation des écosystèmes marins côtiers par les activités anthropiques terrestres observée en Martinique est une hypothèse au moins aussi plausible pour expliquer d'éventuelles diminutions du recrutement que

celle d'une réduction excessive du stock reproducteur:

- sédimentation (envasement) des fonds de baie et anses, notamment à l'embouchure des cours d'eau,
- anoxie des sédiments, à la suite de l'eutrophisation des eaux côtières (rejets des eaux usées, marées vertes...),
- pollution des sédiments par divers polluants (métaux lourds, pesticides).

Celles-ci entraînent l'envasement et la pollution du sédiment des zones côtières de la zone subtidale à 2 mètres de profondeur, qui sont les aires de nourricerie des juvéniles de moins de 50 mm. L'eutrophisation des eaux côtières a pour conséquence directe la prolifération d'algues vertes (*Enteromorpha*...) qui étouffent les herbiers, qui sont les aires de nourriceries des juvéniles de plus de 50 mm (Rathier, obs. pers.).

La qualité des biotopes côtiers peut aussi être modifiée par les accidents climatiques que sont les cyclones et fortes tempêtes tropicales, entre juillet et octobre, et donc en deuxième partie de la saison de reproduction. Les conséquences des cyclones sur le recrutement n'ont pas été évaluées. Il a seulement été montré que les fonds côtiers étaient (mécaniquement) très perturbés lors de ces événements climatiques, et que la restauration de leur équilibre nécessitait plusieurs semaines (UAG 1991). Bien que d'après les pêcheurs les cyclones soient responsables des moins bonnes captures les 2 à 5 années suivantes, il n'est pas prouvé que ces accidents climatiques ⁽¹¹⁾ influent fortement sur le recrutement.

1.2.3 Prédation et compétition

Les rapports prédateurs-lambis sont maintenant assez bien connus (Herrera et al. 1993; Iversen et al. 1986; Jory et Iversen 1988 et 1993; Dalton 1993; Davis 1992). Les jeunes langoustes (20-100 mm) sont de redoutables prédateurs des juvéniles jusqu'à la taille de 70 mm, mais surtout jusqu'à 50-55 mm (Davis 1992).

L'observation de juvéniles dans le milieu naturel a montré que le comportement agrégatif des juvéniles joue un rôle protecteur contre la prédation (Lipcius et al. sous presse). La mortalité par prédation est plus forte en été (Appeldoorn 1985, Jory et Iversen 1983 et sous presse), vraisemblablement maximale entre la fin de l'enfouissement vers 30-50 mm et l'été suivant la métamorphose.

(11) Cyclones ayant affecté la Martinique récemment: David en 1979 et Allen en 1980.

Parmi les espèces herbivores, l'oursin est potentiellement l'espèce la plus compétitive pour la nourriture et l'espace (cf. Chapitre I, § 6.2.4.1), une fois que les juvéniles ont atteint la taille de 70 à 100 mm.

1.3 Conditions du forçage du recrutement

Dans le but d'augmenter la production de la population de lambi, il est envisagé depuis de nombreuses années dans la Caraïbe de forcer le recrutement, i.e d'introduire dans le milieu naturel des individus ayant passé les différentes étapes critiques de la phase juvénile (Siddall 1983b et 1984b; Creswell 1993).

Dans l'objectif de forcer le recrutement, il est d'abord nécessaire de prégresser les juvéniles jusqu'à ce qu'ils aient atteint la taille où la mortalité naturelle par prédation atteint un certain seuil d'acceptabilité. L'élevage de *Strombus gigas* est maintenant bien maîtrisé jusqu'à la taille de 30 mm (Davis 1993; Dalton 1993). Au sens écologique du terme, le prégrossissement de la métamorphose à 30 mm est de type semi-intensif, puisque les lambis sont nourris par des algues cultivées (*Chaetoceros gracilis*, *Enteromorpha*).

1.3.1 Critères de faisabilité technique d'un élevage extensif

1.3.1.1 Origine et qualité des juvéniles

L'élevage extensif d'animaux dans l'objectif de forcer le recrutement peut être réalisé soit à partir de juvéniles collectés dans le milieu naturel, soit à partir de juvéniles produits en éclosérie. La collecte de juvéniles de moins de 100 mm dans le milieu naturel est difficile, fortement aléatoire et limitée dans le temps (de juillet à décembre). Aussi, sans rejeter systématiquement cette procédure, la production de juvéniles par les fermes d'élevage permet de se soustraire à ces aléas et fluctuations.

Plusieurs fermes de la Caraïbe (îles Turks et Caïcos, Belize, Floride, Bonaire) sont en mesure de produire annuellement des centaines de milliers de juvéniles. Pour l'instant, seule la ferme des îles Turks et Caïcos peut fournir régulièrement 500 000 lambis annuellement à 30 mm (Davis 1993). La technique actuelle, trop coûteuse, ne permet pas de maintenir à terre les juvéniles au delà de cette taille (Davis 1993; Dalton 1993).

Les juvéniles issus d'élevage seraient pour certains plus vulnérables que ceux du milieu naturel en raison notamment d'une coquille plus fine (Jory et Iversen 1983 et 1988). Les résultats des expérimentations de Stoner

et Waite (1991) et de Stoner et Sandt (1991) vont dans ce sens. Pour d'autres, la coquille des juvéniles sortis d'écloserie serait plus résistante aux prédateurs (Davis 1992; Stoner, dans Davis 1992). Des recherches sont en cours pour déterminer la relation taille-morphologie permettant la meilleure survie pour un site donné (Davis 1992; Stoner sous presse a). La qualité de l'alimentation des juvéniles de la métamorphose à la taille de 30 mm est primordiale pour assurer le renforcement de la coquille avant le semis. Des recherches sont actuellement poursuivies dans l'objectif de mettre au point un régime alimentaire artificiel et peu coûteux distribué par l'intermédiaire des circuits d'eau (Dalton 1993).

1.3.1.2 Taille de lâcher

Plusieurs auteurs ont cherché à définir la taille de semis assurant une survie suffisante. Un consensus s'est peu à peu dégagé pour conseiller la taille de 40 à 60 mm (Appeldoorn et Ballantine 1983; Appeldoorn 1984; Appeldoorn 1985; Jory et Iversen 1988; Dalton et al. sous presse; Dalton 1993; Davis 1992).

Il est indispensable de prévoir une phase de transition entre la sortie du prégrossissement à terre à 30 mm et la taille d'ensemencement précédemment définie ou mieux, la taille de 80 mm (Dalton 1993; Rathier à paraître). Deux solutions sont actuellement étudiées en terme de coût et de résultats: l'élevage extensif en race-ways ou le passage en mer. Les coûts de l'élevage à terre sont pour l'instant prohibitifs (Dalton 1993).

Plusieurs solutions sont possibles et restent à définir pour le passage en mer afin de protéger les juvéniles de la prédation. Les cages flottantes en mer en élevage associé à des poissons ont été essayées avec succès (Rathier 1985; Rathier et St Félix 1988; Iversen et al. 1986). Cependant, l'espace nécessaire pour le grossissement de plusieurs dizaines de milliers de juvéniles est trop important pour que cette technologie soit réalisable. La deuxième solution est l'enclos marin (Dalton 1993) ou sous-marin (Rathier 1985 et à paraître). Dans le cas du parcage, solution généralement retenue, il est indispensable d'adopter une technologie d'enclos permettant de diminuer la pression de prédation sur le site de lâcher tant que les juvéniles n'ont pas atteint la taille de 80 mm, soit pour 6 à 9 mois environ (Dalton 1993; Rathier à paraître): pose de pièges (pour les poulpes), barrière s'élevant au-dessus de la surface de l'eau.(requins, tortues et raies), collecte des prédateurs (gastéropodes...), pose de jupes ou de rebords pour éviter les crabes.... La technique de parc est complexe; son coût est plus élevé lorsqu'il s'agit de préserver les juvéniles de la prédation (Rathier à paraître, Dalton 1993).

1.3.1.3 Période et méthode de lâcher

Afin de respecter le rythme nyctéméral des juvéniles (Sandt et Stoner sous presse) et de les protéger contre la prédation immédiate, les juvéniles d'élevage devraient être placés dans le milieu naturel la nuit (Dalton 1993). D'après Jory et Iversen (1993) il est préférable d'ensemencer les juvéniles en automne ou hiver lorsque la prédation est la moins forte, bien que la croissance soit plus lente à cette saison.

1.3.1.4 Qualité et capacités biotiques des sites de lâcher

* Qualité nutritionnelle des sites

Les sites les plus appropriés diffèrent selon la taille des juvéniles et ont été décrits (cf. § 1.2.1.2 et 1.2.2) (Stoner 1993; Dalton 1993; Rathier à paraître). Les sites sont sélectionnés lorsqu'ils correspondent à des zones réputées pour être des nourriceries et qu'ils ne sont pas dégradés.

Quel que soit l'objectif d'un semis il est indispensable de réaliser des tests de croissance et de survie sur les zones dont les caractères écologiques, une fois analysés (granulométrie et qualité du sédiment, biomasse des herbiers et des détritiques, étude des algues, courantologie...) apparaissent favorables (Stoner et Sandt 1993; Stoner et al. 1993; Stoner sous presse).

* Capacités biotiques des sites et densité

La densité d'ensemencement à la taille de 30 mm ne devrait pas excéder 4 individus/m² en enclos (Dalton et al. sous presse). Les besoins d'espace croissent avec la taille des juvéniles: 6 m²/jour de 20 à 50 mm (Appeldoorn and Ballantine 1983; Appeldoorn 1985) à 22 m²/jour de 100 à 200 mm (Rathier à paraître). C'est pourquoi la densité ne doit pas excéder 1 ind./m² au bout d'un an (Dalton 1993; Rathier à paraître), lorsque l'animal atteint 80-110 mm.

La concentration de juvéniles dans un enclos sous-marin attire les prédateurs (Dalton 1993; Rathier à paraître). Aussi, ce type d'opération devrait être accompagné d'une étude de l'équilibre de l'écosystème délimité, notamment en ce qui concerne l'évolution des populations de prédateurs (Dalton 1993).

1.3.1.5 Faisabilité technique du grossissement

* Parcage

Des individus de 15 à 20 cm placés pendant une année à 0.4/0.5 ind/m² dans un parc de 5 000 m² (n = 2 000 environ), eurent un taux de croissance de 2.7 cm/an comparable à celui de lambis non parqués et une mortalité six fois inférieure à celle du milieu naturel (Munoz et al. 1987). La grande mobilité des juvéniles, notamment à partir de 100 mm (Randall 1964; Hesse 1977; Rathier à paraître) conduit à conseiller dans le cas d'enclos destiné à un élevage extensif, la délimitation de grands espaces sous-marins, orientés selon un gradient de profondeur croissant (comportement migratoire à respecter), et parallèlement à la houle de vent dominant. En effet, la direction du mouvement des juvéniles est généralement opposée à celle de la houle dominante (Rathier à paraître). Malgré l'adoption d'une densité adaptée, les lambis se concentrent le long des barrières de l'enclos (Rathier à paraître; Dalton 1993). L'épuisement des capacités nutritionnelles de la zone peut rapidement provoquer le ralentissement de la croissance. Dans le cas d'élevage extensif destiné à la production directe de chair, la densité d'élevage préconisée est de 1 lambi pour 2 à 5 m². Lorsque l'animal atteint la taille adulte, il devient ubiquiste, aussi, il n'y a pas à craindre la diversité des types de fonds occasionnée par l'importante superficie des parcs.

* Pacage marin (sea ranching)

La connaissance des zones de pêche actuelles et passées de juvéniles permet d'effectuer une première sélection des zones adaptées à un repeuplement (figures I.15 à I.19). Le point le plus important est que les zones exploitées actuellement sont a priori les zones les mieux adaptées à un repeuplement.

L'ensemencement de nourriceries historiques avec des juvéniles prégrossis jusqu'à la taille de 60-80 mm devrait permettre à terme le "comportement de retour". En effet, en grandissant, les juvéniles s'éloignent de la côte et rejoignent les géniteurs plus profonds. Les zones de reproduction et de pontes restent les mêmes années après années.

La taille de commercialisation occasionnant la meilleure rentabilité biologique et commerciale est 18-24cm, soit de 10 à 5 lambis/kg. A cette taille, l'animal est soit recapturé avant qu'il n'ait formé son pavillon soit alors qu'il est juste pavillonné. Cette taille permet une recapture des animaux avant qu'ils n'aient rejoint les fonds de plus de 20 m où vivent les adultes. La recapture devrait avoir lieu de juillet à septembre pour une accessibilité optimale en plongée libre.

La diminution de l'abondance des lambis sur les fonds côtiers implique une sous-utilisation des capacités trophiques des fonds côtiers. Il y a place dans le milieu naturel pour ce type d'opération.

Des ensemencements dans le milieu naturel sous diverses conditions ont été et sont réalisés à Bonaire (Antilles Néerlandaises), au Belize, en Floride, aux îles Turks et Caïcos et aux Bahamas (Creswell et Davis 1991). Les juvéniles sont semés soit sur des zones exploitées comme à Bonaire, où plus de 10% des 4 millions d'individus semés à la taille de 40 mm ont été capturés adultes par les pêcheurs, soit sur des zones protégées comme au Belize (Ambergris Caye) (Creswell et Davis 1991). Les semis de juvéniles réalisés en Floride et aux Bahamas sont plutôt orientés vers des objectifs précis de recherche: conséquences potentielles du lâcher de juvéniles "sélectionnés" produits en éclosérie sur le degré d'hétérozygotie des populations de lambis "sauvages" (Floride) ou études des juvéniles dans le milieu naturel aux Bahamas (migrations, habitats, nourriture...) (Creswell et Davis 1991, Stoner et al. 1993).

1.3.2 Critères socio-économiques d'applicabilité

La difficulté de mise au point de technologie économiquement rentable provient du caractère "brouteur" de l'espèce; il en est de même pour les deux autres gastéropodes cultivés, l'ormeau (*Haliotis* sp.) et les troques (*Trochus niloticus*). Comparativement aux mollusques "filtreurs" ou "symbiotiques" (bénitiers: *Hippopus hippopus* et *Tridacna* sp.), le régime alimentaire du lambi représente un handicap majeur pour l'aquaculture. Au-delà de la taille de 30 mm, les besoins en nourriture et les surfaces nécessaires sont tels que seul un élevage extensif du lambi est actuellement envisageable.

Deux problèmes majeurs sont identifiés pour que l'élevage extensif du lambi (parcage ou pacage marin) soit réalisable:

- sa rentabilité économique,
- et son applicabilité.

Seul le premier point sera abordé à ce niveau du travail, puisqu'il détermine à lui seul la non faisabilité actuelle d'une opération de forçage du recrutement.

Le premier obstacle à la rentabilité économique est la fourniture en juvéniles: la collecte est dans son principe aléatoire parce que dépendante des fluctuations naturelles du recrutement, et difficile en pratique à mettre en oeuvre. Il serait intéressant d'inciter quelques pêcheurs à réaliser quelques

essais de collecte dans les zones de recrutement naturel qu'ils connaissent pendant l'automne, afin d'estimer les possibilités réelles de cette voie puis de placer les juvéniles en parcs dans les conditions définies dans cette section. Quant au juvénile produit à 30 mm par les fermes d'élevage, leur prix unitaire est encore fortement élevé (1 Fr ! 1992), sans compter qu'il reste à améliorer la qualité des juvéniles produits. Les recherches se poursuivent actuellement pour intensifier la technique d'élevage (régime alimentaire performant et automatisation des tâches) afin de diminuer les coûts de production. L'intensification recherchée pour accéder à la rentabilité de la première phase de l'élevage serait sans doute plus facilement mise en oeuvre dans un pays déjà occidentalisé que dans un pays en voie de développement.

Aussi, des deux types d'intervention pour améliorer la production, le forçage du recrutement étant exclu pour l'instant, il reste à modifier le régime d'exploitation pour réguler le taux d'exploitation.

2 - Diagramme d'exploitation

Dans l'objectif d'intervenir sur le volume et la qualité des captures afin d'augmenter la biomasse capturable, il est tout d'abord nécessaire de connaître le diagramme d'exploitation actuel. La deuxième partie de ce chapitre est consacrée à l'évaluation de la mortalité par pêche affectant chaque classe de longueur de la distribution actuelle des captures. Cette étude permettra dans un deuxième temps la détermination des variables qui seront utilisées par la suite pour la définition des moyens de régulation du taux d'exploitation.

2.1 Rappel des concepts de la gestion classique

L'histoire de la pêche mondiale depuis la fin du siècle dernier explique l'émergence des principes de base de la gestion classique (voir Troadec 1989a). L'objectif était, dans le contexte des années 1950 à 1970, d'évaluer les potentialités halieutiques mondiales afin de maximiser la production pondérale par l'extensification et l'intensification des moyens de production (capital et travail) dans le cadre du libre accès aux ressources.

La premier mérite de cette approche est d'avoir permis "l'émergence d'outils mathématiques d'évaluation performants" (Durand et al. 1989). A l'occasion de la dégradation ou de l'effondrement de la production des grands stocks internationaux, évidente et surtout reconnue à partir de la fin des années 1960, l'industrie de la grande pêche et les administrations reconnaissent

"le caractère fini et vulnérable des ressources halieutiques". Les modèles biologiques issus de l'approche classique de la gestion de stock ont eu pour second mérite d'avoir montré plus que "convaincu administration et profession du caractère limité de la production des stocks halieutiques et de l'intérêt d'une régulation de l'effort de pêche et de l'âge de première capture" (Durand et al. 1989), qui déterminent le diagramme d'exploitation.

Les outils mathématiques conçus pour la détermination des conditions de "gestion rationnelle" des ressources renouvelables ont peu évolué conceptuellement au cours des décennies qui ont suivi leur élaboration, mais ont été améliorés, pour mieux prendre en compte les mécanismes de la dynamique des populations exploitées (Garcia 1989).

La gestion des pêcheries côtières, souvent artisanales, est devenu une préoccupation lorsque les limites de l'expansion de la pêche hauturière sont devenues claires et que furent reconnus les mérites économiques et sociaux de ces pêcheries, jusque là sousestimés (Durand et al. 1989; Troadec 1989a; Garcia 1989).

Concernant la ressource, les pêcheries côtières diffèrent des pêcheries hauturières par la nature plurispécifique des stocks. Si l'ensemble de la flottille opérant sur le plateau insulaire de la Martinique peut être classée en "petite pêche" (Durand et al. 1989), la typologie des activités de pêche indique le caractère polyvalent des unités artisanales, adaptée à la nature composite de la pêcherie (Gobert 1989). Aussi, les méthodes classiques de gestion ont été améliorées à partir de 1980 afin de mieux analyser la réalité de ces pêcheries (Mesnil 1989); le logiciel ANALEN, utilisé dans cette étude, a justement été conçu de façon à intégrer le caractère multi-métier d'une pêcherie spécifique (Chevaillier et Laurec 1990).

2.2 - Généralités sur l'analyse de cohorte

La mortalité due à la pêche est généralement estimée par classe d'âge, grâce à l'analyse de cohorte (Gulland 1965).

2.2.1 Historique de l'analyse de cohorte

Inspirée des travaux de Fry (1949), Beverton et Holt (1956) et Jones (1961), la méthode générale de l'analyse de cohorte utilisant la structure démographique de la population a été développée par Murphy (1965), Gulland (1965) et Pope(1972).

L'analyse de cohorte permet de reconstituer l'abondance d'une cohorte à partir des structures démographiques des captures effectuées tout au long de sa vie, de son entrée en phase exploitable à son extinction (Mesnil 1980). Une cohorte est l'ensemble des animaux nés la même année, par simplification au même instant (Mesnil 1980b; Laurec et Le Guen 1981).

Comme il n'est pas toujours possible de définir directement l'âge de l'animal étudié, Jones (1974, 1981) a modifié l'analyse de cohorte en âge pour pouvoir utiliser les données en longueur de la composition du stock. La méthode consiste à convertir les accroissements de longueur d'une classe à l'autre en intervalles de temps grâce à la connaissance des paramètres de croissance L_{inf} et K . Cette méthode aboutit à l'estimation de coefficients instantanés de mortalité par pêche par classe de longueur.

La connaissance de la structure en longueur des captures permettait dans le cas de l'étude de la pêcherie de lambi de la Martinique, d'appliquer cette technique. Cependant, l'établissement d'une clé taille-âge chez *Strombus gigas* nécessite un changement de référence (longueur siphonale/épaisseur du pavillon) pour l'étude de la croissance des adultes. Aussi, le travail d'analyse est basé dans le cas présent sur la distribution des captures en longueur pour l'ensemble de l'échantillon, et sur la distribution des captures en épaisseur pour la fraction des lambis adultes pavillonnés.

2.2.2 Historique et principes de l'analyse de pseudo-cohorte

L'analyse de cohorte nécessite de connaître la structure démographique des captures sur plusieurs années. L'absence totale de données antérieures à celles de 1986/1987 sur le stock de lambi et son exploitation ne permet pas d'utiliser une telle méthode. Santarelli (1985) et Laurec et Santarelli (1986) ont modifié l'analyse de cohorte, pour qu'elle puisse être appliquée à des données recueillies sur une seule année, en considérant que le stock est à l'équilibre.

L'ensemble des individus présents dans le stock une année donnée constitue une pseudo-cohorte (Chevaillier et Laurec 1990). Aussi, lorsque les hypothèses d'équilibre sont respectées, la structure démographique observée en 1986/1987 constitue une image des effectifs d'une cohorte tout au long de sa vie. Si les recrutements et les taux de mortalité ont été identiques d'année en année au cours de la période d'exploitation des cohortes présentes, les nombres d'individus de la pseudo-cohorte aux différents âges sont égaux à ceux de l'une quelconque des cohortes du stock (Chevaillier et Laurec 1990). Ces deux conditions déterminent l'équilibre du stock.

La méthode proposée par Laurec et Santarelli (1986) a ensuite été modifiée en intégrant la technique de Jones (1974, 1981) pour être en mesure de traiter des données en longueur et non en âge. Les équations utilisées pour l'étude de la structure en longueur des captures (Chevaillier et Laurec 1990) sont issues des deux formules fondamentales de l'analyse de cohorte:

(1) l'équation de survie décrit la décroissance de l'effectif des individus d'une cohorte au cours du temps⁽¹²⁾ :

$$N_{i+1} = N_i \cdot \exp(-Z_i \cdot \delta t_i)$$

(2) l'équation des captures décrit la mortalité pendant une période de temps donnée:

$$C_i = N_i \frac{F_i}{Z_i} \cdot (1 - \exp(-Z_i \cdot \delta t_i))$$

i : index de classe de longueur,

N_i : effectif des individus de longueur l_i ,

C_i : effectif des individus capturés par la pêche de longueur comprise entre l_i et l_{i+1} ($l_{i+1} = l_i + \delta l$),

δt_i : temps nécessaire à un individu pour passer de l_i à l_{i+1} ,

F_i : coefficient instantané de mortalité par pêche pour la classe de longueur i ,

Z_i : coefficient instantané de mortalité totale; $Z_i = F_i + M$.

2.2.3 Constance des mortalités au cours du temps

Les diagrammes de mortalité (par pêche et naturelle) sont imposés constants par la méthode au cours de la période d'exploitation de la cohorte en présence, soit depuis sept années.

* Mortalité par pêche

Les pêcheurs suivis pendant l'enquête ont été interrogés sur leur activité les années précédentes. Il est possible de considérer que la production

(12) Le temps est la variable de référence dans l'expression classique de l'analyse de cohorte: $N_{t+\delta t} = N_t \exp(-Z \cdot \delta t)$. Dans l'analyse de pseudo-cohorte par classe de longueur, on considère qu'un intervalle de longueur δl représente un intervalle δt de la vie de la pseudo-cohorte. La prise en compte d'un modèle de croissance permet de déterminer l'âge t correspondant à une longueur l et le temps δt nécessaire à un individu pour grandir de la longueur l à la longueur $l+\delta l$ (Chevaillier et Laurec 1990).

et l'effort de pêche étaient relativement stables durant la dizaine d'années précédant l'enquête. Bien que cette indication soit approximative, l'hypothèse de la constance des mortalités par pêche est retenue.

La mortalité par pêche au cours de la période d'étude, i.e un an, n'est pas constante. L'exploitation du lambi est saisonnière en raison de l'évolution spatio-temporelle de la disponibilité et de la saisonnalité des autres activités de pêche (cf. Chapitre I).

* Mortalité naturelle

S'il est certain que la mortalité naturelle de *Strombus gigas* change avec l'âge des individus, l'incertitude sur les valeurs de mortalité naturelle de la littérature et le manque de données pour la totalité du cycle biologique, notamment la phase recrutée, ont conduit à préférer l'utilisation d'un coefficient constant de mortalité naturelle plutôt que l'équation de décroissance exponentielle établie par Appeldoorn (1988b) (cf. Chapitre II, § 4.1)⁽¹³⁾.

Pour la suite de l'étude, la mortalité naturelle est approchée par un coefficient correspondant à la valeur de M pour la dernière classe d'âge (cf. Chapitre II, § 4.2), et considéré constant pour la période de l'étude.

2.2.4 Constance du recrutement au cours du temps

Bien qu'elle ne soit pas théoriquement satisfaisante, l'hypothèse de la stabilité du recrutement pour la période considérée est utilisée suivant l'objectif de tirer le meilleur parti d'un recrutement donné à court terme (Laurec et Le Guen 1981).

2.2.5 Le programme ANALEN

Le logiciel ANALEN est conçu pour l'évaluation de stocks de poissons à partir des captures en nombre par classe de taille (Chevaillier et Laurec 1990). Il permet de réaliser une analyse de pseudo-cohorte selon la technique de Jones (1981). Ce logiciel a pour objectifs principaux l'estimation des coefficients de mortalité par pêche et la prévision de la production en fonction du régime d'exploitation. Seules les caractéristiques d'ANALEN relatives aux diagrammes de mortalité par pêche sont présentées dans ce chapitre.

⁽¹³⁾ Le logiciel ANALEN a été modifié par Spyros Fifas en 1993 afin de pouvoir utiliser un coefficient de mortalité naturelle variant avec l'âge, soit en indiquant les paramètres d'une équation, soit en donnant une valeur pour M à chaque âge.

2.3 Matériel et méthodes

2.3.1 Les possibilités d'ANALEN relatives à l'étude des décès par pêche

Le logiciel ANALEN est composé de trois modules: ANAJON, SENJON et MONOJO. Ce dernier s'adresse à l'analyse des distributions des captures d'une espèce par plusieurs métiers (Bertignac et Moguedet 1987). Le module ANAJON permet de résoudre les équations de survie et des captures selon la méthode séquentielle classique du rétrocalcul utilisée ici et par calcul direct. Ce deuxième procédé est utilisé lorsqu'il est judicieux de fixer le nombre de survivants ayant atteint la longueur l_1 (N_1) pour initialiser la résolution des équations de survie et des captures (Chevaillier et Laurec 1990).

D'après l'estimation des captures totales de chacun des métiers de la pêche professionnelle, les captures des métiers plongée avec bouteille et filets ont été largement sous-estimées par l'enquête. La production des métiers plongée avec bouteille et filets représenterait en fait respectivement 30% et 10% de la production totale estimée. Aussi, ces deux métiers non négligeables, notamment la plongée bouteilles, limitent la significativité des résultats de l'étude à la fraction du stock située à moins de 28 mètres de profondeur et exploitée par le métier plongée libre (60%). Afin de déterminer cependant l'influence des captures des métiers plongée avec bouteilles et filets sur la qualité du diagnostic de l'état du stock, l'analyse de pseudo-cohorte a aussi été effectuée sur une distribution regroupant les distributions échantillonnées des trois métiers. A priori, cette partie de l'étude manque de rigueur méthodologique: d'une part en raison de la faiblesse de l'échantillonnage pour les métiers plongée avec bouteille et filets (cf. Chapitre II, § 2.1), d'autre part en raison de la différence d'unités d'effort entre le métier filet et le métier plongée (cf. Chapitre I, § 3.1). Ce regroupement des captures, arbitraire sur un plan théorique, a l'avantage de permettre l'utilisation du module ANAJON, puisque la faible importance des captures enregistrées pour ces deux métiers ne permettait pas l'utilisation du module MONOJO.

Il est rappelé que la distribution par classes de longueur des captures du métier plongée libre est considérée représentative (80%) de la totalité des captures effectuées par ce métier. Les sous-populations est et sud ne sont pas séparées dans cette étude. Les échantillons des captures des métiers plongée avec bouteilles et filets représenteraient seulement 15% des captures réelles (cf. Chapitre I, § 5.1).

Le module SENJON ne sera pas employé malgré son intérêt⁽¹⁴⁾. Il est cependant proposé une étude de sensibilité des résultats à la mortalité naturelle et au taux d'exploitation terminal (selon le choix d'un groupe terminal) par le choix de différentes valeurs pour chacun des paramètres.

Selon la démonstration de Jones (1961), les erreurs relatives dues au choix arbitraire des valeurs d'initialisation de l'analyse tendent à s'atténuer si la séquence est abordée par les groupes les plus âgés de la cohorte: on parle donc d'une convergence vers les vraies valeurs des paramètres (abondances, mortalités)(Mesnil 1980a).

2.3.2 Reconstitution des distributions des captures par classe de longueur

L'analyse de pseudo-cohorte repose sur l'estimation des coefficients de mortalité par pêche à partir des équations de survie (1) et des captures (2). L'estimation de ces coefficients nécessite de comptabiliser l'ensemble des individus décédés par la pêche. Les décès par pêche sont la somme des effectifs des animaux vendus et de ceux qui ont été rejetés en mer et qui n'ont pas survécu. Dans le cas de la pêcherie étudiée, les effectifs des décès sont identiques à ceux des captures échantillonnées, C_i ; en effet, l'extrême sélectivité que représente l'engin de pêche du métier plongée libre, - le plongeur lui même -, implique l'inexistence de rejets et de tri ultérieur.

Afin de travailler sur des effectifs suffisants lors de l'analyse de pseudo-cohorte, la distribution des captures échantillonnées a été élevée à l'ensemble des captures enregistrées par l'application d'une simple règle de proportionnalité entre le poids de l'échantillon par rapport à celui des captures totales enregistrées.

L'effectif de chaque classe de longueur de la distribution des captures enregistrées a été déterminé par la séquence suivante de calculs:

Poids de l'échantillon (P_{ech}):

L	n	P_e
l_i	x_i	$x_i \cdot w_i$
$l_i + \delta l$	x_{i+1}	$x_{i+1} \cdot w_{i+1}$

(14) La fonction de SENJON est d'évaluer la sensibilité des résultats de l'analyse, effectifs des survivants (N_i) ou coefficients de mortalité par pêche (F_i). Cette option permet de calculer l'impact d'erreurs sur les paramètres entrés pour l'analyse de pseudo-cohorte: les paramètres de croissance K et L_{inf} , le coefficient de mortalité naturelle, le taux d'exploitation terminal.

i: indice de classe de longueur

L: longueur siphonale

δl : 1 mm

n: effectif de la classe de longueur i

w: poids (chair éviscérée) correspondant à la longueur l_i . La relation taille-poids de chair éviscérée est utilisée (cf. Chapitre II, § 2.4.2)

P_e : poids de la classe de longueur i

$$P_{ech} = x_{i+1} \cdot w_{i+1}$$

Facteur de proportionnalité: $p = P_{ech}/P_{cap}$

P_{cap} : Poids des captures enregistrées

Cette proportion permet d'obtenir les effectifs pour chaque classe de longueur:

L	N
l_i	x_i/p
$l_{i+\delta l}$	x_{i+1}/p

N: effectif calculé de chaque classe de longueur i

De la même façon, les distributions des captures échantillonnées des métiers plongée avec bouteilles et filets ont été élevées aux captures totales enregistrées par l'enquête.

2.3.3 Les paramètres de croissance

Les paramètres du modèle de croissance de von Bertalanffy, K et L_{inf} , permettent de calculer l'intervalle de temps dt_i nécessaire à un individu pour grandir de la longueur l_i à la longueur $l_i + \delta l$.

$$\delta t_i = \frac{1}{K} \cdot \ln \left[\frac{L_{inf} - l_i}{L_{inf} - l_{i+1}} \right] \quad ; \quad l_{i+1} = l_i + \delta l$$

Il a été montré au cours de chapitre II que la description de la croissance du lambi tout au long de son cycle vital nécessitait d'associer à la référence classique de la longueur, l'épaisseur du pavillon, lorsque l'animal

atteint l'âge adulte.

D'après les résultats de l'échantillonnage des captures (cf. Chapitre II, § 2.1), le stock exploité par le métier plongée libre est composé majoritairement de juvéniles (86.5%). Les lambis dont le pavillon est en formation représentent 5.7% (sub-adultes) et seulement 7.8% du stock étudié est constitué d'adultes au pavillon épais. En revanche, les captures des métiers plongée avec bouteilles et filets sont constituées à plus de 90% d'adultes pavillonnés.

Afin que les distributions des fréquences de longueur reflètent plus précisément la composition démographique des captures, elles ont subi une transformation qui prend en compte la croissance en épaisseur du pavillon. Les paramètres sélectionnés des équations de croissance sont tout d'abord présentés.

2.3.3.1 Les paramètres de la croissance en longueur

Les paramètres de l'équation de croissance en longueur ont été estimés par deux méthodes:

- l'analyse des distributions de fréquence des longueurs des captures d'un pêcheur régulier du secteur est (cf. Chapitre II, § 2.2.1);
- une étude de marquage-recapture menée sur des individus de 70 à 200 mm, provenant de sites localisés tant sur la côte est que sur la côte sud (cf. Chapitre II, § 2.2.2).

Bien que les estimations obtenues par l'étude de la distribution de fréquence tiennent mieux compte de l'intervalle réel des longueurs des captures, les divergences d'estimation de la longueur en fonction de l'âge entre les deux courbes de croissance atteignent plus de 2 mm qu'au delà de trois ans et demi. La taille correspondant à cet âge, 250 mm, est celle de la fin de la formation du pavillon.

Au delà, le ralentissement de la croissance en longueur est tel qu'il est préférable de décrire la croissance des individus adultes en utilisant comme référence l'épaisseur du pavillon.

Il a donc été décidé d'employer les estimations issues du marquage-recapture, provenant des deux secteurs, plutôt que celles de l'analyse de fréquence de longueur. Un peu arbitrairement il est vrai, car les résultats des deux méthodes sont remarquablement homogènes (cf. Chapitre II, § 2.2.4.1).

Les paramètres de l'équation de croissance en longueur sont ici simplement rappelés:

$$\begin{aligned} L_{\text{inf}} &= 338.6 \text{ mm} \\ K &= 0.388 \text{ an}^{-1} \end{aligned}$$

Le paramètre t_0 n'est pas demandé par ANALEN, puisque les calculs sont basés sur les temps relatifs.

2.3.3.2 Les paramètres de la croissance en épaisseur

L'effectif des lambis adultes pavillonnés dans les captures échantillonnées du métier plongée libre était trop faible pour estimer les paramètres de croissance en épaisseur du pavillon à partir de la distribution de fréquence des épaisseurs par classe de 1 mm (cf. Chapitre II, § 2.2.3.2).

Le recours à l'utilisation de données extérieures à la zone étudiée n'est pas recommandé pour des raisons évidentes et représente dans le cas de cette étude une contrainte imposée par manque de données sur les adultes. Dans la Caraïbe, un seul auteur a estimé les paramètres de l'équation de croissance en épaisseur du pavillon (modèle de von Bertalanffy) par une étude de marquage-recapture à Porto Rico (Appeldoorn 1988a). Contrairement aux longueurs siphonales maximales, les épaisseurs maximales du pavillon observées dans la Caraïbe sont remarquablement homogènes. Les données ont été traitées par la méthode de Fabens (1965) que l'auteur a préféré à l'analyse des distributions de fréquence d'épaisseur du pavillon. Il en résulte les paramètres suivants:

$$\begin{aligned} E_{\text{inf}} &= 54.9 \text{ mm} \\ K &= 0.3706 \text{ an}^{-1} \end{aligned}$$

2.3.3.3 Transformation des distributions des fréquences de longueur des captures

Ce travail s'effectue en plusieurs étapes. La première consiste à transformer les distributions des fréquences de longueur ($dl = 1 \text{ mm}$) en distributions des fréquences d'âge à l'aide des paramètres de von Bertalanffy de la croissance en longueur.

La deuxième étape consiste à calculer le temps de croissance de l'épaisseur du pavillon lorsque c'est nécessaire, à partir des paramètres de la croissance en épaisseur.

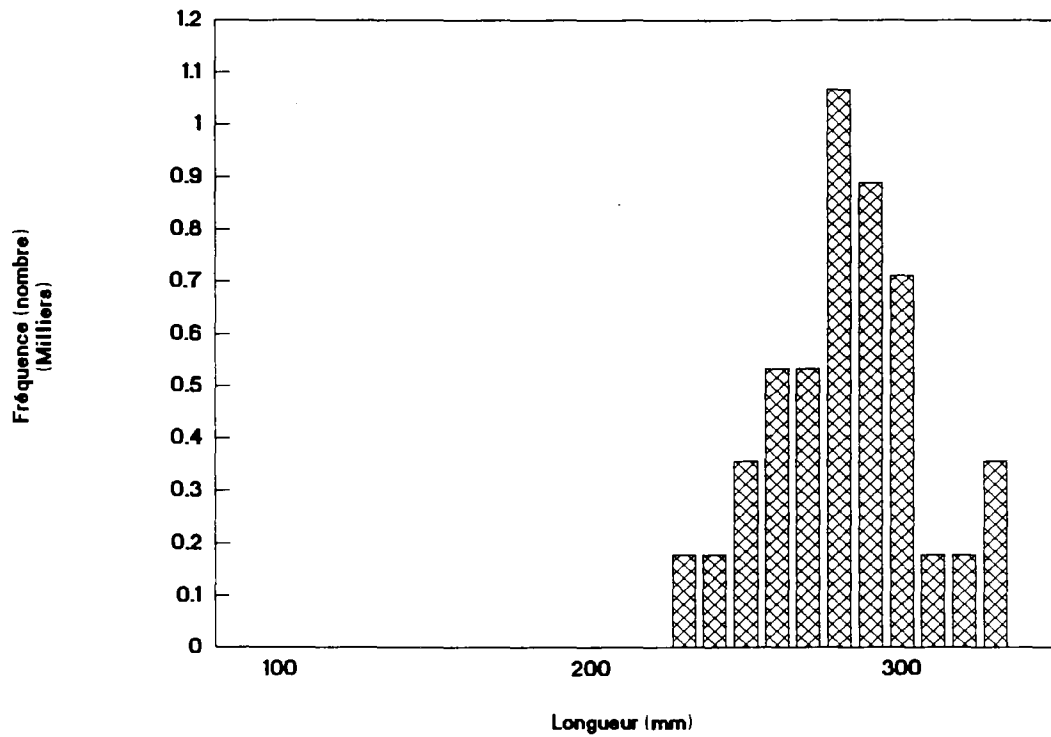
Au cours de la troisième étape, le temps d'épaississement des individus pavillonnés est ajouté à l'âge obtenu par l'équation de croissance en longueur (première étape). La zone de recouvrement entre les deux courbes de croissance est peu étendue (2.5 à 3.5 mm au niveau des modes, soit moins d'un mois). Elle est considérée négligeable par hypothèse.

La dernière étape consiste à transformer les distributions des fréquences d'âge obtenues en distributions des fréquences de longueur, dite transformées, puisqu'ANALEN travaille à partir des données de longueur et non d'âge. C'est lors de cette dernière étape préparatoire que les données ont été discrétisées en classes de 10 mm (δl).

Tableau 19. Distributions transformées des captures en nombre par classes de longueur du métier plongée libre et des trois métiers confondus. N_i est l'effectif de chaque classe de longueur i ; t_i est l'âge moyen calculé des individus de la classe de longueur i .

Classes de longueur (mm)	t_i (an)	Plongée libre N_i	Tous métiers N_i
90-100	0.96	387	387
100-110	1.07	5 855	5 855
110-120	1.19	18 309	18 309
120-130	1.31	31 531	31 531
130-140	1.44	23 301	23 301
140-150	1.58	15 309	15 309
150-160	1.72	11 675	11 675
160-170	1.88	14 254	14 254
170-180	2.04	13 374	13 374
180-190	2.21	10 521	10 521
190-200	2.40	7 000	7 000
200-210	2.60	5 895	5 895
210-20	2.82	4 419	4 419
220-30	3.05	4 876	5 418
230-240	3.31	5 040	5 582
240-250	3.61	4 744	5 826
250-260	3.93	3 555	4 452
260-270	4.31	2 693	4 317
270-280	4.75	1 829	5 077
280-290	5.28	859	4 292
290-300	5.95	521	2 686
300-310	6.87	117	1 022
310-320	8.29	119	660
320-330			356

A- METIER PLONGEE BOUTEILLE



B- METIER FILETS

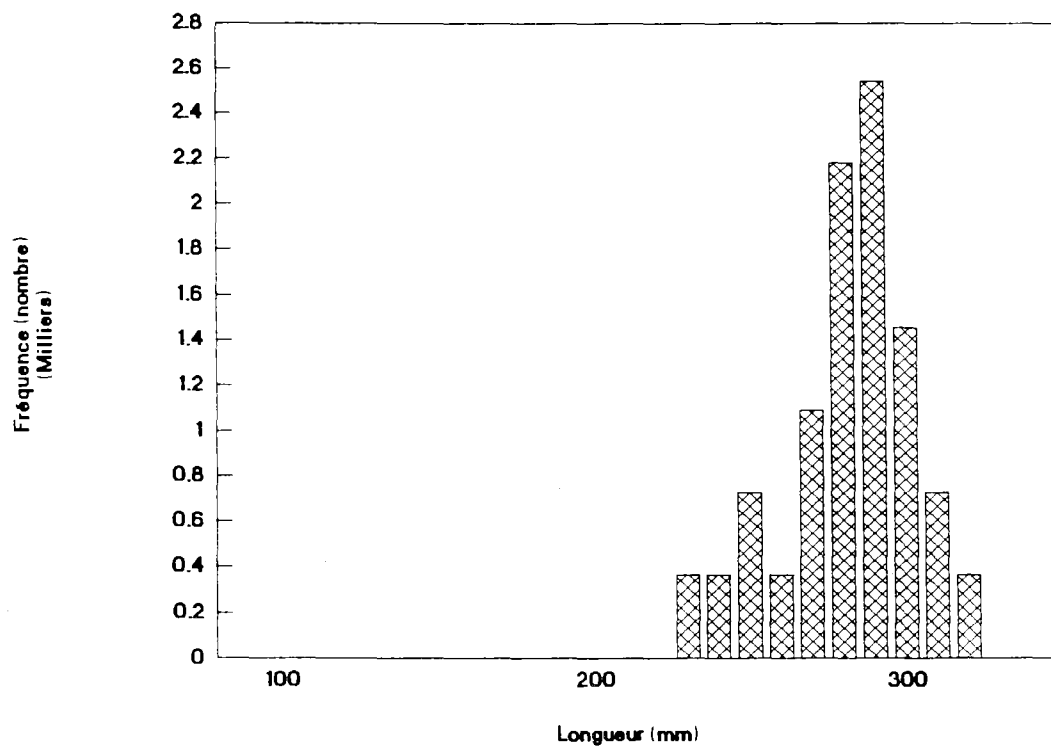
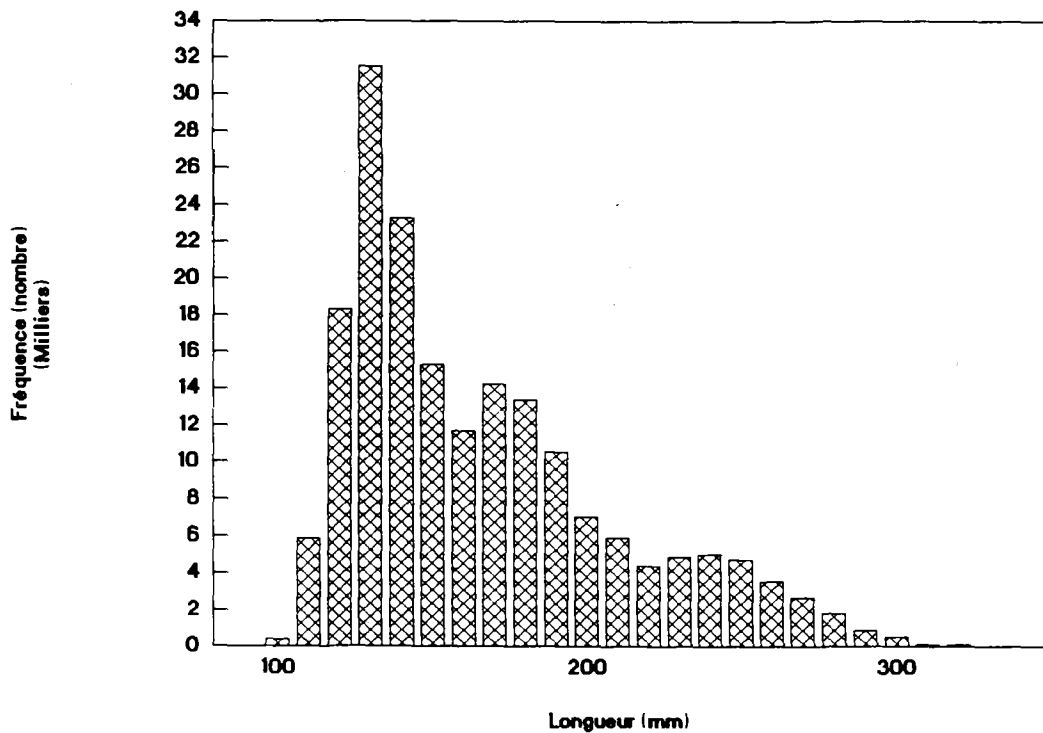


Figure 58. Distribution transformée des captures en nombre par classes de longueur.

A- METIER PLONGEE LIBRE



B- METIERS PLONGEE ET FILETS

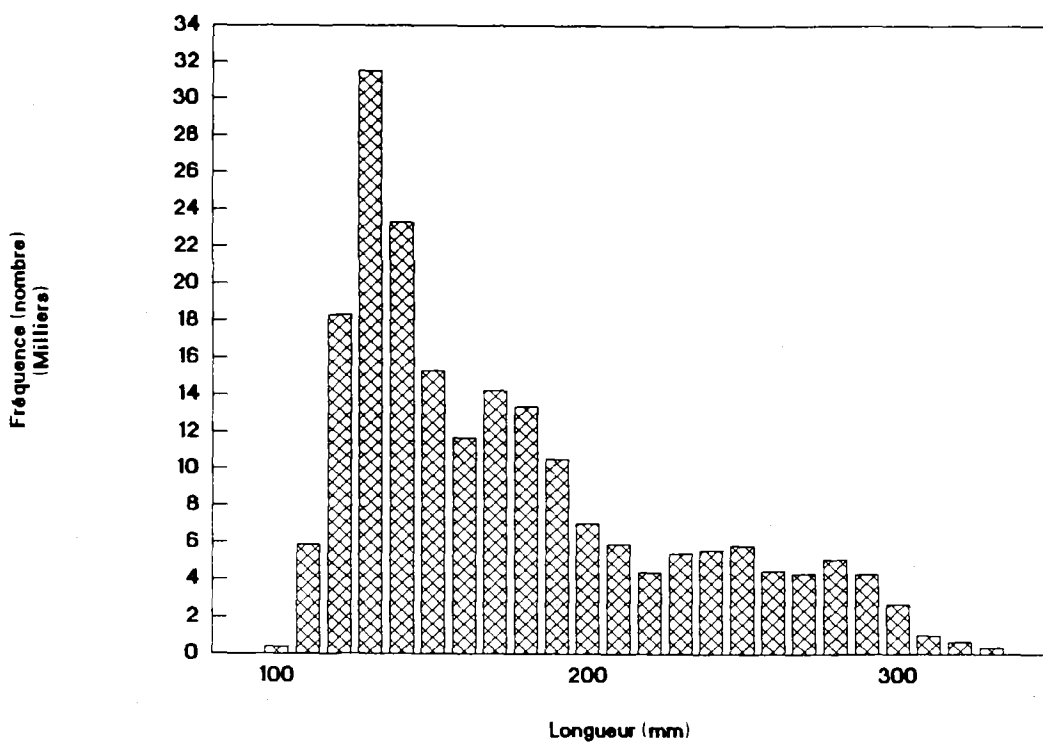


Figure 59. Distribution transformée des captures en nombre par classes de longueur.

Cette méthodologie a été appliquée à chacune des distributions des trois métiers (figure 58.A et B; figure 59.A et B). Les effectifs par classe de taille des distributions des trois métiers ont été additionnés après élévation.

2.3.4 Choix des paramètres utilisés dans l'analyse

Une fois préparée la distribution des fréquences de longueur des captures et choisis les paramètres de croissance, il reste à fixer trois paramètres indispensables à l'analyse de pseudo-cohorte:

- le coefficient de mortalité naturelle, M ;
- la borne inférieure du groupe terminal, L_{I+} ;
- le coefficient de mortalité par pêche du groupe terminal, F_{I+} .

2.3.4.1 Coefficient de mortalité naturelle

Il est préférable d'envisager l'impact de plusieurs valeurs moyennes de M , plutôt que de considérer une variance, même arbitraire, associée à une seule valeur moyenne (Pelletier 1991).

Afin de connaître la sensibilité des coefficients de mortalité par pêche en fonction de la longueur selon le coefficient de mortalité naturelle, sept valeurs du coefficient de mortalité naturelle seront utilisées, selon la longévité attribuée à l'espèce:

M	0.68	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
L	7	8	10	13	19	30

La longévité 7 ans représente la limite inférieure de l'intervalle des valeurs possibles de la longévité. Son emploi entraîne vraisemblablement une surestimation de la mortalité naturelle.

2.3.4.2 Borne inférieure du groupe terminal

La résolution des équations de survie et des captures s'effectue par rétrocalcul et donc débute par la dernière classe de longueur des captures. Dans le cas du stock étudié, l_{i+1} est toujours inférieur à L_{inf} , aussi les δt_i

sont toujours calculables par le modèle de croissance.

Cependant, les biais sur les coefficients de mortalité par pêche augmentent fortement dans les classes de longueur proches de L_{inf} (Pereiro et Pallares 1984; Laurec et Mesnil 1987), en raison de la discrétisation en classes de longueur et de la variabilité individuelle de la croissance, forte chez *Strombus gigas* (Glazer 1993, Rathier 1988). Cependant, le risque de biaiser l'estimation des mortalités par pêche n'est pas trop grand dans la mesure où L_{inf} est supérieur respectivement de 3 à 10% aux longueurs siphonales maximales transformées et observées.

L_{I+} est défini par rapport à L_{inf} pour diminuer l'impact de la variabilité individuelle de croissance et l'erreur sur les paramètres de croissance lors de l'estimation du coefficient terminal de mortalité par pêche (Laurec and Mesnil 1987). Ainsi que le recommande Chevaillier et Laurec (1990), la mortalité par pêche des classes de longueur terminale n'est pas nulle.

Afin d'observer la sensibilité des estimations des F_i et des N_i à une augmentation de L_{I+} , trois valeurs ont été définies selon un pourcentage par rapport à L_{inf} , représentant chacune la borne inférieure de l'intervalle de longueur du groupe terminal:

- 85%, soit la classe 280+ mm;
- 87.5%, soit la classe 290+ mm;
- 90%, soit la classe 300+ mm;
- 92.5%, soit la classe 310+ mm;
- 95%, soit la classe 320+ mm;

Aucune capture n'est effectuée au delà de 320 mm pour le métier plongée libre: les dernières classes de longueur seront regroupées à partir de 280 mm, de 290 mm ou de 300 mm. Les bornes inférieures 310 mm et 320 mm seront utilisées pour l'étude des captures des trois métiers confondus.

2.3.4.3 Coefficient de mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal

L'initialisation de l'analyse est conditionnée par la connaissance de l'abondance du groupe terminal, résultant du choix d'un coefficient de mortalité par pêche pour ce groupe (F_{I+}). Mesnil (1980b) a montré que la propriété de convergence de l'analyse vers les vraies valeurs des N_i et des F_i n'est que peu affectée par l'incertitude sur F_{I+} , et cela d'autant plus que l'on s'éloigne de la borne inférieure du groupe terminal (Jones 1974).

L'analyse de pseudo-cohorte est réalisée pour différentes valeurs de F de 1.4 à 0.1. Cette méthode de réitération de l'analyse permet de proche en proche d'estimer la vraie valeur du coefficient instantané de mortalité par pêche du groupe terminal, qui seule sera présentée pour chacun des scénarios.

Il est rappelé que le coefficient de mortalité par pêche du groupe terminal permet ensuite de définir le taux d'exploitation terminal, rapport des coefficients instantanés de mortalité, par pêche et totale (Mesnil 1980b):

$$E_{I+} = \frac{F_{I+}}{F_{I+} + M}$$

2.4 Résultats

Le choix de 7 mortalités naturelles ($M = 0.68$ à $M = 0.2$) et de 3 à 4 bornes inférieures pour le groupe terminal ($L_{I+} = 280$ à 320 mm) permet de présenter au total 21 scénarios pour le métier plongée libre, et 28 scénarios pour les trois métiers confondus. L'accent est porté sur les mortalités par pêche, l'estimation de l'abondance par classe de longueur n'étant pas reconnue ici comme résultat significatif.

2.4.1 Mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal

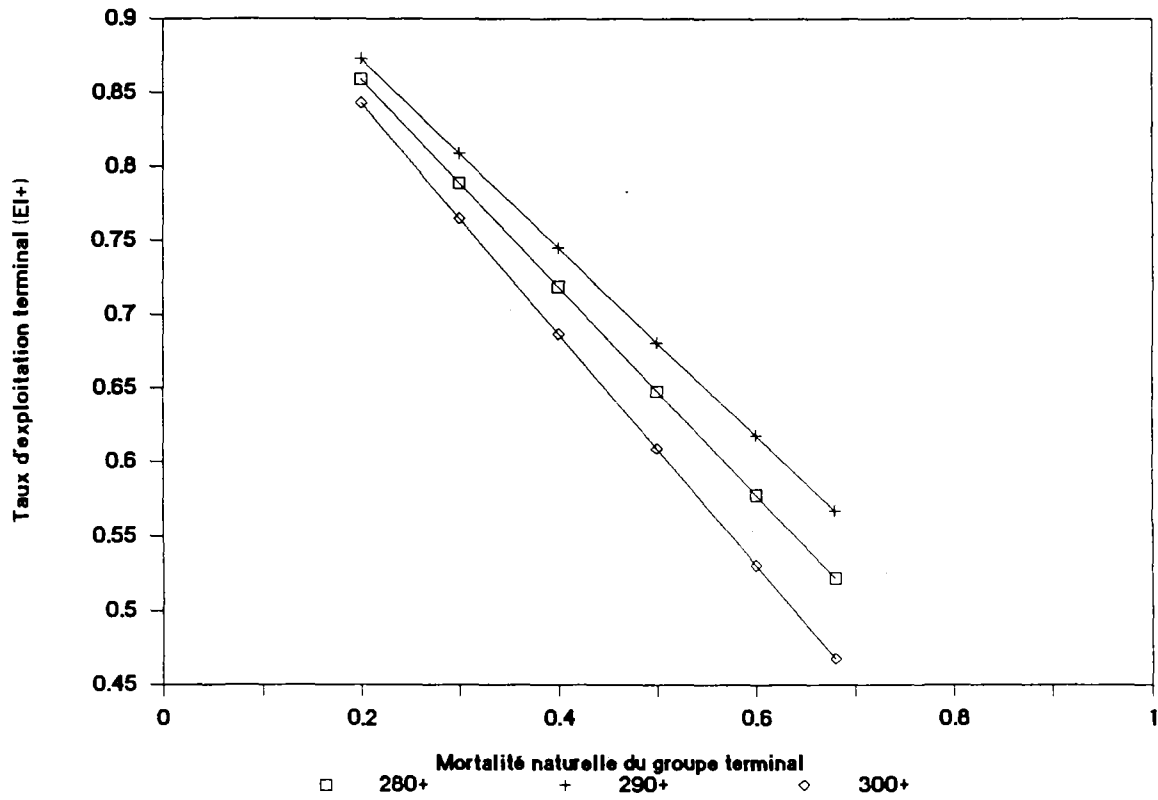
2.4.1.1 Métier plongée libre

Le tableau 20 présente les valeurs de F_{I+} et de E_{I+} de chacun des scénarios. Les figures 60.A et 61.A présentent graphiquement ces résultats.

Le scénario $L_{I+} = 280$ mm est intermédiaire entre les deux autres. Le taux d'exploitation terminal E_{I+} et le coefficient instantané de mortalité par pêche F_{I+} augmentent lorsque la mortalité naturelle diminue (de 55 à 65% selon la valeur de L_{I+}).

Les valeurs du taux final d'exploitation (E_{I+}) comprises entre 0.5 et 0.9 sont fortes et indiqueraient une exploitation intensive de la fraction du stock exploitée par le métier plongée libre. Les valeurs du coefficient terminal de mortalité par pêche F_{I+} sont comprises entre 0.6 et 1.2.

A - METIER PLONGEE LIBRE



B - METIERS PLONGEE ET FILETS

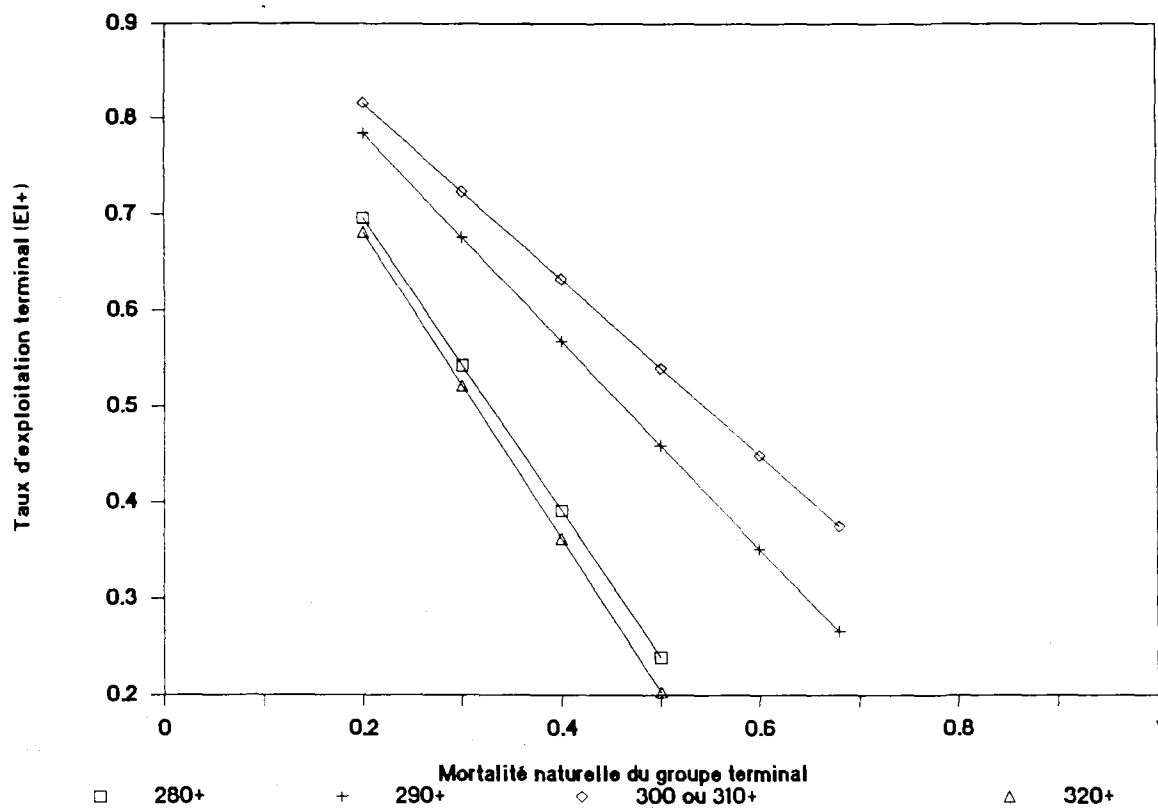


Figure 60. Relation entre le taux d'exploitation (E_{1+}) et la mortalité naturelle du groupe terminal.

Tableau 20. Métier plongée libre. Coefficients instantanés de mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal selon la valeur de M et de la borne inférieure du groupe terminal L_{I+} .

M	$L_{I+} = 280$ mm		$L_{I+} = 290$ mm		$L_{I+} = 300$ mm	
	F_{I+}	E_{I+}	F_{I+}	E_{I+}	F_{I+}	E_{I+}
0.68	0.742	0.522	0.890	0.567	0.598	0.468
0.6	0.822	0.578	0.970	0.618	0.678	0.531
0.5	0.922	0.648	1.069	0.681	0.778	0.609
0.4	1.022	0.719	1.169	0.745	0.877	0.687
0.3	1.122	0.789	1.269	0.809	0.977	0.765
0.2	1.222	0.859	1.369	0.873	1.077	0.843

2.4.1.2 Métiers plongée et filets confondus

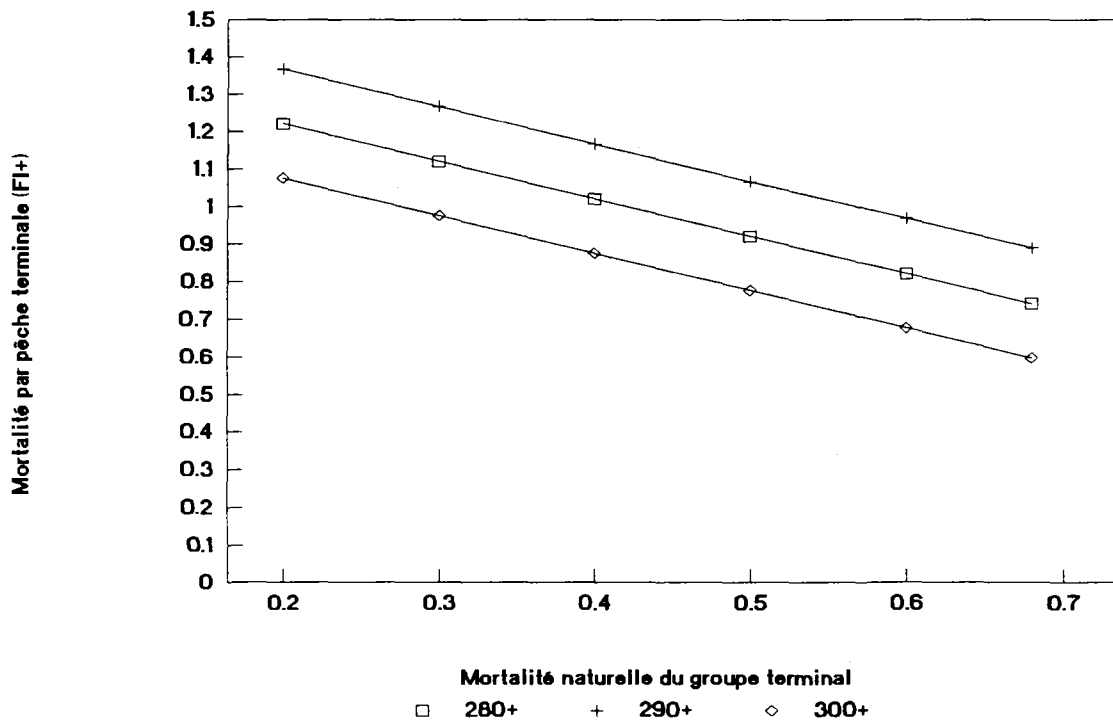
Le tableau 21 présente les valeurs de F_{I+} et de E_{I+} de chacun des scénarios. Les figures 60.B et 61.B présentent graphiquement ces résultats.

Tableau 21. Métiers plongée et filets. Coefficients instantanés de mortalité par pêche et taux d'exploitation du groupe terminal selon la valeur de M et de la borne inférieure du groupe terminal L_{I+} (mm).

M	$L_{I+} = 280$ mm		$L_{I+} = 290$ mm		$L_{I+} = 300$ ou 310 mm		$L_{I+} = 320$ mm	
	F_{I+}	E_{I+}	F_{I+}	E_{I+}	F_{I+}	E_{I+}	F_{I+}	E_{I+}
0.68	/	/	0.246	0.266	0.408	0.375	/	/
0.6	/	/	0.325	0.351	0.488	0.449	/	/
0.5	0.157	0.239	0.425	0.459	0.588	0.540	0.127	0.203
0.4	0.257	0.257	0.525	0.568	0.688	0.632	0.227	0.362
0.3	0.357	0.543	0.625	0.676	0.788	0.724	0.327	0.522
0.2	0.457	0.696	0.726	0.784	0.889	0.816	0.427	0.681

Le scénario $L_{I+} = 290$ mm est intermédiaire entre les scénarios $L_{I+} = 320$ mm et $L_{I+} = 280$ mm. Les scénarios $L_{I+} = 300$ mm et 310 mm présentent des résultats identiques. Le taux d'exploitation terminal E_{I+} et le coefficient de mortalité par pêche terminal F_{I+} sont influencés de la même façon que vu précédemment par la mortalité naturelle. La sensibilité de F_{I+} aux différents scénarios est plus forte lorsque les trois métiers sont étudiés ensemble (0.1 à 0.9) que lorsque le métier plongée libre est étudié seul.

A- METIER PLONGEE LIBRE



B- METIERS PLONGEE ET FILETS

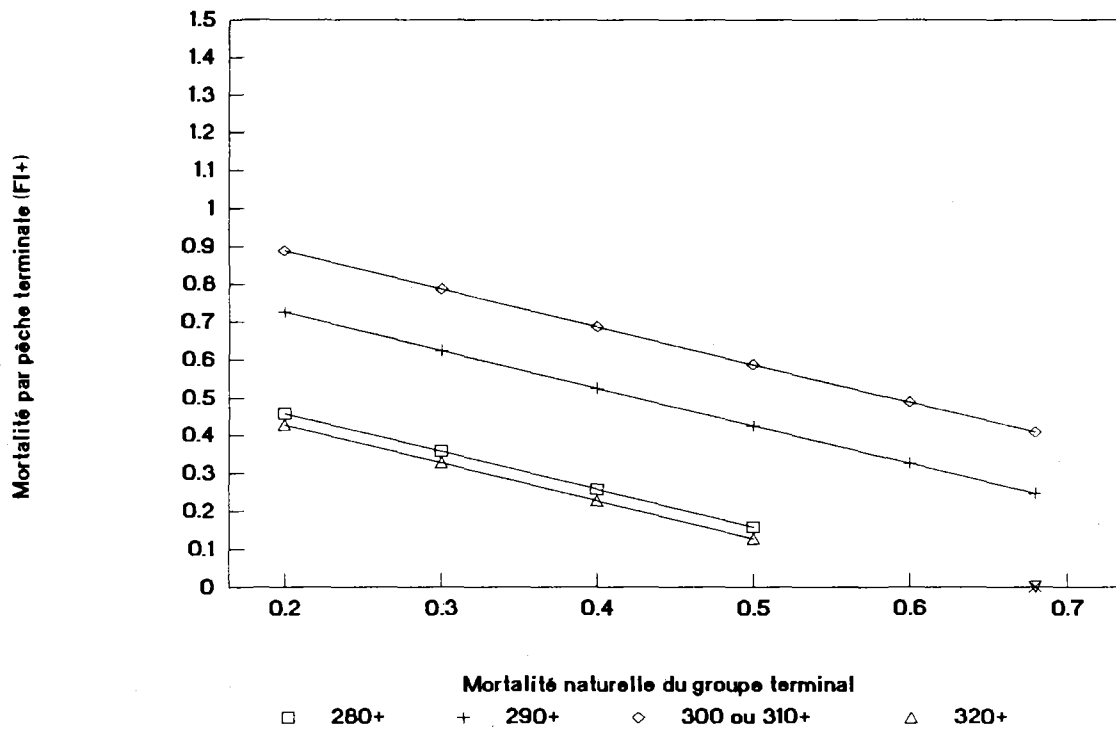


Figure 61. Relation entre la mortalité par pêche (F1+) et la mortalité naturelle du groupe terminal.

Les valeurs du taux final d'exploitation (E_{I+}), comprises entre 0.2 et 0.9, sont légèrement moins fortes pour chaque scénario identique (M, L_{I+}) lorsque les captures des métiers plongée avec bouteille et filet sont prises en compte.

2.4.2 Les diagrammes de mortalité par pêche par classe de longueur

2.4.2.1 Métier plongée libre

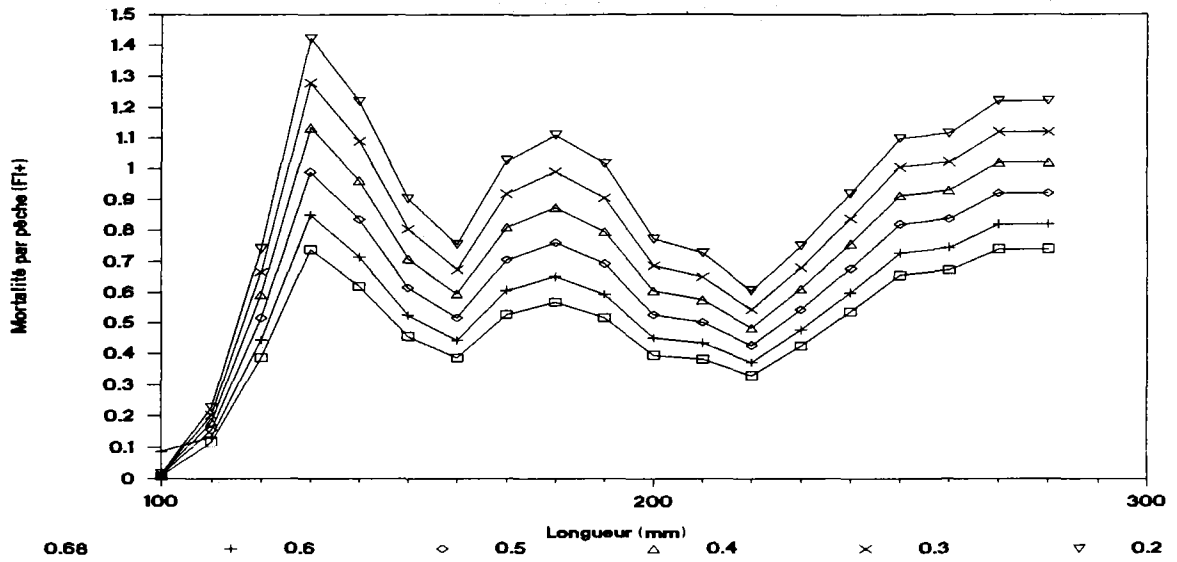
La figure 62 présente les coefficients instantanés de mortalité par pêche par classe de longueur pour chaque valeur du coefficient de mortalité naturelle et selon le choix du groupe terminal. Les plus hautes valeurs des vecteurs des coefficients instantanés de mortalité par pêche sont observées pour les classes de longueur 130-140 mm de longueur et 180-190 mm longueur. Le premier pic à 130-140 mm peut être attribué principalement au secteur sud et le second, à 180-190 mm, au secteur est. La mortalité par pêche de la classe 180-190 mm représente de 75 à 80% celle de la classe 130-140 mm. Un troisième pic de mortalité par pêche apparaît avec $L_{I+} = 300+$ pour la classe de longueur 280-290 mm, difficilement interprétable, excepté le fait qu'il s'agit d'adultes dont le pavillon est en cours d'épaississement (pavillon 3, cf. Chapitre II, § 2.1.1.1).

Le tableau 22 présente les valeurs des coefficients de mortalité par pêche des modes du diagramme des mortalités par pêche par classe de longueur pour le métier plongée libre. Comme vu précédemment, la variabilité des F_1 pour une classe de longueur (de 52 à 57% en se rapprochant du groupe terminal) est essentiellement expliquée par la sensibilité à la mortalité naturelle.

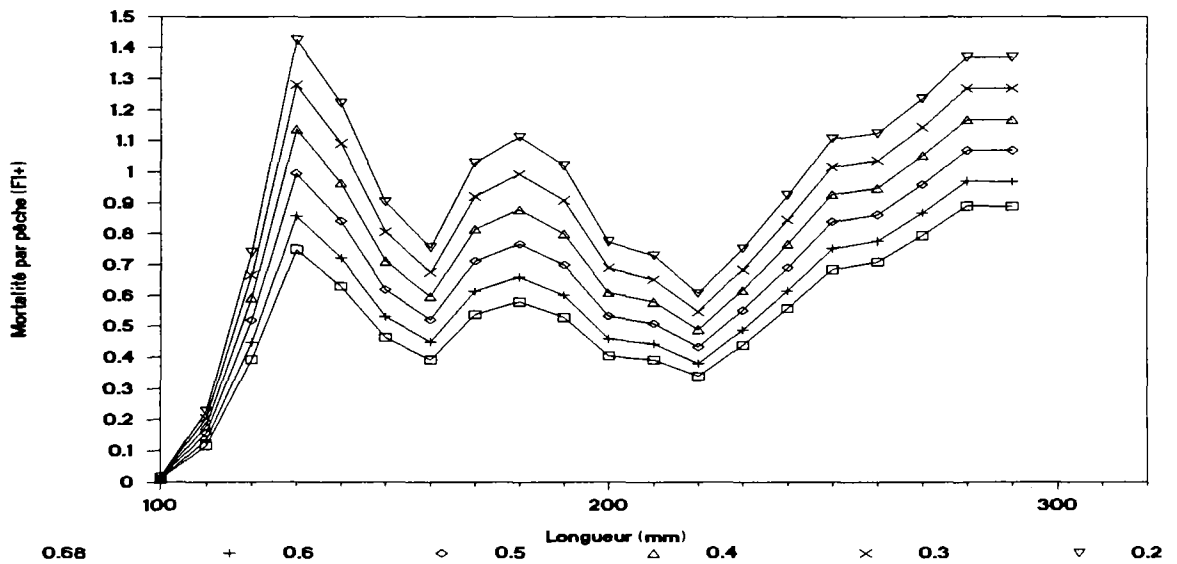
Tableau 22. Métier plongée libre. Coefficients instantanés de mortalité par pêche par classes de longueur selon la valeur de M et de L_{I+} .

		M	0.68	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
L+dl	L_{I+}	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1
	280+	0.740	0.850	0.991	1.135	1.279	1.424	
130-140	290+	0.751	0.858	0.997	1.138	1.281	1.425	
	300+	0.734	0.846	0.989	1.134	1.279	1.424	
	280+	0.569	0.653	0.762	0.875	0.992	1.112	
180-190	290+	0.581	0.662	0.768	0.879	0.995	1.114	
	300+	0.562	0.648	0.759	0.873	0.991	1.112	

LI+ = 280 mm



LI+ = 290 mm



LI+ = 300 mm

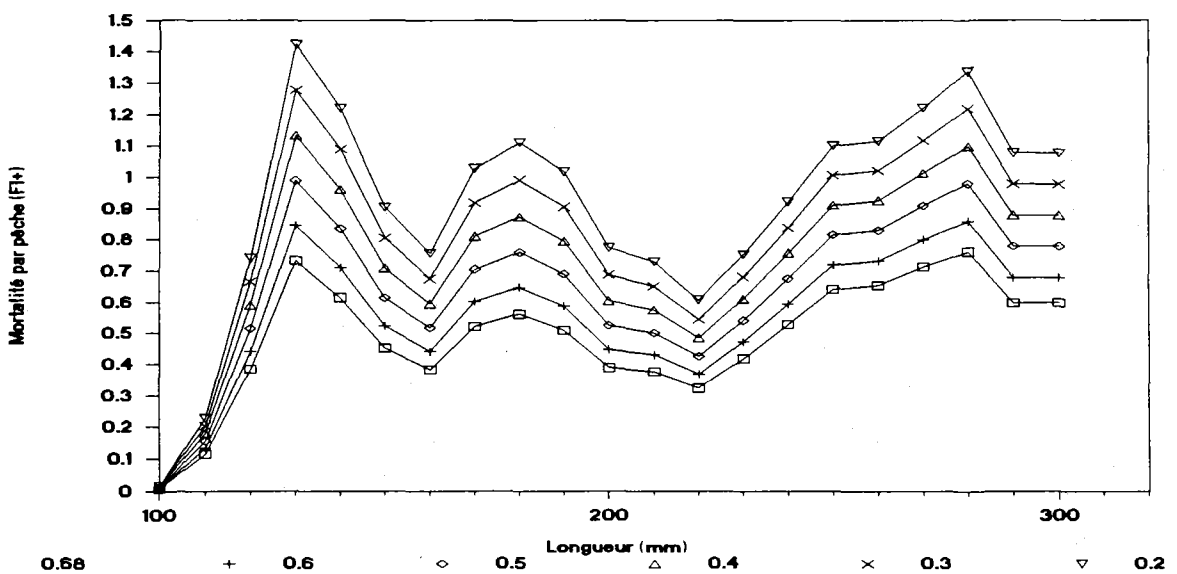


Figure 62. Coefficients instantanés de mortalité par pêche par classe de longueur (métier plongée libre).

En revanche, la variabilité des F_i selon le groupe terminal est faible (moins de 4%) et cela d'autant plus que la mortalité naturelle est faible, que l'on s'éloigne de $L_{inf.}$, et que les coefficients de mortalité sont forts. Le scénario $L_{I+} = 280$ mm est intermédiaire entre les deux autres.

2.4.2.2 Métiers plongée et filets confondus

La figure 63 présente les coefficients instantanés de mortalité par pêche par classe de longueur pour chaque valeur du coefficient de mortalité naturelle et selon le choix du groupe terminal. Aux deux premiers pics observés sur la figure 62 s'ajoute, quelle que soit la valeur de L_{I+} , le pic de la classe de longueur 250-260 mm, qui correspond aux individus au pavillon totalement formé (pavillon 2, cf. Chapitre II, § 2.1.1.1). Lorsque le groupe terminal est très proche de $L_{inf.}$, soit $L_{I+} = 320$ mm, un quatrième pic apparaît à 290-300 mm, qui correspond à la classe des individus ayant terminé la croissance en épaisseur du pavillon (pavillon 3, cf. Chapitre II, § 2.1.1.1). Dans ce cas, la mortalité par pêche de la classe 180-190 mm représente de 59 à 64% celle de la classe 130-140 mm.

Le tableau 23 présente les valeurs des coefficients de mortalité par pêche des modes du diagramme des mortalités par pêche par classe de longueur pour les trois métiers confondus. Comme vu précédemment, la variabilité des F_i pour une classe de longueur (de 63 à 46% en se rapprochant de $L_{inf.}$) est essentiellement expliquée par la sensibilité à la mortalité naturelle.

La variabilité des F_i selon le groupe terminal est plus forte que dans le cas de l'étude du métier plongée libre seul (moins de 24%) et diminue d'autant plus que la mortalité naturelle est faible, que l'on s'éloigne de $L_{inf.}$, et que les coefficients de mortalité sont forts. Dans le cas des trois métiers, si l'on souhaite faire apparaître le pic de mortalité par pêche pour la classe 290-300 mm, il est préférable de choisir comme borne inférieure du groupe terminal $L_{I+} = 310$ mm ou $L_{I+} = 320$ mm. Cependant, la stabilité des résultats de mortalité par pêche est meilleure pour $L_{I+} = 290$ et 300 mm.

Les coefficients de mortalité par pêche par classe de longueur sont plus élevés (de 20 à 40%), notamment pour la classe de longueur 130-140 mm, lorsque le métier plongée libre est traité séparément des trois autres métiers et pour M compris entre 0.5 et 0.3.

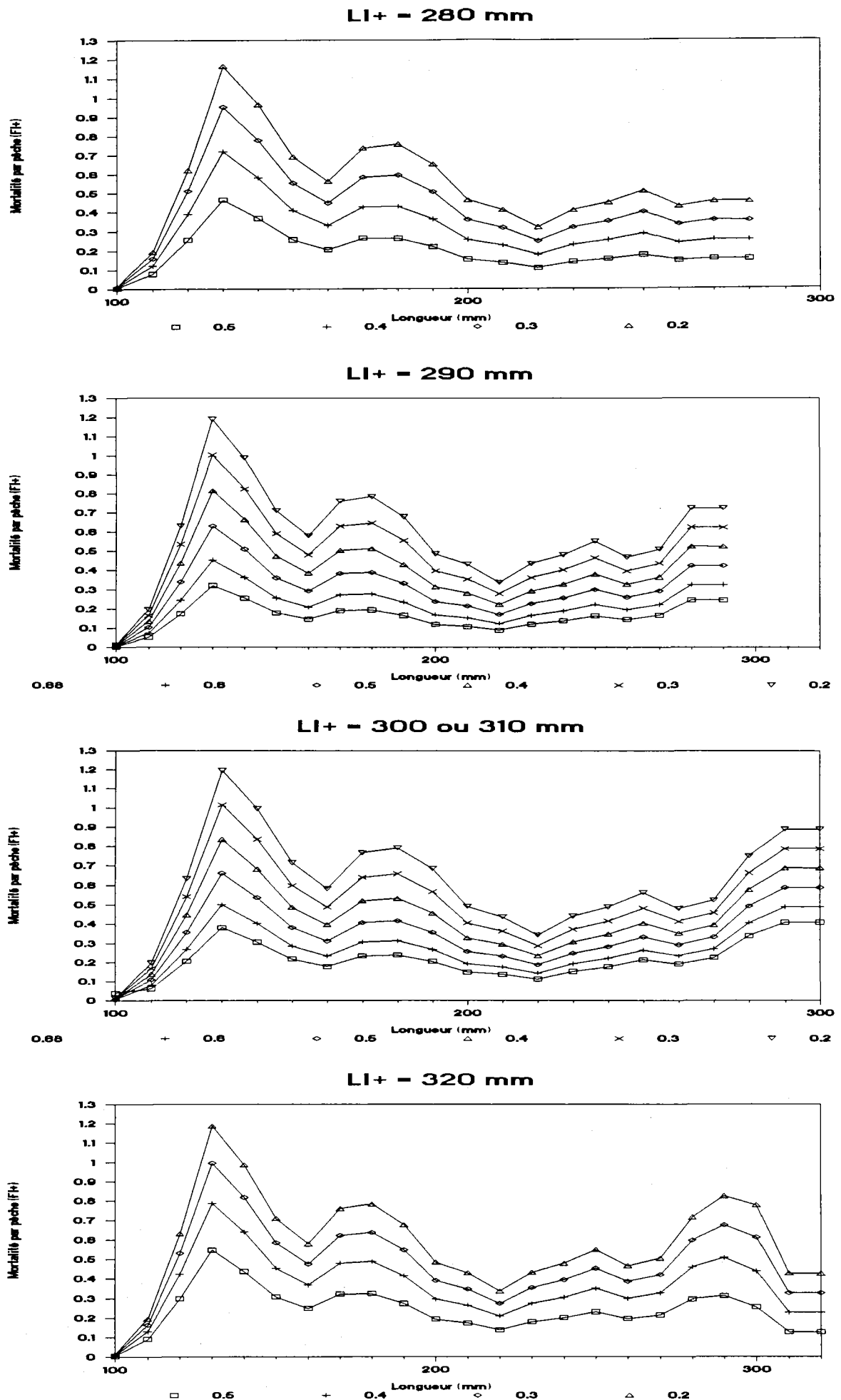


Figure 63. Coefficients instantanés de mortalité par pêche par classe de longueur (métiers plongée et filets).

Tableau 23. Métiers plongée et filet. Coefficients instantanés de mortalité par pêche par classes de longueur selon la valeur de M et de L_{I+} . Les résultats pour la classe terminale $L_{I+} = 310$ mm sont identiques à ceux pour $L_{I+} = 300$ mm.

	M	0.68	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
$L+dl$	L_{I+}	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1
	280+	/	/	0.465	0.720	0.953	1.167
	290+	0.321	0.453	0.631	0.816	1.004	1.191
130-140	300+	0.381	0.500	0.663	0.836	1.016	1.196
	320+	/	/	0.547	0.788	0.995	1.188
	280+	/	/	0.264	0.430	0.595	0.127
	290+	0.195	0.277	0.390	0.514	0.647	0.786
180-190	300+	0.239	0.313	0.417	0.533	0.659	0.793
	320+	/	/	0.323	0.488	0.637	0.783
	280+	/	/	0.176	0.288	0.400	0.512
	290+	0.165	0.224	0.301	0.382	0.466	0.553
250-260	300+	0.213	0.264	0.332	0.405	0.482	0.563
	320+	/	/	0.231	0.350	0.453	0.549
290-300	310+	0.408	0.408	0.588	0.689	0.789	0.889
	320+	/	/	0.312	0.507	0.675	0.825

2.5 Discussion

Les résultats obtenus lorsque les trois métiers sont confondus sont plus significatifs que ceux obtenus par le métier plongée libre traité seul, notamment pour les mortalités par pêche par classe de longueur.

2.5.1 Conséquences des incertitudes sur les paramètres de croissance.

Il est reconnu que la variabilité individuelle de croissance est forte chez le lambi, impliquant de fortes variabilités probables de L_{inf} , de K et de t_0 . La procédure d'estimation des paramètres a conduit à la détermination de K et L_{inf} , mais pas au calcul des variances et de leur covariance. C'est pourquoi l'estimation des biais affectant les coefficients de mortalité par pêche n'a pas pu être effectuée.

Le paramètre de croissance K est généralement inversement relié à L_{inf} et l'effet de la variabilité de K est alors maximal à l'âge t_0+1/K (Chevaillier 1990), i.e 2.5 ans dans cette étude. L'effet de la variabilité de K a été limité en regroupant les dernières classes de longueur dans un groupe terminal.

Toutefois, l'étude de Chevaillier (1990) a montré que les incertitudes sur les F_1 liées à celles sur les paramètres de croissance sont négligeables par rapport à celles dues au choix de coefficient de mortalité naturelle.

2.5.2 Validité des paramètres de l'analyse

La technique d'analyse de pseudo-cohorte a l'avantage d'être descriptive en permettant l'estimation des abondances et des mortalités par pêche, seules ces dernières ayant retenu l'attention dans cette étude.

Les inconvénients essentiels de l'analyse de pseudo-cohorte (hypothèses et fixation arbitraire des paramètres) sont compensés en partie par la possibilité de tester par une analyse de sensibilité la validité des paramètres utilisés. Les résultats obtenus permettent de restreindre le nombre de valeurs des paramètres pour la suite du travail.

2.5.2.1 Choix du groupe terminal

La variabilité de L_{inf} a toujours un effet dominant sur les plus grandes classes de taille et peut biaiser l'estimation des coefficients de mortalité par pêche (Laurec and Mesnil 1987). C'est pourquoi la sensibilité des coefficients de mortalité par pêche au choix du groupe terminal a été testée, afin d'obtenir les valeurs permettant de minimiser l'effet de la variabilité individuelle de croissance. Les résultats sont peu sensibles à la valeur du groupe terminal d'autant plus que les classes des longueurs les plus exploitées sont éloignées de L_{inf} .

Pour le métier plongée libre traité seul, comme pour les trois métiers confondus, les pics de mortalité par pêche observés pour les classes 280-290 mm et 290-300 mm respectivement, quand L_{I+} est fixé à 300 ou 320 mm indiquent seulement que l'exploitation des animaux pavillonnés n'est pas négligeable. Le groupe terminal retenu pour la suite de l'étude est $L_{I+} = 280$ mm en raison du caractère intermédiaire (non expliqué) des résultats de mortalité par pêche de chaque classe de longueur. Les conclusions sont alors limitées à la part juvénile et subadulte du stock où l'impact de l'erreur en L_{inf} est moins prononcée.

Pour les trois métiers confondus, le scénario $L_{I+} = 280$ mm est éliminé tant pour le fait qu'il regroupe un trop grand nombre d'individus (perte d'information) que parce qu'il aboutit à des valeurs anormalement faibles de mortalité par pêche. Bien que le scénario $L_{I+} = 320$ mm mette en évidence le dernier pic situé à 280 mm, les résultats de mortalité par pêche obtenus sont faibles. Comme il est préférable de faire une erreur dans le sens de la surestimation des mortalités par pêche que l'inverse, le groupe terminal retenu pour la suite de l'étude est $L_{I+} = 300$ mm.

Lorsque les trois métiers sont confondus, les taux d'exploitation et les coefficients de mortalité par pêche du groupe terminal diminuent (jusqu'à 20% et jusqu'à 40%, respectivement, selon la valeur de M) par rapport à ceux du métier plongée libre traité séparément.

La prise en compte des adultes des métiers plongée avec bouteille et filet réparti mieux la mortalité par pêche entre les classes de taille les plus exploitées. Celle-ci diminue, selon les classes de longueur et selon la valeur de M , jusqu'à 45%, lorsque les trois métiers sont traités ensemble.

2.5.2.2 Choix de la mortalité naturelle

Cette étude montre que les résultats sont extrêmement tributaires du choix du coefficient de mortalité naturelle pour le groupe terminal. Toutes les études d'analyse de cohorte sont soumises à une indétermination pour ce choix. Comme le rappelle Fifas (1991), il n'existe pas de formulation analytique pour l'erreur commise par l'introduction d'une valeur biaisée de M .

La surestimation de M conduit à une sous-estimation des F_1 à chaque longueur (Mesnil 1980a). Fifas (1991) et Chevaillier (1990) ont conclu après une étude de la sensibilité des résultats au coefficient de mortalité naturelle que l'analyse de cohorte ou de pseudo-cohorte ne permet pas le choix d'une valeur fiable du coefficient de mortalité naturelle.

L'âge dit de réforme correspond à un âge au-delà duquel, quelle qu'en soit la cause, les animaux ne sont plus exploitables (Laurec et Le Guen 1981). Dans le cas du seul métier plongée libre, l'âge de réforme serait 6 à 7 ans, puisque la distribution bathymétrique actuelle du stock interdit qu'il y ait plus de 10 à 15% d'adultes dans les captures. Comme la limite inférieure de l'intervalle des longévités est confondue avec l'âge de réforme pour le métier plongée libre, les valeurs $M = 0.68$ et 0.6 ne seront plus utilisées dans la suite du travail. De même, la valeur $M = 0.2$, qui correspond à une longévité de 30 ans, apparaît peu probable.

Aussi, par une démarche empirique basée sur l'étude des résultats et sur la signification biologique du coefficient de mortalité naturelle en rapport avec la longévité supposée de l'espèce, les valeurs extrêmes du coefficient de mortalité naturelle: 0.68, 0.6 et 0.2 sont exclues pour la suite du travail

Conclusion du chapitre

Pour augmenter les captures du stock, deux types d'intervention visant la production d'un plus grand nombre de recrues existent. Le premier, appelé forçage du recrutement, ne permet pas de résoudre à court terme le problème posé, en raison du coût trop élevé de ce type d'opération. L'objectif de la deuxième partie de ce chapitre était de préparer la simulation de modifications du régime d'exploitation actuel, deuxième type d'intervention, afin de définir les moyens d'ajustement généralement proposés du taux d'exploitation à la productivité de la ressource (cf. Chapitre IV).

L'analyse de pseudo-cohorte a permis de définir le régime d'exploitation du métier plongée libre et celui des trois métiers confondus. Pour les valeurs sélectionnées des paramètres de mortalité naturelle et de groupe terminal, les taux d'exploitation sont compris entre 0.5 et 0.8. Il est confirmé que la situation actuelle résulte de l'exploitation trop intensive du stock, et cela depuis une vingtaine d'années d'après les indications des pêcheurs. Peu de résultats de ce type sont disponibles dans la Caraïbe (Mexique: $E_{I+} = 0.66$, Chavez, GCFI 1990), bien que tous les chercheurs ayant travaillé sur la dynamique des populations exploitées aient conclu à la surexploitation des stocks (Chanley 1982; Mahon 1987).

La disparition des adultes sur les petits fonds a entraîné les pêcheurs à diminuer la taille de capture malgré des rendements pondéraux moins intéressants. Le profil d'exploitation traduit en effet la sélection trop forte des juvéniles de moins de 190 mm, notamment ceux de 130 mm. La mortalité par pêche de la classe 130-140 mm est principalement attribuée à l'activité des pêcheurs du secteur sud ($F_i = 0.66$ à 1.02) alors que celle de la classe 180-190 mm, moins élevée, ($F_i = 0.42$ à 0.66) est attribuée principalement à l'activité des pêcheurs du secteur est. De plus, il est à craindre que la fraction adulte du stock située entre 0 et 30 mètres de profondeur soit déjà exploitée trop intensivement, par le métier plongée libre et le métier filet.

L'étude aurait été sans doute plus affinée en présentant les résultats par secteur. Cependant, les résultats ne changeraient pas sensiblement les conclusions.

Afin que les résultats représentent réellement l'exploitation subie par le stock, il aurait fallu prendre en compte:

- les captures de la pêche plaisancière, qui s'exerce surtout sur la fraction juvénile du stock (animaux compris entre 100 et 180 mm) (cf. Chapitre I, § 7.3);

- les captures réelles estimées des métiers filets et bouteilles (cf. Chapitre I, § 5.1);

Les conclusions précédentes auraient été accentuées. C'est pourquoi cette étude n'a pas précisément montré comment la production était affectée par l'exploitation du stock.

CHAPITRE IV

EVALUATION DE L'IMPACT D'UN CHANGEMENT DE REGIME D'EXPLOITATION

CHAPITRE IV

EVALUATION DE L'IMPACT D'UN CHANGEMENT DE REGIME D'EXPLOITATION

Il existe deux grandes familles de modèles d'évaluation: les modèles "globaux" et les "modèles" structuraux. Les modèles globaux visent à prédire la production en fonction de variations de l'effort de pêche total. Pour être satisfaisants, il est nécessaire de disposer de longues séries de données de production et d'effort de pêche suffisamment variables, qui font défaut dans le cas de la pêcherie martiniquaise de lambi. De plus, ces modèles ne permettent pas d'élaborer des stratégies de gestion tenant compte d'ajustements plus fins de l'effort de pêche, comme la prise en compte d'une de ses composantes essentielles, la taille de capture. En revanche, les modèles analytiques (ou structuraux) prévoient la production en fonction de différents régimes d'exploitation et ont l'avantage de prendre en compte la plupart des échanges affectant la population, qui associés à la pression de pêche subie, régissent la dynamique du stock. Les régimes d'exploitation sont définis par l'effort de pêche et la sélectivité des captures, i.e la mortalité par pêche et la taille de première capture.

Le programme ANALEN offre la possibilité de tester les conséquences d'un changement de l'effort de pêche et celles d'un changement de la taille de première capture. Les modifications des conditions d'exploitation seront envisagées sans tenir compte d'objectifs de gestion définis, en fonction de plusieurs scénarios combinant différentes valeurs de mortalité naturelle et de sélectivité.

La simulation de nouvelles conditions d'exploitation consiste à évaluer les effets de ces changements prédéterminés, et de comparer les opportunités apportées par ces nouveaux régimes d'exploitation. Les nouveaux coefficients de mortalité par pêche sont obtenus par déformation des diagrammes de mortalité par pêche estimés par l'analyse de pseudo-cohorte, en tenant compte des nouvelles caractéristiques d'exploitation, elles-mêmes décrites par des modèles simples (Chevaillier et Laurec 1990).

La production attendue et le rendement par recrue sont estimés pour chaque diagramme des mortalités par pêche correspondant à la combinaison de modifications de l'effort et de la taille de première capture.

1 - Méthodes d'obtention des produits de la simulation

1.1 Les données pour la simulation

1.1.1 Distribution des fréquences de longueur

La simulation de nouveaux régimes d'exploitation a été réalisée à partir des captures du métier plongée libre et de celles des métiers plongée et filets confondus. Les distributions des fréquences de longueur des échantillons des captures ont été extrapolées à l'ensemble des captures (cf. Chapitre III, § 2.2). C'est à ce stade que les captures des trois métiers ont été cumulées (cf. Chapitre III, § 2.2.3). Les distributions ont alors été transformées de façon à prendre en compte la croissance en épaisseur du pavillon chez les adultes, et enfin discrétisées. L'étude de sensibilité des coefficients de mortalité par pêche à la valeur de la borne inférieure (L_{I+}) du groupe terminal (I+) a permis de choisir la valeur de $L_{I+} = 280$ mm pour le métier plongée libre et 300 mm pour les trois métiers confondus (cf. Chapitre III, § 4.2.1).

1.1.2 Sélectivité

La sélectivité décrit la capacité d'un engin de pêche ou d'une méthode de pêche à retenir une partie d'un stock, en fonction de l'âge ou de la taille des animaux. Pour simplifier, on considère que la stratégie d'exploitation est mise en oeuvre sur une aire d'accessibilité des animaux.

L'allure générale de la courbe de sélectivité est une sigmoïde. La taille à partir de laquelle les animaux commencent à être capturés est notée L_0 ; celle à laquelle la vulnérabilité est maximale est notée L_{100} . Le point le plus remarquable est celui où la vulnérabilité des animaux atteint la moitié de la vulnérabilité maximale (L_{50}). La courbe de sélectivité est de plus caractérisée par sa pente générale (Laurec et Le Guen 1981).

Dans le cas du stock de lambi, les animaux sont par définition invulnérables avant la taille de première capture (ou de recrutement dans le stock) $L_0 = 100$ mm (chapitre II). Les pêcheurs repèrent une partie des animaux émergeant du sédiment à la fin de leur première année mais ne les capturent pas en raison d'un rendement pondéral trop faible. La vulnérabilité des animaux augmente ensuite brutalement avec leur taille, alors qu'ils sont de plus en plus repérables sur le fond. La vulnérabilité maximale est atteinte très rapidement: elle est exprimée par la formule "tout animal vu est capturé". Dans le cas du stock de lambi, il n'y a ni tri ni rejet de captures.

La distribution bathymétrique actuelle de l'espèce accentue la vulnérabilité des animaux: la disparition des adultes sur les petits fonds par l'exploitation et l'interdiction de la pêche en plongée avec bouteille ont provoqué le transfert de l'effort de pêche sur de plus petits animaux, d'autant plus facilement repérables qu'ils vivent moins profond. De la même façon, seuls les gros juvéniles et adultes sont recherchés au delà de 10 mètres de profondeur. C'est pour cela que la sélectivité est vraisemblablement très brutale passée la taille actuelle de première capture.

La courbe de sélectivité est décrite par une fonction logistique. Dans le programme ANALEN, une fonction $p(l_i)$ permet de calculer la proportion des individus de la classe l_i retenus par l'engin de pêche:

$$p(l_i) = \frac{1}{1 + \exp(-a_{\text{sel}} \cdot (x_i - L_{50}))} \quad (4)$$

x_i est la longueur moyenne de la classe i : $x_i = (l_i + l_{i+1})/2$

L_{50} est la longueur moyenne de la classe au sein de laquelle 50% des individus sont retenus ($p(L_{50}) = 0.5$).

a_{sel} représente un coefficient directeur de la pente de la sigmoïde.

Tableau 24. Proportions des individus de la classe l_i prélevés selon la valeur de L_{50} fixée.

Classes de longueur i (mm)	p_i pour L_{50}		
	100	110	120
90-100	0.75	0.25	0.04
100-110	0.96	0.75	0.25
110-120	0.99	0.96	0.75
120-130	0.99	0.99	0.96
130-140	0.99	0.99	0.99
140-150	1.00	0.99	0.99
150-160	"	1.00	0.99
160-170		"	1.00
170-180			"

Etant donné que le premier pic de la distribution des fréquences de longueur est situé à 130 mm alors que la taille de première capture est 100

mm, il est vraisemblable que la sélectivité maximale s'exprime pleinement à l'approche de ce pic. Parmi les valeurs possibles de L_{50} , trois valeurs seront testées, déterminant chacune l'allure de la courbe de sélectivité correspondante: 100 mm, 110 mm et 120 mm.

Les grandeurs L_{25} et L_{75} sont les longueurs moyennes des classes au sein desquelles 25 et 75% des individus sont retenus. Elles expriment de façon plus concrète la pente de la courbe de sélectivité.

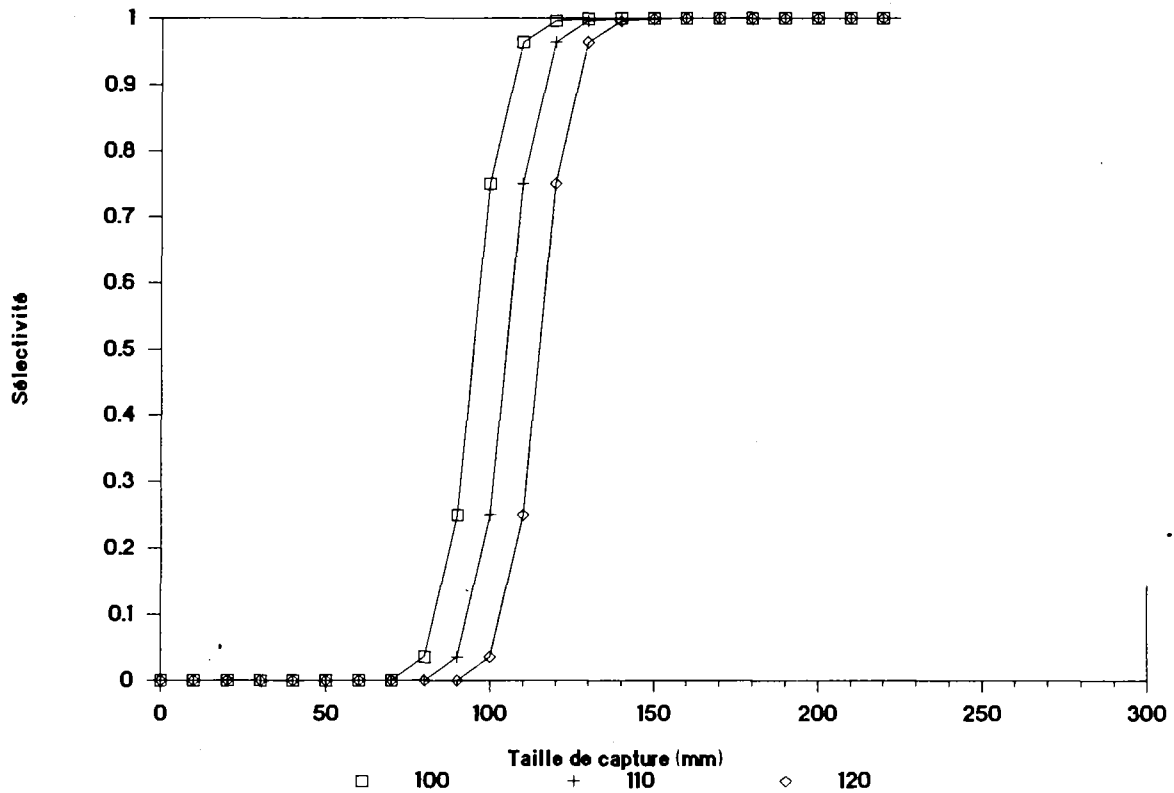


Figure 64. Courbes de sélectivité en fonction de la valeur de L_{50} .

La sensibilité des résultats aux valeurs sélectionnées de L_{50} est étudiée. L'écart de sélection ($L_{75} - L_{25}$) qui détermine la pente de la courbe a été fixé arbitrairement à 10 mm pour tous les cas.

1.1.3 Mortalité naturelle

L'étude de sensibilité des résultats de mortalité par pêche par classe de longueur (cf. Chapitre III) au coefficient de mortalité naturelle du groupe

terminal a conduit à retenir les valeurs $M = 0.5, 0.4$ et 0.3 pour la suite de l'étude.

1.2 Les hypothèses de la simulation

Les choix des régimes d'exploitation, dont on compare les effets, passée la période transitoire, déterminent l'invariance des mortalités (par pêche et naturelle) au cours de la période d'exploitation de la cohorte en présence (Chapitre III, § 1.3). Le volume du recrutement est considéré par hypothèse invariant dans le temps et indépendant de la taille du stock. Cette hypothèse n'est pas contraignante dans le sens qu'elle n'a pas d'effet sur les conclusions des évaluations entreprises. En effet, les effets des changements de régime d'exploitation sont comparés entre eux pour un recrutement donné.

1.3 Les produits attendus de la simulation

Les nouvelles conditions d'exploitation (effort et taille de première capture) vont être simulées pour examiner leurs conséquences sur la production à court terme et à long terme, et le rendement par recrue. Pour le métier plongée libre comme pour les métiers plongée et filets confondus, le choix de tester la sensibilité des résultats selon trois valeurs de mortalité naturelle et de sélectivité a pour conséquence la présentation de 6 scénarios; celui pour ($M = 0.4$ et $L_{50} = 110$ mm) représente la référence à laquelle les autres scénarios seront comparés.

La faible part des adultes matures dans les captures du métier plongée libre, la sous-estimation des captures des métiers filets et plongée avec bouteille dans le cas des trois métiers confondus et le manque de connaissance sur la relation stock-recrutement n'ont pas permis l'utilisation des possibilités d'ANALEN relatives à l'estimation de la biomasse féconde par recrue et du recrutement équilibré. Par hypothèse, le recrutement et la biomasse féconde par recrue sont considérés comme constants, année après année.

1.3.1 Mortalités par pêche

Les coefficients de mortalité par pêche F'_i résultent des variations d'effort de pêche, traduites par l'application d'un multiplicateur des F , μ_F au vecteur des coefficients de mortalité par pêche actuel F_i :

$$F'_i = \mu_F \cdot \frac{p'(l_i)}{p(l_i)} \cdot F_i \quad (5)$$

Elle résulte de la simplification (pas de tri) de celle établie par Chevaillier et Laurec (1990).

Au cours de l'analyse de pseudo-cohorte, les F_i ont été considérés comme variables jusqu'au groupe terminal, puis constants au-delà de L_{I+} (cf. Chapitre III). Il en est de même pour les régimes simulés. Dans le cadre de ce travail, les mortalités par pêche sont considérées comme résultats intermédiaires permettant les calculs de production et de rendement pour chaque régime d'exploitation envisagé. C'est pourquoi les nouveaux diagrammes de mortalités par pêche ne sont pas présentés.

1.3.1.1 Simulation de variations de l'effort

Une éventuelle modification d'effort de pêche est traduite par la multiplication des coefficients actuels de mortalité par pêche par une constante appelée multiplicateur des F . Cela suppose donc qu'il y ait proportionnalité entre une augmentation de l'effort et celle des F_i .

Le multiplicateur des F est fixé à 0.2 ou 0.1 (pour le rendement par recrue), augmentant par incréments de 0.2 (ou 0.1) jusqu'à 4.0 (ou 2.0). Les résultats correspondant au régime d'exploitation actuel sont ceux pour lesquels le multiplicateur des F est égal à 1.0.

1.3.1.2 Simulation de variations de la taille de première capture

ANALEN permet de simuler les effets d'un éventuel changement de taille de première capture.

Pour un engin donné, les paramètres de sélectivité sont dépendants de la taille de première capture. ANALEN suppose respectées les deux hypothèses de Dardignac et de Verdelhan (1978): le facteur de sélection ($FS = L_{50}/t_c$) et l'écart de sélection relatif ($RS = (L_{75} - L_{25})/L_{50}$) sont supposés indépendants de la taille de première capture t_c . Selon ce modèle, l'écart de sélection est proportionnel à t_c .

Sous ces hypothèses, connaissant les paramètres d'un régime de capture $t_{c(1)}$, il est possible de déterminer les paramètres de sélectivité d'un autre régime $t_{c(2)}$:

$$L_{50(2)} = FS.t_{c(2)} \quad (6)$$

$$(L_{75} - L_{25})_{(2)} = RS.L_{50(2)} \quad (7)$$

Laurec et Chevaillier ont montré que dans l'équation (4):

$$a_{sel} = \frac{2 \ln(3)}{L_{75} - L_{25}} \quad (8)$$

Aussi, dans le cas d'un changement de t_c :

$$a_{sel(2)} = \frac{2 \ln(3)}{RS.FS.t_{c(2)}} = a_{sel(1)} \cdot \frac{L_{50(1)}}{L_{50(2)}} \quad (9)$$

Le programme demande la taille de première capture actuelle ($t_c = 100$ mm), le facteur de sélection (L_{50}/t_c) et l'écart de sélection actuels ($L_{75} - L_{25} = 10$ mm). Au total, 20 tailles de première capture seront simulées de 100 à 290 mm; la taille 100 mm correspond au régime actuel.

1.3.2 Production actuelle, à court terme et à long terme.

Le logiciel ANALEN d'analyse de pseudo-cohorte par classe de longueur ne permet pas de faire toutes les prévisions de captures d'années en années. Seules deux situations peuvent être évaluées:

- la production attendue juste après la mise en place du nouveau régime d'exploitation, ou production à court terme;
- la production attendue lorsque le stock aura atteint son nouvel équilibre, ou production à long terme.

Bien qu'il soit possible de réaliser les calculs de production pour soit des étapes de transition entre les situations à court-terme et à long-terme, soit au-delà, les situations proposées par ANALEN sont théoriquement suffisantes.

Les résultats de production, à commencer par la production actuelle ($F = 1.0$ et $m = 100$ mm et $L_{50} = 130$ mm) correspondent au poids de chair éviscérée. L'utilisation de cette référence pondérale a été justifiée au Chapitre II (§ 2.4.3).

Généralement, il est nécessaire d'étendre les équations des survies et des captures au-delà de L_{I+} pour tenir compte de la croissance pondérale au sein du groupe terminal, et cela tant que les δt_i sont calculables (transformation des δl_i par l'équation de croissance de von Bertalanffy). C'est pourquoi ANALEN définit un indice de longueur (I_{max}) pour la dernière classe où une croissance est observée, et telle que $l_{i+1} < L_{inf}$. I_{max} est donc fixé par ANALEN à 320 mm, sans modification possible de l'utilisateur.

1.3.2.1 Production à court terme

Immédiatement après l'établissement de nouvelles conditions d'exploitation, les effectifs des survivants sont conditionnés par l'ancien régime d'exploitation alors que les captures sont conditionnées par le nouveau régime (F , t_c). Le calcul des effectifs survivants à chaque âge (à partir du groupe terminal) est initialisé par l'effectif des survivants estimé par l'analyse de pseudo-cohorte sous l'ancien régime d'exploitation. Les équations des survies et des captures s'écrivent alors:

$$N_{i+1} = N_i \cdot \exp(-Za_i \cdot \delta t_i) \quad (10)$$

$$C_i = N_i \cdot \frac{Fn_i}{Za_i} \cdot (1 - \exp(-Za_i \cdot \delta t_i)) \quad (11)$$

Za_i : coefficient instantané de mortalité totale de l'ancien régime,

Fn_i : coefficient instantané de mortalité par pêche du nouveau régime.

La production en masse (Y_i) est calculée avec l'équation suivante à partir des formules (10) et (11):

$$Y_i = \sum_{i=1}^{I_{max}} C_i \cdot W_i \quad (12)$$

W_i est la masse moyenne des individus de la classe i :

$$W_i = a.(l_i + \delta l/2)^b$$

Les paramètres a et b de la relation taille-poids de chair éviscérée estimés au chapitre II sont rappelés :

$$a \text{ (g/mm)} = 1.73.10^{-6}$$

$$b = 3.395$$

δl est la largeur des classes de longueur (10 mm).

1.3.2.2 Production à long terme

La condition d'équilibre du stock permettant d'observer la production à long terme est l'application des nouvelles conditions d'exploitation à toutes les cohortes en présence. Dans le cas du stock de lambi, le long terme correspond donc à une période de 6 à 8 ans. Les calculs sont identiques à ceux de la production à court terme.

1.3.3 Rendement par recrue

L'objectif des calculs de rendement par recrue est d'évaluer le potentiel de production de la pseudo-cohorte sous des conditions d'exploitation particulières (Chevaillier et Laurec 1990).

Pour un régime d'exploitation donné, les effectifs des captures C_i sont estimés par l'équation des captures (2). Connaissant la masse unitaire moyenne des individus par classe de longueur (W_i), il est possible de calculer la production correspondant aux C_i (12).

Si l'équation des survies (1) est initialisée à $N_1=1$, elle permet d'estimer la fraction des survivants à chaque longueur l_i . L'introduction de ces N_i dans l'équation (2) permet de calculer, avec la formule (12), la production relative à une recrue, appelée rendement par recrue (Chevaillier et Laurec 1990).

Chaque scénario (M, L_{50}) aboutit à un diagramme de courbes de rendements par recrue, définies d'après plusieurs régimes d'exploitation possibles (F, t_e).

2. Résultats

2.1 Prévision de la production à court terme et à long terme

La production actuelle estimée par ANALEN, 16 tonnes pour le métier plongée libre, est largement supérieure à la production (1986-1987) enregistrée par l'étude des captures (9.39 tonnes). Il en est de même pour les trois métiers confondus, 22 tonnes, par rapport à la production enregistrée et cumulée des trois métiers (10.4 tonnes).

Les résultats de production à court-terme et long-terme sont obtenus en valeurs réelles (tonnages) et en valeurs relatives (pourcentages) par rapport au régime d'exploitation actuel.

Tableau 25. Age moyen et poids moyen de chair éviscérée d'un lambi de la classe de longueur i .

Classes de longueur i (mm)	t_i (an)	W_i (g)
90-100	0.96	12.6
100-110	1.07	17.1
110-120	1.19	22.8
120-130	1.31	29.6
130-140	1.44	37.7
140-150	1.58	47.2
150-160	1.72	58.4
160-170	1.88	71.3
170-180	2.04	86.1
190-200	2.40	122.0
200-210	2.60	143.4
210-220	2.82	167.4
220-230	3.05	194.0
230-240	3.31	223.5
240-250	3.61	256.0
250-260	3.93	291.7
260-270	4.31	330.8
270-280	4.75	373.5
280-290	5.28	419.8
290-300	5.95	470.2
300-310	6.87	524.6
310-320	8.29	583.3

Le programme ANALEN calcule la production jusqu'à la classe précédant L_{inf} . (Imax) (tableau 25). Le poids de chair éviscérée moyen des animaux à partir de la classe 240-250 mm est compris en réalité entre 250 et 350 grammes.

2.1.1 Production à court terme

Les graphiques présentant les estimations de production à court terme sont semblables pour les 6 scénarios selon les valeurs de la mortalité naturelle et la sélectivité. C'est pourquoi seuls les graphiques pour le scénario moyen ($M = 0.4$ et $L_{50} = 110$ mm) sont présentés par la figure 65 pour le métier plongée libre (A) et tous les métiers (B). La production actuelle apparaît pour $F = 1.0$ et $t_c = 100$ mm.

Lorsque la taille de première capture augmente la production diminue (moins rapidement pour tous les métiers) et ce quelque soit le niveau de l'effort de pêche. La production à court terme ne pourrait augmenter que s'il y a une forte augmentation de l'effort de pêche porté sur les plus petits des animaux recrutés.

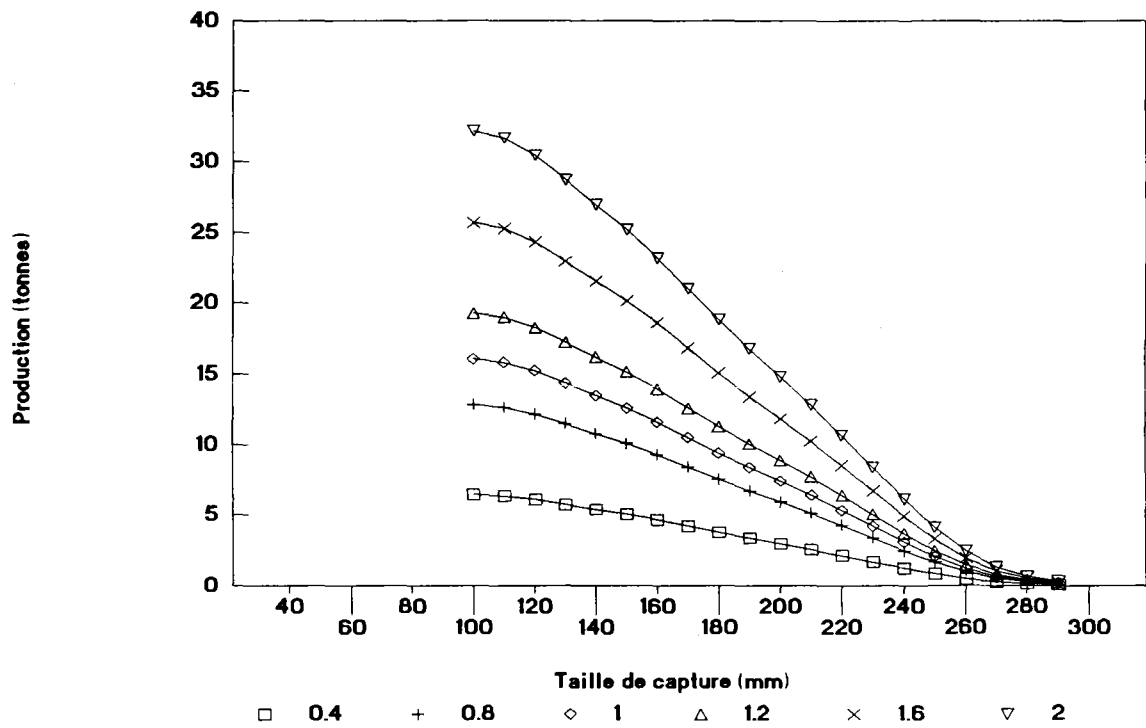
2.1.2 Production à long terme

Etant donné la surestimation de la production actuelle par les calculs du programme (cf. § 3.4), les résultats de production à long terme sont présentés en valeurs relatives par rapport à la production actuelle.

Les figures 66.A, B et C présentent les résultats de production relatives à long terme pour les scénarios (M , L_{50}) pour le métier plongée libre. Les diagrammes de production à long terme pour les trois métiers confondus sont similaires, quoique légèrement décalés, et donc non présentés. Pour chacun des scénarios et quel que soit l'effort de pêche, la production à long terme augmente jusqu'à sa valeur maximale, puis diminue, avec une augmentation de la taille de première capture. Les gains de production sont minimes lorsque l'effort de pêche dépasse l'effort actuel. La surexploitation actuelle du stock de lambi en Martinique est mise en évidence par le fait qu'il est nécessaire de diminuer l'effort de pêche pour que la production augmente. Le gain maximal de production (G en %) et la taille de première capture (t_c en mm) correspondante pour chaque scénario (M , L_{50}) et pour l'effort de pêche actuel sont présentés par le tableau 26 (métier plongée libre et métiers plongée et filets confondus).

A- Métier plongée libre

L50-110 et M-0.4



B- Tous métiers

L50-110 et M-0.4

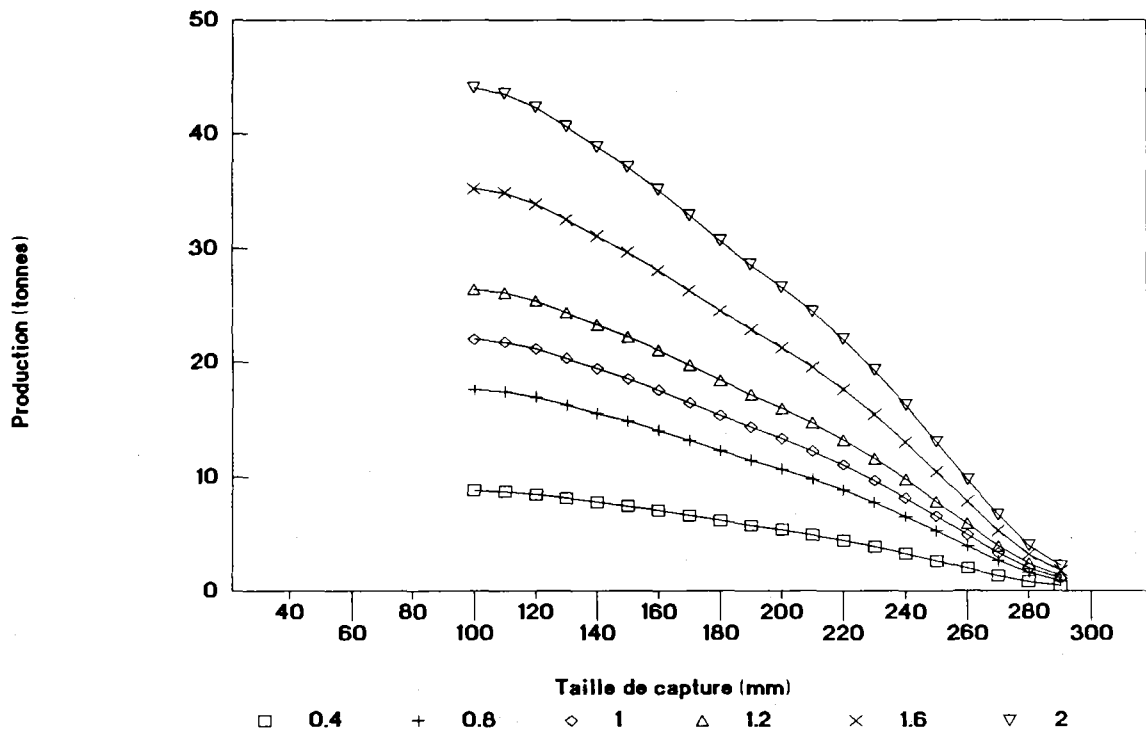


Figure 65. Production à court terme.

Tableau 26. Gain maximal de production (G en %) et taille de première capture (tc en mm) correspondante pour chaque scénario (M, L₅₀) et pour l'effort de pêche actuel.

L ₅₀	M	Plongée libre			Plongée et filets		
		0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
100	tc	210	230	250	190	220	240
	G	31	52	85	14	30	57
110	tc	190	210	230	170	200	220
	G	31	53	86	14	30	57
120	tc	180	190	210	150	180	200
	G	31	53	86	14	30	57

Pour augmenter la production à long terme, il n'est pas nécessaire d'augmenter l'effort de pêche, au contraire. Même pour le plus pessimiste des scénarios étudiés (M=0.5 et L₅₀=120 mm), l'effort pourrait être diminué de 40% (F=0.6) tout en permettant une augmentation de la production de 17%. La taille de capture devrait alors être comprise entre 140 et 160 mm.

Lorsque les captures d'adultes par les métiers plongée avec bouteille et filets sont prises en compte, les gains de production attendus sont moins forts, puisque la taille de première capture diminue pour les mêmes scénarios (M, L₅₀).

2.1.2.1 Sensibilité à la mortalité naturelle

En prenant l'effort de pêche actuel comme référence et pour L₅₀ fixé à 110 mm, une mortalité naturelle plus forte a pour conséquence une diminution de la taille de première capture permettant d'obtenir la production optimale:

Plongée libre

- 210-230 mm (M= 0.3)
- 190-210 mm (M= 0.4)
- 170-190 mm (M= 0.5)

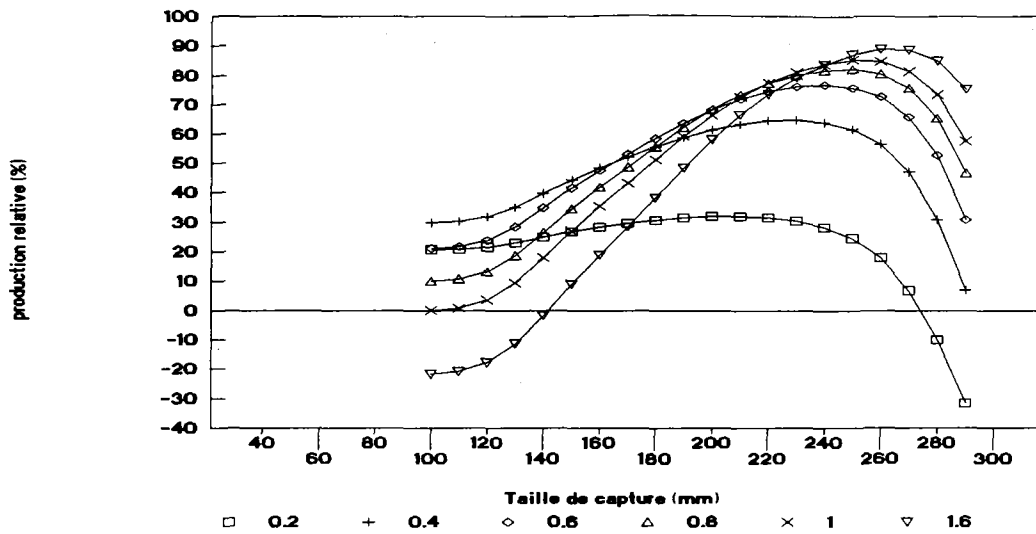
Plongée et filets

- 200-220 mm (M= 0.3)
- 180-200 mm (M= 0.4)
- 150-170 mm (M= 0.5)

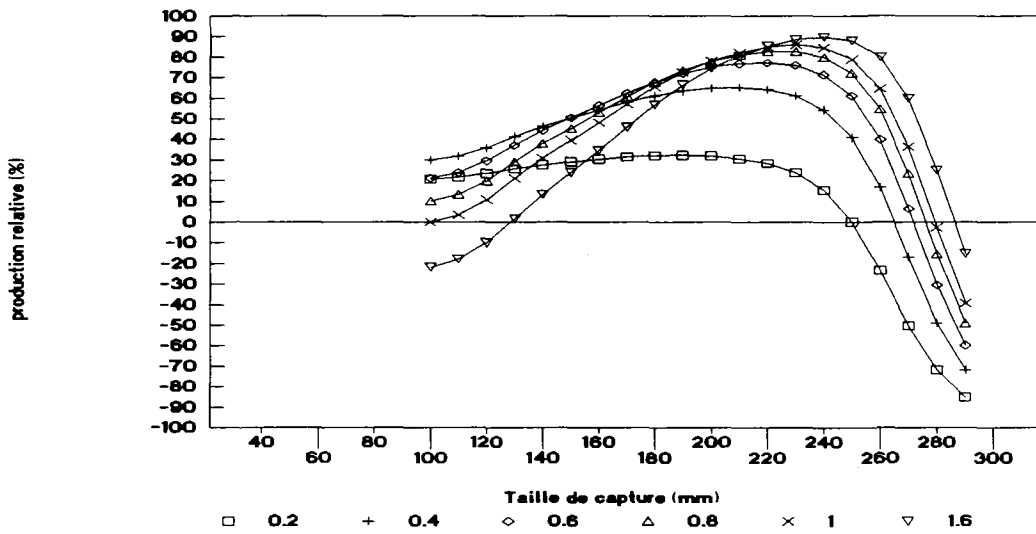
La production optimale augmente (14 à 85%) lorsque le coefficient de mortalité naturelle diminue (propriété du modèle). Le gain relatif pour un écart de valeur de M de 0.1 est d'autant plus fort que M s'approche de 0.

A- M=0.3

L50 = 100 mm



L50 = 110 mm



L50 = 120 mm

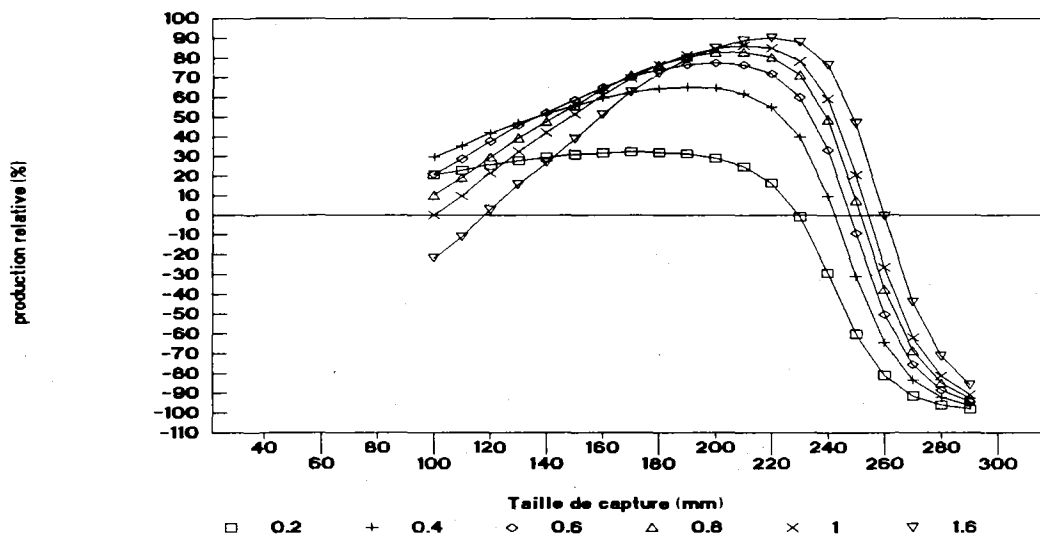
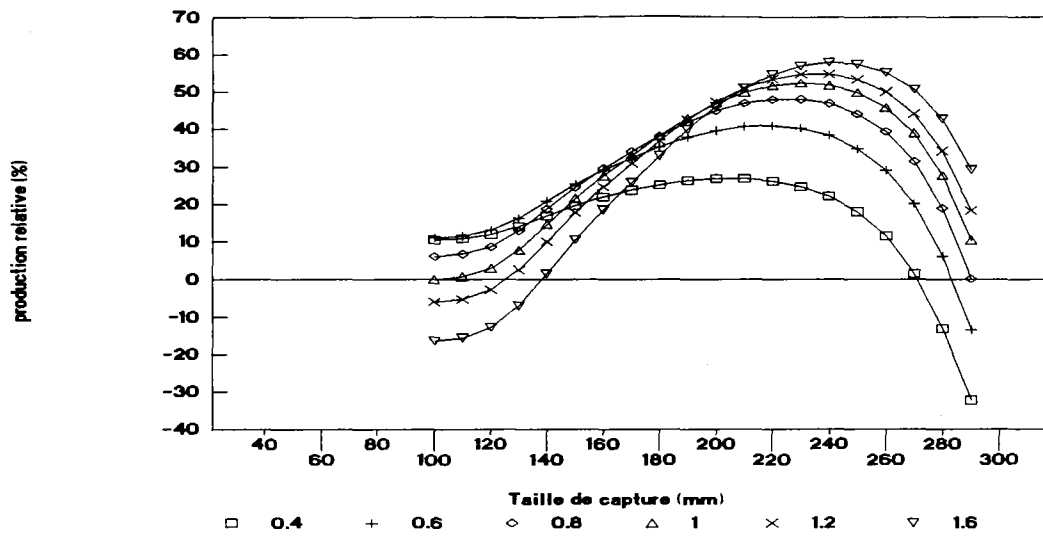


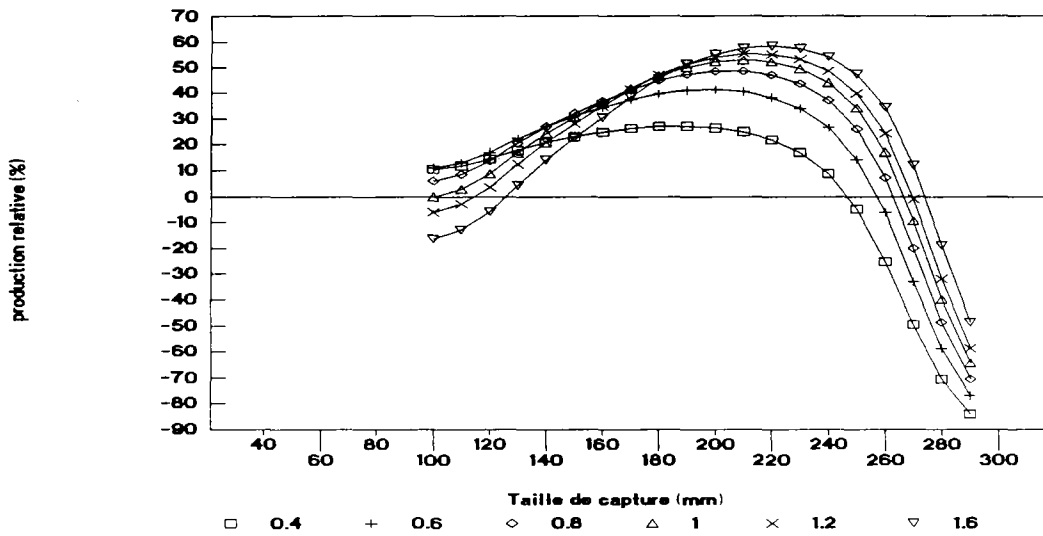
Figure 66. Evolution de la production à long terme par rapport au régime d'exploitation actuel ($F=1$, $t_c=100$ mm) pour le métier plongée libre.

B. M=0.4

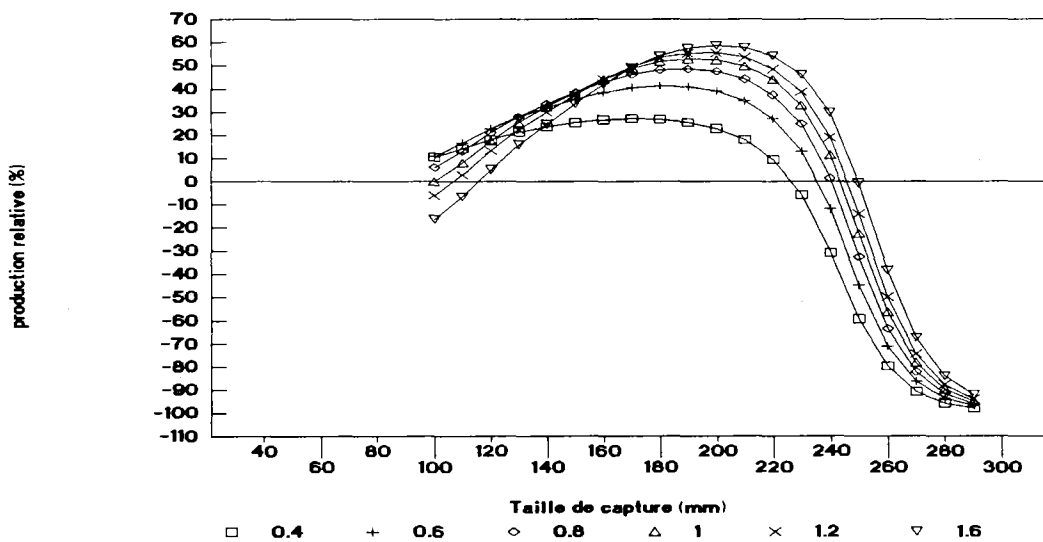
L50 - 100 mm



L50 - 110 mm

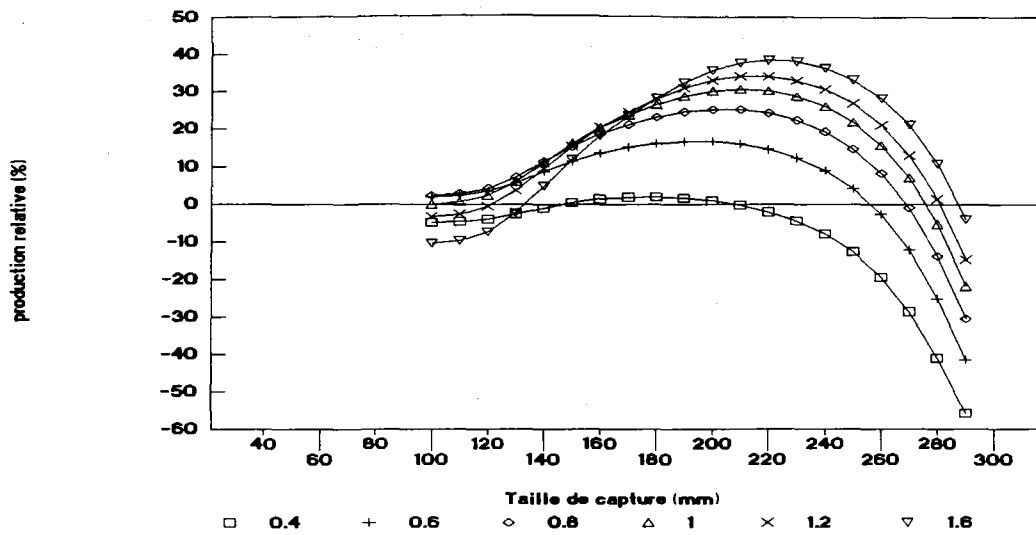


L50 - 120 mm

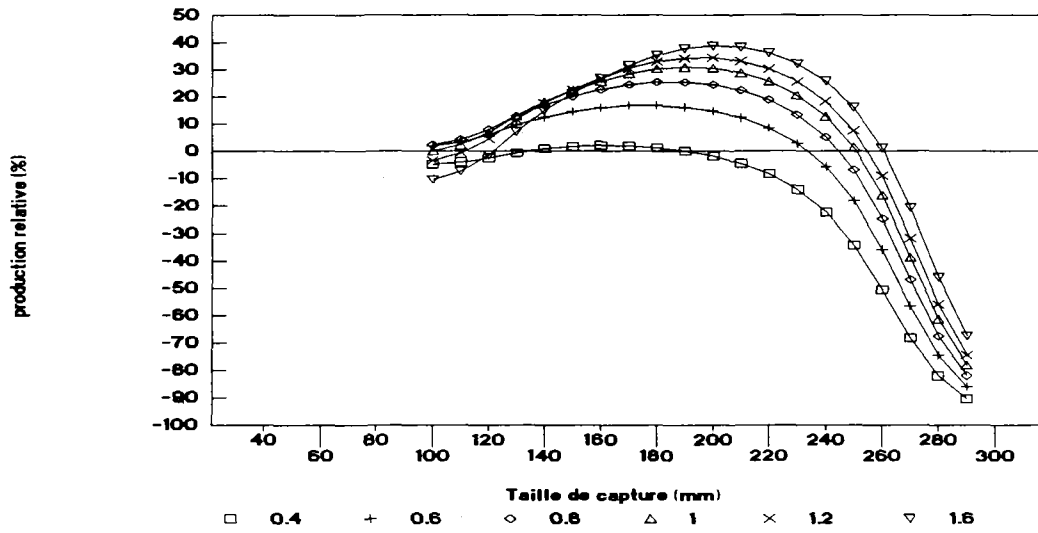


C- M=0.5

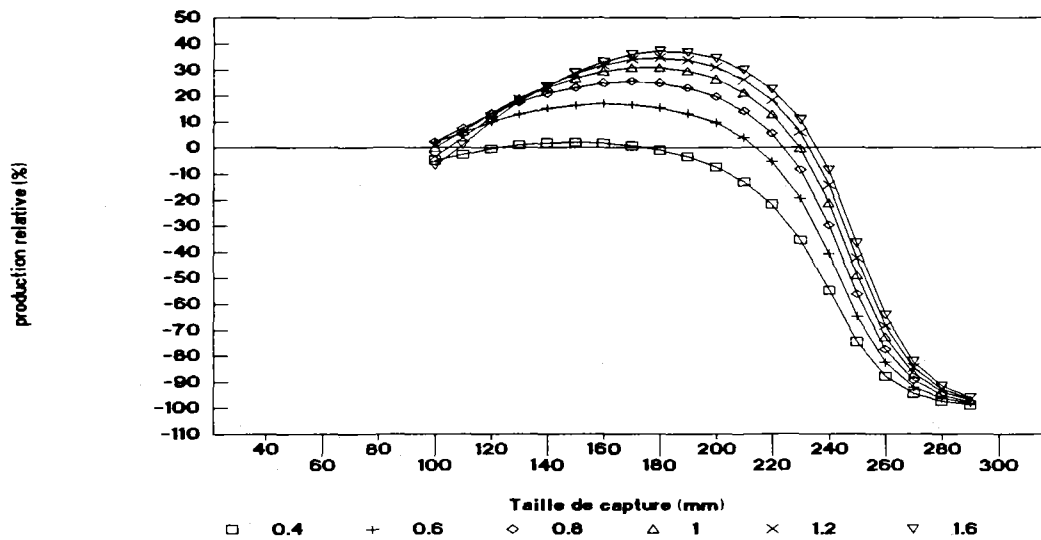
L50 - 100 mm



L50 - 110 mm



L50 - 120 mm



2.1.2.2 Sensibilité à la sélectivité

En prenant l'effort de pêche actuel comme référence et pour M fixé à 0.4, plus la sélectivité maximale est proche de la taille recrutée actuelle (100 mm), plus la taille de première capture permettant la production maximale augmente:

Plongée libre : 190 mm à 230 mm pour $L_{50} = 120$ à 100 mm;

Plongée et filets : 180 mm à 220 mm pour $L_{50} = 120$ à 100 mm.

2.2 Le rendement par recrue

Les figures 67. A, B et C présentent les courbes de rendement par recrue pour le métier plongée libre, en fonction de la taille de première capture et de l'effort de pêche pour les 6 scénarios (M, L_{50}). Les courbes de rendement par recrue pour les trois métiers sont similaires, quoique légèrement décalées, et donc ne sont pas présentées. Le rendement par recrue moyen du régime d'exploitation actuel est compris entre 43 et 68 g selon le scénario (M, L_{50}), ce qui correspond à une taille de capture moyenne de 150 à 175 mm (tableau). Pour l'effort de pêche actuel, le rendement par recrue maximal et la taille de première capture correspondante sont présentés pour chaque scénario (M, L_{50}) par le tableau 27.

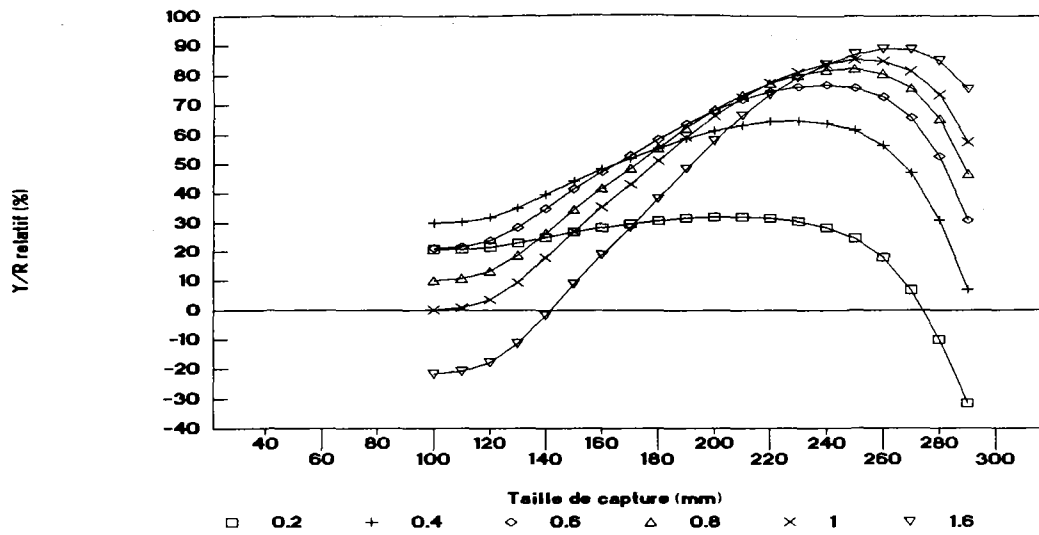
Tableau 27. Rendement par recrue moyen (Y/R en gramme) du régime d'exploitation actuel pour chaque scénario (résultats identiques quelque soit L_{50}). L (mm) est la longueur siphonale correspondante.

	Plongée libre			Plongée et filets		
M	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
Y/R	45	53	61	43	56	68
L	153	160	167	151	163	173

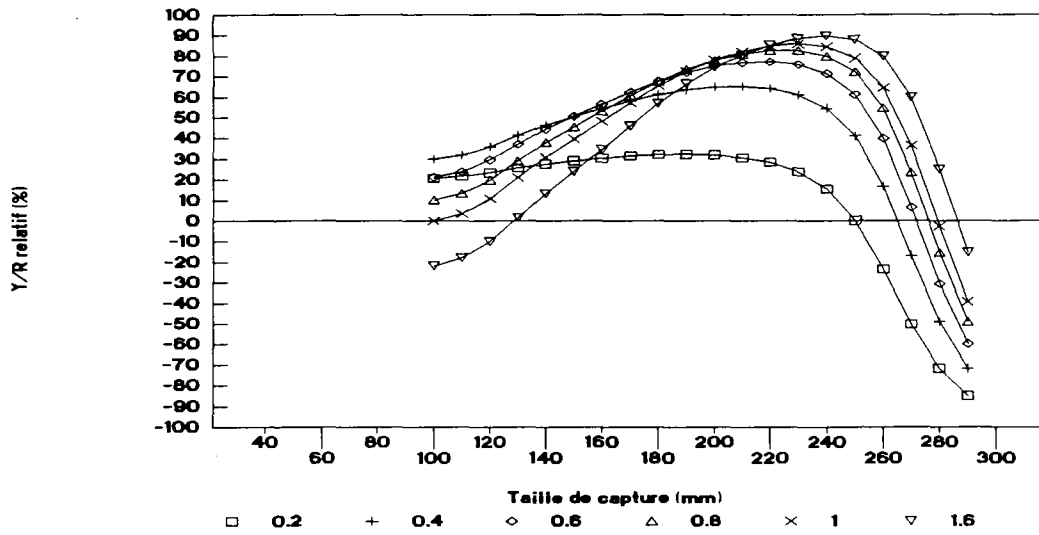
Le gain de production par recrue par rapport au régime actuel, obtenu en augmentant la taille de première capture de 100 à 180 mm au minimum, est compris entre 38 et 107 g selon le scénario (M, L_{50}).

A- M=0.3

L50 = 100 mm



L50 = 110 mm



L50 = 120 mm

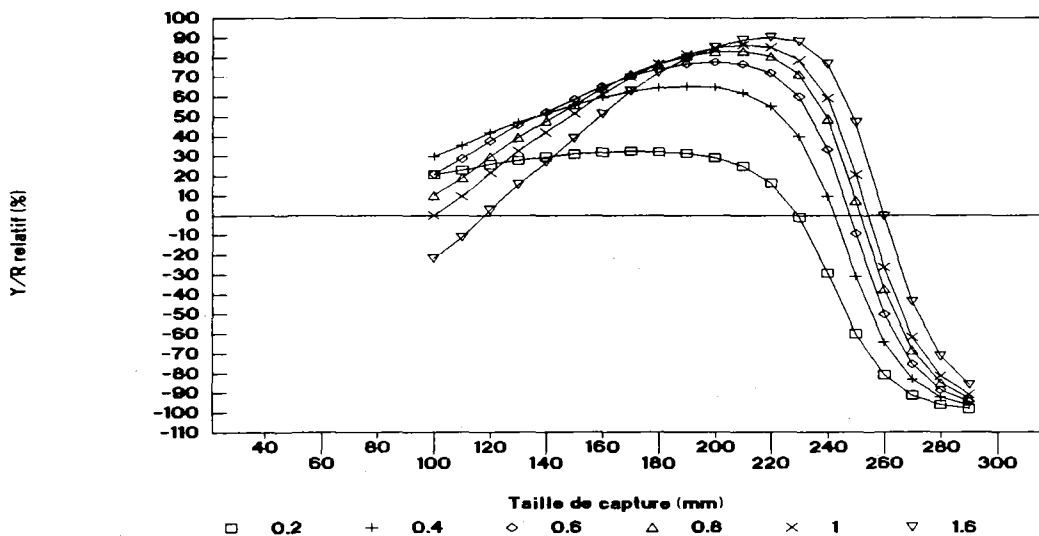
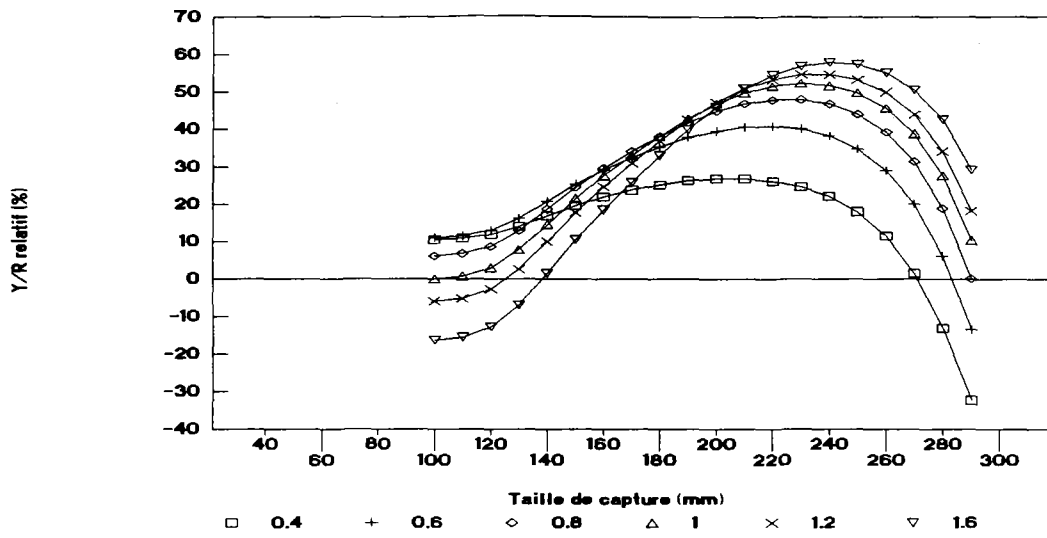


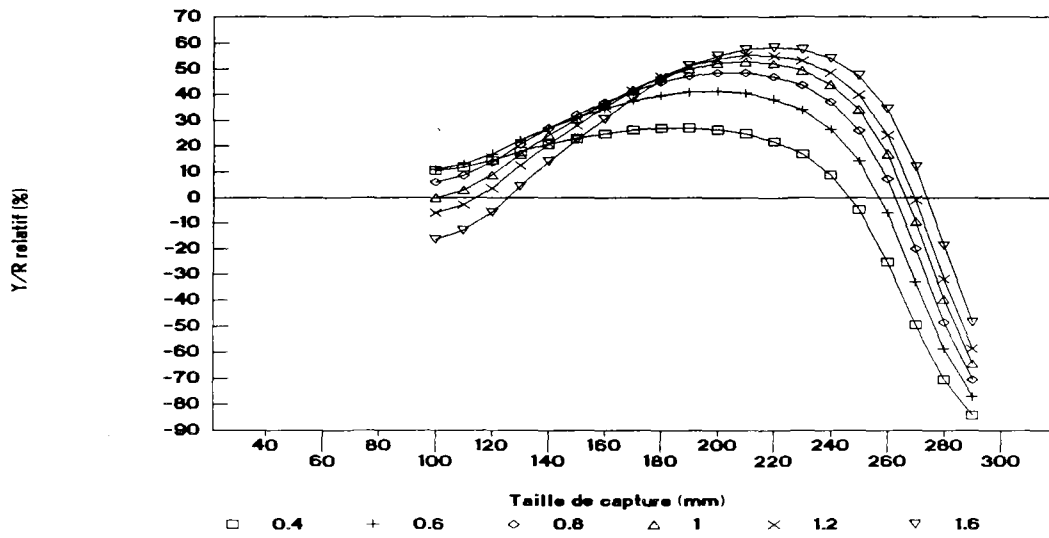
Figure 67. Evolution du rendement par recrue (Y/R) par rapport au régime d'exploitation actuel ($F=1$, $t_c=100$ mm) pour le métier plongée libre.

B- M=0.4

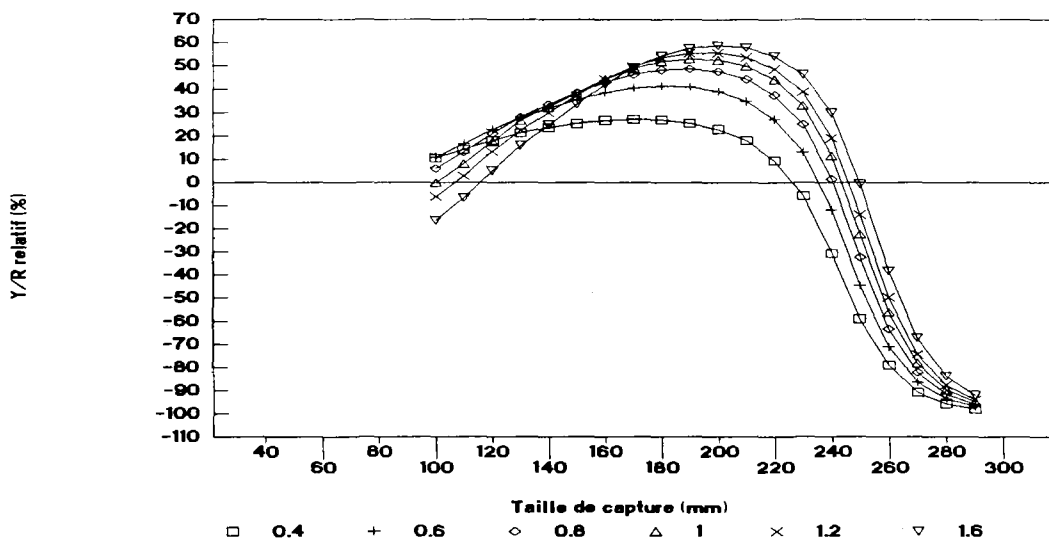
L50 = 100 mm



L50 = 110 mm

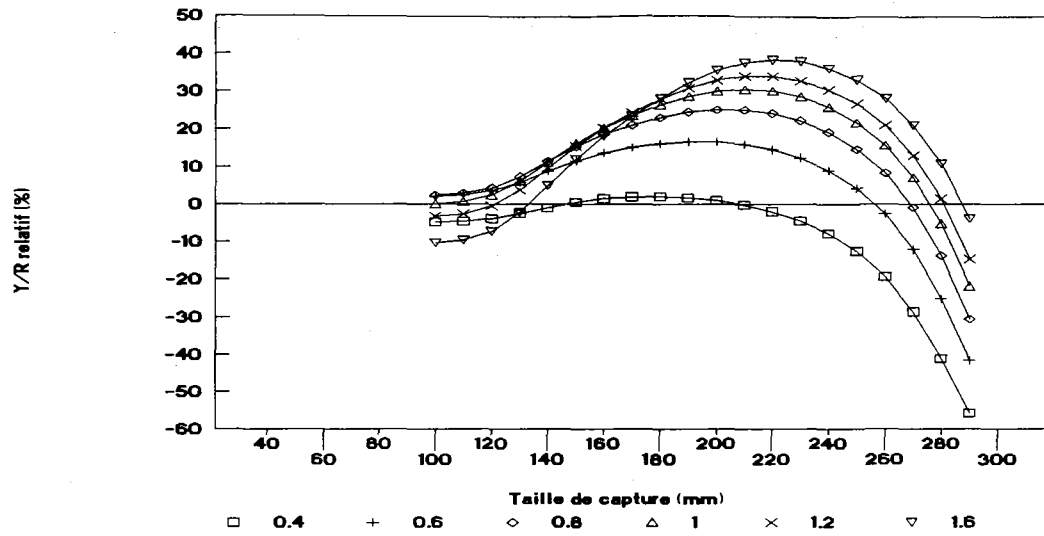


L50 = 120 mm

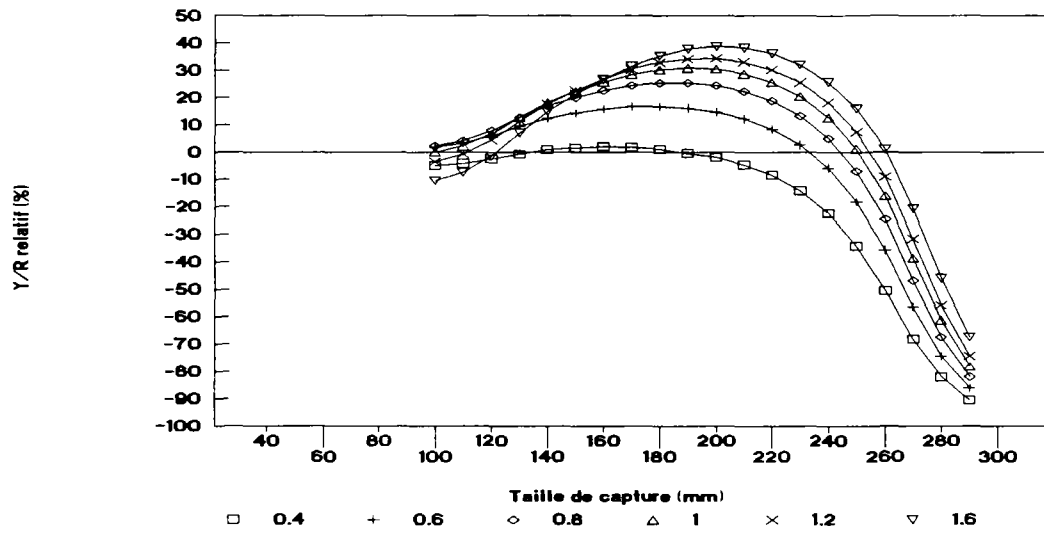


C- M=0.5

L50 = 100 mm



L50 = 110 mm



L50 = 120 mm

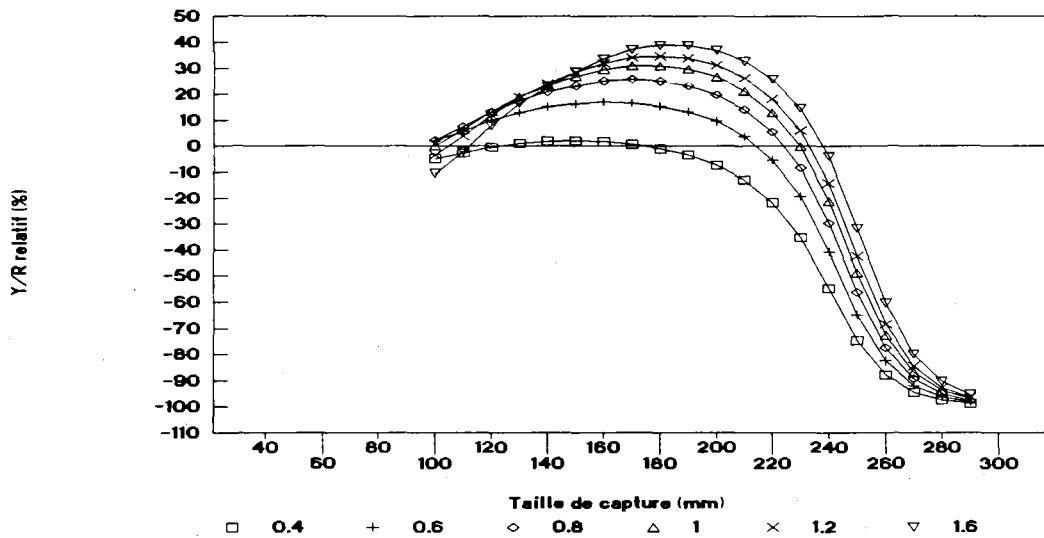


Tableau 28. Rendement par recrue maximal et taille de première capture correspondante pour chacun des scénarios (M, L_{50}) et pour l'effort de pêche actuel.

L_{50}	M	Plongée libre			Plongée et filets		
		0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
100	Y/R	59	80	112	49	72	107
	t_c	210	230	250	190	220	240
110	Y/R	59	81	113	49	72	107
	t_c	190	210	230	170	200	220
120	Y/R	59	81	113	49	72	107
	t_c	180	190	210	160	180	180

Le rendement par recrue maximal obtenu lorsque les trois métiers sont étudiés ensemble est moins fort pour un scénario donné (M, L_{50}) que celui obtenu pour le métier plongée libre étudié seul, puisque que la taille de première capture correspondante est moins élevée.

Les variations de rendement par recrue selon les scénarios (M, L_{50}) sont identiques à celles de la production à long terme présentée sur les figures 66.A, B et C. Les gains de rendement sont minimes lorsque l'effort de pêche dépasse l'effort actuel. Le gain maximal de rendement et la taille de première capture (mm) correspondante pour chaque scénario (M, L_{50}) et pour l'effort de pêche actuel sont identiques à ceux présentés pour la production à long terme par le tableau 28 (métier plongée libre et métiers plongée et filets confondus).

3 - Discussion

La simulation des régimes d'exploitation réalisée dans cette étude à l'aide du logiciel ANALEN repose sur les estimations des captures en nombre par classe de longueur d'une année et ses résultats sont donc moins fiables que lors d'une analyse de cohorte classique. Cependant, les tendances à court et long terme de l'évolution de la production sont convergents.

Les modèles de simulation ne sont jamais parfaits en raison des hypothèses pour permettre la représentation du système et des incertitudes sur les paramètres du modèle. Un examen de chacune de ces sources

d'erreur est maintenant proposé afin de déterminer la validité des conclusions retenues pour la définition d'un nouveau régime d'exploitation.

Le modèle est sensible aux hypothèses, aux erreurs de données, et aux incertitudes des paramètres.

3.1 Relativisation de l'intérêt du logiciel ANALEN

Les tables de la fonction de production établies par Beverton et Holt (1964) ont aussi été utilisées pour déterminer le rendement par recrue pour le régime d'exploitation actuel ($M = 0.3$ à 0.5) et quelques régimes d'exploitation simulés ($M = 0.4$), notamment pour l'effort actuel ou inférieur de 25 à 50%. Dans ce cas, la sélectivité est simplement considérée maximale dès la taille recrutée. Il n'a pas été jugé nécessaire de présenter les résultats, tout à fait similaires pour le régime d'exploitation actuel (46 à 65 g). Pour les régimes d'exploitation simulés, les valeurs maximales de rendement par recrue sont obtenues pour des tailles de capture comprises dans l'intervalle de celles déterminées par le logiciel ANALEN dans les mêmes conditions.

Pour l'étude d'une pêcherie pour laquelle on ne dispose pas d'une distribution de captures, mais seulement d'une estimation du taux d'exploitation moyen, des paramètres de croissance de von Bertalanffy de l'espèce et du coefficient de mortalité naturelle pour la classe terminale, il est donc possible de définir par les tables de fonction de production (Beverton et Holt 1966) le régime d'exploitation le plus favorable pour augmenter la production du stock⁽¹⁵⁾.

Si les conclusions obtenues sont similaires, celles du logiciel ANALEN sont plus complètes et précises et permettent surtout d'étudier rapidement la sensibilité sur les résultats de production et de rendement des paramètres utilisés.

3.2 Conséquence de la sous-estimation des captures dans l'analyse

Les résultats de la simulation sont fortement dépendant de la qualité des données. Par hypothèse il a été supposé que les captures échantillonnées étaient représentatives de la totalité des captures enregistrées. Cela est vrai lorsque le métier plongée libre est étudié seul.

(15) Il est même possible de faire les calculs avec des régimes d'exploitation où F change par paliers.

La forte sous-estimation des captures des métiers plongée avec bouteille et filets (près de 90%) entraîne une faible représentation des classes de longueur correspondant aux individus adultes dans la distribution des fréquences de longueur des captures des métiers plongée et filets confondus. La mortalité par pêche réelle de ces classes de taille est sous-estimée pour les années où les captures illégales des lambis par le métier plongée avec bouteille ont été importantes, en 1985 et 1986, puis de 1989 à 1991. Les années précédentes, puis en 1988 et 1992, les captures ont été dominées par le métier plongée libre, et les mortalités par pêche du métier plongée libre traité seul sont représentatives de l'état d'exploitation du stock, excepté une petite sous-estimation des captures de lambi adultes due à la non prise en compte du métier filet.

3.3 Conséquences des incertitudes des paramètres

3.3.1 Paramètres de croissance

Il n'a pas été réalisé d'étude de sensibilité des résultats aux paramètres de croissance K et L_{inf} pour les raisons exposées au Chapitre III (§. 4.1). Une augmentation de K conduirait à des résultats de production de tendance similaire aux résultats présentés. Pour les mêmes résultats de production, la taille de première capture devrait être plus élevée. Cependant, lorsque K augmente, L_{inf} diminue en général en raison de la corrélation négative liant les paramètres. D'après Chevaillier (1990), la variabilité de L_{inf} aurait une plus forte influence sur les résultats de production, notamment pour les plus grandes tailles. Cependant, comme le groupe terminal a été fixé bien en deça de la valeur de L_{inf} , l'effet de sa variabilité a été réduit.

Les modèles de dynamique de population ne prennent pas en compte l'influence de l'exploitation sur les paramètres biologiques du stock, qui sont considérés constants quelque soit la situation du stock. Au Quintana Roo (Mexique), il se pourrait que la sélection des gros individus par les pêcheurs aboutit à une dérive génétique de la population avec modification du taux de croissance et de l'âge à la première maturité (Garcia Saez 1993).

3.3.2 Mortalité naturelle

Les trois scénarios de mortalité naturelle conduisent à conseiller trois intervalles de tailles de première capture, qui correspondent à des individus soit non pavillonnés, soit au pavillon en formation (cf. Chapitre II, § 2.1.3). Seul l'intervalle des tailles de première capture du scénario ($M = 0.3$ et $L_{50} = 100$) correspond à des individus pour la plupart au pavillon en formation ou

au pavillon formé. Les trois scénarios de mortalité naturelle aboutissent à des résultats de même plausibilité. Sans plus de résultats sur la mortalité naturelle des adultes, il est difficile de faire un choix entre ces résultats. Le scénario $M = 0.4$ pourrait être retenu comme référence. Il est rappelé que cette valeur de mortalité naturelle correspond à une longévité de 13 ans, tout à fait vraisemblable.

3.3.3 Sélectivité

La taille de première capture conseillée est très sensible à la sélectivité. Les trois scénarios testés ont fourni des résultats vraisemblables. Il est certain que la sélectivité est différente entre les secteurs est et sud (cf. Chapitre II, § 2.1.2.1): elle est certainement plus rapide dans le secteur sud, où les pêcheurs exploitent de préférence les fonds marins compris entre 0 et 8 mètres de profondeur, zone d'abondance des plus petits lambis. Le scénario $L_{50} = 110$ mm, pour lequel 25% des lambis de 100 mm sont vus et capturés pourrait représenter la sélectivité du secteur sud. Le scénario $L_{50} = 120$ mm, pour lequel seulement 4% des lambis de 100 mm sont capturés pourrait mieux représenter la sélectivité du secteur est. D'après les effectifs par classe de taille de la distribution des captures, il est préférable de retenir comme scénario référence $L_{50} = 110$ mm.

3.4 Biais dans l'estimation de production

Le logiciel ANALEN calcule la production des classes de longueur au delà de la classe L_{I+} , jusqu'à la classe $L_{I_{max}}$ (cf. § 1.3.2). En raison de la transformation des longueurs réelles en longueurs théoriques pour les lambis adultes, intégrant la croissance en épaisseur du pavillon, il y a surestimation des poids des classes de longueur dès la classe 220-230 mm, puisqu'elle contient des individus pavillonnés. Il en résulte la surestimation de la production actuelle. C'est pour cela qu'il a été préféré l'utilisation des valeurs de production relative. Il aurait été souhaitable que le logiciel permette le choix de l'indice de classe de longueur (I_{max}) au delà de laquelle la croissance en poids de chair éviscérée s'arrête.

En l'absence de données sur le recrutement et donc le risque d'effondrement du stock, il est préférable de tenir compte des tendances de la production ou des rendements, et non des valeurs fournies par le programme ANALEN.

Conclusion du chapitre

Le logiciel de simulation ANALEN a permis de définir, en fonction de différents scénarios, des régimes d'exploitation (F , t_c) pour la restauration à long terme de la production du stock, actuellement surexploité, et décrit l'écart de production entre le court et le long terme. Lorsque il n'y a aucun intérêt à augmenter la taille de première capture à court terme, une augmentation de la production à long terme et du rendement par recrue est attendue; cela est vérifié quel que soit le scénario envisageable.

Les résultats de production et de rendement par recrue sont fortement tributaires de la mortalité naturelle et, dans une moindre mesure, de la pente de la courbe de sélectivité. Les résultats sont surtout plus sensibles à une augmentation de la taille de capture qu'à une diminution de l'effort de pêche. Les tendances évolutives observées lorsque le régime d'exploitation est modifié permettent de proposer de nouveaux régimes d'exploitation adaptés à la productivité de la ressource:

- l'adoption d'une taille de première capture pour le métier plongée libre comprise entre 180 et 250 mm permettrait d'atteindre à long terme une production 1.5 à 2 fois (selon le scénario (M , L_{50})) supérieure à la production actuelle selon que l'effort de pêche reste le même ou diminue jusqu'à 40%.

- une diminution de l'effort de 25 à 50% permettrait une augmentation du rendement par recrue ou de la production de 20 à 45% à condition que la taille de première capture devienne 200 à 230 mm.

Les projections temporelles ont pour seul intérêt de montrer de façon relativement précise les différentes alternatives possibles pour gérer le stock. Seuls les choix essentiels doivent être considérés, indépendamment des gains qui ont été évalués:

- comme les captures du métier plongée avec bouteille continuent et que celles du métier filet risquent d'augmenter (introduction des remonte-filets hydrauliques), il est préférable, et plus facile, de mettre en place une forme de capture, i.e lambi au pavillon en formation (taille de 180 mm à 230 mm).

- stabilisation ou réduction de l'effort de pêche;

Les modifications nécessaires du régime d'exploitation déterminées dans ce chapitre ne prennent en compte que les paramètres biologiques du stock et les caractéristiques techniques de la pêcherie. Il reste à définir les

mesures techniques permettant de réaliser les changements nécessaires du régime d'exploitation et leur applicabilité. Celle-ci est en fait essentiellement dépendante des contraintes socio-économiques et institutionnelles. La dernière partie de ce travail est consacrée à une discussion visant la proposition d'une politique d'aménagement pour le moyen et long terme, afin de créer les conditions d'applicabilité des mesures techniques de gestion.

DISCUSSION GENERALE
OPTIONS D'AMENAGEMENT

DISCUSSION GENERALE

OPTIONS D'AMENAGEMENT

L'utilisation des outils classiques de gestion de stock a permis de déterminer les opportunités d'une intervention sur le diagramme d'exploitation visant la conservation de la ressource, sans se préoccuper à ce niveau de l'étude des contraintes limitant les possibilités d'application. La stabilisation de l'effort de pêche et l'instauration d'une taille de première capture supérieure (180 à 250 mm) à la taille actuelle d'entrée dans la phase recrutée (100 mm) aboutirait au bout de 6 à 8 ans (temps nécessaire au stock pour atteindre le nouvel équilibre) à une nette augmentation des rendements et de la production, jusqu'à 50% selon le régime d'exploitation (F , tc) et les différents scénarios étudiés.

A court terme, ce nouveau régime d'exploitation aboutirait pour le métier plongée libre à une baisse de la production et des rendements et au moins à une diminution de l'activité lambi pour ces pêcheurs. L'objectif de conservation de la ressource lambi, surexploitée, entraîne une gestion problématique de la situation de transition. Cette préoccupation est éloignée de celle consistant à valoriser de façon optimale la biomasse recrutée, ou de maximiser la production et les rendements; la définition de l'optimum présente un intérêt secondaire tant que n'a pas été entreprise une démarche globale d'aménagement des pêcheries côtières.

Pour que cette étude soit complète, il faudrait rechercher l'optimisation de l'exploitation en intégrant les autres facteurs primaires de production - main d'oeuvre et capital - afin d'étudier les aspects socio-économiques de l'objectif de conservation de la ressource. Les données de cette étude et le niveau des connaissances en matière d'économie de l'auteur n'ont pas permis dans l'utilisation des modèles bio-économiques une traduction de l'effort de pêche "aussi bien en coûts et en emploi qu'en mortalité par pêche" (Mesnil 1989). Seules les implications directes des mesures techniques de gestion seront présentées en première partie.

1. Opportunités d'intervention sur les diagrammes d'exploitation

Jusqu'en 1990, le stock de lambi n'a été l'objet d'aucunes mesures de gestion. Les autorités du secteur ont dérogé exceptionnellement pendant deux années à la seule réglementation existante, l'interdiction généralisée de la pêche en plongée avec bouteille, afin d'évaluer les potentialités de cette méthode de capture (cf. Chapitre I, § 4.4).

L'ajustement du taux d'exploitation à la productivité nécessite de trouver des supports physiques capables de moduler le taux d'exploitation, et applicables. La fonction biologique de production permet d'allouer l'accès à la ressource par l'intermédiaire de quotas de capture et/ou des moyens de production (licences d'armement ou individuelles; méthode d'exploitation) (Troader à paraître.2) (16). Le choix de l'un ou l'autre de ces supports physiques, ou de leur combinaison doit être réalisé en fonction de leur efficacité probable, évaluée d'après les contraintes opérationnelles, déterminant en partie leur applicabilité.

Le constat de surexploitation des stocks de lambi a été généralisé à l'ensemble de la région Caraïbe depuis plusieurs années (Mahon 1987). La plupart des pays producteurs ont mis en place des réglementations avec plus ou moins de succès, choisies parmi le panel des mesures techniques de régulation de la quantité ou de la qualité des captures (Rathier 1989). Lorsque l'occasion s'en présentera, ces diverses expériences de gestion des stocks seront présentées pour en tirer les leçons.

1.1 Forme de capture

L'interdiction de pêcher des animaux dont le pavillon n'a pas commencé à se former est la mesure réglementaire qui fournira à long terme les meilleurs gains. La technique de pêche en plongée permet de sélectionner plus aisément des lambis au pavillon en formation plutôt que des lambis d'une certaine taille. Cette réglementation présente l'avantage de s'affranchir de la relation longueur/âge, vraisemblablement différente entre les deux secteurs (cf. Chapitre II, § 2.1 et 2.3).

Les pays qui ont fixé la taille minimale de capture à 180 mm (Belize, Turks et Caïcos) entre 1975 et 1980 ont beaucoup de difficulté à la faire respecter. Aux îles Turks et Caïcos, la production et la taille réelle de capture ont tendance à diminuer (Hughes et Ninnes sous presse). Le lambi au pavillon en formation ou formé est une mesure de plus en plus recommandée par les biologistes de la Caraïbe (Beets 1993; Appeldoorn 1993), et le Comité Petites Antilles de la FAO tente d'harmoniser dans ce sens, depuis 1984, les réglementations de la pêche du lambi des différents pays (Mahon 1990).

La connaissance de la relation longueur-poids de chair, en particulier éviscérée, est un outil théorique de contrôle de l'application de la réglementation. En Martinique, il faut de 8 à 4 lambis au kilo selon que le pavillon est en formation ou totalement constitué. OECS⁽¹⁷⁾ a fixé le poids minimal de chair éviscérée à 225 g (Mahon 1990). D'après les pratiques de pêche observées, la forme de capture peut être contrôlée sur les embarcations ou au moment du

(16) Rappel: fonction de production: $Y = qf.B = q.pt.B$, dans laquelle Y est la capture, q, le coefficient de capturabilité, f, l'effort de pêche, p, la puissance de pêche, t, temps de pêche et B, la biomasse exploitable.

(17) O.E.C.S: Organisation for the Eastern Caribbean States.

débarquement, alors que le poids peut être contrôlé au débarquement ou sur les lieux de commercialisation.

Le pêcheur a économiquement intérêt à capturer les jeunes lambis pavillonnés:

- les plus grandes tailles permettent une meilleure rentabilité du temps de pêche: pour des densités de juvéniles ou d'adultes comparables, le rendement pondéral d'une apnée donnée est meilleur lorsqu'il s'agit d'adultes; le temps de commercialisation est aussi plus court;

- au prix de vente de la chair des jeunes lambis pavillonnés est ajouté le prix de vente de la coquille.

Ce type de réglementation pourrait limiter les captures récréatives (notamment touristique) ayant pour objectif l'acquisition d'une coquille pavillonnée.

Limiter la forme de capture pourrait ralentir la diminution de la biomasse féconde. Cependant, ce n'est pas la préoccupation principale, puisqu'il semble que le niveau actuel de la biomasse féconde soit suffisant pour permettre le recrutement, ce dernier pouvant être plus variable par des facteurs d'environnement benthique (cf. Chapitre III, § 1.2.2).

La mise en place d'une forme de capture est facilitée et ne produit les meilleurs gains que s'il y a parallèlement un contrôle de l'effort (Gates 1989a). Les moyens actuels de contrôle de cette réglementation, pourtant simple et claire, sont très réduits. Aussi, l'existence d'une pêche récréative incontrôlable et celle de nombreux pêcheurs non inscrits seront des obstacles à l'application réelle de ce type de réglementation. Pour des raisons diverses, il en va de même dans tous les pays de la Caraïbe ayant mis en place cette mesure réglementaire (Mahon 1990; Mahon et al. 1992).

1.2 Technique de pêche

Lors de la caractérisation de la pêcherie au Chapitre I, il a été observé que le métier filet était progressivement abandonné par manque de rentabilité et que le métier plongée avec bouteille était potentiellement en progression. Cette technique de pêche, introduite illégalement vers 1985, relance l'effort de pêche qui avait diminué à la suite de la baisse des rendements et de la production par le métier plongée libre au cours des dernières décennies.

Pour le métier plongée libre, la protection des lambis non pavillonnés nécessite un transfert de l'effort de pêche de la classe de profondeur 0-8 mètres

vers les fonds marins compris entre 8 et 30 mètres de profondeur, soit un transfert de 30% de l'effort actuel pour le secteur est et 47% de celui du secteur sud. Aussi, la réalisation de cet objectif nécessiterait soit un accroissement de l'efficacité technique des pêcheurs concernés, soit qu'ils transfèrent leur effort de pêche sur d'autres espèces, soit l'introduction légale de la pêche en plongée avec bouteille, ces possibilités n'étant pas exclusives. Cette dernière mesure est envisageable (Rathier 1993).

La pêche en plongée avec scaphandre autonome est sans doute le métier le plus efficace techniquement pour la capture du lambi. Le critère d'innovation technologique, permettant à long terme une meilleure productivité et de meilleurs bénéfices socio-économiques, est pertinent (Gates 1989a). La légalisation de la pêche en plongée avec bouteille nécessiterait d'être accompagnée d'un contingentement rigoureux. Les types de régulation, identiques à ceux proposés pour le métier plongée libre, sont examinés dans les sections suivantes (quota, licence, zone). Cependant, le manque de moyens actuels (et des conditions) pour que soit régulée la pêcherie de façon effective, freine l'introduction de la pêche en plongée avec bouteille. Conscient de ce point crucial, le Comité des Pêches de la Martinique a refusé aux pêcheurs la légalisation de cette activité, estimant à juste titre que son contingentement effectif serait impossible. Ces moyens sont insuffisants a fortiori pour faire respecter l'interdiction. Les captures illégales continueront, malgré les saisies ponctuelles de matériels de plongée et malgré que ce soit l'organisme représentant officiellement la profession qui ait décidé cette interdiction.

D'autres arguments, mineurs en comparaison du précédent, doivent aussi être pris en considération. Dans les pays de la Caraïbe autorisant la pêche en scaphandre autonome ou au narguilé⁽¹⁸⁾, ce sont des entreprises de pêche semi-industrielle la plupart du temps, qui sont apparues pour capturer des lambis adultes sur les fonds de plus de 10 mètres de profondeur (Colombie, Jamaïque, Porto Rico, St Domingue...) et non des unités artisanales de pêche côtière. L'introduction de cette technique de pêche en Martinique est susceptible de poser des problèmes d'équité dans le contexte socio-économique actuel: les pêcheurs qui bénéficieraient de cette légalisation seraient ceux ayant les moyens d'investir (équipement et formation) et professionnellement, les plus flexibles des pêcheurs (capacité de reconversion) et non ceux capturant les lambis en plongée libre (cf. Chapitre I, § 6.2.5.2).

Aussi, dans le contexte actuel, l'introduction du métier plongée avec bouteille irait à l'encontre de l'objectif de conservation de la ressource. Après une "surexploitation par la croissance", une "surexploitation par le recrutement" (Cushing 1971), pouvant entraîner l'effondrement du stock est redoutée par les pêcheurs pratiquant la pêche en plongée libre, qui reconnaissent ne pas vouloir

(18) Pêche au narguilé (voir Chapitre III, p.165).

ou pouvoir changer de métier. La pêche en plongée avec bouteille attire en fait des pêcheurs extérieurs à la communauté de pêcheurs artisans.

Dans les pays de la Caraïbe autorisant la pêche en bouteille, il faut noter que l'exploitation artisanale des fonds côtiers a continué, aggravant l'état de surexploitation des stocks. Les captures par unité d'effort du métier plongée avec bouteille, dix fois supérieures à celles du métier plongée libre, reflètent l'abondance des lambis adultes sur les fonds et aussi le fait que le temps de pêche corresponde au temps passé en plongée, contrairement à la pêche en apnée. Cependant, la superficie des zones présumées d'abondance n'est pas connue, ni la structure spatiale de cette fraction de la population. Il n'est absolument pas assuré que la production du stock de lambi de Martinique permette la création d'une pêche semi-artisanale.

Aussi, sans régulation effective de l'usage de cette nouvelle activité, l'introduction de la pêche du lambi en plongée avec bouteille constitue une augmentation brutale de l'effort de pêche, accroît la surpêche et donc diminue l'efficacité économique de la pêcherie, déjà très diminuée. Pour les mêmes raisons, l'introduction de remonte-filets hydrauliques en Martinique dans le même contexte que celui décrit auparavant, entraînerait la relance de l'activité de pêche du lambi par le métier filets et aggraverait, comme la plongée avec bouteille, la surexploitation du stock.

Sur le plan juridique, la légalisation de la pêche en plongée avec bouteille est délicate. La possibilité de légaliser l'exploitation de l'ormeau en plongée avec bouteilles avait été examinée par le G.S.G ⁽¹⁹⁾ (CNEXO 1981) et soumise au service juridique du Ministère de la Mer qui aboutit à un refus dû à plusieurs motifs (statut des plongeurs professionnels, droit de la pêche française, problème du contrôle) (Le Guen, com. pers.). A l'heure actuelle, il existe une pêche légale rigoureusement contingentée en plongée avec bouteille, et une pêche illégale de l'ormeau; les contraintes imposées par la réglementation rendent la pêche illégale de l'ormeau plus rentable (Dao, com. pers.).

Cet exemple montre l'inadaptation de la réglementation mise en place. Un contingentement administratif ne suffira pas pour gérer de façon rationnelle l'exploitation du lambi en plongée avec bouteille. Par contre, l'attribution de concessions territoriales individuelles sur de longues périodes (dix ans ou plus) pour intéresser les pêcheurs concernés à l'aménagement devrait faciliter l'application des réglementations. Ces concessionnaires, titulaires de droits d'usage formellement reconnus, pour des périodes suffisamment longues, auraient un intérêt économique direct dans l'aménagement.

(19) G.S.G: Groupe de support général de gestion des stocks (ORSTOM, CNEXO et ISTPM)

1.3 Fermeture de la pêche

1.3.1 Fermeture saisonnière

Dans plusieurs pays de la Caraïbe (Belize; Mexique (Quintana Roo): 7 mois par an; îles Vierges (St Croix) 3 mois de juillet à septembre) la pêche du lambi est fermée pendant les mois d'été, de juin à septembre, qui correspondent au pic d'activité reproductrice des adultes. Le côté démagogique de ce type de mesure a été reconnu (Mahon 1990). Dans le cas du stock de lambi de Martinique, une fermeture saisonnière de la pêche est justifiée pour retarder l'âge de première capture et non pour protéger les géniteurs, puisqu'il est jugé que la relation stock-recrutement n'est pas responsable des diminutions du recrutement (cf. Chapitre III, § 1.1.1).

Les pêcheurs en plongée libre ont le plus de chance de capturer les lambis de la forme de capture recommandée (pavillon en formation) d'avril à décembre, lorsque ceux-ci migrent vers et hors les herbiers côtiers (cf. Chapitre I, § 5.2.1). La deuxième moitié de cette saison coïncide avec l'arrêt spontané de la pêche à "miquelon" de juillet à décembre (cf. Chapitre I, § 6.2.4.3) et le début de la saison légale de l'oursin de mi-août à mi-janvier, pratiquée par 70% des pêcheurs de lambi (cf. Chapitre I, § 6.2.4.1). Les saisons permettant la meilleure efficacité économique de l'activité de pêche en plongée libre du lambi et de l'oursin coïncident à peu près (mai-juin à novembre-décembre); la saison de pêche de ces deux espèces pourrait être ouverte de juillet à décembre, et fermée pendant la saison de "miquelon", afin d'encourager les pêcheurs à pratiquer ce métier considéré comme le plus rentable (Pary 1989), ainsi que le souhaite le Comité des Pêches. La mise en place de ce type de mesure nécessite évidemment une concertation entre ces pêcheurs, fortement polyactifs, et l'administration, pour harmoniser les réglementations d'une gestion des stocks plurispécifiques.

Cependant, plusieurs arguments découragent l'introduction d'une fermeture de la pêche. Le point crucial est le manque de moyens (ou des conditions) pour son respect. La saison de la pêche de l'oursin n'est pas totalement respectée, malgré qu'elle ait été introduite par le Comité des Pêches lui-même. Dans ce contexte, il sera difficile d'éviter les reports d'effort de pêche en dehors de la saison de fermeture ou l'arrivée de nouveaux pêcheurs. De plus, il existe une pêche récréative incontrôlable (cf. Chapitre I, § 7), qu'il est effectivement plus simple d'autoriser lorsqu'elle est la plus fréquente, c'est à dire pendant les mois d'été.

1.3.2 Fermeture de zones à la pêche

Si la protection des géniteurs n'est pas prioritaire, l'étude des conditions du recrutement montre que celle des juvéniles est dans le principe, justifiée (cf.

Chapitre III, § 1.2). Cependant, vouloir protéger les herbiers côtiers jouant le rôle de nourriceries aux juvéniles par la création de réserves interdites à la pêche, reviendrait à interdire l'activité.

1.3.3 Fermeture totale

Quelques pays de la Caraïbe, Cuba, Mexique (Yucatan), Venezuela et îles Vierges avaient ou ont mis en place une interdiction totale de la pêche. Excepté aux îles Vierges, il s'agissait de mesures de contingentement administratif, prises dans la seule optique de conservation de la ressource, sans dialogue préalable ni de mesures d'accompagnement; ces mesures ont été un échec (Aldana Aranda et Brulé 1993; Rodriguez et Posada 1993), notamment à Cuba (fermeture "administrative" durant 4 années). A la réouverture, les quotas mis en place n'ont pas pu être atteints, tellement la situation du stock s'était aggravée suite à la surexploitation "illégale" (la production est passée de 2 000 t en 1976 à 80 t en 1982) (Ferrer et Alacolado 1993).

Une saison de pêche a d'abord été décidée au Venezuela en 1990, puis une fermeture totale a été décrétée en 1991 pour 3 ans, qui n'est absolument pas respectée, y compris dans les zones protégées jusqu'alors; 80% des captures sont constituées de juvéniles (Rodriguez et Posada 1993; Rathier, obs. pers.).

Bien que la pêche ait été totalement fermée dans l'état du Yucatan (Mexique) en 1988 (Chavez 1993), 60 t de captures y ont été enregistré (Aldana Aranda et Brulé 1993).

L'expérience des îles Vierges est plus intéressante: une fermeture de 2 ans a été votée par les pêcheurs en 1990; il est trop tôt pour en tirer le bilan. Il est attendu une augmentation de la densité qui était tombée de 50 à 7 lambis/ha. Quotas et licences de pêche sont prévues pour la réouverture de la pêche (Beets 1993; Fridlander et al. 1993).

L'interdiction d'une méthode de capture, la pêche en plongée avec bouteilles par exemple, entraînerait dans certains pays la fermeture des la pêcherie (Mahon 1990), ce qui n'est évidemment pas souhaité par les institutions des pays pour qui l'exportation de lambi congelé est source de devises (Jamaïque, Cuba, Colombie).

1.4 Quotas individuels de capture

Avec ce support, le droit de pêche est limité par la nature (espèces, tailles) et le tonnage des captures que chaque pêcheur est autorisé à effectuer pendant une période donnée (année ou saison) (Trodec 1993c).

Dans le cas présent, la capture des quotas individuels peut être soumise aux restrictions suivantes:

- concernant l'engin,
- éventuelle saison de fermeture de la pêche durant la saison de "miquelon";
- forme de capture.

Les difficultés opérationnelles pour la mise en place de quotas sont nombreuses: le caractère artisanal de la pêcherie, et surtout l'absence de mécanismes d'allocations individuelles de l'accès à la ressource. Lorsque les organisations de professionnels regrouperont l'ensemble des pêcheurs, les conditions d'attribution de ces quotas devront être déterminées, puisque la totalité des demandes ne pourra être satisfaite. Sans connaissance réelle des fluctuations de l'abondance de la ressource, il est difficile d'assurer un fonctionnement efficient du système dans l'objectif de garantir des bénéfices socio-économiques aux pêcheurs. C'est pourquoi un suivi de l'évolution des captures et de leur composition pour ajuster annuellement les quotas (ou les droits de pêche) est nécessaire.

Dans le contexte actuel de raréfaction de la ressource et donc la compétition pour son appropriation, les pêcheurs considèrent les plaisanciers "vrais" (pêche récréative) comme des concurrents, accusés d'accélérer la dégradation des ressources. Certains pays de la Caraïbe ont tenté de réduire la pêche récréative; les îles Vierges (Beets 1993; Fridlander et al. 1993) et la Floride ont réglementé le nombre et la taille des lambis capturés par la pêche plaisancière: quota journalier individuel (6 lambis de 230 mm/jour/pêcheur) à St Thomas et St John, îles Vierges). Les captures sont cependant très difficiles à contrôler, malgré un système de contrôle développé (surveillance du littoral, larges attributions des policiers, amendes...).

1.5 Licences individuelles

Lorsque les quotas ne sont pas applicables, il reste la solution, la plus communément utilisée et la plus ancienne, de limiter les captures en ajustant le volume des intrants (Rettig 1989). Dans le cas de la pêche artisanale du lambi en plongée libre, la capacité de capture est directement liée au nombre de plongeurs et à la technique de plongée (libre ou avec bouteille). La restauration de la productivité nécessite une stabilisation effective, ou au mieux une diminution, de l'effort de pêche et donc du nombre de plongeurs. L'étude de la pêcherie a montré que ceux qui capturent des lambis sont soit des pêcheurs régulièrement inscrits, soit des pêcheurs non inscrits, soit des plaisanciers (cf. Chapitre I, § 6). Il serait donc possible de créer un système de licences individuelles (différenciées selon la catégorie - patron de pêche ou matelot) pour contrôler le taux d'exploitation de la

ressource. Lorsque les licences individuelles seront en place, il sera possible de définir éventuellement des quotas individuels de capture.

Rettig (1989) a classé les systèmes de licence en trois catégories, selon qu'elles sont:

- "librement attribuées à tous ceux qui s'engagent à respecter les règlements en vigueur;
- attribuées sans limites à toutes personnes répondant à des qualifications spécifiées;
- limitées en nombre et attribuées ou échangées uniquement selon des mécanismes monétaires".

Pour la pêcherie de lambi, elles pourraient être attribuées dans un premier temps selon le second système, qui a le mérite d'être généralement le mieux accepté. Cependant, il ne permet pas le contrôle réel des intrants humains. La première attribution ou le renouvellement de la licence doivent être soumis à diverses modalités, économiques ou autres. Devoir acheter puis vendre ou échanger un droit de pêche, reconnaît que la ressource a une valeur, reflet de sa rareté. Les pêcheurs artisans accepteraient sans aucun doute mal l'instauration d'un droit d'exploitation, étant donné le contexte économiquement dégradé de la communauté (ils ne peuvent déjà pas payer le rôle) et en raison du libre accès à la ressource. Le respect de conditions fixées lors de leur obtention (par exemple la participation à l'enregistrement des captures, un examen médical, le respect de la réglementation, le respect de quotas...) pourrait conditionner leur renouvellement.

Sur le plan opérationnel, les licences ne peuvent pas être mises en place dans l'immédiat étant donné le cadre actuel de libre accès aux usages et le grand nombre de pêcheurs professionnels non inscrits. Dans l'absence de mécanismes d'allocation de l'accès, il est difficile de décider de critères objectifs d'attribution de licences individuelles. Ces critères, forcément restrictifs puisque la totalité des demandes ne pourra être satisfaite, seront sans doute plus pertinents et moins contestés une fois que les mécanismes d'allocation de l'accès seront définis. Le nombre restreint des concessionnaires devrait les encourager à faire valoir et prévaloir leur droits.

Une fois que l'on se sera engagé vers une régulation efficace de l'accès, la mise en place d'une réglementation pour modifier le régime d'exploitation devra être suivie de l'évaluation de ses conséquences sur le devenir du stock. La stratégie de gestion déterminée pour la gestion spécifique du lambi doit être évolutive dans le temps (dynamique) pour s'adapter année après année à la situation du stock. L'enregistrement régulier des données d'effort et de capture,

ainsi que l'étude selon une fréquence à déterminer de la structure des captures est souhaitable. Envisager de confier la procédure et les outils d'évaluation aux organisations de professionnels est un objectif à long terme et mineur, compte tenu de l'urgence de régler le problème de l'accès aux usages de l'espace marin.

2- Limites de l'approche classique

Dans la Caraïbe, les institutions administratives des pays les plus producteurs de lambi qui dès la deuxième moitié des années 1970 avaient mis en place les mesures de régulation examinées ont dû constater que la situation de leurs stocks empire (voir Mahon 1987 et 1990; Appeldoorn 1992; Mahon et al. 1992 et 1993...). L'intensification de l'effort s'accrut la plupart du temps, notamment lorsque la plongée avec bouteille était autorisée, élargissant l'exploitation aux zones de pêche les plus éloignées; la conséquence la plus récente est l'apparition du problème du partage des ressources marines lorsqu'elles sont communes à plusieurs pays (exemple du banc de San Pedro, entre la Jamaïque et le Belize (figure 3), Mahon et al. 1992 et Aiken et al. 1993; exploitation illégale par St Domingue des bancs du sud-est des îles Turks et Caicos).

Ces tentatives de gestion de stock échouent par leur faible niveau d'applicabilité. Sans effets, les réglementations rencontrées dans plusieurs pays de la Caraïbe équivalent à une politique de gestion "no action" (Mahon 1990). Les administrations nationales responsables de l'aménagement pensent souvent que leur action est entravée par la réticence ou "l'irresponsabilité" des pêcheurs. En participant au recueil des données nécessaires aux évaluations de stocks, les pêcheurs redoutent une limitation de leurs captures. Dans le régime de libre accès aux ressources, les réglementations mises en place n'en sont que moins respectées.

Ces tentatives sont d'autant plus mal ressenties par les pêcheurs que l'état du patrimoine naturel se dégrade. Dans la plupart des cas, la gestion est souvent réduite à des décisions, parfois unilatérales, dans l'objectif de satisfaire l'ensemble des partenaires. "L'objectif de paix sociale contribue, en fait, à maintenir un laxisme dans l'application des réglementations tant il est nécessaire de ne léser aucune composante, cette attitude favorisant en retour le non respect quasi-généralisé de la réglementation" (Durand et al. 1989). De toutes ces difficultés, il résulte une attitude relativement neutre des administrations nationales (Miller 1989), préférant toujours envisager le développement de la pêche par son extension, ou agissant ponctuellement pour limiter une surexploitation excessive et gérer les conflits ouverts (Troadec à paraître.2), afin de maintenir le statu quo.

Sensibilisées au problème de la conservation de la ressource, les institutions administratives actuelles pourraient vouloir contingentiser en Martinique le volume des intrants humains et matériels par l'attribution de licences individuelles et interdire la capture des lambis non pavillonnés. Cependant, il est maintenant reconnu que "le contingentement administratif ne fournit pas de réponse satisfaisante pour l'allocation efficiente des droits d'accès à la ressource dans une activité commerciale" (Troadec à paraître.1). Les carences de mécanismes d'allocation des ressources rendent généralement les décisions restrictives difficiles à prendre, d'autant plus qu'il est nécessaire alors de trouver des compensations pour les pêcheurs exclus. Même définis de la façon qui paraît aux décideurs la plus juste possible, les critères d'exclusion seront toujours contestés. Lorsque la pêche finit par perdre sa valeur économique, il est alors jugé plus simple de laisser agir les mécanismes auto-régulateurs de la pêche. Cela a pour conséquence un gaspillage plus marqué de la rente et des bénéfices socio-économiques, et l'aggravation des conflits d'accès à des ressources ayant souvent atteint les niveaux les plus bas (Troadec 1989a, Garcia 1989, Panayotou 1989).

L'examen des implications économiques et sociales des moyens de régulation de la pêche a montré que l'objectif de "la conservation des ressources n'est qu'une condition, et non une fin en soi, de l'aménagement des pêcheries" (Troadec 1989b). Pourtant, ce seul objectif est encore celui qui prévaut dans l'ensemble de la Caraïbe dans la définition des programmes de gestion des stocks de lambi. Il est temps d'adopter une démarche plus globale pour tenir compte des "contingences d'ordre économique et social (...poids des facteurs de production: capital et travail), ou relatives à l'évolution technique et au contexte de l'exploitation" (Durand et al. 1989).

Les conditions d'application des différents moyens de régulation du taux d'exploitation exposés dans les sections précédentes n'existent pas et ne sont actuellement pas définies au niveau des autorités responsables. Les contraintes opérationnelles sont communes à chacune des opportunités de régulation de l'exploitation. La cause essentielle de ces contraintes, conduisant dans les autres pays de la Caraïbe à un manque d'efficacité flagrant des tentatives de régulation du régime d'exploitation réside dans le régime actuel du libre accès aux ressources et à leurs usages. Seule sa révision permettra une régulation effective de l'exploitation des ressources.

3 - Les contraintes socio-économiques de l'aménagement

3.1 Contraintes socio-économiques du secteur

En introduction générale a été exposée la situation difficile de la pêche martiniquaise, dont les autorités sont conscientes. L'enquête socio-économique réalisée auprès des pêcheurs de lambi a permis de mettre en évidence plusieurs facteurs concourant à la faible mobilité professionnelle de la population des pêcheurs et donc au progrès économique du secteur.

Le nombre d'enrôlés diminue en Martinique (1 matelot sur 6 en 1979, Clément 1980; 1 sur 16 en 1989, Pary 1989), principalement en raison du coût du rôle, trop élevé, notamment pour les matelots, comparativement aux gains (Pary 1989). Cela montre les limites de l'intervention administrative pour le Quartier de la Martinique et la dégradation des revenus procurés par la pêche et les autres activités accessibles aux pêcheurs. Dans le contexte économique actuel de la Martinique, où le chômage est officiellement de près de 30% (Direction ANPE 1991), les jeunes se tournent vers la pêche. Cependant, les revenus de la pêche sont trop faibles pour permettre le paiement du rôle, et donc l'obtention de subvention pour l'achat de yoles plastique ou même de nouveaux types d'embarcations pontées (chantiers navals, com. pers.) destinées à la pratique de "miquelon", seul métier considéré rentable par les pêcheurs (Pary 1989). Excepté quelques pêcheurs pratiquant "miquelon" et exploitant les ressources pélagiques au nord de St Martin (ce qui provoque d'ailleurs des conflits d'accès), les revenus moyens des pêcheurs ne permettent pas d'investissement dynamique vers l'innovation technique ou vers de nouvelles aires géographiques de pêche, bloquant ainsi le développement du secteur. Tant que le régime de propriété des ressources n'aura pas été clarifié, l'aide à l'intensification technique pour le redéploiement de l'activité pour l'exploitation d'autres ressources, non côtières, devrait être mise en attente.

L'effort de pêche reste pour l'instant concentré sur la bande côtière, où les taux d'exploitation sont globalement trop élevés, bien qu'il faille moduler cette affirmation en fonction des espèces. Les pêcheurs n'ont que peu de choix pour se reconverter (voir § 3.3.2). La baisse des rendements d'une activité et la faible mobilité professionnelle peuvent entraîner le transfert de l'effort de pêche aux autres espèces côtières communément exploitées, ce qui aggraverait leur surexploitation et la dégradation du niveau économique et social de la communauté des pêcheurs.

Il pourrait sembler que le progrès économique du secteur dépend surtout d'un apport de capital (subventions, aide à l'investissement, création d'infrastructures et de superstructures portuaires...). Mais sans contrôle de l'effort, ce type d'intervention publique ne ferait qu'accélérer la baisse de

productivité de la ressource, et donc la dégradation du secteur. Seule une remise en cause du régime de libre accès à la ressource permettrait d'améliorer les bénéfices attendus de l'intervention publique.

3.2 Contraintes structurelles

La très faible part du lambi dans les captures de la pêche martiniquaise (0.7%) et le faible nombre de pêcheurs concernés (3 à 5%) rend marginale cette activité. Le caractère poly-actif des pêcheurs ne permet pas d'envisager une gestion séparée de la pêche des différentes espèces. De façon générale, "en voulant réguler finement l'exploitation par espèces, on risque de provoquer des problèmes plus graves que ceux que l'on cherche à résoudre"; il est préférable d'adopter le principe d'"une régulation souple du taux d'exploitation appliqué à des sous-ensembles toujours plurispécifiques" (Gates 1989b). De plus, les causes des contraintes opérationnelles, s'opposant à l'applicabilité des réglementations pour la régulation de l'exploitation du lambi, sont les mêmes pour celle des autres espèces. Les difficultés d'application observées des quelques réglementations existantes en Martinique le montrent.

Il apparaît indispensable que la stratégie de gestion du stock de lambi soit intégrée dans un plus vaste plan d'aménagement de l'exploitation des ressources halieutiques martiniquaises. Etant donné la similitude des problèmes rencontrés selon qu'il s'agisse de lambis, d'autres coquillages, de langoustes et d'oursins (ressources benthiques exploitées aussi par le métier plongée), la stratégie de gestion devrait au moins être déterminée pour le métier plongée dans son ensemble.

3.3 Contraintes exogènes

Les contraintes exogènes proviennent de secteurs ou d'activités qui, bien que n'ayant pas de liens directs avec la pêche, ont, même lorsqu'ils ne sont pas délibérés, des effets significatifs sur cette dernière. Il n'a pas été entrepris d'établir une liste exhaustive de ces contraintes. Néanmoins, certaines sont évidentes, bien que leurs effets ne puissent être présentés que sommairement dans le cadre de ce travail.

3.3.1 Altérations des milieux littoraux

Les écosystèmes littoraux sont soumis à différents types de dégradation provoquées par les activités humaines terrestres, sans que puissent être encore mesurés leurs implications réelles. Il s'agit de dégradations physiques (destructions de mangroves...), d'apports terrigènes (carrières, aménagements

terrestres...), de rejets urbains (réseau de collecte et traitement des eaux usées encore peu développés), d'apports agricoles (agriculture intensive d'exportation), de polluants industriels (rhumeries, hydrocarbures...) (Anonyme 1993).

Le souci de l'existence d'interactions entre les différentes activités est apparu de façon formelle lors de la présentation des résultats du programme "Écosystèmes de la baie de Fort de France" en novembre 1991. Les syndicats de pêcheurs se sont inquiétés des conséquences de la destruction des mangroves (industrie, tourisme...) sur le recrutement, et des conséquences des diverses sources de pollution sur la qualité sanitaire du poisson. Il faut aussi noter l'émergence récente de diverses associations et mouvements politiques écologiques, appelés à se développer pour des interventions de plus en plus formelles sur les problèmes d'écologie (Journées de l'environnement 1990 et 1991, Conseil Régional). Il est maintenant reconnu et accepté qu'il faudrait engager à court terme une concertation entre les différents utilisateurs (directs ou non) du littoral pour protéger les biotopes littoraux des dégradations, afin de ne pas diminuer les recrutements (cf. Chapitre III, § 1.2.2), la productivité des milieux et la qualité des produits halieutiques.

3.3.2 Relations intersectorielles

Il est certain que l'agriculture a été longtemps le secteur dominant la vie économique martiniquaise (sucre, banane, rhum...). Par le passé, la baisse de l'activité sucrière a provoqué un transfert de main d'oeuvre vers la pêche. Le tourisme (hôtellerie, marinas, croisière, clubs de plongée sous-marine...) est devenu depuis une trentaine d'années le secteur économique prioritaire pour le développement de l'île (cf. Introduction générale). L'implantation touristique dans des zones proches des bourgs de pêcheurs procure des emplois à la communauté, mais contribue aussi à la surexploitation des fonds côtiers par la croissance brutale des capacités d'écoulement (secteur de la restauration, notamment dans le sud de l'île). La forte compétition pour l'accès à l'espace maritime côtier entre pêcheurs (population noire antillaise) et plaisanciers (noirs antillais, békés, métros, touristes...) selon différents objectifs socio-économiques s'exerce pour l'instant sans contraintes administratives claires.

Les pêcheurs présentent une certaine flexibilité qui leur permet de saisir les opportunités qu'offrent la conjoncture économique: certains organisent des sorties à la journée pour les touristes sur les îlets et fonds blancs, ou des sorties de pêche à la traîne. Ce type d'activité permet peut-être de mieux valoriser l'espace côtier; non négligeable si elle se développait, cette activité devrait être intégrée au plan général d'aménagement des usages de l'espace et de ses ressources.

Tourisme littoral et agriculture peuvent modifier les coûts d'opportunité de la main d'oeuvre employée par le secteur de la pêche. Si le chômage augmente, "le coût d'opportunité de la main d'oeuvre dans la pêche déclinera" (Panayotou 1989). "Comme l'accès à la ressource est libre et gratuit, la baisse du coût d'opportunité du travail va induire une nouvelle entrée dans la pêche, un accroissement de l'effort et une nouvelle dégradation des stocks, centrés sur les pêcheries côtières" (Smith 1979). Le fort taux de chômage en Martinique permet de penser que ce type d'évolution est à craindre, notamment si la politique d'aide au développement du secteur ne tente pas de réguler l'effort. "Le régime d'accès libre et gratuit aux ressources, combiné au faible coût d'opportunité du travail, fait de la pêche une occupation de dernier ressort" (Panayotou 1989).

La part de la pêche dans l'économie martiniquaise, approximativement 5% (cf. Introduction générale), montre que celle-ci influence moins les autres dynamiques sectorielles qu'elle ne l'est par elles. Aussi, une réflexion sur l'aménagement devrait-elle prendre en compte difficultés et opportunités de développement des autres secteurs.

L'étude de ces contraintes endogènes et exogènes au secteur de la pêche montre que le principal obstacle pour aboutir à un aménagement optimal réside dans le régime actuel du libre accès aux ressources et à leurs usages. Pour relancer le progrès économique du secteur, il faudra tout d'abord lui donner les moyens structurels de s'entendre pour le partage de l'espace maritime et de ses ressources et sur les droits d'accès territoriaux.

4 - Perspectives de progrès

4.1 L'aménagement

Il est rappelé que la gestion du stock de lambi ne peut être envisagée séparément de celle de l'ensemble des ressources côtières (§ 3.2). Aussi, les options d'aménagement qui pourraient créer les conditions indispensables (§ 2) pour la mise en oeuvre des moyens techniques de régulation de la ressource lambi (§ 1), ou de celles exploitées par le métier plongée, sont les mêmes pour une gestion effective de l'ensemble des ressources côtières. L'aménagement, pris dans son sens le plus large, cherche à maximiser l'ensemble des bénéfices économiques et sociaux nets du secteur de la pêche, compte tenu de ses contraintes endogènes (la ressource et son allocation) et de contraintes exogènes (Troadec 1992). Que ce soit dans les pays développés ou en développement, l'aménagement des pêcheries artisanales plurispécifiques se pose en termes cruciaux. Il a été réalisé qu'elles fournissent plus d'emplois directs que la pêche industrielle et assurent aujourd'hui pratiquement la moitié de la production mondiale destinée à la consommation humaine directe (Thomson 1980; UNIDO 1986). S'il est vrai que la

pêche artisanale martiniquaise ne représente que 5% de l'économie de l'île (cf. Introduction générale), elle couvre tout de même 40% de la consommation locale en produits de la mer.

Les objectifs du secteur de la pêche en Martinique pour les années à venir, établis d'après divers documents datant de 1991 (Comité des Pêches; Coopemar; Ardecomag; IFREMER), visent l'augmentation de la production locale:

- développement de la pêche des ressources démersales et pélagiques; l'objectif est de doubler la production locale et d'insuffler un dynamisme économique au secteur (création d'emplois, rajeunissement de la profession, pontage des embarcations traditionnelles, nouveaux types d'embarcations, détermination des techniques de pêche et donc de l'équipement de la flottille ...).

- développement de circuits de distribution et de commercialisation, création d'un label "qualité-fraîcheur" pour la production locale.

- création d'un centre de débarquement et de traitement des produits de la mer (Case Pilote). Propositions d'aménagement des sites producteurs.

Les organisations de professionnels, aidées par les assemblées locales et d'autres partenaires recherchent l'intégration de l'ensemble des pêcheurs dans leur sein et voudraient une plus grande formation et plus d'information pour les pêcheurs.

Sans qu'il soit nécessaire de mener une analyse approfondie des objectifs actuels pour le développement du secteur de la pêche, il apparaît que le régime du libre accès aux ressources ne permettra pas d'optimiser le volume des intrants humains et matériels consécutifs à leur réalisation. A long terme, la maximisation des bénéfices économiques et sociaux s'obtient pour un taux d'exploitation nettement inférieur à celui correspondant à la production pondérale maximale. L'évaluation et la recherche des aides et moyens financiers nécessaires au développement des structures de commercialisation et des moyens d'exploitation sont des objectifs secondaires, qui mis en oeuvre aboutiront à court ou moyen terme à une dégradation accrue du patrimoine naturel et du secteur qui en tire ses bénéfices.

La difficulté de mise en oeuvre des politiques de gestion des stocks tient à la difficulté de définition des objectifs par les autorités responsables (Garcia 1989). Cela est aussi vérifié dans les autres pays de la Caraïbe. En effet, le Comité Petites Antilles de la FAO a défini le suivi des captures et de leur composition, l'application par des moyens de contrôle renforcés des réglementations en place et la mise en oeuvre d'efforts pour limiter la dégradation des écosystèmes côtiers, comme objectifs prioritaires de recherche pour la ressource lambi. Ces objectifs sont pertinents, mais ne prennent pas en compte

l'applicabilité des instruments de régulation proposés, déterminée par les mécanismes d'allocation de l'accès aux ressources.

Le problème crucial à résoudre est donc celui posé par le régime du libre accès. Axée sur le long terme, la politique d'aménagement nécessite à court terme une réflexion de l'ensemble des organismes afin de clarifier le régime de propriété des ressources et les modes d'allocation des droits d'usage pour le plateau insulaire.

4.2 Cadre structurel pour l'aménagement

L'existence à travers le monde et le temps de systèmes coutumiers d'allocation des usages et des ressources (Miller 1989) montre l'existence d'autres régimes de propriété de ressource que celui du libre accès. Il est vrai que beaucoup sont tombés en désuétude, notamment dans les pays développés, souvent sous la pression de l'économie marchande (Miller 1989). Le Japon, en légalisant son système traditionnel d'aménagement de l'usage des ressources au début du siècle, représente aujourd'hui le seul exemple d'allocation de droits d'usage de la ressource aux communautés de pêcheurs à l'échelle d'un pays développé (Asada et al. 1983). Il est maintenant reconnu que dans les pays occidentaux, comme pour les pays en voie de développement, "la réhabilitation des systèmes traditionnels et leur légalisation, sous la forme de droits territoriaux d'usage halieutique, offrent des perspectives extrêmement intéressantes pour un aménagement effectif des pêcheries (Panayotou 1989).

Le choix de nouvelles structures d'aménagement doit être guidé par la réalité économique, sociale et culturelle des communautés du littoral. Une caractéristique frappante différencie les systèmes coutumiers des systèmes administratifs; dans ce derniers, il est rare que les pêcheurs aient "une responsabilité explicite et interviennent directement dans le processus d'aménagement" (Miller 1989). Aussi, il serait a priori nécessaire d'envisager de nouvelles unités d'aménagement tenant mieux compte des pêcheurs. L'examen des systèmes coutumiers montre que les pêcheurs sont plus motivés à respecter les réglementations lorsqu'il s'agit de défendre leurs propres intérêts socio-économiques; s'ils ne sont pas propriétaires de la ressource, ils en deviendraient les usufruitiers (Troadec à paraître.1). Contrairement au régime d'accès libre, la mise en place de droits d'usage territoriaux devrait empêcher le gaspillage physique et économique de la ressource et des moyens de production (Christy 1983).

Les données obtenues sur les modes traditionnels d'allocation des ressources acquises dans cette étude, montre qu'en Martinique, l'accès à la ressource lambi est basée traditionnellement sur un critère socio-géographique (cf. Chapitre I, § 4.3.4.3) pour les métiers plongée libre et filet. Il est certain qu'il

faudrait étendre ce type d'étude à l'ensemble des ressources avant de conclure aux bénéfices d'un système plutôt que d'un autre. Il apparaît néanmoins au travers des études de la pêche artisanale martiniquaise (travaux du Pôle de Recherche Halieutique Caraïbe) que chaque bourg a ses particularités. L'étude des systèmes coutumiers d'allocation de l'espace devrait être impérativement accompagnée "d'analyse des dimensions sociales de l'aménagement" et de celle des "avantages et inconvénients de différentes structures et mécanismes susceptibles d'accroître la participation effective des pêcheurs" (Miller 1989).

L'unité d'aménagement pourrait être la communauté (ou collectivité) de pêcheurs d'un bourg du littoral, à qui serait attribuée une concession délimitée en fonction des zones de pêche fréquentées et leur productivité pour une période prédéterminée ou non. Le littoral de la Martinique présente de nombreux accidents qui peuvent servir à la délimitation de concessions territoriales (baies, récifs ou cayes, embouchures de cours d'eau...).

Cette collectivité de pêcheurs pourrait être appelée coopérative mais, à l'exemple de celle du Japon, elle régirait les droits et licences individuelles de pêche (Asada et al. 1983; Henocque 1984). L'allocation de la ressource entre les pêcheurs s'effectuerait à ce niveau ainsi que la prise des mesures de gestion des différentes espèces exploitées, y compris celles relatives au lambi exposées à la section 1.3. Ces unités décentralisées d'aménagement permettraient de mieux prendre en compte les difficultés des pêcheurs à respecter la réglementation qu'ils auront choisi, comme par exemple la forme de première capture. Au Belize, bien que les pêcheurs soient organisés en coopératives exploitant chacune des zones de pêche particulières et fondées à partir d'unités socio-géographiques à terre, les mesures techniques de gestion ne sont en fait pas décidées par elles. Pour que leur fonctionnement soit efficient, ces structures doivent posséder un certain nombre de droits (Christy 1983):

- le droit d'exclusion,
- le droit de déterminer le niveau et le type d'utilisation à l'intérieur du territoire,
- le droit de tirer des bénéfices de l'exploitation des ressources.

Les bénéfices tirés seront vraisemblablement limités à court et moyen terme à la simple rémunération du travail, à la stabilité de la profession, etc.

"L'intervention de la puissance publique reste indispensable" (Troadec 1989b) pour que soit mise en oeuvre cette politique d'aménagement. En particulier, ses fonctions pourraient être:

- la création des coopératives de pêcheurs artisans,
- le suivi et l'amélioration des performances des unités d'aménagement,

- l'administration des rapports entre les unités d'aménagement,
- l'allocation des ressources exploitées hors du cadre des unités d'aménagement,
- la résolution des questions d'aménagement avec les pays dont les Z.E.E sont ou non limitrophes (Ste Lucie, Dominique, bancs du nord de la Guadeloupe).
- lorsqu'il sera possible de dégager une rente foncière ⁽²⁰⁾, son usage devra être géré au niveau de chacune des unités d'aménagement en concertation avec l'administration générale (choix sectoriel de l'utilisation de la rente).

Il est nécessaire de poursuivre l'effort en cours d'identification et d'intégration de l'ensemble des pêcheurs dans les structures institutionnelles existantes, en attendant la création de ces nouvelles structures institutionnelles. Cet effort d'identification des pêcheurs est une préoccupation prioritaire du Comité des Pêches, créé en 1988 et actuellement en extension.

(20) Parmi les différents objectifs d'aménagement, tels que la minimisation des coûts de production, la maximisation de la production pondérale, du chiffre d'affaire, de l'emploi, du revenu individuel, la maximisation de la rente foncière est celui qui permet de tirer à long terme le meilleur profit des ressources halieutiques (Troadec 1992).

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Perspectives de recherches et de développement

Cette étude a permis de mettre en évidence l'état surexploité du stock de lambi, sans que puisse être situé précisément le niveau de la surexploitation (cf. Chapitres I, II et III). La similitude de l'historique des stocks caribbéens montre que cette espèce est vulnérable à la pêche, et sans doute à la qualité des biotopes littoraux. L'espèce *Strombus gigas* est inscrite sur la liste du livre rouge de World Wildlife Foundation comme espèce commercialement menacée.

L'auto-régulation actuelle de la pêche, biaisée par les aides attribuées au secteur (aide à l'installation pour les jeunes pêcheurs, au renouvellement de la flottille...), constitue un pis-aller contribuant à la surexploitation, non seulement du stock de lambi, mais aussi de la plupart des ressources côtières. L'abondance des ressources diminue, entraînant leur dévaluation et la dégradation des performances économiques et sociales du secteur. La situation économique et statutaire des pêcheurs de lambi est représentative de ces processus.

Les moyens d'intervention sur le régime d'exploitation ont été déterminés suivant l'objectif de restauration de la production du stock de lambi par des simulations. Les différentes contraintes s'opposant à la mise en oeuvre des moyens de gestion proposés (licences, quotas...) ont ensuite été évaluées:

- la faible importance actuelle de la ressource, comparativement aux autres ressources halieutiques exploitées;
- le caractère poly-actif des pêcheurs, indiquant que la gestion du stock de lambi ne peut être effectuée séparément de celle des autres ressources côtières, au moins celles exploitées par le métier plongée;
- enfin, le régime actuel du libre accès à la ressource.

La définition de nouveaux modes d'allocation de l'accès à l'espace maritime, pour créer les conditions d'applicabilité des mesures techniques de gestion, pourrait être la seule voie pour la restauration du stock de lambi, comme pour la régulation de l'exploitation de l'ensemble des ressources halieutiques martiniquaises. La mise en place de nouvelles structures d'aménagement pour répondre au besoin de régulation des pêcheries nécessite l'ouverture de nouvelles voies de recherche. Des trois facteurs intervenant dans l'économie de marché, ressource, capital et travail, la ressource (côtière) est celui qui est sans doute le mieux connu, en Martinique comme dans la plupart des pays de la Caraïbe. Poursuivre la recherche sur les ressources halieutiques, en évaluant l'abondance

des ressources démersales et pélagiques proposée pour le développement du secteur, est sans doute utile, mais n'est pas le thème de recherche le plus urgent.

L'examen des contraintes au développement du secteur a fait apparaître globalement, deux types de carence en matière de recherche. Ainsi que la plupart des chercheurs et des organismes l'ont souligné depuis peu (Mahon 1990, Appeldoorn 1992, Anonyme 1993), il importe d'approfondir les relations certaines entre la productivité des ressources côtières et la qualité des biotopes côtiers (du littoral au récif). Celle-ci apparaît dégradée dans les zones les plus urbanisées et développées de la Martinique (Anonyme 1993). Les mesures à prendre contre la dégradation des écosystèmes littoraux ne sont pas de la compétence actuelle des administrations du secteur de la pêche. Cependant, il est prévisible que les pêcheurs, conscients de l'importance du maintien de la qualité des biotopes, se préoccuperont de plus en plus formellement des problèmes d'aménagement terrestre. Les nouvelles structures institutionnelles que pourraient être les coopératives paraissent un lieu propice pour la prise en compte de la dimension écologique de l'aménagement.

Pour que l'administration puisse décider la création de ces nouvelles structures professionnelles, un effort de recherche portant sur des thèmes économiques, sociaux et historico-culturels devrait être encouragé. La réflexion sur de nouveaux systèmes d'aménagement devrait notamment porter sur (d'après Troadec 1989b):

- la détermination des ensembles de production qu'il est possible et souhaitable d'aménager de façon autonome;

- la nature des droits d'usage quantitatifs, compte tenu des rapports entre la ressource et les pêcheurs et de l'organisation sociale des collectivités professionnelles;

- les mécanismes d'allocation;

- les structures et les règles de fonctionnement des unités primaires d'aménagement.

En supposant soit l'abaissement du prix du juvénile produit en éclosion, soit la possibilité de collecte de juvéniles, les pêcheurs pourraient protéger les lambis de moins d'un an de la forte prédation dont ils sont l'objet par leur parcage dans des zones sélectionnées (cf. Chapitre III, § 1.3). Les pêcheurs pourraient en concertation avec les autres utilisateurs du littoral, dynamiser, dans le sens d'une optimisation de la gestion des ressources, des aménagements côtiers (exemple de la pêcherie d'ormeaux au Japon (Henocque 1984), espèce aux caractéristiques similaires à celles du lambi - gastéropode brouteur à croissance lente, forte longévité, migrations, recrutement fortement lié à la qualité des biotopes côtiers;

cf Chapitres I, II et III). Pour le long terme, l'étude des juvéniles dans le milieu naturel devrait être poursuivie (cf. Chapitre III, § 1.2), notamment celle des stades précoces de la vie benthique, encore mal connus, dans l'objectif de mieux comprendre le recrutement. Il y a matière pour des programmes de recherche d'écologie expérimentale, dont la finalité dépasse largement le projet de mariculture extensive, qui contribueraient à la connaissance de la dynamique de la population. Les bénéficiaires d'une éventuelle opération de forçage du recrutement seraient les pêcheurs, par la voie des coopératives gérant les droits de pêche pour la capture des individus grossis sur les nourriceries sélectionnées (pacage), dans le même esprit que ceux conditionnant la capture des lambis sauvages. De telles opérations de forçage du recrutement ne sont pas des priorités, comparées à l'objectif de la régulation et de la rationalisation de l'exploitation du stock de lambi.

La voie de recherche proposée pour que la gestion des ressources soit effective et optimale paraît sans doute difficile à mettre en oeuvre en raison de la remise en cause institutionnelle qu'elle suppose. En effet, seule une conjonction des volontés (politiques, administratives, professionnelles, scientifiques...) permettra l'émergence de nouvelles structures professionnelles adaptées à une gestion locale, rationnelle et soutenue, des usages et des ressources.

BIBLIOGRAPHIE

Adams, J. E., 1970. Conch fishing industry of Union Island, Grenadines, West Indies. *Tropical Science*, 12(4):279-288.

Aiken, K., R. Mahon and G.A. Kong, 1993. Reports of the Jamaica conch fishery management meetings, and the draft conch fisheries management plan. CARICOM Fishery Research Document, n°9, CARICOM Fisheries Management Unit, Belize City, Belize, Jan. 1993.

Alcolado, P. M., 1976. Growth, morphological variations of the shell and some biological data of the conch ("cobo") *Strombus gigas* L. (Mollusca: Mesogastropoda). *Academia de ciencias de Cuba. Instituto de Oceanología. Serie oceanologica*, 34.

Aldana Aranda, D. et T. Brulé, 1993. Fishery and culture situation and research program for the conch *Strombus gigas* in Mexico. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Anonyme, 1991. Ecologie et gestion des milieux côtiers dans la Caraïbe et les Guyanes. Colloque International dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (P.N.U.E). Présentation du programme "Protection et valorisation du milieu naturel dans la baie de Fort de France", Univ. Ant. Guy. (UAG)- Conseil régional, 26-29 nov. 1991, Martinique.

Appeldoorn, R. S., 1984. The effect of size on mortality of small juvenile conchs (*Strombus gigas* Linné and *Strombus costatus* Gmelin). *J. Shellfish Res.*, 4(1):37-43.

Appeldoorn, R. S., 1985. Growth, mortality and dispersion of juvenile, laboratory reared conchs, *Strombus gigas* and *S. costatus*, released at an offshore site. *Bull. Mar. Sci.*, 37(3):785-793.

Appeldoorn, R. S., 1987a. Assessment of mortality in an offshore population of queen conch, *Strombus gigas* L., in southwest of Puerto Rico. *U.S. Fish. Bull.*, 19 p.

Appeldoorn, R. S., 1987b. Size measurements from populations of queen conch (*Strombus gigas*) in Puerto Rico. Project completion report to the Caribbean fishery management council, 25 p.

Appeldoorn, R. S., 1988a. Age determination, growth, mortality and age of first reproduction in adult queen conch. *Fish. Res.*, 6:363-378.

Appeldoorn, R. S., 1988b. Ontogenetic changes in natural mortality rate of queen conch, *Strombus gigas* (Mollusca-Mesogastropoda). *Bull. of Mar. Sci.*, 42(2):159-165.

Appeldoorn, R.S., 1992. Queen Conch Newsletter. Dpt. of Mar. Sc., Caribbean Fishery Management Council, 1(1), 7 p.

Appeldoorn, R.S., 1993. Spatial variability in the morphology of queen conch and its applications for management regulations. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Appeldoorn, R.S., sous presse, a. Development of a combined model of growth in weight for juvenile and adult queen conch, *Strombus gigas*, and its application to the population of la Parguera, Puerto Rico. *Proc. G.C.F.I.*, 42, Nov. 1989.

Appeldoorn, R.S., sous presse, b. Fishing pressure and reproductive potential in strombid conchs: is there a critical stock density for reproduction?. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle.

Appeldoorn, R.S., sous presse, c. Potential depensatory mechanisms operating on reproductive output in gonochoristic molluscs, with particular reference to strombid gastropods. ICES symposium on shellfish life histories and shellfishery models, Moncton, Canada, June 1990. Submitted for publication in Rapp. P. V., Réunion Cons. Int. Explor. Mer.

Appeldoorn, R.S., Ballantine, D. L., 1983. Field release of cultured queen conchs in Puerto Rico: Implications for stock restoration. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:89-98.

Asada, Y., Y. Hirasawa, et F. Nagasaki, 1983. Fishery management in Japan. FAO Fisheries Technical Paper, FIPP/T238, 26 p.

Augris, C., P. Clabaut, L. Frenkiel, M. Moueza, A. Grotte et R. Assor, 1992. Carte des formations superficielles du plateau insulaire de la Guadeloupe, avec ses îles environnantes et Saint Martin.. Document IFREMER (station de Brest, France)-Univ. Antilles Guyane (U.A.G) et Conseil Général de Guadeloupe., 32 p. et carte.

Baird, R. H., 1973. Report to the government of British Honduras on fisheries management and potential. Rep. FAO/UNDP (TA) 3203., 49 p., 6 fig., 4 phot.

Baisre, J.A. and J. Paez, 1981. Los recursos pesqueros del archipiélago cubano. WECAF studies, n°8, 79 p.

Ballantine, D. L., Appeldoorn, R. S., 1983. Queen conch culture and future prospects in Puerto Rico. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 35th Meet. (1982), 35:57-63.

Beau, M., 1858. De l'utilité de certains mollusques marins vivants sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique. J. de Conchyologie, 7:25-40.

Beets, J., 1993. Queen conch management in the U.S. Virgin Islands. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Berg, C. J. JR., 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discussion of the practicality of its mariculture. Mar. Biol. (Berlin), 34:191-199.

Berg, C. J. JR., Goodwin, M. H., Lyons, W. G., Mc Vey, J., Miller, D., 1986. Current status of conch resource management. Summary and evaluation statements from the Workshop Review Panel. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 38th Meet. (1985), Abstract.

Berg, C.J. Jr., and D.A. Olsen, 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean.. In Caddy, J.F. (ed.), Marine invertebrate fisheries: their assessment and management. Wiley and Sons, New York., p. 421-442.

Berger, E.M., 1973. Gene-enzyme variation in three sympatric species of *Littorina*. Biol. Bull., 145, 83-90.

Berger, E.M., 1983. Population genetics of marine gastropods and bivalves. In the Mollusca. W.D. Russell-Hunter (ed.), Academic Press, New York, 6, 563-596.

Bertignac, M., Moguedet, Ph., 1987. Estimation des coefficients de mortalité et de l'abondance des recues à partir de l'analyse d'un pseudocohorte dans le cas d'une exploitation par différents métiers. Com. Int. Expl. Mer, CM 1987/D: 8, comité des statistiques.

Beverton R.J.H. et S.J. Holt, 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations with special reference to sources of bias in catch sampling.. Rapp. P. Vème réunion Cons. Int. Explor. Mer, 140, 67-83.

Beverton, R.J.H. & S.J. Holt, 1966. Manual for methods for fish stock assessment. Part II. Tables of yield production. FAO Fish. Tech. Pap., 38 (Rev.1), Rome.

Blakesley, H. L., 1977. A contribution to the fisheries and biology of the queen conch, *Strombus gigas* L. in Belize. Am. Fish. Soc. 107th Ann. Meet., Vancouver, B.C., 200:59-69.

Boer, M., 1988. Approche statistique de l'analyse des fréquences de taille en halieutique.. Thèse Doct. Univ. Paris VII., 142 p. + annexes (186 p.).

Boer, M. et A. Laurec, 1987. Colinéarité entre variabilité individuelle des longueurs aux âges, croissance moyenne et structures démographiques dans l'analyse des fréquences de longueur. Cons. Int. Explor. Mer, Comité des statistiques, CM 1987/D:11, 24 p.

Boucher, J. et J-C. Dao, 1989. Repeuplement et forçage du recrutement de la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*). In L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 9:45 p.

Bouysse, P. et P. Martin, 1979. Caractères morphostructuraux et évolution géodynamique de l'arc insulaire des Petites Antilles. Bull. B.R.G.M., IV, pp.185-210.

Briant S., 1992. Peuplements benthiques des fonds marins côtiers de la Martinique (Antilles françaises). Mémoire de stage de Licence de Biologie des Organismes. Mission IGMAR. Univ. de Bretagne Occidentale et IFREMER Brest., p. 1-10, 6 planches de photos.

Brouard, F. et R. Grandperrin, 1985. Les poissons profonds de la pente récifale externe à Vanuatu. SPC/Fisheries 17/WP.12, 131 p.

Brownell, W. N., 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* [sic] in Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci., 27(4):668-680.

Brownell, W. N., 1978. Report on the status of conch fisheries and related research in Belize, Turks and Caicos, Dominican Republic, Antigua, Dominica, St Lucia, Barbados, Grenada, Trinidad & Tobago and Venezuela, with notes on three countries not visited (Cuba, Bahamas and St. Vincent). Rep. to inter-regional project for the development of fisheries in the Western central Atlantic (WECAF), Panama.

Brownell, W. N., Stevely, J. M., 1981. The biology, fisheries and management of the queen conch, *Strombus gigas*. Mar. Fish. Rev., 43(7):1-12.

C.N.E.X.O, 1981. Compte-rendu de la réunion "Ormeaux". Groupe de support Général de Gestion des Stocks, Centre Océanologique de Bretagne, 12 nov. 1981, 10 p.

Chanley, P., 1982. Queen conch culture; is it practical? Shellfisheries Newsletter, 16.

Chevallier P., 1990. Méthodes d'étude de la dynamique des espèces récifales exploitées par une pêcherie artisanale tropicale: le cas de la Martinique. Thèse Docteur-Ingénieur, E.N.S.A. Rennes, 367 p.

Chevallier P. et A. Laurec, 1990. Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson. ANALEN: logiciel d'analyse des données de capture par classes de taille et de simulation des pêcheries multi-engins avec analyse de sensibilité. F.A.O., Document Technique sur les Pêches, 101, suppl.4, 124 p.

Christy, F. T. JR., 1983. Droits d'usage territoriaux dans les pêcheries maritimes. Définitions et conditions. FAO, Doc. Tech. sur les pêches, FIPP/227, p. 1-10.

Clavier, J. et O. Richard, 1985. Etudes sur les ormeaux dans la région de Saint-Malo. Association pour la mise en valeur du littoral de la côte d'Emeraude, Rapport de synthèse et bibliographie indexée, 285 p.

Clément, J-C., 1980. Le marché des produits de la mer en Martinique. 1) Situation de la pêche artisanale. 2) Commercialisation et distribution. Rap. Affaires Maritimes, serv. SDAT, quartier de la Martinique, p. 1-127.

Clench, W. J., Abbott, R. T., 1941. The genus *Strombus* in the Western Atlantic. *Johnsonia*, tome 1:1-15.

Cochran, J. K., Landman, N., 1984. Radiometric determination of the growth rate of *Nautilus* in nature. *Nature*, 308:725-727.

Coulston, M. L., Berey, R. W., Dempsey, A. C., Odum, P., 1985. Assessment of the queen conch (*Strombus gigas*) population and predation studies of hatchery reared juveniles in Salt River canyon, St Croix, Virgin Islands. NOAA Undersea Research Program. West Indies Laboratory, Fairleigh Dickinson University, Teague Bay, Christiansted, St Croix, Virgin Islands 000820, 24 p.

Creswell, L. and Davis, M., 1991. Queen conch, the well-bred queen of the Caribbean. *World Aquaculture*, 22(1), 28-40.

Creswell, L. R., 1993. An historical overview of queen conch mariculture. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Cushing, D.H., 1971. The dependence of recruitment on parent stock in different groups of fishes. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 33, 3:340-362.

Cushing, D.H., 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge Univ. Press. London, 271 p.

Cushing, D.H., 1981. *Fishery biology. A study in population dynamics*. 2nd ed. Madison, Univ. of Wisconsin Press, 295 p.

D'Asaro, C. N., 1965. Organogenesis, development and metamorphosis in the queen conch, *Strombus gigas*, with notes on breeding habits. *Bull. Mar. Sci.*, 15:359-416.

Daget J. et J.C. Le Guen, 1975. Les critères d'âge chez les poissons.. In *Problèmes d'écologie. La démographie des populations de vertébrés*. Lamotte, M., Bourlière, F., ed. Masson, 253-289.

Dalton, A., 1993. Mariculture of the Queen Conch (*Strombus gigas*, L.): Development of Nursery and Growout Techniques. In Appeldoorn, R.S., and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*. Caracas, Venezuela, 1991.

Dalton, A., M. Davis and P. Higgs, (in press). Recent developments in conch mariculture in the Turks and Caicos Islands. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst. 42th, nov. 1989.

Dardignac, J. et C. De Verdelhan, 1978. Relation entre l'écart de sélection et la taille de retenue à 50% dans la sélectivité du merlu. Cons. Int. Explor. Mer, C.M., 1978/B-21: 14 p.

Davis, M., 1992. Predation of hatchery-reared juvenile queen conch, *Strombus gigas* (L.) by juvenile spiny lobsters, *Panuliris argus* (L.). A thesis (Master of Science, Ecology). Dept of Biological Sciences, B.S., Florida, Institute of Technology.

Davis, M., 1993. Mariculture techniques for Queen Conch (*Strombus gigas* L.): egg mass to juvenile stage. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991.

Davis, M., Hesse, C. R., 1983. Third world level conch mariculture in the Turks and Caicos Islands. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:73-82 and abstract.

Davis, M., Mitchell, B. A., Brown, J. L., 1984. Breeding behavior of queen conch, *Strombus gigas* Linné, held in a natural enclosed habitat. J. Shellfish Res., 4(1):17-21.

Davis, M. and Dalton, A., sous presse. New large-scale culturing techniques for *Strombus gigas* post-larvae, in the Turks and Caicos Islands. Proc. of the Gulf and Carib. Fish. Inst., 40th Meet., 1987.

De Miras, C., 1987. La pêcherie martiniquaise (I): synthèse socio-économique. Revue du Pôle de Recherche Halieutique Océanologique et Halieutique Caraïbe, Document scientifique N°8, Fort-de-France, Martinique, 23 p.

De Miras, C., M. Bellemare, D. Joachim et E. Soumbo, 1987. Etude des résultats d'exploitation d'unités de pêche artisanale en Martinique (janvier - juin 1986). Revue du Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe, Document scientifique n° 5, Fort-de-France, Martinique, 68 p.

De Rochefort, 1667. Histoire naturelle des isles Antilles de l'Amérique. Ch. Fourmy, Lyon.

Dreno, J-P., Lacroix, D., 1982. Mission aux Bahamas. G.C.F.I 35th. Rapport de mission 7-10 nov. 1982, CNEXO/ISTPM, 16 p.

Du Tertre (J.B), R.P., 1671. Histoire générale des Antilles habitées par les français. Réédition, Ed. E. Kolodziej, édition et diffusion de la culture antillaise, Fort de France, 1978, Tome II.

Durand, J-L, H. Farrugio et M. Lemoine, 1989. Analyse et aménagement des pêcheries côtières. In L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 17:28 p.

Egan, B. D., 1985. Aspects of the reproductive biology of *Strombus gigas*. Master Thesis, Univ. of British Columbia.

Ekaratne, S. U. K., Crisp, D. J., 1983. A geometric analysis of growth in gastropod shells, with particular reference to turbinate forms. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 63(4):777-797.

Emery, A.R., 1972. Eddy formation from an oceanic island: ecological effects. *Carib. J. Science*, 12, 121-124.

Epstein, S., Lowenstam, H. A., 1953. Temperature-shell-growth relations of recent and interglacial Pleistocene shoal water biota from Bermuda. *J. Geol.*, 61:424-438.

Fabens, A.J., 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29:265-289.

Farrugio, H. et G. Le Corre, 1983. Stratégie d'échantillonnage des pêches aux "petits métiers" en Méditerranée. Rapport final convention CEE/IFREMER, 39 p.

Ferrer, L. T. and P.M. Alcolado, 1993. *Strombus gigas* present panorama in Cuba. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Fifas, S., 1991. Analyse et modélisation des paramètres d'exploitation du stock de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*, L.) en baie de Saint-Brieuc (Manche Ouest, France). Thèse de Doctorat d'Université, U.B.O, Brest, 422 p.

Frederick, J.A., 1975. Conch research report. Peace Corps, Belize, C.A.

Friedlander, A., R.S. Appeldoorn and J. Beets, 1993. Spatial and temporal variations in stock abundance of queen conch, *Strombus gigas*, in the I.S. Virgin Islands. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Froidefond, J.M., L. Berthois, R. Griboulard, C. Julius et J.C. Pons, 1985. Terrasses submergées d'origine récifale, variations du niveau marin et activité néotectonique sur le plateau sud et est de la Martinique. Géodynamique des Caraïbes. Symposium Paris, 6-8 février 1985. Editions technip, 27 rue Ginoux, 75015 Paris., p. 143-154.

Fry, F.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, 5, 27-67.

Garcia Saez, C., 1993. First breeding size/age and fishing effort in *Strombus gigas*: are there any relationships? In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Garcia, E., Martha Ines, Jaime R. Cantera K., Francisco H. Pineda P. and June Marie Mow P., 1993. Some biological aspects of *Strombus gigas* from San Andres y Providencia archipelago, Colombie. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Garcia, S., 1989. La recherche halieutique et l'aménagement: grandeur et servitude d'une symbiose. *In* L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 21:33 p.

Gates, J. M., 1989a. Les modèles bioéconomiques. *In* L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 13:33 p.

Gates, J.M., 1989b. La régulation du taux d'exploitation dans les pêcheries commerciales. *In* L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 14:28 p.

Gibson, J., Strasdine, S., Gonzales, K., 1983. The status of conch industry of Belize. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:99-107.*

Girin, M., G. Borel, I. Rathier et F. Gueguen, 1992. Etude régionale à caractère socio-économique dans le secteur de la pêche. France: Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion. Commission des Communautés Européennes. Direction générale de la Pêche, Direction "Structures", XIV/377/92, 31 p.

Glazer, R. A., 1993. Current and future queen conch *Strombus gigas* research in Florida. *In* Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), *Proc. of the workshop of the fishery and the cultivation of Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Gobert, B., 1989. Effort de pêche et production des pêcheries artisanales martinicaises en 1987. Document scientifique du Pôle Caraïbe, N°22, 98 p.

Gonzalès, Jean-Louis., 1988. Structure hydrologique et circulation des eaux sur les plateaux continentaux de la Martinique et de la Guadeloupe.. Diplôme d'Etudes Supérieures, Univ. de Bordeaux I., 130 p.

Gros, P., 1980. Revue critique de quelques techniques d'analyse des distributions de fréquences classiquement utilisées en dynamique des populations. 32 p. (non publié).

Gulland, J.A., 1964. Catch per unit effort as a measurement of abundance. *In* *Cons. Int. Explor. Mer*, p.8-14.

Gulland, J.A., 1965. Estimation of mortality rates. Annex to the report of the Artic Fisheries Working Group. Hambourg, *Cons. Int. Explor. Mer*, C.M. 1965/3, 9 p.

Henocque, Y., 1984. Aménagement de la ressource côtière au Japon: Effet des repeuplements marins. *Rapp. Techn. ISTPM*, n°11, 1984, 137.

Herrera, A., J. Espinosa, D. Ibarzabal, R. Brito, G. Gonzalez, G. Gotera et E. Diaz, 1993. Data of conch *Strombus gigas* (Mollusca: Gastropoda) as lobster *Panuliris argus* (Crustacea: decapoda) diet, from the SW Cuba shelf edge. *In* Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), *Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Hesse, C. O., Hesse, K., 1977. Conch industry in the Turks and Caicos islands. *Rep. Turks and Caicos Govt. and Fish. Dept.*, 18 p.

Hesse, C.R., 1987. Queen conch growout farms co-ventured and licensed by TWI.Ltd. TWI Ltd. Caicos Conch Farm, Providenciales, Turks & Caicos Isl., 7600 SW 87 Ave. Miami, FL 33173.

- Hesse, K. O., 1976.** Ecology and behavior of the queen conch, *Strombus gigas*. Storrs, Ct: Univ. of Connecticut, MS Thesis, 107 p.
- Hesse, K. O., 1979.** Movement and migration of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Turks and Caicos islands. *Bull. of Mar. Sci.*, 29(3):303-311.
- Hoening, J. M., 1983.** Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.*, 82(1):898-903.
- Hughes, S. and Nannes, C., sous presse.** Developing a management strategy for the queen conch (*Strombus gigas*) in the Turks and Caicos Islands.
- INSEE, 1991.** 1. Economie générale de la Martinique- 2. La pêche en Martinique et en Guadeloupe. 2. Extrait de l'Atlas des Pêches Françaises, 1. Atlaseco, publication de l'INSEE.
- Iversen, E. S., Jory, D. E., Bannerot, S. P., 1986.** Predation on queen conchs, *Strombus gigas*, in the Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 39(1):61-75, .
- Johnson, R. F., 1965.** Processes of calcification in *Strombus gigas*. A dissertation, Univ. Miami, Coral Gables, Fla, 106 p.
- Jones, D. S., Williams, D. F., Arthur, M. A., 1983.** Growth history and ecology of the atlantic surf clam, *Spisula solidissima* (Dillwyn), as revealed by stable isotopes and annual shell increments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Elsevier, 73:225-242.
- Jones, R., 1959.** A method of analysis of some tagged haddock returns. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 25:59-72.
- Jones, R., 1961.** The assessment of the long-term effects of changes in gear selectivity and fishing effort. *Mar. Res. Scotland*, 2, 19 p.
- Jones, R., 1974.** Assessing the long term effects of changes in fishing effort and mesh size from length composition data. *Cons. Int. Explor. Mer*, C.M. 1974/F:33, Demersal Fish (Northern) Committee, 13 p.
- Jones, R., 1981.** The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Circ. N°734, FIRM/C734*, 60 p.
- Jory, D. E., Iversen, E. S., 1983.** Queen conch predators: not a roadblock to mariculture. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.*, 35th Meet., 1982, 35:108-111.
- Jory, D. E., Iversen, E. S., 1988.** Shell strength of queen conch *Strombus gigas* L. Aquaculture implications. *Aquac. Fish. Manag.*, 19(1):45-51.
- Jory, D.E. and E.S. Iversen, 1993.** Queen conch (*Strombus gigas*) predators and their relevance to restocking programs. *In* Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), *Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.
- Kinder, T.H., G.W. Hebrun, and A.W. Green, 1985.** Some aspects of the Caribbean circulation. *Mar. Geol.*, 68, 25-52. Koehn, R.K. and Hilbish, T.J., 1987. The adaptive importance of genetic variation. *American Scientist*, 75, 134-140.
- Krantz, D. E., Jones, D. S., Williams, D. F., 1984.** Growth rates of the sea scallop *Placopecten magellanicus*, determined from the O18/O16 record in shell calcite. *Biol. Bull.*, 167:186-199.

Laborel, J., 1981. Mission Corantilles I. île de la Guadeloupe. Compte rendu chronologique.

Laborel, J. (Ed.), 1984. Mission Corantilles II. Sur les côtes de la Martinique. Rapp. final. Univ. des Antilles et de la Guyane (U.A.G) et Univ. Aix-Marseille, mission déroulée en 1983.

Laborel, J. (ed.), 1986. Mission Corantilles II sur les côtes de la Martinique. Ann. Inst. Océanogr. Paris, 62(2):193-198.

Laborel-Deguen, F., 1985. Les herbiers de Phanérogames marines de la Martinique. Mission CORANTILLES II, 18 déc. 1983 - 6 janv. 1984, 21 p.

Laughlin, R. A., Weil, E. M., 1984. Queen conch mariculture and restoration in the Archipelago de los Roques: preliminary results. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:64-72.

Laurec A. et Santarelli, L., 1986. Analyse rectifiée des pseudo-cohortes. Rapport interne IFREMER, 19 p. Laurec, A., 1979. Analyse des données et modèles prévisionnels en écologie marine. Thèse Doct. d'Etat Univ. Aix-Marseille II, 405 p+non pag.

Laurec, A. et J-C. Le Guen, 1977. C.p.u.e des palangriers et abondance. Impact des structures fines. CICTA, SCRS/77/98, Non publié, repris dans Laurec 1979.

Laurec, A. et Le Guen, J-C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome I. Concepts et modèles. Rapports Scientifiques et techniques CNEXO Brest, 45, 117 p.

Laurec, A. et Mesnil, B., 1987. Analytical investigations of errors in mortality rates estimated from length distributions of catches. In Pauly (D.) et Morgan (G.R.) (Rédacteurs). Length based methods in Fisheries Research. ICLARM Conf., Proc. 13, ICLARM, Manille, Philippines, et Koweit Institute for Scientific Research, 239-282.

Laursen, D., 1981. Taxonomy and distribution of teleplanic prosobranch larvae in the North Atlantic. Dana Rept. 1989, 43 p.

Le Floch, J., 1955. Esquisse de la structure hydrologique de l'Atlantique équatorial au large de la Guyane et de l'embouchure de l'Amazonie. Bull. d'information du comité central d'océanographie, VII, déc 1955, N°10.

Lessios, H.A., Robertson, D.R. and Cubit, J.D., 1984. Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean. Science, 226, 335-337.

Lipcius, R.N., Stoner, A.W. Marshall, JR. and Bardales, A.T., sous presse, Mass migration of juvenile queen conch (*Strombus gigas*) in the Bahamas. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 40th Meet., nov. 1989, 000-000.

Little, C., 1965. Notes on the anatomy of the queen conch, *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci., 15:338-358.

Loh Lee Low, 1975. Derivation of catch per unit of effort from commercial fishing statistics for the bering Sea, 1964-73. In Monitoring of fish stock abundance: the use of catch and effort data. ACMMRR working Party, FAO, 155, p. 69-84.

Lozet, J.B. et C. Petron, 1977. Coquillages des Petites Antilles. Ed. du Pacifique, 138 p., ill.

- Mahon, R., 1987.** Report and proceedings of the expert consultation on shared fishery resources of the lesser Antilles region. FAO Fish. Rep., FIRMM/R383, Rome 8-12 sept. 1986, R383.
- Mahon, R., 1990.** Fishery management options for Lesser Antilles countries. FAO, Fish. Techn. Pap., N°313, Rome, 126 p.
- Mahon, R., G. Andre Kong et Karl A. Aiken, 1992.** A preliminary assessment of the conch fishery on the shelf and banks off the south coast of Jamaica. CARICOM Fishery Research Document, N° 8, CARICOM Fisheries Management Unit, Belize City, Belize, Nov. 1992.
- Martinet, J., C. Saint-Félix, A. Guyard, 1976.** Evolution saisonnière de certains paramètres physico-chimiques et planctoniques des eaux du havre du Robert et de la baie de Massy-Massy en Martinique. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches maritimes, 262, 17 p.
- Mesnil, B., 1980a.** L'approche structurale en analyse et aménagement de stocks. Projections à l'équilibre et simulations de production.. ISTPM, Boulogne-sur-mer (IFREMER), 34 p.
- Mesnil, B., 1980b.** Théorie et pratique de l'analyse de cohortes. ISTPM, Boulogne-sur-mer (IFREMER), 48 p.
- Mesnil, B., 1989.** De la production d'une cohorte vers celle d'une pêcherie. In Troadec, J-P. (sous la dir.). "L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource commune renouvelable", IFREMER, Paris, 68-95.
- Mianmanus, R., 1990.** Metamorphosis of *Strombus gigas* (Linné) and *Aplysia brasiliiana* (Rang) in laboratory cultures. Ph. D. Dissertation, Univ. of Miami.
- Miller, M. L., 1989.** L'organisation sociale des systèmes d'aménagement de la pêche. In J-P. Troadec (sous la dir.)- "L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource commune renouvelable", IFREMER, Paris, 557-583.
- Mitton, J.B., 1993.** The importance of heterozygosity for physiological and demographic variation in marine molluscs. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.
- Mitton, J.B., Berg, C.J., Orr, K.S., 1988.** Population structure, larval dispersal and gene flow in the queen conch, *Strombus gigas*, of the Caribbean.
- Mitton, J.B. and Grant, M.C., 1984.** Associations among protein heterozygosity, growth rate, and developmental homeostasis. Annual review of Ecology and Systematics, 15, 479-499.
- Morice, J., 1958.** Animaux marins comestibles des Antilles françaises. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 22(1):85-104.
- Munoz, L., P. Alcolado, I. Fraga & P. Llorente, 1987.** Status of populations and fisheries of *Strombus gigas* in Cuba, with some results of juvenile rearing in pens. Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst., 38:294-324.
- Murphy, G.I., 1965.** A solution of the catch equation.. J. Fish. Res. Board Can., 22 (1), p. 191-202.

- Nakahara, H., Kakei, M., Bevelander, G., 1980.** Studies on the formation of the crossed lamellar structure in the shell of *Strombus gigas*. *Veliger*, 23(3):207-211.
- Ninnes, C., 1993.** A review of the Turks and Caicos Islands fishery for *Strombus gigas* L. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.
- Panayotou, T., 1989.** Les conditions du développement de la pêche dans les pays du tiers monde. In L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 18:40 p.
- Parker, G. H., 1922.** The leaping of the Stromb (*Strombus gigas* Linné). *J. Exp. Zool.*, 36:205-209.
- Pary, B., 1989.** Evolutions récentes de la pêche artisanale en Martinique. ORSTOM, Mémoire de DAA (Halieutique), Nov. 1989, 37p.+ annexes.
- Pauly, D., 1980.** A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.*, 729, 54 p.
- Pauly, D., 1987.** A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In Pauly (D.) et Morgan (G.R.) (Rédacteurs). Length based methods in Fisheries Research. ICLARM Conf., Proc. 13, ICLARM, Manille, Philippines et Koweït Institute for Scientific Research, 7-34.
- Pauly, D. et David, N., 1981.** ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Sonderdruck aus BD., 28, 205-211.
- Pelletier, D., 1991.** Les sources d'incertitude en gestion des pêcheries. Evaluation et propagation dans les modèles. Thèse de Doctorat de l'Inst. Nat. Agronomique Paris-Grignon, Spécialité: Statistiques Appliquées, 2 parties.
- Pereiro, J.A. et P. Pallares, 1984.** Conséquences of introducing errors in the value of input parameters in the length distribution analysis (R. Jones), as applied to northern hake. *Cons. Int. Explor. Mer*, C.M. 1984/G:61 (mimeo), 17 p.
- Pinchon (R.P.), 1961.** Les Caraïbes d'après l'archéologie et l'histoire. In *Annales de la Martinique*, 1956.
- Poinsard, F. et J-C Le Guen, 1975.** Observations sur la définition d'une unité d'effort de pêche applicable à la pêcherie de thon de l'Atlantique tropical africain. *Rapp. P.V. réunion Cons. Int. Explor. Mer*, 168, 39-43.
- Polovina, J.J, et Ralston, S. (rédacteurs), 1987.** Tropical Snappers and Groupers. *Biology and Fisheries Management*. Westview Press/Boulder and London, 659 p.
- Pope, J.G., 1972.** An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northw. Atl. Fish., Res. Bull.*, N°9, p 65-74.
- Posada, J. and R.S. Appeldoorn, 1993.** Preliminary observations on the distributions of *Strombus* larvae in the Eastern Caribbean. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Ram, J. L., 1977. Hormonal control of reproduction in Busycon: laying of egg capsules caused by nervous system extracts. Biol. Bull. (Woods Hole), 152(2):221-232.

Randall, J. E., 1963. Monarch of the grass flats. Sea Frontiers, 9:160-167.

Randall, J. E., 1964. Contributions to the biology of the queen conch *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib., 14(2):247-295.

Rathier, I., 1985. Aquaculture et Pêche du lambi (*Strombus gigas*) en Martinique. Rap. contrat CNEEXO/ADAM n°84/3317/F, Martinique, 60 p.

Rathier, I., 1988. Etude du lambi (Gastéropode, *Strombus gigas*) archéologique et des objets issus des coquilles trouvées lors des fouilles en Martinique. Rap. préliminaire pour la Direction du Serv. des Antiquités de la Martinique, 27 p.

Rathier, I., 1989. L'exploitation des stocks et l'étude des populations de lambis dans la Caraïbe. La Pêche Maritime, N°1333, juillet-août 1989, 439-453.

Rathier, I. & C. St. Félix, 1988. Etat d'avancement des recherches sur l'élevage du lambi (*Strombus gigas*) en Martinique. Proc. of the Gulf and Caribb. Fish. Inst., 38th Meet., Nov. 1985.

Rathier, I. et A. Battaglia, 1993. Assessment of the conch fishery in order to its management in Martinica. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991, sous presse.

Rathier, I., à paraître. Experimental studies on juvenile queen conch *Strombus gigas* (Gasteropoda: Strombidae) in the wild in Martinique. à soumettre à Bull. of Mar. Sci.

Rettig, R.B., 1989. L'allocation des privilèges d'usage. In J-P. Troadec (sous la dir.)- "L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource commune renouvelable", IFREMER, Paris, 524-556.

Ricker, W.E., 1973. Linear regression in fishery research. J.Fish. Res. Board Can., 30:409-434.

Robertson, R., 1959. Observations on the spawn and veligers of conchs (*Strombus*) in the Bahamas. Proc. Malacol. Soc., Londres, 33:164-170.

Rodriguez Q., B. and J.M. Posada, 1993. An historic overview of the queen conch (*Strombus gigas* L.) fisheries and their management program scope in the National Park Archipelago Los Roques. In Appeldoorn, R.S. and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and the cultivation of *Strombus gigas*, Caracas, Venezuela, 1991.

Rothschild, B.J., 1986. Dynamics of marine populations. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts and London, England.

Sanders, I. M., 1984. Sublethal effects of cooper on juveniles of the queen conch *Strombus gigas* Linné. J. Shellfish Res., 4(1):31-35.

Sandt, V.J. & A.W. Stoner, sous presse. Diurnal burial rhythm and distribution of early juvenile queen conch. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., Nov. 1989.

Santarelli, L., 1985. Les pêcheries de buccin (*Buccinum undatum*, L. : Gasteropoda) du golfe normando-breton. Eléments de gestion de la ressource. Thèse Univ. Aix-Marseille II., 194 p.

Santarelli, L., Gros, P., 1985. Détermination de l'âge et de la croissance de *Buccinum undatum* L. (Gasteropoda: Prosobranchia) à l'aide des isotopes stables de la coquille et de l'ornementation operculaire. *Oceanologica Acta*, 8(2):221-229.

Siddall, S. E., 1983a. Biological and economic outlook for hatchery production of juvenile queen conch. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:46-52.

Siddall, S. E., 1983b. Current proposals and funding opportunities for research and development of queen conch resources. Div. Biol. and Living Resources, Rosenstiel School of Mar. & Atmosp. Sci., Univ. Miami.

Siddall, S. E., 1984a. Density-dependent levels of activity of juveniles of the queen conch *Strombus gigas* Linné. *J. Shellfish Res.*, 4(1):67-74.

Siddall, S. E., 1984b. Synopsis of recent research on the queen conch *Strombus gigas* Linné. *J. Shellfish Res.*, 4(1):1-3.

Sims, S.E., 1985. Selected computer programs in Fortran for fish stock assessment. FAO, Fish. Techn. Pap., n°259, Rome, 183 p.

Sinclair, M.M., 1988. Marine populations. An essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant Program, Univ. of Washington Press, Seattle and London, 252 p.

Sissenwine, M.P., B.E. Brown and J. Brennan-Hoskins, 1978. Brief history and state of the art of fish production models and some applications to fisheries off the Northeastern United States. Univ. Rhode Island, Kingston, Rhode Island, Center for Ocean Management Studies, Climate and Fisheries, 25-48.

Smith, I.R., 1979. A research framework for traditional fisheries. *ICLARM stud. Rev.*, 2:40 p.

Stevely, J. M., Warner, R. E., 1978. The biology and utilization of the queen conch, *Strombus gigas* L. in the Florida Keys and throughout its geographic range. Rep. Mar. Res. Invent., Florida Coop. Exten. Serv., p. 36-44.

Stoner, A.W., 1989a. Density-dependent growth and the grazing effects of juvenile queen conch (*Strombus gigas* L.) in a tropical seagrass meadow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 130:119-127.

Stoner, A.W., 1989b. Winter mass migration of juvenile queen conch, *Strombus gigas*, and their influence on the benthic environment.. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 56:99-104.

Stoner, A.W. & V.J. Sandt, 1993. Transplanting as a test procedure before large-scale outplanting of juvenile queen conch. Proc. of the Gulf and Caribb. Fish. Inst., 41th Meet., Nov. 1988.

Stoner, A.W. et J.M. Waite, 1991. Trophic biology of queen conch in nursery habitats : diets and primary food sources in seagrass meadows. *J. Mollusc. Stud.* (in press).

Stoner, A.W. et V.J. Sandt, 1991. Experimental analysis of habitat quality for juvenile queen conch in seagrass meadows. *Fish. Bull., U.S.*, 89:(in press).

Stoner, A.W., M. Dennis Hanisak, Ned P. Smith and Roy A. Armstrong, 1993. Large-scale distribution of queen conch nursery habitats: implications for stock enhancement. In Appeldoorn, R.S., and B. Rodriguez (eds.), Proc. of the workshop on the fishery and cultivation of *Strombus gigas*. Caracas, Venezuela, 1991.

Stoner, A.W., R.N. Lipcius, L.S. Marshall, JR., and A.T. Bardales, 1988. Synchronous emergence and mass migration in juvenile queen conch. Mar. Ecol. Prog. Ser., 49:51-55.

Stoner, A.W., sous presse. Significance of habitat and stock pre-testing for enhancement of natural fisheries: experimental analyses with queen conch. Intended for J. World Aquac. Soc., presented in San Juan, Porto Rico, June 1991.

Strasidine, S., 1984. The ecology and biology of the queen conch (*Strombus gigas*). Rep. to Belize Fish. Dept. Belize city, C.A. and Int. Dev. Res. centre Ottawa, Ontario, Abstract.

Taylor, C. C., 1962. Growth equations with metabolic parameters. J. Cons. Int. Explor. Mer, 27:270-286.

Tchernia, P., 1969. Cours d'Océanographie régionale. Océan Atlantique. Ministère des Armées: Marine, S.C.H.E.A.

Thomson, D., 1980. Conflict with the fishing industry. ICLARM News, 3, 3:3-4.

Troadec, J-P, 1989a. Les pêches et les cultures marines face à la rareté de la ressource. In L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 1:46 p.

Troadec, J-P, 1989b. Eléments pour une autre stratégie. In L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Ed. IFREMER, 22:49 p.

Troadec, J-P., 1992. Les objectifs de l'aménagement. . non publié.

Troadec, J-P., à paraître. "L'aménagement des pêches: 1. Une nécessité irréalisable? 2. Opportunités et options institutionnelles". soumis à Natures, Sciences, Sociétés. Dialogues, Paris, France.

UAG., 1991. L'ouragan Hugo. Genèse, incidences géographiques et écologiques sur la Guadeloupe. Parc National Guadeloupe, DRAC, AGETL, Imp. Désormeaux, Fort-de-France, Martinique.

UNIDO, 1986. Industrial development strategies for fisheries systems in developing countries. Studies and Research Division, 1.

Ursin, E., 1982. Multispecies fish stock and yield assessment in ICES. In M.C. Mercer (ed.). Multispecies approaches to fisheries management advice, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 59:39-47.

Weber, J., 1982. Les enquêtes socio-économiques au centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye. ORSTOM, 35 p.

Wefer, G., Killingley, J. S., 1980. Growth histories of strombid snails from Bermuda recorded in their O-18 and C-13 profiles. Mar. Biol., 60(2-3):129-135.

Weil, E. M., Laughlin, R. G., 1984. Biology, population dynamics, and reproduction of the queen conch *Strombus gigas* Linné in the Archipiélago de Los Roques National Park. J. Shellfish Res., 4(1):45-62.

Westercamp D. et H. Tazieff, 1980. Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin/La Désirade. Guides Géologiques Nationaux, Masson Ed., Paris, 135 p.

Westercamp, D., P. Andreieff, P. Bouysse, S. Cottez, R. Battistini, 1989. Carte géologique à 1/50 000 de la Martinique. Carte et notice explicative. BRGM, B.P. 6009 - 45060 Orléans cedex 2 - France, .

Wicklund, R.I., L.J. Hepp, et G.A. Wenz, 1988. Preliminary studies on the early life history of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Exuma cays, Bahamas. NURP Res. Rept, 88 (4):347-363.

Wood, R. S., Olsen, D. A., 1983. Application of biological knowledge to the management of the Virgin Islands conch fishery. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 35th Meet., 1982, 35:112-121.

Wüst, G., 1964. Stratification and circulation in the Antillean-Caribbean basins. Part one : spreading and mixing of the water types with an oceanographic atlas. Columbia University Press.

ANNEXES

Exploitation du lambi

Site

Année 198

Pêcheur

Mois de

DATE	DUREE DE PECHE	NOMBRE DE PERSONNES	ZONE DE PECHE	PROFONDEUR	NOMBRE DE LAMBS PECHES		POIDS TOTAL CHAIR	REMARQUES
					BASSOUDS	JEUNES		
1 M	1	1	briceaux	3		21	1 kg 100	
2 J	-	-	-	-	-	-	-	casier
3 V	-	-	-	-	-	-	-	chadron
4 S	-	-	-	-	-	-	-	lever casier
5 D	-	-	-	-	-	-	-	pas de pêche
6 L	-	-	-	-	-	-	-	pas de pêche
7 M	-	-	-	-	-	-	-	Pêche Roman
8 M	1	1	caillie Roman	2	1	26	4 kg	
9 J	-	-	-	-	-	-	-	
10 V	1	2	briceaux	2	3	30	5 kg	
11 S	1	2	caillie Rome	2	5	60	8 kg	
12 D	-	-	-	-	-	-	-	
13 L	peche	-	-	-	-	-	-	Pêche Roman
14 M	1	2	chivelle	3		77	13 kg	1
15 M	1	2	briceaux	5		88	15 kg	
16 J	-	-	-	-	-	-	-	Pêche Roman
17 V	1	-	-	-	-	-	-	le casier
18 S	-	-	-	-	-	-	-	le casier
19 D	-	-	-	-	-	-	-	
20 L	-	-	-	-	-	-	-	
21 M	1	1	au simon	3	1	22	3 kg 5	
22 M	-	-	-	-	-	-	-	
23 J	-	-	-	-	-	-	-	Roman
24 V	1	-	-	-	-	-	-	lever casier
25 S	-	-	-	-	-	-	-	
26 D	-	-	-	-	-	-	-	
27 L	3	2	vauclin	4		36	7 kg	
28 M	-	-	-	-	-	-	-	
29 M	-	-	-	-	-	-	-	
30 J	-	-	-	-	-	-	-	
31 V	-	-	-	-	-	-	-	

Annexe 1. Exemple de fiche

de recensement de l'effort de pêche et des captures

ANNEXE II

FICHE D'ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE

1 - LE PECHEUR

SITE :

Age : Lieu de naissance:
 Situation familiale: célibataire couple
 Combien avez-vous d'enfants :
 Profession du père:
 Logement: Propriétaire Locataire Parents
 Formation: Expérience Ecole d'Apprentissage Maritime

Depuis quel âge pratiquez-vous la pêche, ou depuis combien de temps:
 Avez-vous une activité à terre: OUI NON
 La ou les quelles:

2 - ACTIVITE LAMBI

Quel métier: Apnée Filets Bouteilles

A combien pêchez-vous en général:
 A quelle profondeur descendez-vous:

Quels filets utilisés-vous? Trémail Folle Autre

Avez-vous déjà pratiqué la pêche en bouteilles: OUI NON

Travaillez-vous :

régulièrement occasionnellement sur commande

conso perso

Commercialisation

Qui:
 Vous-même Votre femme Quelqu'un de votre famille Marchande

Lieu:
 Site de débarquement Marché Restaurant Domicile
 Lequel:

3 - AUTRES ACTIVITES DE PECHE

Etes-vous: Patron Matelot
 Avez-vous un: Rôle Demi-rôle Rôle retraité

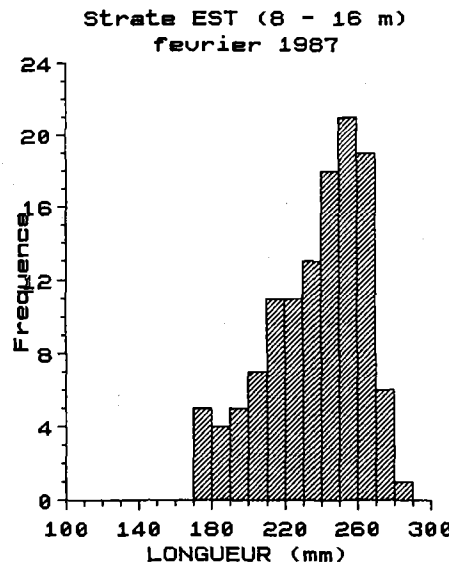
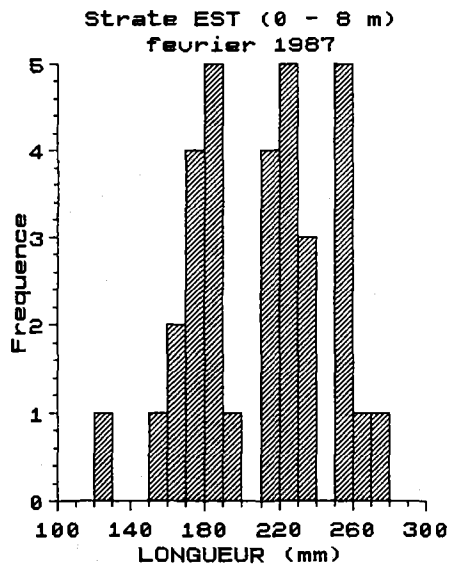
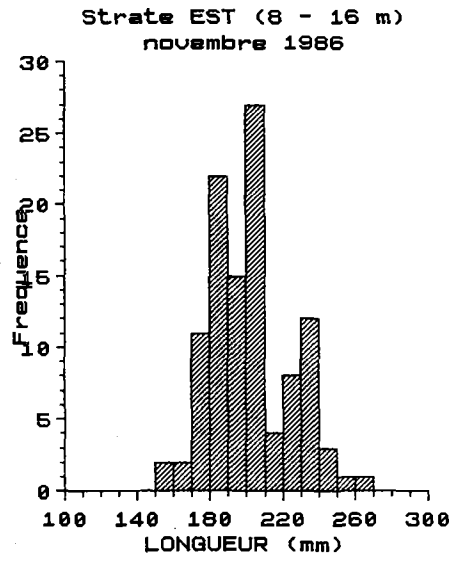
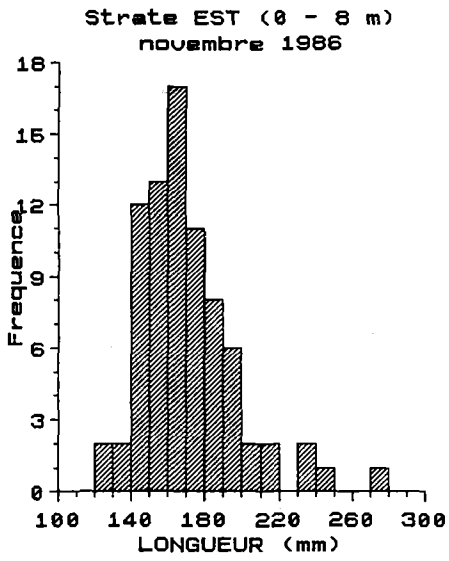
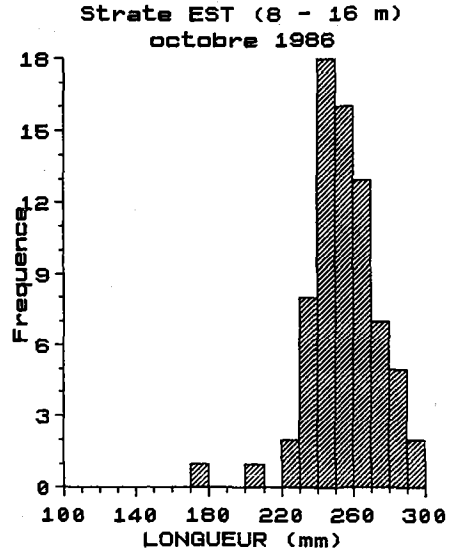
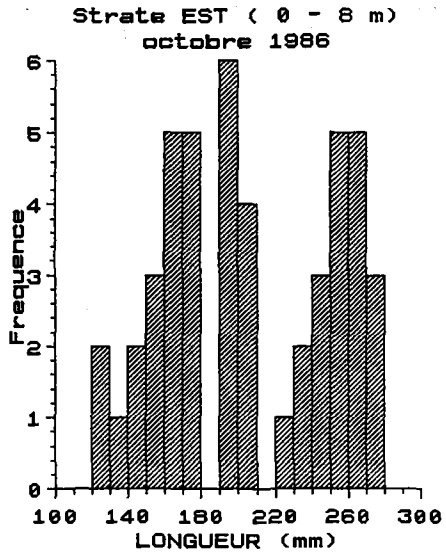
Autre activité de pêche:

Oursin: OUI NON Miquelon: OUI NON Autre:
 Langouste: OUI NON Casiers: OUI NON
 Fusil: OUI NON Filets: OUI NON
 Coquillages: OUI NON Lignes: OUI NON

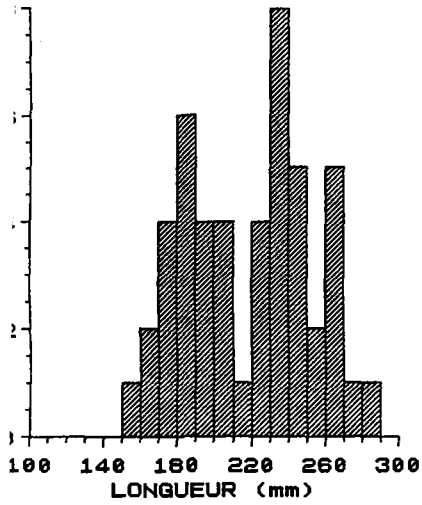
ANNEXE III

**Histogrammes des fréquences de longueur de l'échantillon
présentés par secteur, mois par mois et par classe de profondeur
exploitée.**

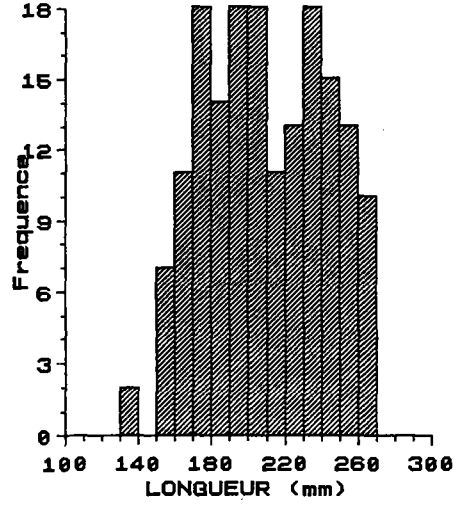
Secteur est



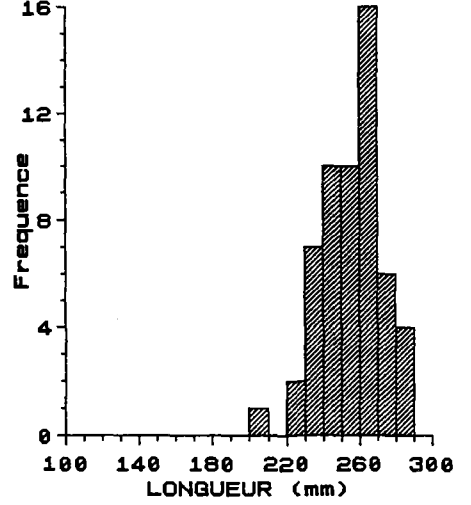
Strate EST (0 - 8 m)
mars 1987



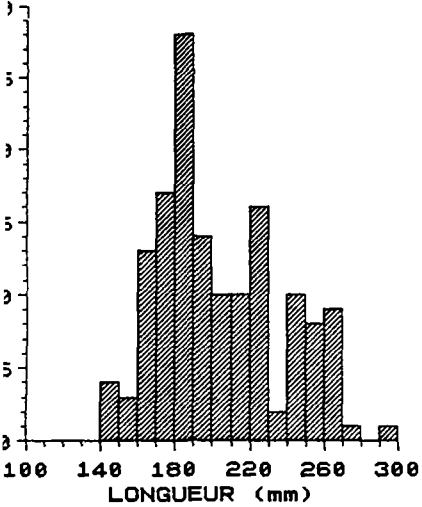
Strate EST (8 - 16 m)
mars 1987



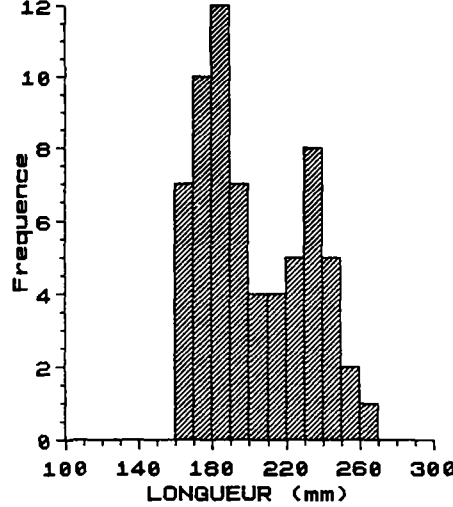
Strate EST (16 - 24 m)
mars 1987



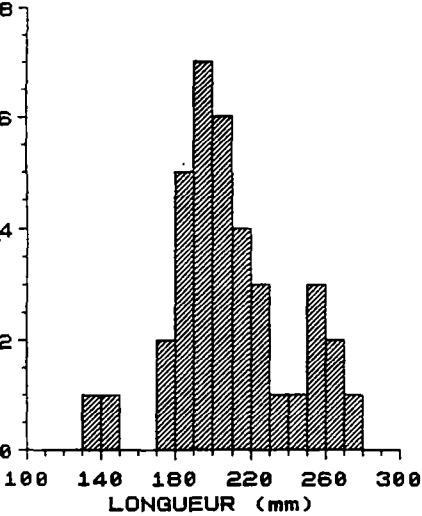
Strate EST (0 - 8 m)
avril 1987



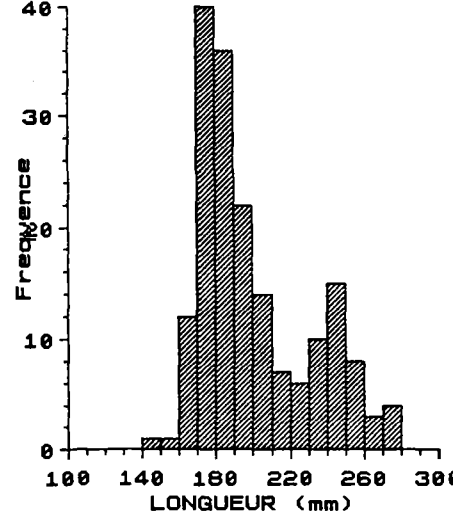
Strate EST (8 - 16 m)
avril 1987



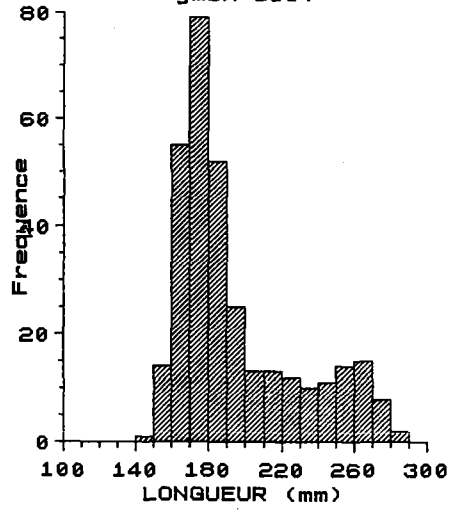
Strate EST (0 - 8 m)
mai 1987



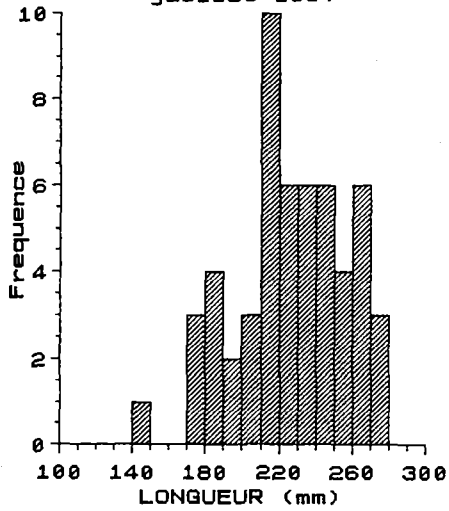
Strate EST (8 - 16 m)
mai 1987



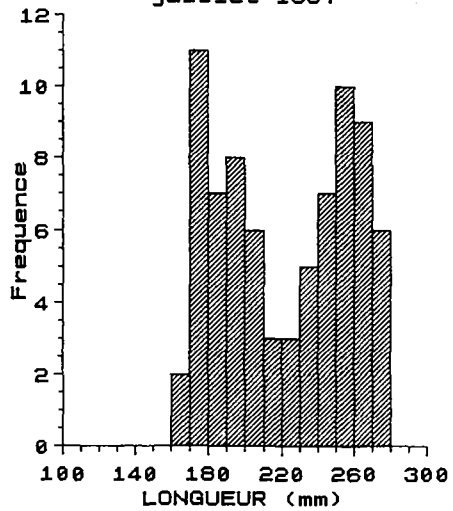
Strate EST (8 - 16 m)
juin 1987



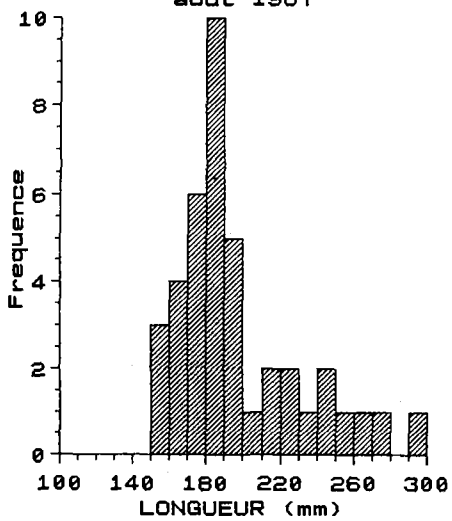
Strate EST (0 - 8 m)
juillet 1987



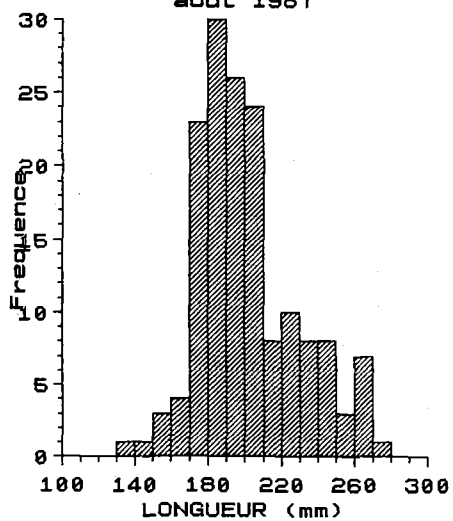
Strate EST (8 - 16 m)
juillet 1987



Strate EST (0 - 8 m)
aout 1987

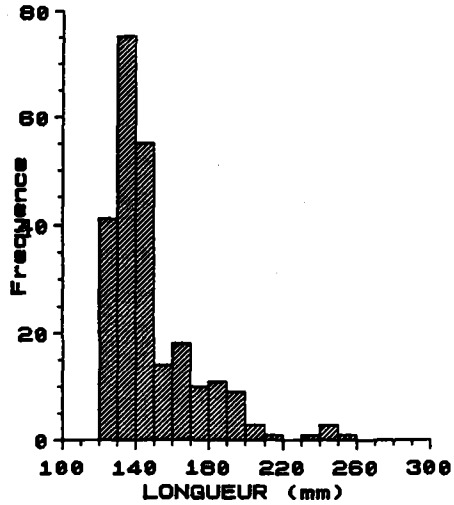


Strate EST (8 - 16 m)
aout 1987

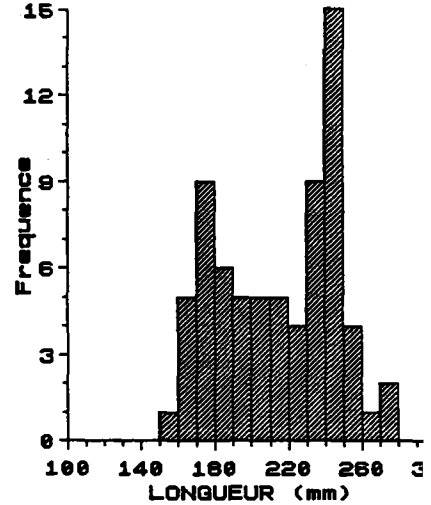


Secteur sud

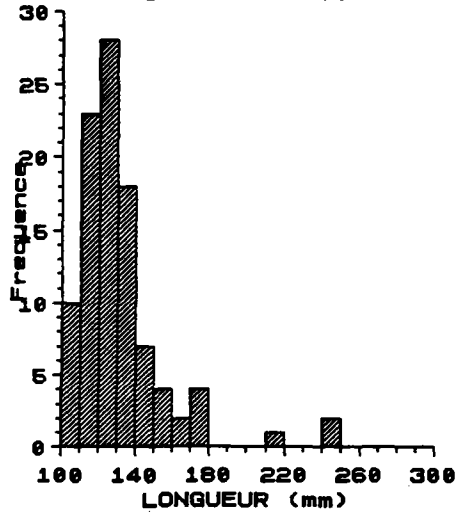
Strate SUD (8 - 16 m)
novembre 1986



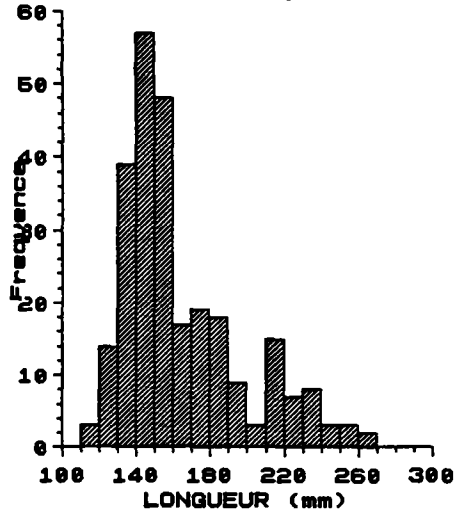
Strate SUD (16 - 24 m)
octobre 1986



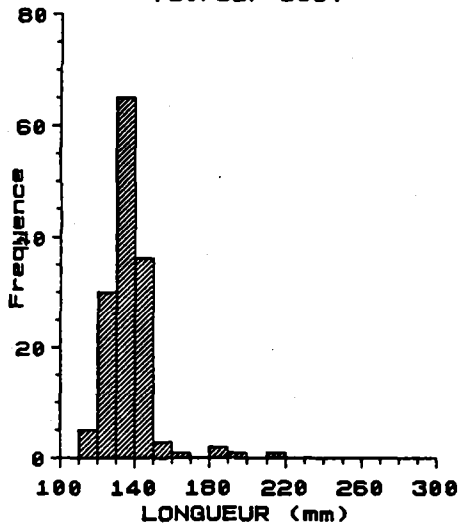
Strate SUD (0 - 8 m)
decembre 1986



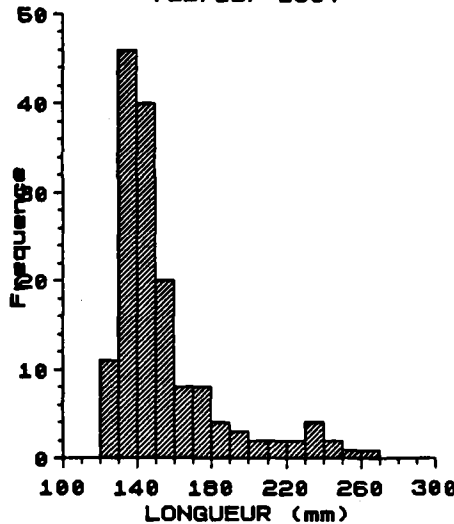
Strate SUD (8 - 16 m)
decembre 1986

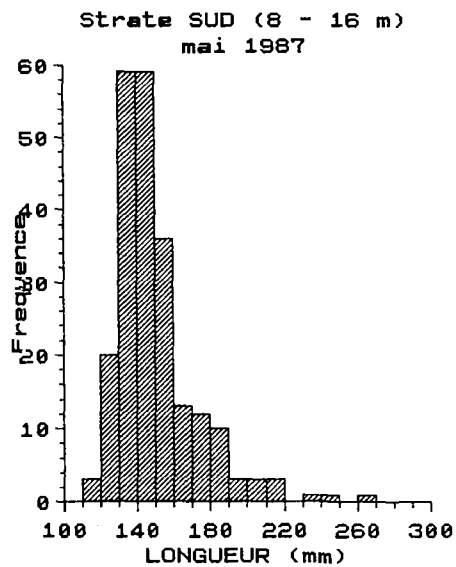
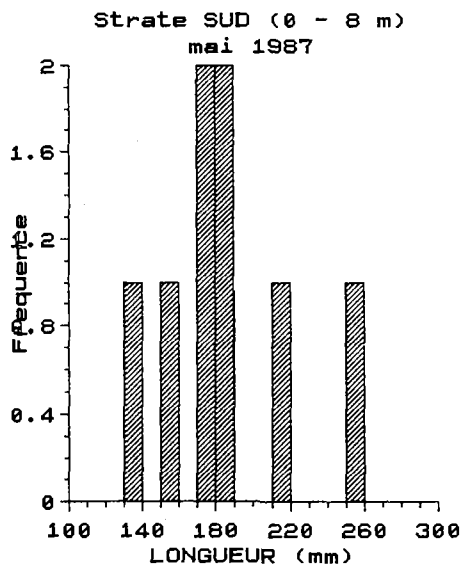
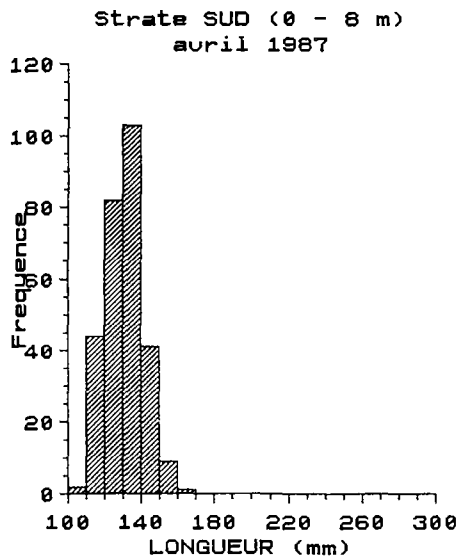
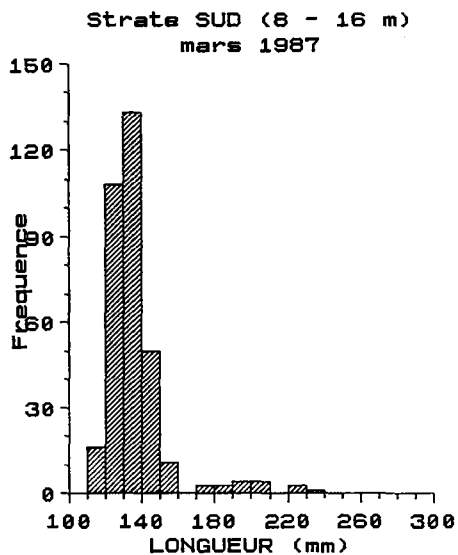
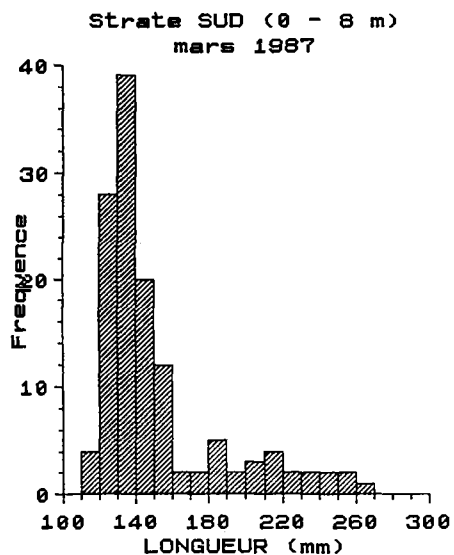


Strate SUD (0 - 8 m)
fevrier 1987

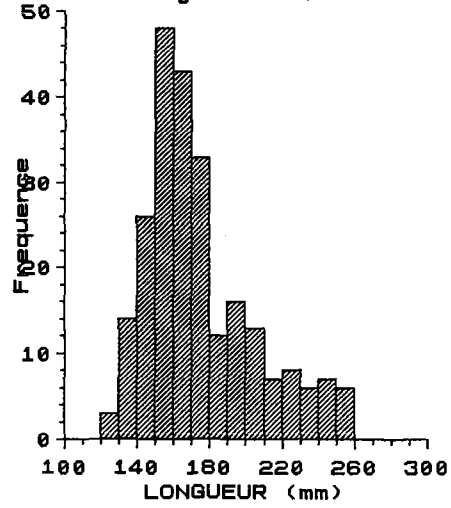


Strate SUD (8 - 16 m)
fevrier 1987

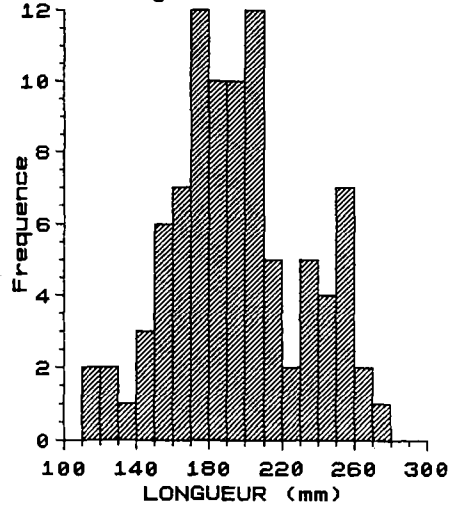




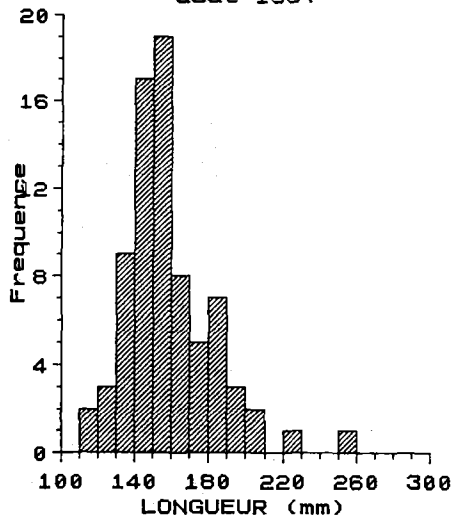
Strate SUD (8 - 16 m)
juin 1987



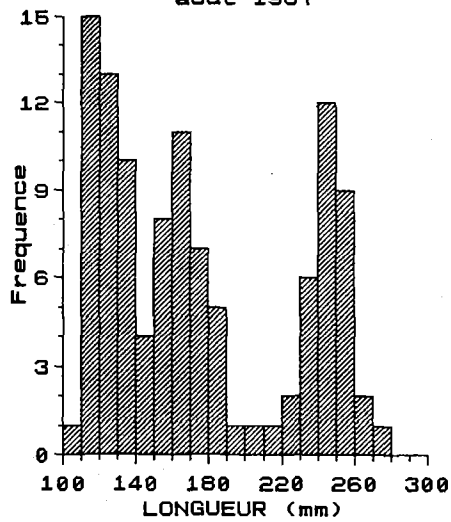
Strate SUD (8 - 16 m)
juillet 1987



Strate SUD (0 - 8 m)
août 1987

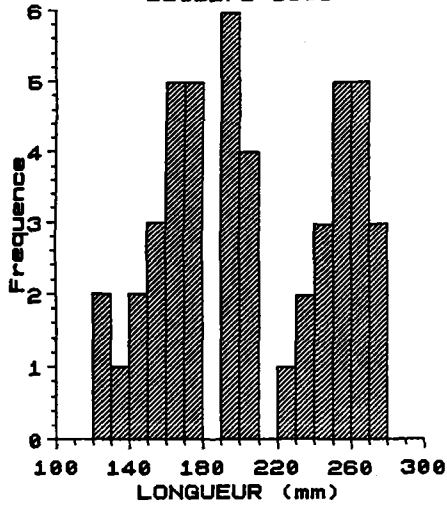


Strate SUD (8 - 16 m)
août 1987

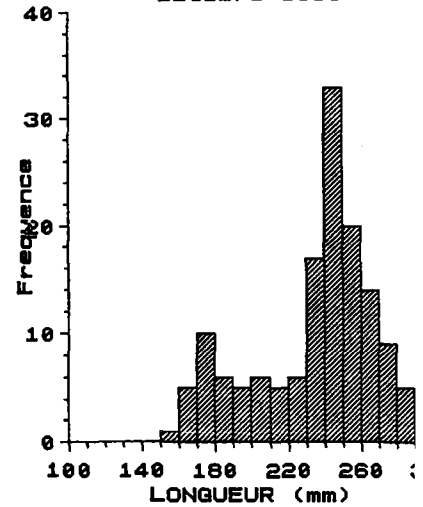


Secteurs est et sud

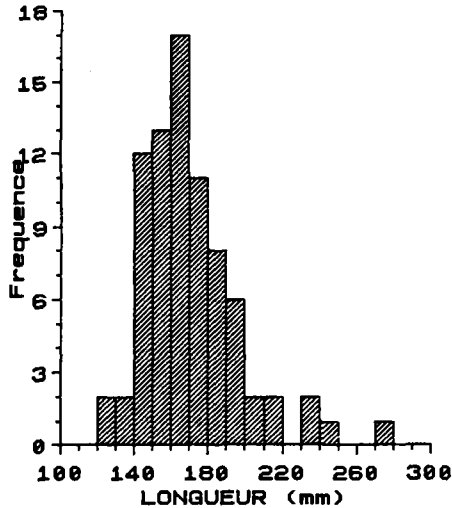
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
octobre 1986



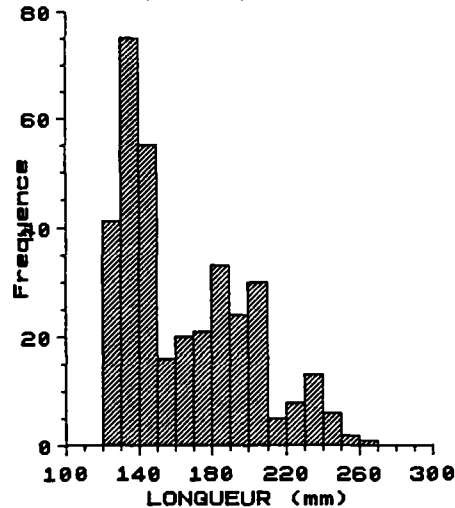
Strates EST et SUD (16 - 20 m)
octobre 1986



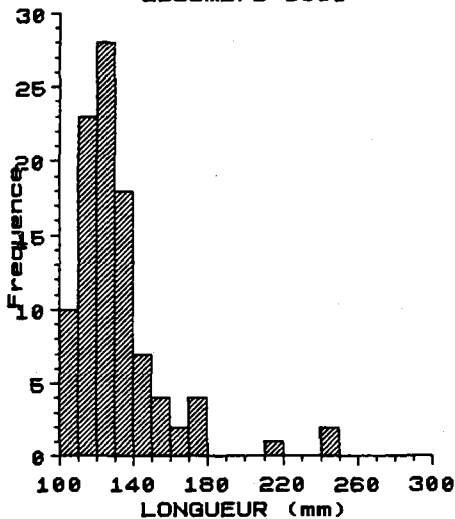
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
novembre 1986



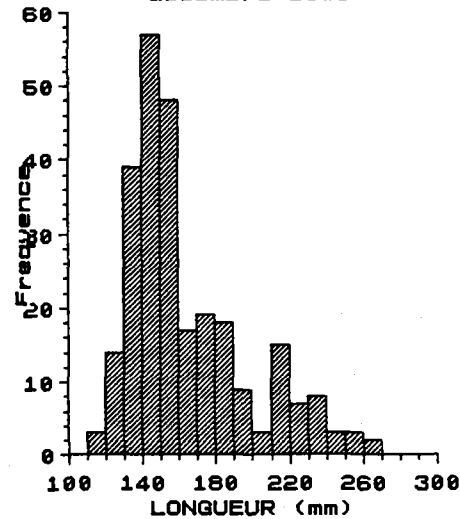
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
novembre 1986



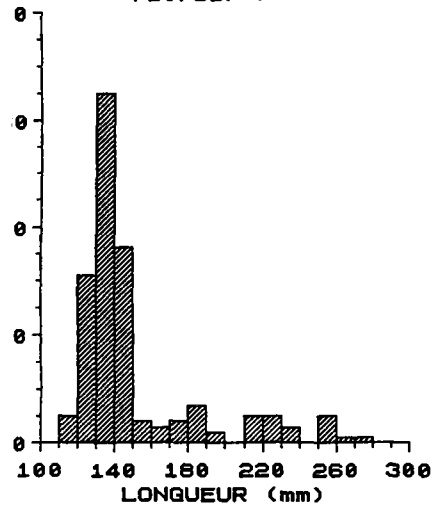
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
decembre 1986



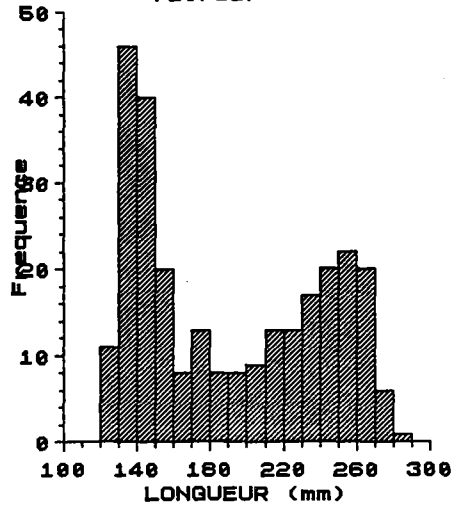
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
decembre 1986



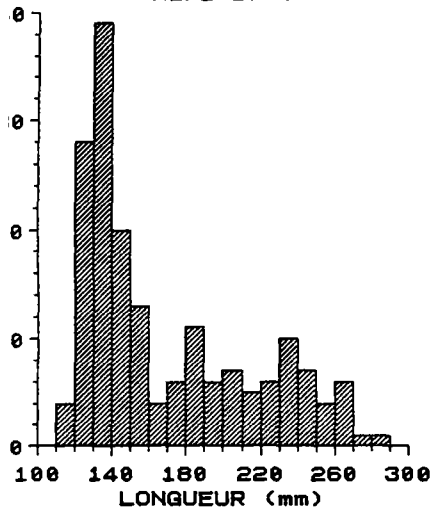
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
février 1987



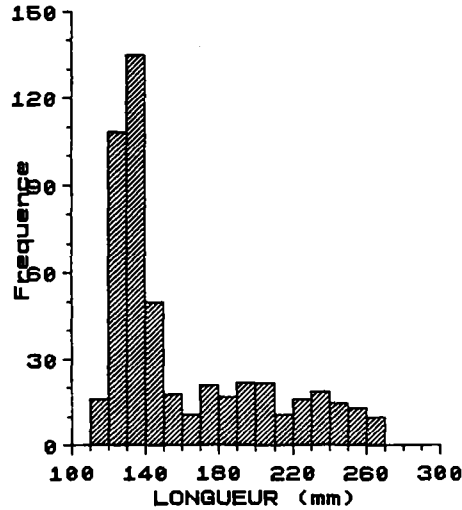
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
février 1987



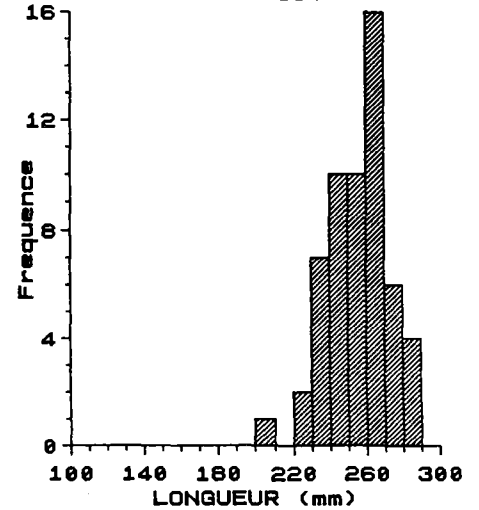
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
mars 1987



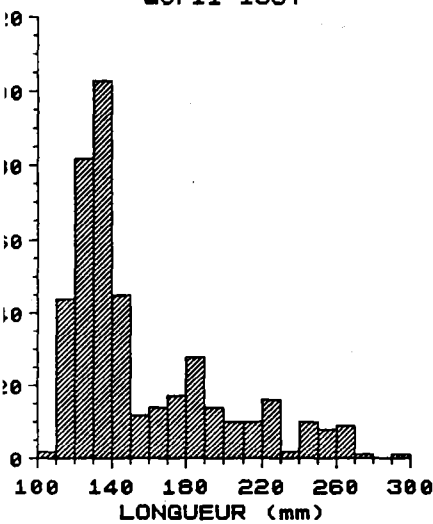
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
mars 1987



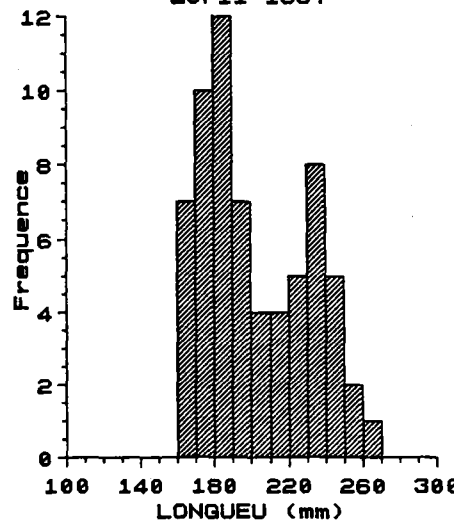
Strates EST et SUD (16 - 24 m)
mars 1987



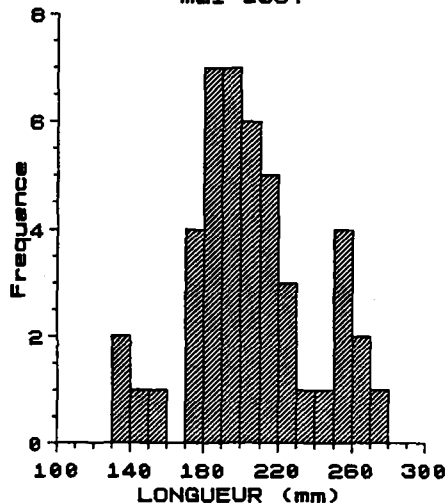
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
avril 1987



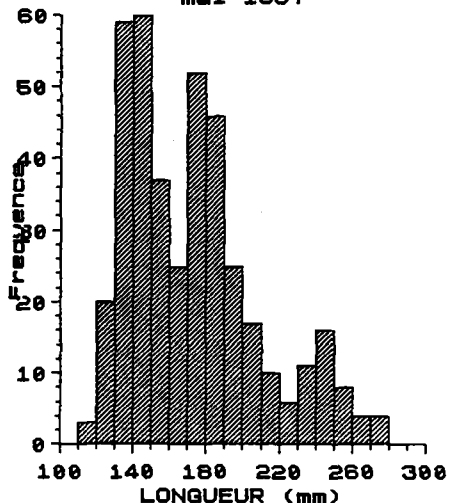
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
avril 1987



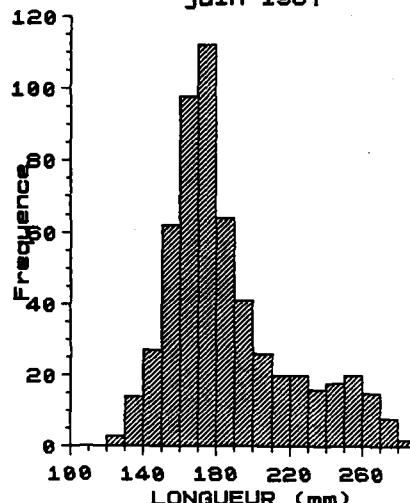
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
mai 1987



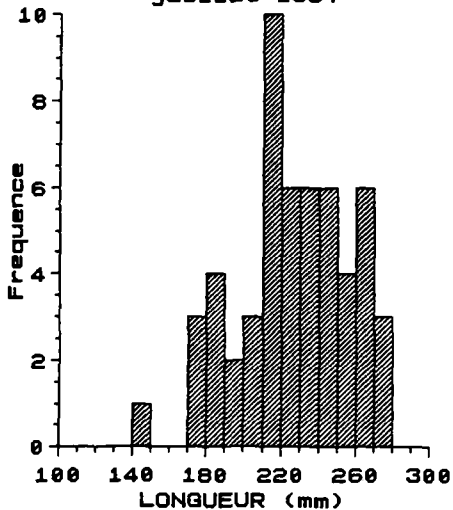
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
mai 1987



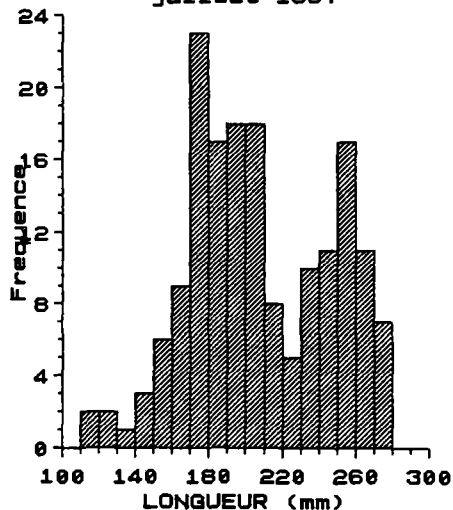
Strates EST et SUD (8 - 16 m)
juin 1987



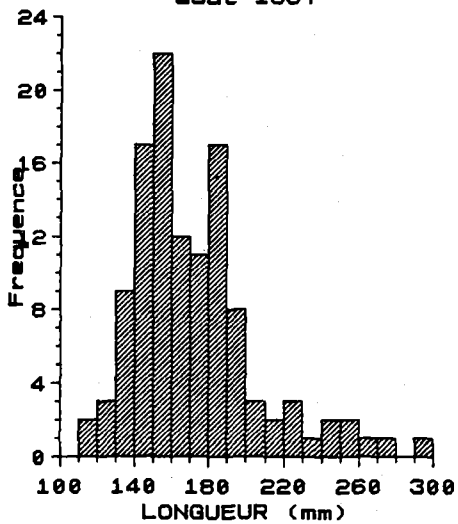
Strates EST et SUD (0 - 8 m)
juillet 1987



Strates EST et SUD (8 - 16 m)
juillet 1987



Strates EST et SUD (0 - 8 m)
août 1987



Strates EST et SUD (8 - 16 m)
août 1987

