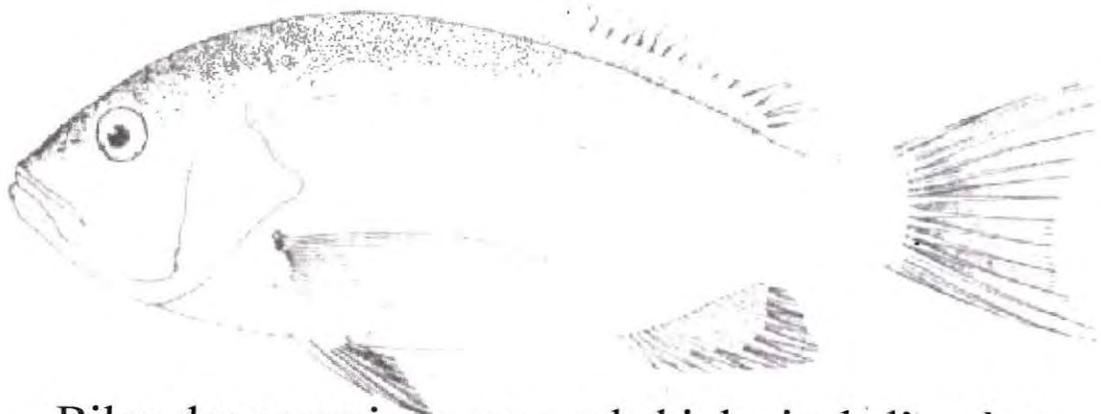


# Le Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) dans la ZEE de Guyane française.



Bilan des connaissances sur la biologie de l'espèce.  
Analyse de quelques aspects de la pêche vénézuélienne.



RH/GUYANE 2000-02

Etienne RIVOT  
Volontaire de l'Aide Technique

Station IFREMER de Cayenne, Guyane française  
mai 2000

## AVANT-PROPOS

Finalement, ces 16 mois de Volontariat à l'Aide Technique à la station IFREMER de Cayenne entre février 1999 et mai 2000 se sont très vite écoulés. Ce document n'a d'autre ambition que de laisser une trace de ce court passage.

Il présente le bilan d'un travail effectué sous la responsabilité du Délégué Régional de l'IFREMER en Guyane, Mr. Anatole CHARUAU. Ce travail n'aurait été possible sans l'aide de Joël ROSE, responsable de toutes les statistiques de pêche, assisté de Joseph ACHOUN. Qu'ils en soient ici remerciés.

*Etienne RIVOT*

*Cayenne, le 26 mai 2000*

## SOMMAIRE

### RESUME

### INTRODUCTION GENERALE ..... 1

### **Partie 1** ..... 3

*Revue bibliographique : Biologie, écologie, paramètres de croissance du vivaneau rouge (Lutjanus purpureus) du plateau des Guyanes et des côtes brésiliennes.*

### INTRODUCTION .....3

#### I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA BIOLOGIE DE *L. PURPUREUS*..... 3

A. TAXONOMIE ET ZONE DE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ..... 3

B. HABITAT ..... 3

1. *Un habitat spécifique pour des adultes sédentaires* ..... 3

2. *Différents habitats pour différentes classes d'âge*..... 7

3. *Notion de stock*..... 8

C. RÉGIME ALIMENTAIRE..... 8

D. REPRODUCTION, DÉMOGRAPHIE..... 8

1. *Sex-ratio et maturité sexuelle* ..... 8

2. *Fécondité*..... 9

3. *Cycle biologique*..... 9

4. *Stratégie démographique*..... 9

5. *Mortalité naturelle*..... 9

E. PÉRIODE ET DÉTERMINISME DE LA REPRODUCTION ..... 11

1. *Période*..... 11

2. *Déterminisme de la reproduction*..... 12

#### II. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE ET DE MORTALITE ..... 14

A. L'ÉQUATION DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY ..... 14

B. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE PAR ANALYSE DE LA STRUCTURE EN TAILLE DES CAPTURES ..... 14

C. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE PAR LECTURE DES PIÈCES SQUELETTIQUES CHEZ LES LUTJANIDAE, EN PARTICULIER CHEZ *L. PURPUREUS*..... 16

1. *Fondement des méthodes de sclérochronologie*..... 16

2. *Les poissons tropicaux et équatoriaux : un cas difficile*..... 16

3. *Etude des marques de croissance sur les écailles et os uroviaux de *L. purpureus** ..... 18

D. COMPARAISON DES VALEURS DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE TROUVÉES DANS LA LITTÉRATURE..... 21

#### III. BIOMÉTRIE ..... 22

A. RELATION LONGUEUR TOTALE – LONGUEUR FOURCHE..... 22

B. RELATION POIDS VIDE – POIDS ENTIER..... 22

C. RELATIONS TAILLE - POIDS ..... 22

### CONCLUSION ..... 24

### **Partie 2** ..... 25

*Description de la pêcherie vénézuélienne de Vivaneaux rouges (Lutjanus purpureus) dans la ZEE de la Guyane française. Fiches de pêche et données spatialisées. Evaluation de la structure en taille des débarquements.*

### INTRODUCTION .....25

#### I. UNE PÊCHE TRADITIONNELLE À LA LIGNE DE FOND..... 25

|  |           |
|--|-----------|
| <b>II. MÉTHODES DE SUIVI DE LA PÊCHERIE PAR L'IFREMER</b> .....  | <b>28</b> |
| A. LES DONNÉES DE FICHE DE PÊCHE.....  | 28        |
| 1. <i>La ZEE de la Guyane française</i> .....  | 28        |
| 2. <i>Le régime de fiches de pêche</i> .....   | 28        |
| 3. <i>Données d'effort et de captures spatialisées</i> .....   | 30        |
| B. LES DONNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE SCIENTIFIQUE. ESTIMATION DE LA STRUCTURE EN TAILLE DES DÉBARQUEMENTS..... | 30        |
| C. ESTIMATION DES CAPTURES À PARTIR DES DÉBARQUEMENTS.....   | 31        |
| D. ESTIMATION DE L'EFFORT DE PÊCHE.....  | 31        |
| <b>III. COMMENTAIRES SUR LES DONNÉES SYNTHÉTIQUES DE LA PÊCHERIE</b> .....                                 | <b>32</b> |
| A. EFFORT, PRODUCTION ET CPUE STABILISÉS .....   | 32        |
| B. BAISSÉ DE LA TAILLE MOYENNE DES CAPTURES .....  | 32        |
| C. RÉPARTITION SPATIALE DE L'EFFORT, DE LA PRODUCTION ET DES CPUE .....                                    | 32        |
| 1. <i>Effort de pêche &amp; production</i> .....   | 32        |
| 2. <i>Captures Par Unité d'Effort de Pêche</i> .....   | 33        |
| <b>CONCLUSION</b> .....  | <b>33</b> |

**Partie 3**..... **50**  
*Etude de la répartition spatiale des captures structurées en taille.*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>I. MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....  | <b>50</b> |
| A. CROISEMENT DES DONNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE FICHES DE PÊCHE. STRUCTURE EN TAILLE DES CAPTURES PAR ZONE ET PAR SONDE ..... | 50        |
| B. ANALYSE DES CPUE PAR CLASSE DE TAILLE, PAR ZONE ET PAR SONDE .....   | 51        |
| <b>II. RÉSULTATS</b> .....  | <b>55</b> |
| <b>III. DISCUSSION</b> .....  | <b>56</b> |
| A. UNE STRATÉGIE DE PÊCHE COHÉRENTE AVEC LA RÉPARTITION DES POISSONS .....  | 56        |
| B. DES ABONDANCES BIEN RÉPARTIES POUR DES PROFONDEURS > 40 M.....   | 57        |
| C. UNE AUGMENTATION DE LA TAILLE MOYENNE AVEC LA PROFONDEUR.....  | 57        |
| <b>CONCLUSION</b> .....   | <b>62</b> |

**Partie 4**..... **63**  
*Estimation des paramètres de croissance et de mortalité de Lutjanus purpureus par l'analyse des fréquences de taille des captures commerciales débarquées à Cayenne par les ligneurs vénézuéliens, de 1986 à 1998.*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | <b>63</b> |
| <b>I. MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....   | <b>63</b> |
| A. DONNÉES COMMERCIALES .....  | 63        |
| 1. <i>Débarquements des ligneurs et captures totales</i> .....   | 63        |
| 2. <i>Classes de taille</i> .....  | 64        |
| B. ANALYSE DES DONNÉES DE DÉBARQUEMENT.....  | 64        |
| 1. <i>Etape 1 : Identification des cohortes par Slicing</i> .....  | 64        |
| 2. <i>Etape 2 : Suivi de la progression d'une cohorte dans le temps</i> .....  | 66        |
| 3. <i>Etape 3 : Estimation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy</i> .....                                     | 66        |
| a) <i>Analyse des données de capture par la méthode de Powell-Wetherall. Estimation de <math>L_{\infty}</math></i> ..... | 66        |
| b) <i>Analyse des données de taux de croissance et de taille à âge relatif</i> .....                                     | 66        |
| 4. <i>Slicing : une place trop importante accordée à la subjectivité</i> .....   | 67        |
| C. CORRECTION DES DONNÉES DE CAPTURE PAR LE FACTEUR DE SÉLECTIVITÉ.....  | 68        |
| 1. <i>Deux hypothèses sur l'origine de la sélectivité</i> .....  | 68        |
| 2. <i>Biais de sélectivité</i> .....   | 69        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3. Méthode d'estimation de la sélectivité des captures .....   | 69        |
| a) Courbe des Captures Linéarisées .....   | 69        |
| b) Mise en œuvre des calculs sous FiSAT .....  | 69        |
| 4. Correction des données par le facteur de sélectivité .....  | 70        |
| D. MORTALITÉ NATURELLE .....   | 70        |
| <b>II. RÉSULTATS .....</b>   | <b>71</b> |
| A. ESTIMATION DE LA SÉLECTIVITÉ ET IMPACT DE LA CORRECTION SUR LES CAPTURES .....  | 71        |
| 1. Estimation de la sélectivité par la Courbe de Captures Linéarisée .....   | 71        |
| 2. Données corrigées .....   | 74        |
| 3. Sélectivité interne et externe .....  | 74        |
| B. ESTIMATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE .....   | 75        |
| 1. Méthode de Powell Wetherall .....   | 75        |
| 2. Méthode du Maximum de Vraisemblance .....   | 75        |
| 3. Méthode de Gulland & Holt .....   | 75        |
| C. MORTALITÉ NATURELLE ESTIMÉE PAR LES MODÈLES PRÉDICTIFS .....  | 76        |
| D. CONCLUSION : VALEURS RETENUES POUR LES PARAMÈTRES ESTIMÉS .....   | 76        |
| <b>III. DISCUSSION &amp; CONCLUSIONS .....</b>   | <b>78</b> |
| A. CONNAISSANCES <i>A PRIORI</i> ET OBJECTIVITÉ DANS LE SCLICING. FRAGILITÉ DES RÉSULTATS .....  | 78        |
| B. COHÉRENCE DES RÉSULTATS AVEC CEUX DE LA LITTÉRATURE .....   | 78        |
| C. IMPLICATION EN MATIÈRE DE GESTION .....   | 80        |
| D. ÉVOLUTION DE LA SÉLECTIVITÉ ENTRE 1986 À 1998. VERS UNE SUR EXPLOITATION DU STOCK ? .....   | 80        |
| <b>Partie 5 .....</b>  | <b>82</b> |
| <i>Essais de lecture de marques de croissance sur l'Os Urohial de Lutjanus purpureus.</i>  |           |
| <b>INTRODUCTION .....</b>  | <b>82</b> |
| <b>I. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....</b>   | <b>82</b> |
| A. PRÉLÈVEMENTS .....  | 82        |
| B. MÉTHODES DE LECTURE .....   | 82        |
| C. DOUBLE LECTURE EN AVEUGLE .....   | 84        |
| <b>II. RÉSULTATS .....</b>   | <b>84</b> |
| A. REMARQUES GÉNÉRALES .....   | 84        |
| B. PAS DE DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX LECTURES .....   | 84        |
| C. RELATION TAILLE DES POISSONS / TAILLE DE L'OS UROHIAL .....   | 84        |
| D. LECTURE DES MARQUES .....   | 85        |
| <b>III. DISCUSSION .....</b>   | <b>85</b> |
| <b>CONCLUSION .....</b>  | <b>86</b> |
| <b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>   | <b>96</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>   | <b>97</b> |
| <b>ANNEXE I</b>  |           |
| <i>Indexe de référence. Principales méthodes d'estimation des paramètres de croissance utilisées dans l'étude de la croissance de Lutjanus purpureus.</i>  |           |
| <b>ANNEXE II</b>   |           |
| <i>Pêcherie vénézuélienne de Vivaneaux rouges (Lutjanus purpureus) dans la Zone Economique Exclusive de la Guyane française. Méthode d'estimation de la structure en taille des captures par échantillonnage scientifique des débarquements.</i> |           |

## RESUME

La première partie de ce document est une étude bibliographique, qui tente de dresser l'état des connaissances actuelles concernant la biologie, l'écologie, la croissance du vivaneau rouge *L. purpureus* des côtes de Guyane française. Il en ressort les points principaux suivants.

*L. purpureus* est un carnivore opportuniste. C'est une espèce démersale, dont l'habitat préférentiel des adultes est constitué de fonds rocheux où il trouve gîte et nourriture, alors que les juvéniles se trouveraient préférentiellement sur les fonds sablo - vaseux moins profonds. Le vivaneau rouge est vraisemblablement grégaire, vivant en bancs de taille homogène. Sa reproduction est mal connue. On la suppose assez continue au cours de l'année, avec cependant un pic entre avril et septembre en Guyane française. La stratégie de reproduction consisterait à faire correspondre l'émergence des larves avec la période de plus forte décharge de l'Amazone, afin de leur assurer les meilleures chances de survie.

La relation de Von Bertalanffy modélise bien la croissance de *L. purpureus*. L'ajustement des paramètres  $K$  et  $L_{\infty}$  de cette relation est difficile. Les paramètres de croissance qui font référence aujourd'hui dans l'évaluation des stocks sont ceux issus de l'étude de la structure en taille des captures par Péroudou (1994) :  $K = 0.12$  ;  $L_{\infty} = 95 \text{ cm}$  ;  $M = 0.20$ . Gonzalès Cabellos (1990) montre que les lectures de pièces squelettiques, écailles et os urohiaux, peuvent donner de très bons résultats dans la détermination de l'âge des poissons. On conclue cette partie par des relations biométriques entre les longueur à la fourche et totales, le poids vide et le poids entier, et des relations taille - poids.

Il ressort de cette analyse que de part son caractère grégaire et sédentaire et sa croissance lente, le vivaneau constitue sans doute une espèce dont la dynamique du stock est très sensible à la pression de pêche. Cela doit être pris en compte dans la gestion de la pêcherie.

Dans la deuxième partie, l'analyse des données synthétiques de la pêcherie issues du suivi réalisé par IFREMER (fiches de pêche et échantillonnage de 1986 à 1998) révèle que la pêcherie semble stabilisée en production et en effort, mais met en exergue la baisse inquiétante constante de la taille moyenne des captures depuis 1986 (10 cm de perdus entre 1986 et 1998). On peut s'aider de l'Annexe II qui décrit le protocole d'échantillonnage conduit par IFREMER permettant d'estimer mensuellement la structure en taille des captures. Les cartes synthétiques des Figures II. 6 à II. 11 indiquent, sur fond de la représentation schématique de la ZEE de Guyane, que les zones de fortes concentrations de biomasse de vivaneaux (bien réparties sur toute la zone pour des fonds de 40 à 140 m) ne correspondent pas nécessairement aux zones où les pêcheurs concentrent leur effort (mal réparties, concentrées sur la zone au large de Cayenne dans des fonds de 40 à 100 m).

La troisième partie montre tout le profit que l'on peut tirer du croisement des deux sources de données indépendantes récoltées en routine par l'IFREMER : les fiches de pêche et les échantillonnages scientifiques. Le croisement de ces deux sources de données et leur analyse par des représentations spatiales schématiques ainsi que par une Analyse en Composantes Principales nous a permis de mieux cerner la stratégie de pêche des ligneurs, cohérente avec leur objectif naturel qui est d'obtenir de meilleurs résultats aux moindres coûts. Elle consiste à pêcher de préférence là où les vivaneaux de taille moyenne sont les plus abondants (fonds 40 – 100 m) et les plus accessibles (Zone 2 au large de Cayenne). Les résultats permettent en outre de conforter des hypothèses relatives à l'écologie des populations de Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) dans la ZEE Guyanaise. (1) L'habitat préférentiel du Vivaneau rouge est constitué de têtes de roche isolées et réparties de façon uniforme dans la ZEE. (2) La tranche de sonde 40 – 100 m, sans distinction de la zone, constitue certainement la zone de plus forte abondance de la biomasse de Vivaneau rouge. (3) L'hypothèse la plus importante que cette étude a permis de conforter est qu'il existe un gradient positif et continu de la taille des vivaneaux en fonction de la profondeur, entre 40 et 150 m.

Nous proposons dans la quatrième partie de ce document une nouvelle estimation des paramètres de croissance et de mortalité sur la base d'une analyse de la structure en taille des données de captures commerciales de 1986 à 1998. L'Annexe I rappelle les principales méthodes utilisées. L'Annexe 2 décrit ces données et leur origine. Cette estimation est innovante car elle tente de prendre en compte la sélectivité des captures. La sélectivité est importante, très variable pour des longueurs comprises entre  $L_f = 19 \text{ cm}$  et  $L_f = 41 \text{ cm}$ . Elle a selon nous deux origines. 1) La sélectivité de l'hameçon. Les hameçons utilisés par les ligneurs vénézuéliens favorisent la prise de gros poissons. 2) La sélectivité due à la combinaison entre le comportement grégaire et sédentaire du poisson et la technique de pêche qui consiste à rechercher les bancs de poissons (de taille homogène) et à y pêcher au maximum. Les paramètres retenus à l'issue de cette analyse sont indiqués au tableau ci dessous.

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| <u>Paramètres de croissance</u> |   | $K = 0.12 \text{ an}^{-1}$                                   |
|                                 |   | $L_{\infty} = 105 \text{ cm}$ (Longueur à la fourche $L_f$ ) |
|                                 |   | $t_0 = 0$  |
| <u>Sélectivité</u>              | $L_e = L_{100\%} = 41 \text{ cm}$                                 | (Long. fourche de pleine exploitation)                       |
|                                 | $L_r = 19 \text{ cm}$   | (Long. fourche à la première capture $\equiv L_r$ )          |
|                                 | $L_{50\%} = 34 \text{ cm}$  | (Long. fourche à exploitation = 50 %)                        |
|                                 | $L_{75\%} = 36 \text{ cm}$  | (Long. fourche à exploitation = 75 %)                        |
| <u>Mortalité</u>                | $M = 0.29$  | (Mortalité naturelle)  |
|                                 | $Z = 0.70$ pour $L_f \geq 41 \text{ cm}$                          | (Mortalité totale)   |
|                                 | $F = Z - M = 0.41$ pour $L_f \geq 41 \text{ cm}$                  | (Mortalité par pêche)  |
|                                 | $\text{Taux d'exploitation} = 0.60$ pour $L_f \geq 41 \text{ cm}$ |  |

*Valeurs retenues pour les paramètres de croissance et d'exploitation du stock de vivaneau rouge de la ZEE de Guyane.*

Enfin, la dernière partie est consacrée à une courte présentation des essais de lecture des marques de croissance sur l'os urohial de *Lutjanus purpureus*. Ces essais révèlent que la technique de lecture empruntée à Gonzalès (1990), utilisant une loupe binoculaire, est adaptée. Cependant, les résultats de la lecture des 119 os urohiaux ne permettent pas d'avancées décisives dans la connaissance de la biologie et de la croissance. Les marques de croissances majeures sont noyées dans de nombreuses marques surnuméraires et l'interprétation est difficile. Pour des poissons de même taille, le nombre de marques peut être très variable. Nous avançons l'idée suivante. Dans l'hypothèse où les marques lues sont bien dues à des ralentissements de la croissance synchrones à la reproduction, alors les vivaneaux connaîtraient des périodes de reproduction fractionnées, marquant plusieurs pics par an.

## INTRODUCTION

Le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) constitue, derrière les crevettes, la deuxième ressource halieutique exploitée dans la Zone Economique Exclusive de la Guyane française. Pêchée essentiellement à la ligne à main par une flottille de ligneurs vénézuéliens sous licence communautaire, cette espèce constitue, avec environ 15 Millions de francs de valeur débarquée en 1998 (300 M.F. pour la crevette et 60 MF pour tous les poissons côtiers confondus), une ressource à l'enjeu socio-économique non négligeable pour la Guyane.

Or, l'évaluation du stock, préalable à la gestion de la pêcherie, demande des connaissances précises sur la biologie, la reproduction, la croissance de cette espèce. L'objectif du travail rapporté dans ce document est double. Il s'agit dans un premier temps de rassembler, par une étude bibliographique, les connaissances dispersées dont on dispose sur cette espèce et d'identifier les lacunes. Le deuxième objectif est vaste. Il s'agit, à partir de l'analyse des données issues du suivi régulier de la pêcherie par l'IFREMER de 1986 à 1998, de combler au maximum les lacunes identifiées. Pour cela, plusieurs voies ont été empruntées.

La première partie est bibliographique. Elle fait le point sur les connaissances concernant la biologie, la reproduction, la croissance de *Lutjanus purpureus*. Elle tente de mettre le doigt sur les domaines qui restent très imprécis.

La deuxième partie se propose de faire le bilan de la pêcherie vénézuélienne dans la ZEE de la Guyane française, sur la base des données de fiches de pêche et d'échantillonnage sur les débarquements. Elle est notamment illustrée par des représentations graphiques originales de la répartition spatiale de l'effort et de la production dans la ZEE de la Guyane française.

La troisième partie se situe dans la continuité de la deuxième. Nous y proposons une étude spatialisée, tenant compte de la zone (4 zones dans la ZEE) et de la profondeur des lieux de pêche, de la répartition des captures par unité d'effort en distinguant les différentes classes de taille de vivaneaux. Cette étude a pour ambition de préciser la stratégie de pêche des ligneurs ainsi que certains aspects relatifs à la répartition spatiale des différentes classes de taille (d'âge) des vivaneaux.

Dans la quatrième partie, nous proposons une nouvelle estimation des paramètres de croissance et de mortalité de *Lutjanus purpureus* des eaux de la ZEE guyanaise, nécessaires à l'évaluation du stock. Pérodou (1994) est le seul à avoir proposé une estimation des paramètres de croissance et de mortalité des vivaneaux rouges de la pêcherie guyanaise à partir du suivi de la structure en taille des captures (Partie I). Le peu de données analysées (4 années de 1989 à 1991) ainsi que le biais de sélectivité dans les captures probablement important font que ces résultats sont discutables. L'utilisation de 13 années de données (1986 à 1998) ainsi que la mise en œuvre d'une technique de prise en compte de la sélectivité permettent d'établir une nouvelle estimation de ces paramètres.

La cinquième et dernière partie est plus prospective. Des travaux récents (dont celui de Gonzalès, 1990) montrent que l'os urohial, un os impair situé dans la gorge du poisson, est un matériel de choix pour des études de sclérochronologie sur le vivaneau rouge. Nous reprenons dans cette partie les premiers résultats des essais de lecture des marques de croissance que nous avons menés sur 119 os urohiaux de vivaneaux rouges.

## Partie 1

# Revue bibliographique : Biologie, écologie, paramètres de croissance du vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) du plateau des Guyanes et des côtes brésiliennes.

### Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| INTRODUCTION .....  | 3         |
| <b>I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA BIOLOGIE DE <i>L. PURPUREUS</i></b> .....   | <b>3</b>  |
| A. TAXONOMIE ET ZONE DE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE .....  | 3         |
| B. HABITAT .....  | 3         |
| 1. <i>Un habitat spécifique pour des adultes sédentaires</i> .....  | 3         |
| 2. <i>Différents habitats pour différentes classes d'âge</i> .....  | 7         |
| 3. <i>Notion de stock</i> .....   | 8         |
| C. RÉGIME ALIMENTAIRE.....  | 8         |
| D. REPRODUCTION, DÉMOGRAPHIE.....   | 8         |
| 1. <i>Sex-ratio et maturité sexuelle</i> .....  | 8         |
| 2. <i>Fécondité</i> .....   | 9         |
| 3. <i>Cycle biologique</i> .....  | 9         |
| 4. <i>Stratégie démographique</i> .....   | 9         |
| 5. <i>Mortalité naturelle</i> .....   | 9         |
| E. PÉRIODE ET DÉTERMINISME DE LA REPRODUCTION .....   | 11        |
| 1. <i>Période</i> .....   | 11        |
| 2. <i>Déterminisme de la reproduction</i> .....   | 12        |
| <b>II. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE ET DE MORTALITE</b> .....   | <b>14</b> |
| A. L'ÉQUATION DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY .....  | 14        |
| B. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE PAR ANALYSE DE LA STRUCTURE EN TAILLE DES CAPTURES .....  | 14        |
| C. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE PAR LECTURE DES PIÈCES SQUELETTIQUES CHEZ LES LUTJANIDAE, EN PARTICULIER CHEZ <i>L. PURPUREUS</i> ..... | 16        |
| 1. <i>Fondement des méthodes de sclérochronologie</i> .....   | 16        |
| 2. <i>Les poissons tropicaux et équatoriaux : un cas difficile</i> .....  | 16        |
| 3. <i>Etude des marques de croissance sur les écailles et os urohiaux de <i>L. purpureus</i></i> .....  | 18        |
| D. COMPARAISON DES VALEURS DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE TROUVÉES DANS LA LITTÉRATURE.....   | 21        |
| <b>III. BIOMÉTRIE</b> .....   | <b>22</b> |
| A. RELATION LONGUEUR TOTALE – LONGUEUR FOURCHE.....   | 22        |
| B. RELATION POIDS VIDE – POIDS ENTIER .....   | 22        |
| C. RELATIONS TAILLE - POIDS .....   | 22        |
| <b>CONCLUSION</b> .....   | <b>24</b> |

## INTRODUCTION

Cette revue bibliographique dresse le bilan des connaissances éparses concernant la biologie du Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) des côtes de Guyane française. Certains des travaux y sont présentés plus en détails (Pérodou, 1994 ; Gonzales Cabellos L.W., 1990) afin de faire le point sur les connaissances disponibles concernant les paramètres de croissance, de reproduction et de mortalité de la population guyanaise de Vivaneaux rouges.

### I. CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA BIOLOGIE DE *L. PURPUREUS*

#### A. Taxonomie et Zone de répartition géographique

Le Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) appartient à la famille des Lutjanidés, qui compte 17 genres et 103 espèces, répartis dans toute la ceinture intertropicale (Pérodou, 1994).

*Lutjanus purpureus* (Figure I. 2 & I. 3) est co-spécifique avec *Lutjanus campechanus*. Ils forment à eux deux le complexe *Lutjanus aya*, plus communément appelé Vivaneau rouge ou Red Snapper en anglais (Rivas, 1966). *L. campechanus* est présent sur les côtes atlantiques du Sud des Etats-Unis et dans le Golfe du Mexique où il est appelé « Gulf Red Snapper ». *L. purpureus* se trouve le long de la côte atlantique sud-ouest, de Cuba (latitude du tropique du cancer) jusqu'à environ 15° de latitude sud au large des côtes du Brésil (Pérodou, 1994). Les anglophones l'appellent « Caraïb Red Snapper ». Il est très présent sur le plateau des Guyanes (Guyane fr., Surinam, Guyana). Il constitue une des principales ressources halieutiques exploitées dans la ZEE de Guyane française (Figure I. 1), où il est pêché essentiellement aujourd'hui de façon monospécifique par les ligneurs vénézuéliens (une pêcherie secondaire aux casiers par des bateaux antillais se développe timidement).

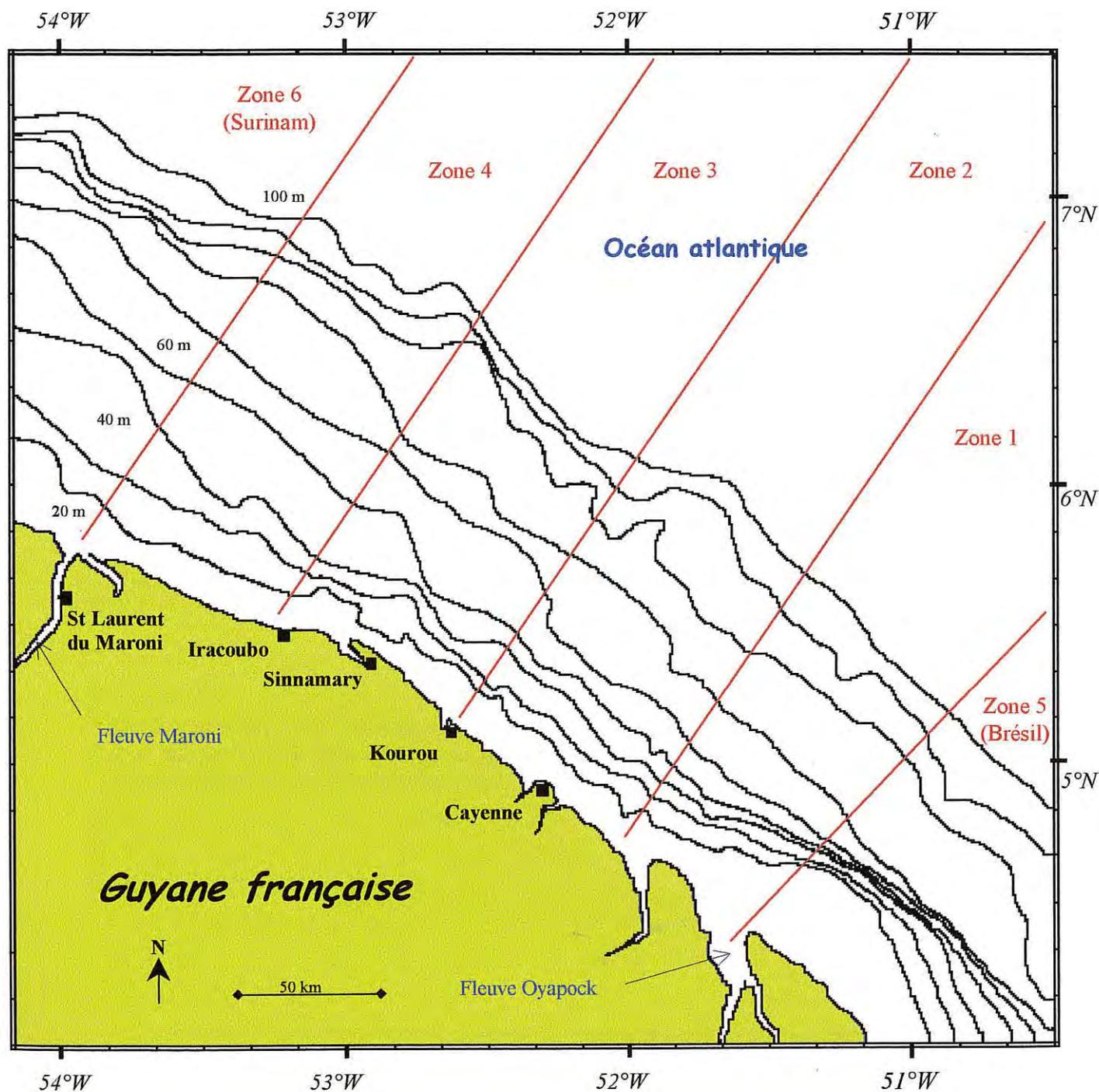
|                  |                   | <i>Lutjanus purpureus</i>                     | <i>Lutjanus campechanus</i> |   |
|------------------|-------------------|---|-----------------------------|---|
| <b>Nom FAO</b>   | Fr.               | Vivaneau rouge                                | Fr.                         | Vivaneau campêche                           |
|                  | Ang.              | Southern Red Snapper ou<br>Caraïb Red Snapper | Ang.                        | Northern Red Snapper ou<br>Gulf Red Snapper |
|                  | Esp.              | Pargo colorado                                | Esp.                        | Pargo del golfo                             |
| <b>Nom Local</b> | Brésil            | Pargo   | Méxique                     | Guachinango del golfo                       |
|                  | Vénéz.            | Pargo colorado                                | Cuba                        | Pargo colorado                              |
|                  | Antilles / guyane | Rouge   |                             |   |

Tableau I. 1 : Principaux noms des deux espèces co-spécifiques de vivaneaux rouges. D'après Pérodou, 1994.

#### B. Habitat

##### 1. Un habitat spécifique pour des adultes sédentaires

Grimes (1987) distingue deux types de populations en fonction de leur habitat : des populations insulaires (e.g. aux Antilles) et des populations installées sur les plateaux et marges continentaux (e.g. Guyane fr.). Ces deux types de peuplement semblent différer par leur biologie, notamment par leur rythme de reproduction (Cf. paragraphe E).



**Figure I. 1** : Carte partielle de la ZEE de la Guyane française. Les 4 zones indiquées (Zones 1 : Pointe Béhague ; Zone 2 : Cayenne ; Zone 3 : Sinnamary ; Zone 4 : St Laurent du Maroni) indiquent la stratification de la pêche des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) dans la ZEE. On retrouve ces zones dans les fiches de pêche. Les deux zones frontières sont celles du Surinam (Zone 6) et du Brésil (Zone 5) et n'appartiennent pas à la ZEE de la Guyane.

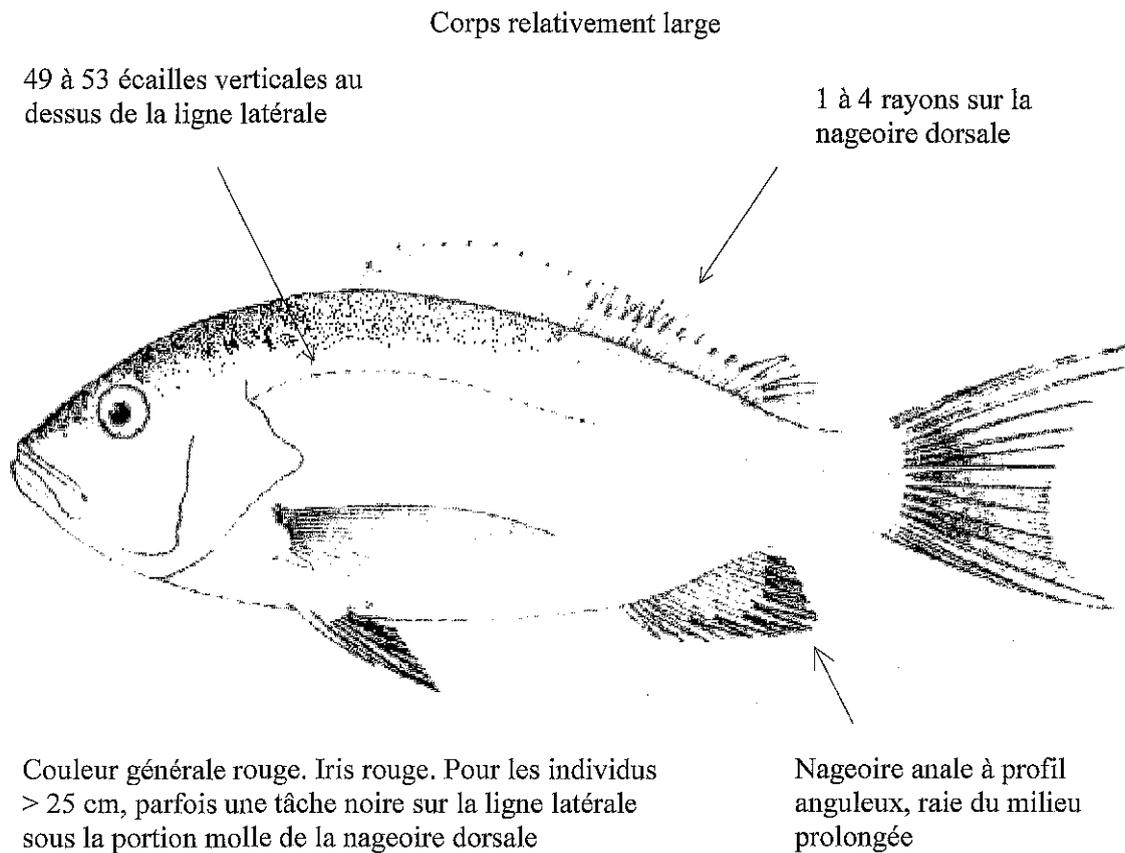
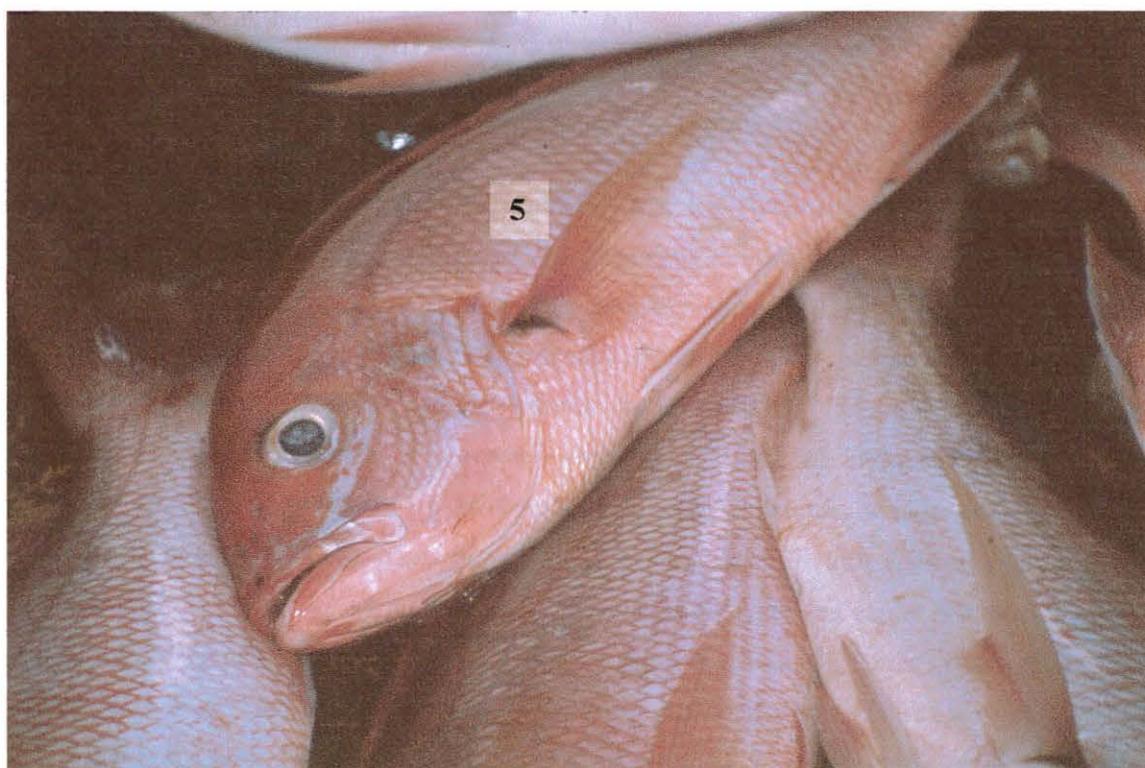
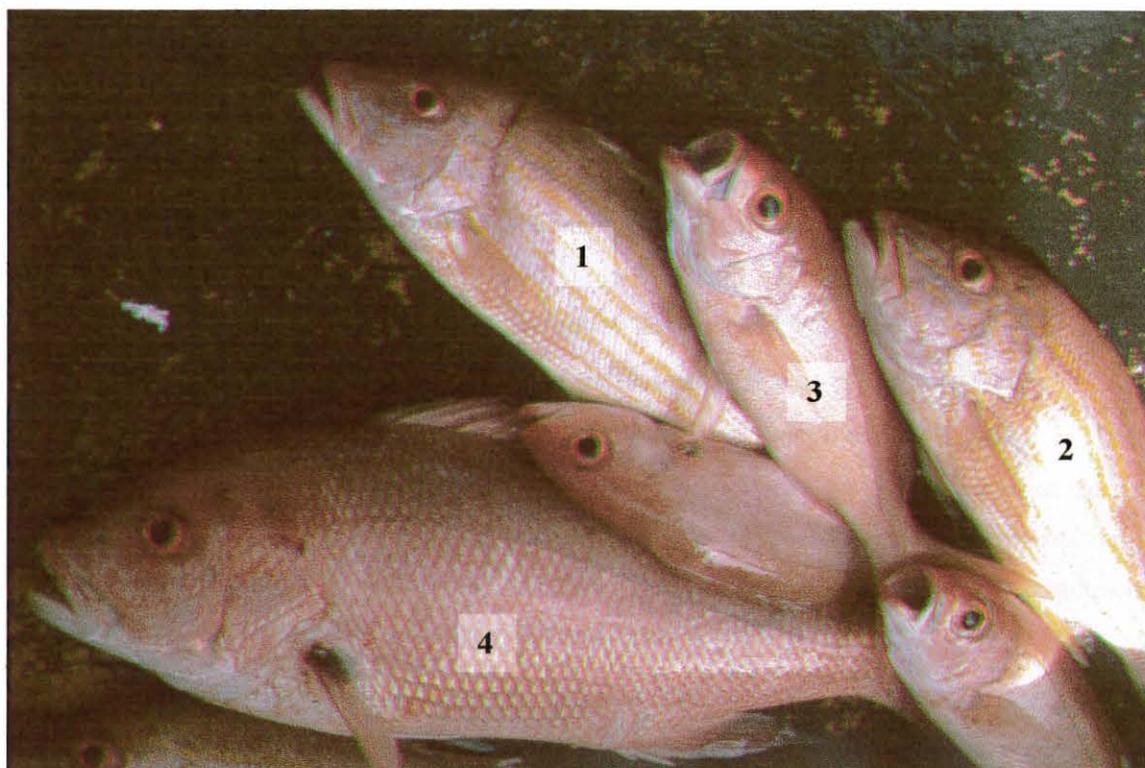


Figure I. 2 : *Lutjanus purpureus*. D'après l'ouvrage édité par la FAO (FAO, 1993)



**Figure I. 3 :** [1 & 2] *Lutjanus sinagris* (Vivaneau rayé), [3] *Rhomboplites aurorubens* (Vivaneau ti-yeux), [4 & 5] *Lutjanus purpureus* (Vivaneau rouge). Photographies réalisées à bord d'un ligneur vénézuéliens.

Dans les deux cas, les populations adultes de *L. purpureus* sont inféodées au substrat. On trouve *L. purpureus* préférentiellement sur des fonds rocheux et récifaux, où il trouve gîte et nourriture (Grimes, 1987). En Guyane, c'est une espèce démersale, concentrée autour des têtes de roches et récifs coralliens du plateau à des profondeurs allant de 70 à 120 m (Pérodou, 1994). Moguedet (1995, a) est plus précis et qualifie le vivaneau des eaux guyanaises d'espèce hauturière démersale (par opposition à démersale estuarienne ou côtière) car à l'état adulte, il évite la frange côtière (fonds < 30m).

Les adultes sont connus pour être sédentaires. Ils se déplacent très peu au cours de leur vie (Grimes, 1987 ; Thomson & Munro, 1974 ; US Department of The Interior, 1988).

## 2. Différents habitats pour différentes classes d'âge

Les données de chalutage (chalut à crevettes) du travail de Vendeville (1994) indiquent l'existence d'un gradient de densité numéraire de vivaneau rouge en fonction de la profondeur et du substrat, caractérisé par une abondance croissante en fonction de la profondeur : la présence de jeunes vivaneaux apparaît dans les captures à partir de 40 m de profondeur, augmente ensuite avec la profondeur pour atteindre une abondance maximum vers 80 – 100 m (Tableau I. 2).

|                                 | profondeur  |                |           |                         |
|---------------------------------|---|----------------|-----------|-------------------------|
|                                 | Vase  | Sable très fin | Sable fin | Sable moyen à grossier. |
| Indice d'abondance              | 0   | 20             | 90        | 100                     |
| Rdt moyen de chalutage (kg / h) | 0   | 0.1            | 5.0       | 4.3                     |

**Tableau I. 2 :** Indices d'abondance du Vivaneau rouge sur le plateau guyanais.  
D'après Vendeville (1984).

Les données dont on dispose aujourd'hui montrent que les vivaneaux sexuellement immatures ne colonisent pas les même types de fonds que les vivaneaux adultes. Les informations concernant les lieux de pêche des pêcheurs vénézuéliens dans les eaux guyanaise ainsi que différents auteurs (Grimes, 1987 ; Pérodou, 1994) indiquent que les vivaneaux adultes seraient sédentaires, localisés dans les zones à fonds rocheux. En revanche, les données de Vendeville (1984) ainsi que celle issues des campagnes RESUBGUY (chalut à crevettes) (Moguedet, 1995, a) indiquent que les vivaneaux présents sur les fonds sablo-vaseux « à crevettes » sont plutôt immatures, de taille comprise entre 20 et 45 cm (taille moyenne = 23 cm, poids moyen = 215 gr) soit des individus âgés en majorité de moins de 2 ans. Cette spatialisation est à mettre en relation avec la turbidité de l'eau et la nature des fonds. Le vivaneau adulte se cantonne aux eaux marines du large non soumises aux apports fluctuants des fleuves locaux ni à celui plus régulier de l'Amazone. Aussi, il a une préférence pour les fonds à granulométrie plus grossière (sables, sables grossiers, graviers), c'est pourquoi il évite la zone côtière de sédimentation des alluvions amazoniens (Prost, 1987).

On retrouve ces éléments dans la revue de Thompson & Munro (1974), pour qui les juvéniles de Lutjanidés, beaucoup moins sélectifs sur leur habitat que les adultes, se trouveraient plus proches des mangroves, identifiées comme des zones de nurseries.

### 3. Notion de stock

La sédentarité des adultes permet de délimiter géographiquement les stocks de Vivaneaux. Pérodou (1994) considère le stock de la Zone Economique Exclusive (ZEE) française comme une entité indépendante. On peut remettre ce postulat en question par l'hypothèse, réaliste, d'un approvisionnement extérieur du stock de vivaneau de la Guyane française par une migration de larves de vivaneaux en provenance du stock de géniteurs brésilien et entraînées par le Courant Nord Brésilien (NBC) (Figure I. 4).

Ralston & Polovina (1987) insistent sur le fait que ce poisson est rendu très sensible aux fortes pressions de pêche car il demeure sédentaire sur son récif jusqu'à la surexploitation par la pêche.

### C. Régime alimentaire

Le Vivaneau rouge est qualifié de carnivore opportuniste (Pérodou, 1994). Il consomme une grande variété de proies (Tableau I. 3) : poissons récifaux, crustacés (crabes et crevettes). Leur cannibalisme est admis. Il serait plus actif le jour que la nuit dans la recherche de nourriture.

| Proies                    | % d'occurrence (nombre de proies) |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Poissons                  | 36                                |
| Crabes                    | 23                                |
| Crevettes                 | 12                                |
| Autres crustacés          | 13                                |
| Autres espèces benthiques | 5                                 |
| Céphalopodes              | 4                                 |
| Plancton                  | 7                                 |

Tableau I. 3 : Principales proies ingérées par les Lutjanidés. D'après Pérodou (1994).

### D. Reproduction, démographie

#### 1. Sex-ratio et maturité sexuelle

Les populations de Vivaneaux montrent un sex-ratio équilibré (Grimes, 1987 ; Pérodou, 1994). L'étude expérimentale de Pérodou (1994) (campagne de pêche sur des ligneurs vénézuéliens) révèle que le sex-ratio moyen des captures est de 50 %. Certains bancs de poissons pêchés sont néanmoins fortement déséquilibrés en mâles / femelles (40 – 60 %).

Pour Grimes (1987), la maturité sexuelle est atteinte entre 40 et 50 % de la longueur maximale. La longueur moyenne à la maturité serait d'environ 40 cm (données tirées de l'étude des stocks du Nd Est Brésil). Ces données correspondent aux observations de Pérodou (1994) sur le stock guyanais pour qui l'analyse du rapport gonado-somatique indique que la première maturité sexuelle apparaît entre 48 et 59 % de la taille maximale et que 100 % des individus seraient matures à une longueur de 38 cm (Tableau I. 4). Dans le golfe du Mexique, *L. campechanus* atteindrait sa pleine maturité sexuelle à  $L_f = 37.5$  cm (US Department of the Interior, 1988).

| Etat de maturité sexuelle | Taille (Lf) |
|---------------------------|-------------|
| 25 % d'individus matures  | 29 cm       |
| 50 % d'individus matures  | 32 cm       |
| 75 % d'individus matures  | 35 cm       |
| 100 % d'individus matures | 38 cm       |

Tableau I. 4 : Maturité sexuelle et taille mesurée par la longueur à la fourche.  
D'après Péroudou (1994).

## 2. Fécondité

La fécondité des Lutjanidés est élevée. Les femelles pondent de très nombreux œufs, rejetés dans l'eau de mer où ils sont fécondés par la laitance des mâles (Grimes, 1987 ; Péroudou, 1994 ; Thompson & Munro, 1974). Selon des données concernant le stock Nord Brésilien, les femelles de Vivaneau rouge pourraient pondre entre  $9.10^4$  (pour une longueur de 46 cm) et  $9.10^5$  œufs (pour une femelle de 80 cm pour 5.85 kg, soit 153 œufs / gr). Pour Péroudou (1994), les femelles pondent plusieurs millions d'œufs (2.7 millions en moyenne pour les femelles), d'une taille allant jusqu'à 1 mm.

## 3. Cycle biologique

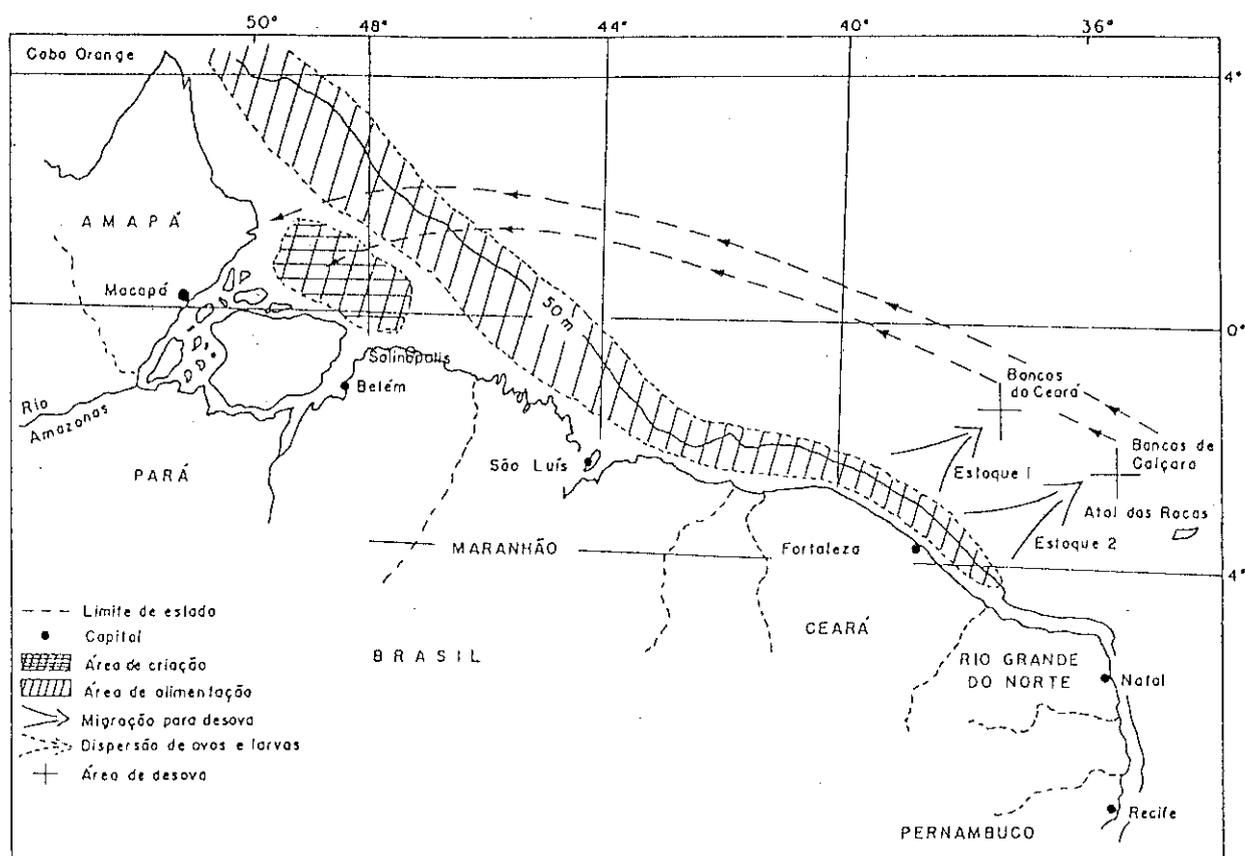
On conçoit aujourd'hui le cycle biologique de la façon suivante (Figure I. 4) : Dès l'éclosion, les larves sont livrées à elles mêmes et emportées par le courant. Les juvéniles migrent alors vers les zones nourricières moins profondes à fonds sablo-vaseux avant de retourner vers les zones plus profondes et rocheuses du plateau continental au cours de leur croissance (Péroudou, 1994, d'après Ivo & Hansen, 1982). Le phénomène de transport des larves le long des côtes brésiliennes puis du plateau des Guyanes, du sud <sup>(est)</sup> ouest vers le nord-est, <sup>(ouest)</sup> est fort probable, même si, à notre connaissance, aucune étude n'y fait référence. Cela peut avoir des implications très fortes en matière de gestion car on ne peut pas négliger l'influence de la migration dans le recrutement.

## 4. Stratégie démographique

Comme la plupart des Lutjanidés, les vivaneaux rouges ont une croissance lente, un taux de survie naturelle élevé, une grande longévité (Grimes, 1987 ; Péroudou, 1994). L'âge maximum varie selon les auteurs entre 10.5 ans (Péroudou, 1994) et 18 ans (Grimes, 1987). *L. campechanus* atteindrait un poids max. de 13 kg pour  $L_f = 85$  cm à l'âge de 13 ans (US Department of the Interior, 1988). Ralston et Polovina (1987) classent les Lutjanidés dans la catégorie des poissons à stratégie K pour la reproduction (par opposition à la stratégie R). La compétition intra et inter-spécifique serait forte.

## 5. Mortalité naturelle

Péroudou (1994) la fixe arbitrairement à  $M = 0.20$ . Cette valeur est proche du 0.16 donnée par Gonzalès (1990) pour *L. purpureus* du golfe de Paria (Vénézuéla) ainsi que celle de 0.18-0.20 donnée par Nelson et Manooch (III, 1982) et de 0.19 donnée par US Department of the Interior (1988) concernant *L. campechanus* du Sud des Etats Unis.



**Figure I. 4 :** Migration et cycle biologique du Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) au large des côtes nord-est du Brésil, d'après Ivo et Hansen (1982). Tiré de Pérodou (1994).

Le cycle est décrit ainsi selon ces auteurs : à la saison de la ponte, les adultes migrent vers le large et se rassemblent pour frayer le long de la pente du talus continental. La ponte terminée, ils retournent s'alimenter sur le plateau continental. Les œufs et larves sont emportés par le courant des Guyanes vers le nord-ouest et sont dispersés dans la zone côtière. Les alevins s'installent dans les nurseries côtières que les jeunes délaissent progressivement pour rejoindre les adultes sur les fonds rocheux du plateau continental.

## **E. Période et déterminisme de la reproduction**

### **1. Période**

Les connaissances sur la période de reproduction des vivaneaux sont vagues et éparses.

Selon Grimes (1987) les populations de Lutjanidés insulaires et continentales ont un rythme de reproduction différent. Les populations insulaires auraient une reproduction étalée sur toute l'année. En revanche, les populations continentales, comme celle de vivaneau rouge de Guyane, montreraient une reproduction saisonnière, marquée de pics plus ou moins nets (Thompson & Munro, 1974).

Pérodou (1994) est le seul à avoir produit une étude de la période de reproduction des vivaneaux de Guyane française, basée sur le suivi du rapport gonado-somatique sur 4 mois (Cf. encadré ci après). Il observe que : En juillet, la majorité des femelles sont en état de pré-ponte, alors qu'en août, octobre et novembre, elles sont en état de repos sexuel. L'interprétation est difficile. Pérodou avance deux hypothèses prudentes. (1) Soit les vivaneaux se reproduisent entre les mois de juillet et août. On a donc une saison de reproduction unique. Mais cela est peu probable et l'on manque de données sur les autres mois pour le prouver. (2) Soit, comme le stock nord brésilien, les vivaneaux matures en juillet migrent vers le talus continental entre juillet et août pour pondre en octobre. L'absence de vivaneaux matures dans les captures en août signifieraient qu'ils ont tous migré et ne se trouvent plus sur les lieux de pêche.

Dans les deux cas, les vivaneaux du stock guyanais se rassembleraient au large le long de la pente du plateau continental pour pondre entre avril et octobre, en pleine période de décharge maximale de l'Amazonie dont l'influence se fait sentir à cause du Courant Nord Brésilien (NBC) (Frouin, 1997 ; Martec, 1995).

En complément de cette analyse, on dispose de quelques informations sur l'abondance des très jeunes vivaneaux. Lors des campagnes RESUBGUY de chalutage sur le plateau guyanais (Moguedet, 1995), un pic d'abondance de juvéniles de *L. purpureus*, de longueur moyenne  $L_f = 6-8 \text{ cm}$ , a été observé au mois de mai dans des strates 20-40 m. Ce pic est absent en octobre. Cette observation est en accord avec l'hypothèse d'une période de reproduction autour du mois d'octobre. Le pic de juvéniles observé en mai de l'année *i* correspondrait aux individus nés en septembre-octobre de l'année *i-1*.

Au Vénézuéla, il est observé par Gonzales (1990), également à la suite du suivi du rapport gonado-somatique pendant un an (Cf. paragraphe II. C) que la période de reproduction la plus probable pour les vivaneaux rouges s'étalerait entre avril et septembre. Cette période de reproduction, accompagnée d'une chute du rythme de croissance des poissons, serait associée à la saison des pluies (saisons décalées par rapport à la Guyane). Le stock nord brésilien aurait lui un pic de reproduction entre avril et octobre.

Cette étude bibliographique montre qu'il manque aujourd'hui des éléments précis et fiables concernant la reproduction des vivaneaux des côtes de Guyane française, nécessaire pour une bonne évaluation et une bonne gestion du stock.

Détermination de la période de reproduction par l'analyse du rapport gonado-somatique.

*Le suivi du rapport gonado-somatique (RGS) chez les individus femelles est une méthode très utilisée pour la détermination de la période de reproduction des poissons. Pérodou (1994) analyse le rapport (poids des gonades) / (poids entier) pour les femelles de taille  $\geq 26$  cm (Lf). Il considère qu'un  $RGS \geq 0.020$  signifie que les individus femelles sont en état de maturation ou de pré-ponte et qu'un  $RGS \leq 0.010$  indique un stade de repos reproducteur.*

*Une forte baisse du RGS au cours du temps signifie qu'il y a eu émission de gamètes dans le milieu.*

*Ces considérations peuvent être précisées par une étude macroscopique des stades de maturation.*

## 2. Déterminisme de la reproduction

La stratégie des populations continentales consisterait à faire correspondre la période d'émergence des larves avec un moment où les facteurs du milieu leur offrent des chances de survies maximum. Ainsi les vivaneaux du stock guyanais se reproduiraient entre avril et octobre. Cette période correspond à un pic de la production primaire (explosion de la production de phytoplancton) donc au moment où la nourriture est la plus abondante et où l'eau est la plus turbide offrant ainsi de meilleures chances de survies face à la prédation. Cela est cohérent avec les informations données par Martec (1995) concernant l'influence importante des facteurs physiques tels que la salinité, la turbidité de l'eau sur les phases de pré-recrutement des jeunes poissons.

Sur le plateau guyanais, l'influence de l'Amazone pourrait être majeure dans le déterminisme de la reproduction car son action sur la productivité primaire des eaux côtières est prépondérante. En effet, les fleuves de Guyane apportent peu de minéraux par rapport aux eaux de l'Amazone, tant en quantité qu'en qualité. Martec (1995) fait remarquer la très faible salinité de l'eau le long des côtes guyanaises entre janvier et juin et entre juillet et décembre le long des côtes du Vénézuéla, due aux remontées d'eau douce de l'Amazone par le NBC. On ne peut pas exclure l'influence de ce phénomène dans le déterminisme de la reproduction du vivaneau. Aussi, à partir de juillet apparaîtrait le long de la côte guyanaise un phénomène d'Upwelling dû au contre courant (réflexion du NBC entre août et octobre). Pour Prost (1987), ce phénomène d'Upwelling naîtrait entre les deux branches du courant NBC, l'une étant proche de la côte et l'autre plus au large et plus turbulente. Il est responsable d'une remontée d'eau plus froide et salée, riche en éléments nutritifs et pourrait aussi avoir une influence sur le déterminisme de la reproduction.

Ces hypothèses concordent avec ce qui est observé au Vénézuéla. D'après Martec (1995), la période supposée pour la reproduction (avril - septembre) correspond à la saison des pluies au Vénézuéla et à

Ces hypothèses concordent avec ce qui est observé au Vénézuéla. D'après Martec (1995), la période supposée pour la reproduction (avril - septembre) correspond à la saison des pluies au Vénézuéla et à la période de plus forte décharge pour les fleuves Orinoco (Vénézuéla, plus forte décharge entre juillet et octobre) et Essequibo (Guyane, plus forte décharge entre mai et septembre). Cependant, elles sont contradictoires avec ce que l'on sait de la reproduction des Vivaneaux au Brésil (stock Nord Brésilien), entre septembre et avril, ce qui correspond à la saison sèche donc à la période de plus faible décharge de l'Amazone (Grimes, 1987 ; Martec, 1995 ; Pérodou, 1994).

### **Conclusion**

Selon toute vraisemblance, les vivaneaux de Guyane se reproduisent de façon continue. La reproduction marquerait cependant un pic entre avril et septembre. Le déterminisme de la reproduction pourrait être lié à la période de plus forte décharge de l'Amazone, dont l'influence se fait sentir par le NBC. Le recrutement serait donc continu pendant toute l'année mais marquant un pic important à la fin de la saison sèche.

Cependant, il manque aujourd'hui des connaissances précises et fiables sur la période et la zone de reproduction des vivaneaux des côtes de Guyane française, connaissances qui permettraient de fortifier les bases de l'évaluation des stocks. Dans l'attente de les acquérir on fait l'hypothèse de l'existence d'un seul pic de reproduction par an.

## II. DETERMINATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE MORTALITE

Le modèle de croissance de Von Bertalanffy [I. 1] est adapté à l'étude et à la modélisation de la croissance de *L. purpureus*, indispensable à l'évaluation du stock. Mais de nombreux auteurs (Grimes, 1987 ; Thompson & Munro, 1974) s'accordent à dire que les Lutjanidés forment un groupe dont la croissance est difficile à étudier.

### A. L'équation de croissance de Von Bertalanffy

On trouvera dans Pauly & Moreau (1987), une synthèse concernant l'équation de Von Bertalanffy largement utilisée. C'est un modèle descriptif de la croissance en taille en fonction de l'âge du poisson :

$$L(t) = L_{\infty} [1 - \exp(-K(t - t_0))] \quad [I. 1]$$

- $t$  est l'âge du poisson, compté ici en années,
- $L(t)$  est la longueur moyenne, en *cm*, d'un poisson d'âge  $t$ . Puisque la relation entre  $L_f$  (Longueur à la fourche) et  $L_t$  (Longueur totale) est linéaire du type  $L_f = a.L_t$ , alors la relation de croissance est la même avec  $L_f$  et  $L_t$ . On travaille avec  $L_f$ .
- $K$  est le taux de croissance,
- $L_{\infty}$  est la longueur théorique asymptotique qu'atteindrait le poisson s'il vivait indéfiniment. Pour les grandes espèces vivant longtemps comme *L. purpureus*,  $L_{\infty}$  est souvent bien supérieure à la longueur maximale observée (dans les procédures d'ajustement des paramètres de cette relation sur les données taille-âge, il existe de fait une forte corrélation négative entre les paramètres  $K$  et  $L_{\infty}$ ).
- $t_0$  n'a pas d'interprétation biologique. C'est l'âge hypothétique qu'aurait un poisson de longueur 0 s'il avait grandi toute sa vie selon le modèle de Von Bertalanffy. Dans notre cas, il n'est pas étonnant que l'on estime  $t_0 = 0$  car les données de premières captures concernent des poissons de petite taille.  $t_0$  a peu d'influence sur l'estimation des paramètres de croissance.

Deux grandes familles de méthodes sont disponibles pour l'étude de la croissance : 1) L'analyse de la structure en taille des captures commerciales. 2) L'étude des marques de croissance sur les pièces squelettiques. Les deux travaux de Pérodou (1994) et de Gonzalès (1990) mentionnés si dessous illustrent bien ces deux grandes familles de méthodes appliquées à *L. purpureus*.

### B. Détermination des paramètres de croissance par analyse de la structure en taille des captures

Les méthodes numériques utilisées sont très classiques en halieutique. Elles utilisent les données de captures et sont basées sur le principe suivant : A chaque mode de la distribution en taille des captures est associée une cohorte. On identifie ces modes et on suit leur progression au cours du temps de manière à suivre la croissance des cohortes. D'une manière générale, ces méthodes d'analyse de

distribution poly-modales sont efficaces tant que la variabilité de la croissance dans une même cohorte est inférieure à la différence de longueur séparant deux modes successifs. Ces méthodes sont souvent contestables et contestées en matière de dynamique des populations tropicales à cause du caractère caduque du concept de cohorte sous ces climats. En effet, dans le cas courant où la reproduction est continue toute l'année ou bien étalée sur une grande période, il est impossible de distinguer des cohortes dans les captures commerciales. On distingue les méthodes « graphiques » (MPA pour Modal Progression Analysis) et celles basées sur des « optimisations numériques ». Le lecteur intéressé pourra se référer à Laurec & Le Guen, 1981. L'indexe de référence (en Annexe) fournit quelques détails sur les méthodes citées ci dessous.

Pérodou (1994) a produit une estimation des paramètres de croissance de la population de Vivaneaux rouges de Guyane française, estimation qui sert encore aujourd'hui de référence à l'évaluation des stocks en Guyane (Tableau I. 5).

|   | Données expérimentales |           | Données commerciales |      |
|---|------------------------|-----------|----------------------|------|
|   | $L_{\infty}$           | $K$       | $L_{\infty}$         | $K$  |
| Powell Wetherall  |                        |           | 95.5                 | /    |
| Etude de données Taille / Age<br>(analyse de cohortes, MPA) |                        |           | /                    | 0.12 |
| Elephan   | 90                     | 0.25      | 90                   | 0.23 |
|   | 95                     | 0.24      | 95                   | 0.20 |
|   | 100                    | 0.19      | 100                  | 0.17 |
| Sheperd   | 90                     | 0.14      | 90                   | 0.14 |
|   | 95                     | 0.12      | 95                   | 0.12 |
|   | 100                    | 0.11      | 100                  | 0.12 |
| Multifan (*)  | 90-100                 | 0.11-0.12 | /                    | /    |

**Tableau I. 5 :** Résultats de l'étude de Pérodou (1994) sur le stock guyanais. (\*) La méthode Multifan donne en plus une indication de la corrélation très forte entre  $K$  et  $L_{\infty}$  : -0.98.

Il utilise des données de captures commerciales et de deux campagnes de pêche expérimentales : Une campagne de pêche à la ligne (4 campagnes réalisées en juin-juillet 1991, août 1991, octobre 1991, novembre 1991 par des scientifiques embarqués sur les ligneurs vénézuéliens) et une campagne de chalutage (3 campagnes, en juillet 1987, mai 1989 et mars 1990). Mailles étirées entre 40 et 50 mm. Les captures sont essentiellement constituées d'individus juvéniles, pour lesquels la séparation des cohortes est assez distincte).

Une première série de méthodes de type « MPA » est appliquée sur les données de chalutage. La méthode de *Powell Wetherall*, appliquée à ces données, permet d'estimer  $L_{\infty}$ . La méthode de *Battacharya*, appliquée aux mêmes données, permet une bonne identification des cohortes. Les données taille / âge ainsi obtenues (par une analyse de progression modale MPA) sont analysées par une linéarisation de la relation de *Von Bertalanffy* (méthode dite de *Gulland & Holt*) pour obtenir une

estimation de  $K$ . Cette méthode est ici très contestable car elle n'utilise que trois points expérimentaux et le point  $L_\infty$  estimé précédemment.

L'application de méthodes numériques d'optimisation complète ces estimations. Péroudou utilise les méthodes *ELEPHAN* et de *SHEPERD* appliquées aux données de captures expérimentales à la ligne et captures commerciales moyennées sur les années 1989 – 1991. Ces méthodes donnent des combinaisons de  $K$  et  $L_\infty$  les plus adaptées aux observations. L'utilisation de la méthode *MULTIFAN* (méthode du Maximum de Vraisemblance) donne une autre estimation du couple ( $K ; L_\infty$ ).

### **Conclusion**

L'étude de Péroudou, basée sur l'analyse de fréquences de taille des captures a le mérite d'utiliser peu de données et a nécessité peu d'investissement expérimental. Cependant, cette analyse montre des limites car elle manque de connaissances plus précises sur la biologie du poisson (l'âge des cohortes observées, la(les) période(s) de reproduction).

Les résultats produits sont proches de ceux que l'on peut trouver dans la littérature. Péroudou retient les valeurs suivantes  $K = 0.12$  et  $L_\infty = 95 \text{ cm}$ ,  $M = 0.20$  qui servent encore de référence pour l'évaluation et la gestion des stocks de vivaneaux en Guyane.

## **C. Détermination des paramètres de croissance par lecture des pièces squelettiques chez les Lutjanidae, en particulier chez *L. purpureus***

La sclérochronologie est une autre famille de méthodes qui permet d'estimer les paramètres de croissance des poissons. La sclérochronologie des poissons intertropicaux comme *L. purpureus* pose des difficultés rappelées ici. Le travail de Gonzales (1990) réalisé sur le stock de Vivaneau rouge exploité au Vénézuéla propose une méthodologie simple et complète. C'est pourquoi il sert de trame au développement de cette partie.

### **1. Fondement des méthodes de sclérochronologie**

Chez les poissons, certaines pièces minéralisées, comme les écailles, les otolithes, certaines vertèbres ou autres pièces calcifiées se comportent comme des enregistreurs des rythmes de croissance au cours du temps. La **sclérochronologie** est l'interprétation des marques de croissance sur les pièces minéralisées. Cette technique est utilisée pour déduire l'âge des poissons. Pour Meunier (1994), les variations saisonnières annuelles, importantes en **zone tempérée**, des facteurs du milieu extérieur contrôlant la croissance (température, photopériode, abondance de nourriture) sont relayées au niveau de l'organisme par divers processus physiologiques comme la fonction de nutrition (abondance ou rareté de la nourriture) ou encore les sécrétions hormonales. Ces variations synchronisent alors la croissance des poissons.

### **2. Les poissons tropicaux et équatoriaux : un cas difficile**

Les études de sclérochronologie sur les poissons tropicaux sont délicates, car en milieu tropical, les

variations saisonnières de facteurs comme la température ou la photopériode peuvent être trop faibles pour engendrer des stries de croissance nettes (Pannella, 1974 ; Fagade, 1974 ; Meunier, 1990). Les pièces squelettiques de poissons tropicaux présentent rarement des stries annuelles claires mais plutôt des bandes de croissance périodiques, les plus importantes étant dues aux rythmes de reproduction, brouillées par d'autres marques dues à des perturbations aléatoires dont la fréquence serait inversement proportionnelle à la profondeur du milieu de vie.

C'est pourquoi la détermination de l'âge des poissons tropicaux par sclérochronologie est délicate et incertaine (Brander, 1974). Les trois sources d'erreurs citées par Sycle (1974) sont d'autant plus importantes sous ces climats : (1) Les marques visibles sur les pièces squelettiques ne reflètent pas nécessairement les rythmes de croissance (erreur dans le codage de l'information). (2) Erreurs dans la lecture des marques. (3) Erreurs d'interprétation des marques. Cette incertitude se répercute dans l'évaluation des stocks. Elle a surtout une influence sur la variabilité des taux de survie, mais les conséquences sont faibles surtout si elle est répartie également sur toutes les classes d'âge. En revanche, elle peut engendrer un biais important dans l'évaluation si elle est concentrée sur une classe d'âge en particulier (par exemple, les erreurs sont plus importantes sur des poissons âgés).

Deux auteurs ayant travaillé sur les stocks de vivaneaux guyanais, Pérodou (1994) et Chevallier (1990), apportent peu de crédit aux méthodes de sclérochronologie appliquées aux vivaneaux guyanais. Selon eux, le Vivaneau rouge vit à des profondeurs suffisamment importantes (60 – 120 m) pour conférer une grande stabilité à son milieu de vie. Pour ces deux auteurs, la méthode la plus prometteuse resterait la lecture des stries journalières sur les otolithes. Mais cette technique est coûteuse, difficile techniquement (nécessite le recours à la micro radiographie et à l'analyse d'images). De plus, elle est peu fiable sur les poissons atteignant un certain âge car la lecture des stries devient vite trop imprécise.

La sclérochronologie des poissons tropicaux comme les Lutjanidés est certes difficile mais reste possible. L'étude de Meunier (1994) montre que pour nombre de poissons d'eau douce de Guyane c'est plutôt l'alternance des saisons des pluies et saisons sèches qui rythme la croissance par la modification de la quantité et de la qualité des eaux. Cela suggère que la variation des apports de l'Amazonie peut avoir une influence sur certains poissons marins côtiers. D'après Pérodou (1994), (tiré de Poinsard et Troadec, 1966 ; Le Guen et Troadec, 1976), les écailles ou les otolithes de vivaneaux pourraient montrer des anneaux différentiels de croissance bien marqués dans le cas où des variations importantes de salinité de l'eau existeraient suivant les saisons. Pour Chevallier (1990), ces techniques ont donné quelques résultats sur les Lutjanidés des eaux cubaines (*L. synagris*) décrits par Claro et Bustamante (1977), Claro et Reshentnikov (1981), Claro (1983a, 1983b), dans les eaux du nord-est Brésil par Alegria et Menezes (1970), ou encore dans les eaux de Trinidad (Manikand-Dass, 1987) où les stries annuelles seraient dues à l'existence de deux saisons hydrologiques marquées dans les eaux du golfe de Paria. Aussi, d'après Pérodou (1994), des événements marquant de la vie du poisson, par

exemple les changements d'habitat, pourraient être à l'origine de traces laissées sur les pièces squelettiques. Enfin, différents auteurs (Grimes, 1987 ; Prost, 1987 ; Martec, 1995 ; Frouin, 1997) mentionnent des facteurs physiques (décharge de l'Amazone ; variation de la salinité ; upwelling) dont la variabilité saisonnière est susceptible d'engendrer des différences dans la croissance saisonnière des vivaneaux.

### 3. Etude des marques de croissance sur les écailles et os urohiaux de *L. purpureus*

L.W.Gonzales Cabellos (1990) propose une méthode séduisante de sclérochronologie sur *L. purpureus* (données de pêche commerciale). Gonzalès travaille sur deux pièces squelettiques : les **écailles** et l'**os urohial**, un os impair situé dans la gorge du poisson (Figure I. 5), prélevées sur 432 poissons (183 mâles, 199 femelles et 50 individus de sexe indéterminé), pêchés dans la région de L'île de Margarita, au large du Venezuela, entre juin 1984 et mai 1985, dont la taille varie entre 23 et 88 cm (longueur totale). Les **écailles** sont prélevées derrière la nageoire pectorale, lavées dans une solution aqueuse détergente usuelle. Une fois sèches et pressées, la lecture se fait grâce à un projecteur de marques d'écailles. L'**os Urohial** est prélevé, lavé dans l'eau chaude avec une brosse à poils durs pour enlever tous les tissus. Les os sont ensuite examinés à la loupe binoculaire, avec un fond sombre et une lumière réfléchi oblique par rapport au plan horizontal. Les anneaux correspondant à une zone de moindre densité (indiquant une croissance moindre) apparaissent à la lecture. Gonzalès lit les anneaux de l'os urohial dans la portion laminaire inférieure (Figure I. 5). Pour les écailles et les os urohiaux, il mesure tous les rayons des anneaux successifs,  $r_1, \dots, r_n$ , le rayon actuel  $R_t$ , la distance radiale entre le rayon actuel et le dernier rayon (*annulus*),  $(R_t - r_n)$ . Toutes ces mesures sont faites en *mm*, sur du papier millimétré.

La méthode est validée par une bonne proportionnalité (Coefficient de corrélation  $> 0.90$ ) entre la croissance des poissons ( $L_t$ ) et des pièces squelettiques ( $R_t$ ). Les longueurs prédites grâce à l'estimation des paramètres  $a$  et  $b$  de la régression  $L_t = a + b \cdot R_t$ , à partir des écailles ou des os urohiaux ne sont pas significativement différentes.

Afin d'étudier le rythme de croissance annuel, la méthode utilisée par Gonzales (c'est la plus couramment utilisée, aussi retenue par Meunier (1994) pour l'ageage de 4 espèces de poissons de Guyane française) consiste à capturer des vivaneaux chaque mois  $i$  pendant un an ( $i = 1, \dots, 12$ ) et à mesurer la distance  $(R_t - r_n)$  entre la dernière marque de croissance et le bord de la pièce calcifiée. La variation du taux de croissance  $I = (R_t - r_n) / (r_n - r_{n-1})$  en fonction du mois en cours permet de savoir à quel moment de son cycle de croissance se situe l'animal. Ce rythme de croissance des pièces squelettiques est mis en relation avec le rythme de reproduction des vivaneaux établi par le suivi du rapport gonado-somatique des femelles, selon la même méthode que celle utilisées par Péroudou (1994) (paragraphe E. 1). Pour les **écailles**, la période de plus faibles indices  $I$  (croissance la plus faible), entre mai et septembre, est associée à la période de formation de l'anneau de croissance et correspond à la période de reproduction (entre avril et sept, avril étant la période où la proportion de poissons matures

est la plus forte et où les indices gonado-somatiques sont les plus forts aussi. C'est aussi la saison des pluies (juin – septembre au Venezuela). La période de plus forte croissance est située pendant la saison sèche (décembre - mars). Les résultats obtenus grâce aux os urohiaux sont moins marqués mais pas contradictoires avec ceux des écailles. Gonzalès recommande de réaliser l'étude sur des poissons juvéniles pour bien déterminer la période de formation de l'anneau de croissance.

Les groupes d'âge, formés en faisant l'hypothèse (validée par la suite) de la formation d'un seul anneau par an., lors de la période de reproduction, sont cohérents entre les lectures d'écailles et d'os urohiaux, ce qui permet de choisir l'une ou l'autre des méthodes sans risquer d'avoir des résultats différents. L'âge minimal pour la maturité sexuelle serait de deux ans (groupe II) pour les femelles et de trois ans (groupe III) pour les mâles. Dès 6 ans pour les femelles et 5 ans pour les mâles, 50 % des individus sont matures.

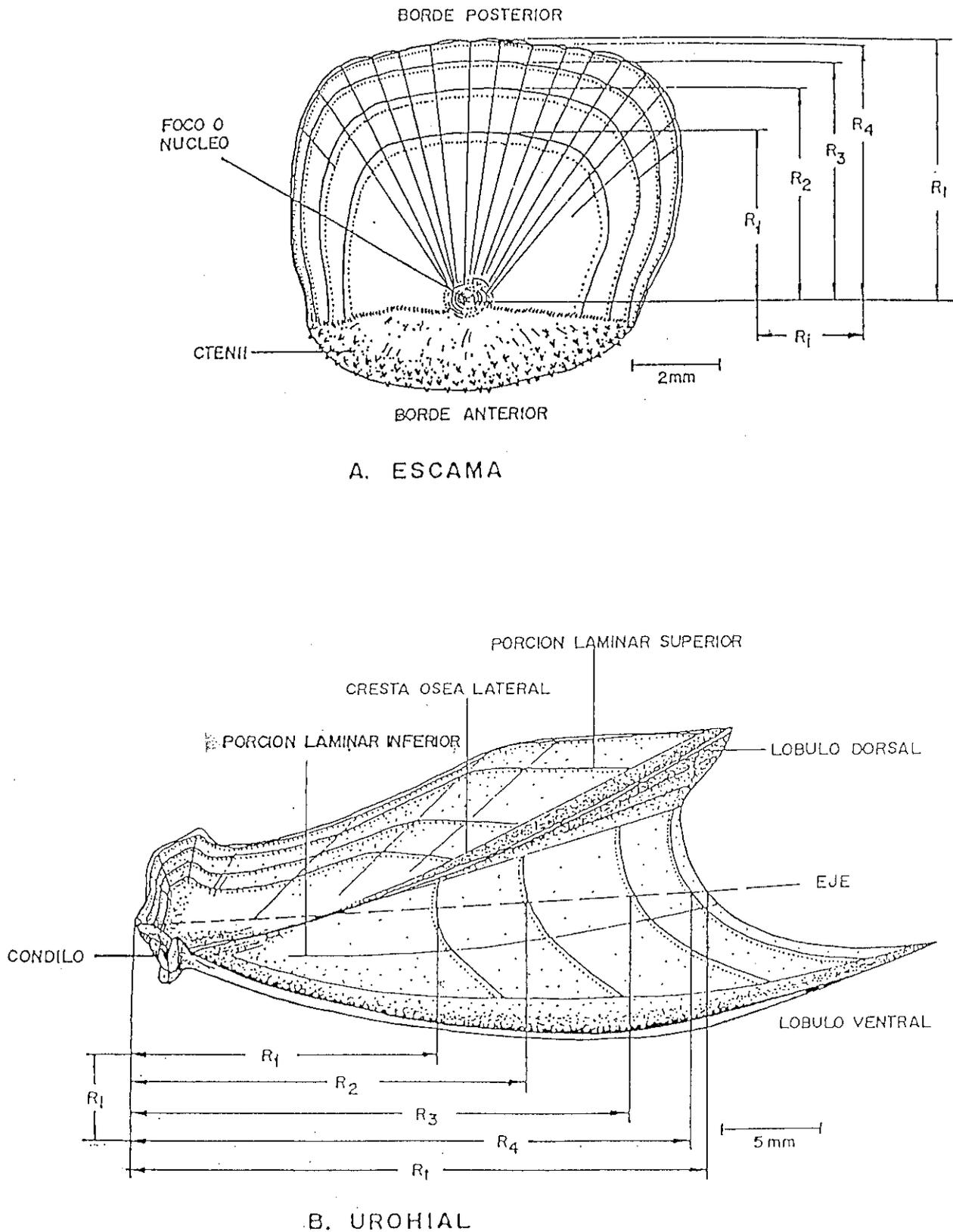
Après avoir âgé les poissons Gonzalès estime les paramètres de croissance  $K$  et  $L_{\infty}$  (Tableau I. 6) par la méthode graphique de Ford-Walford (Cf. Annexe Indexe des méthodes).  $t_0$  est estimé par la formule de Gulland, et l'âge maximal par la relation  $\text{âge max} = t_0 + 2.996 / K$ .

| Méthode            | $K$ ( $\text{an}^{-1}$ ) | $L_{\infty}$ (cm) | $t_0$ | $M$  | Age max  |
|--------------------|--------------------------|-------------------|-------|------|----------|
| Ford-Walford       | 0.11                     | 106               | /     | /    | /        |
| Moindres carrés    | 0.15                     | 108.76            | /     | /    | /        |
| Formule de Gulland | /                        | /                 | -1.43 | /    | /        |
| Critères de Taylor | /                        | /                 | /     | 0.16 | 18.5 ans |

Tableau I. 6 : Paramètres de croissance déduits de l'analyse des marques de croissance sur les pièces squelettiques par Gonzalès (1990).

### Conclusion

- ⇒ Gonzalès (1990) montre que l'observation des os urohiaux présente un grand intérêt :
- c'est une méthode qui permet d'obtenir des clefs taille / âge sans moyens considérables et qui donne des résultats très proches de ceux obtenus par d'autres méthodes plus classiques (écailles, otolithes) donnés par d'autres auteurs,
  - il semble que les marques de croissance soient visibles sur les os urohiaux sans avoir recours à des techniques de visualisation très perfectionnées (contrairement à l'observation des otolithes par exemple).
- ⇒ L'hypothèse la plus probable est qu'il se forme un anneau de croissance annuel lorsque la croissance ralentit, au moment de la reproduction qui a lieu pendant la saison des pluies.



**Figure I. 5 :** Pièces dures utilisées pour la lecture des marques de croissance de *L. purpureus* par Gonzales Cabellos W.J. (1990). A) Ecaïlle. B) Os urohial (os unique situé dans la gorge du poisson). Les  $R_i$  sont les rayons partiels indiquant les marques de croissance.  $R_t$  est le rayon total de la pièce dure.

### D. Comparaison des valeurs des paramètres de croissance trouvées dans la littérature

De nombreux auteurs (Gonzalès, 1990 ; Pérodou, 1994 ; Ximénsè et Fontella Filho, 1988 ; Meneses et Gesteira, 1974 ; Lina, 1965) ont travaillé sur des stocks de vivaneaux distincts et en utilisant des méthodes différentes les unes des autres (Tableau I. 7) Néanmoins, les résultats proposés concernant l'estimation des paramètres de croissance de *L. purpureus* sont proches et cohérents.

Pour certains (Pérodou, Chevillier), les analyses de cohortes sont les plus rentables et les plus efficaces. D'autres ont foi en les méthodes de lecture de pièces squelettiques. Mais dans les deux cas, la validité des méthodes employées est contestable lorsque les connaissances sur la biologie du poissons sont approximatives. Dans une analyse de cohorte, il est nécessaire de connaître la période de reproduction des poissons, la durée qui sépare deux cohortes successives, et de disposer de captures commerciales de bonne qualité (biais de sélectivité de la pêche sur des poissons d'une certaine taille). Pour la lecture de pièces squelettiques, même dans le cas favorable où l'on disposerait de techniques microscopiques nécessaires à l'observation des stries de croissance journalières, ces méthodes demanderaient à être validées par des connaissances sur la croissance et la biologie des poissons.

| Source                                | Pays      | Région               | Méthodes                 | $L_{\infty}$ (cm) | K     | To    |
|---------------------------------------|-----------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------|-------|
| Lina, 1965                            | Brésil    | Nord – est           | Otolithes                | 97.67             | 0.117 |       |
| Meneses & Gesteira, 1974              | Brésil    | Sud                  | Ecailles                 | 98.86             | 0.09  |       |
| Nelson RS & Manooch CS, 1982 (*)      | U.S.A     | Sud<br>Golfe Mexique | Ecailles &<br>otholithes | 97                | 0.162 | 0.01  |
| Ximenes & Fontela-Filho, 1988         | Brésil    | Nord-est             |                          | 92.9              | 0.103 | -2.8  |
| Gonzales, 1990                        | Venezuela | Sud                  | Os urohial               | 108.76            | 0.15  | -1.43 |
| US Department of fisheries, 1988 (**) | USA       | Golfe du<br>Mexique  | ?                        | 95                | 0.17  | 0     |

**Tableau I. 7 :** Différentes valeurs des paramètres de croissance de *L. purpureus* utilisées dans l'évaluation de différents stocks sud américains.

(\*) : Le travail de Nelson R.S. et Manooch C.S. (III, 1982) concerne *Lutjanus campechanus*, une espèce co-spécifique de *L. purpureus* du Sud des Etats-Unis et du Golfe du Mexique. (\*\*): Concerne *L. campechanus* du Golfe du Mexique.

### III. BIOMETRIE

#### A. Relation Longueur totale – longueur fourche

Tous (1988) établit qu'il y a proportionnalité entre la longueur à la fourche et la longueur totale des vivaneaux rouges. La relation est la suivante (Figure I. 6) :

$$\underbrace{Lt}_{\substack{\text{Long. totale} \\ (\text{cm})}} = 1.10 . \underbrace{Lf}_{\substack{\text{Long. fourche} \\ (\text{cm})}} \quad [I. 2]$$

#### B. Relation poids vide – poids entier

La relation établie par Prévost (1989) entre le poids entier PE et le poids vidé PV permet d'estimer la biomasse pêchée (poissons entiers) à partir du poids des poissons débarqués vidés (Figure I. 6) :

$$\underbrace{PV}_{\text{Poids vide (g)}} = 0.907 . \underbrace{PE}_{\text{Poids entier (g)}} - 13.831 \quad [I. 3]$$

Pour estimer le poids entier pêché, on utilise l'approximation suivante :

$$\underbrace{PE}_{\text{Poids entier (g)}} = 1.102 . \left( \underbrace{PV}_{\text{Poids vidé (g)}} + 13.831 \right) \quad [I. 4]$$

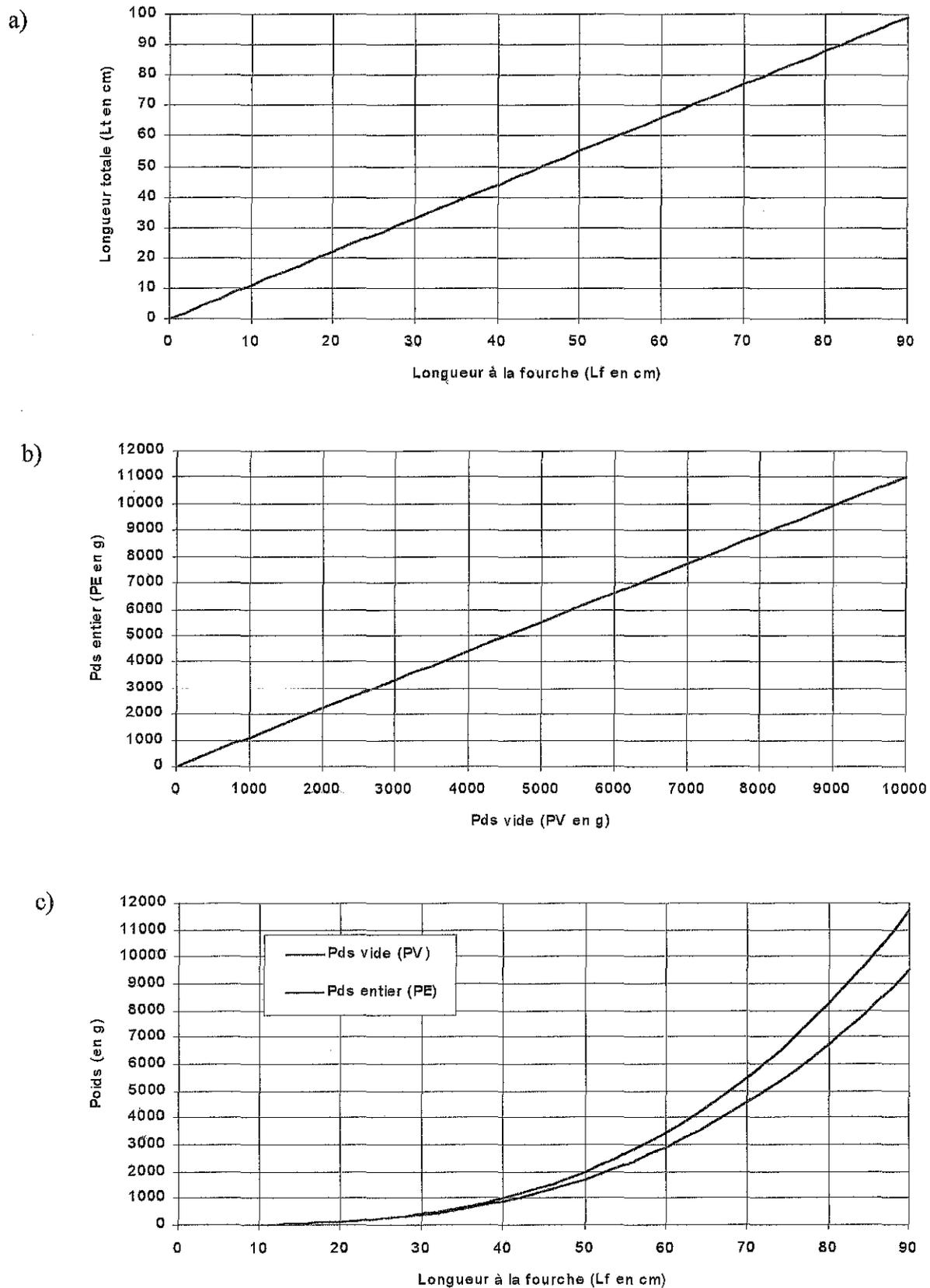
#### C. Relations taille - poids

Tous (1988) établit une relation entre la longueur à la fourche,  $L_f$ , et le poids des poissons éviscérés (poids vide)  $PV$  :

$$\underbrace{PV}_{\text{Poids vide (g)}} = 0.0195 . \underbrace{Lf}_{\substack{\text{Longueur fourche} \\ (\text{cm})}}^{2.91} \quad [I. 5]$$

Prévost (1989) établit une relation entre la longueur à la fourche  $L_f$  et le poids PE des poissons entiers pour les individus échantillonnés dans les débarquements des ligneurs vénézuéliens :

$$\underbrace{PE}_{\text{Poids entier en g}} = 0.01489 . \underbrace{Lf}_{\substack{\text{Longueur fourche en cm}}}^{3.01767} \quad [I. 6]$$



**Figure I. 6 :** Relations biométriques ajustées concernant les captures commerciales de Vivaneaux rouges (*L. purpureus*), d'après Prévost, 1989. Figure a) :  $Lt = 1.10 \times Lf$ . Figure b) :  $PE = 0.907 \times PV - 13.831$ . Figure c) :  $PV = 0.0195 \times Lf^{2.91}$  ;  $PE = 0.01489 \times Lf^{3.01767}$ .

## CONCLUSION

Les vivaneaux rouges sont caractérisés par une croissance lente, une longévité grande, une mortalité naturelle plutôt faible et une maturité sexuelle tardive. Cela en fait une espèce dont le taux de renouvellement et la productivité du stock sont plutôt faibles. A cela se rajoute un comportement vraisemblablement grégaire et sédentaire à l'état adulte. Ce comportement facilite les forts taux d'exploitation et l'impact très grand de la pêche sur les groupes de poissons concentrés sur les têtes de roche. Ces connaissances ont donc des implications en matière de gestion des stocks et doivent impérativement être prises en compte dans la politique de gestion de la pêcherie.

D'autre part, les connaissances sur la reproduction des vivaneaux sont imprécises. Elles interviennent pourtant de façon prépondérantes dans l'évaluation du stock. Des efforts de recherche à ce sujet semblent absolument prioritaires.

## Partie 2

# Description de la pêcherie vénézuélienne de Vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) dans la ZEE de la Guyane française.

*Fiches de pêche et données spatialisées.  
Evaluation de la structure en taille des débarquements.*

### Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCTION .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>I. UNE PÊCHE TRADITIONNELLE À LA LIGNE DE FOND .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>II. MÉTHODES DE SUIVI DE LA PÊCHERIE PAR L'IFREMER .....</b>   | <b>28</b> |
| A. LES DONNÉES DE FICHE DE PÊCHE .....  | 28        |
| 1. <i>La ZEE de la Guyane française</i> .....   | 28        |
| 2. <i>Le régime de fiches de pêche</i> .....  | 28        |
| 3. <i>Données d'effort et de captures spatialisées</i> .....  | 30        |
| B. LES DONNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE SCIENTIFIQUE. ESTIMATION DE LA STRUCTURE EN TAILLE DES DÉBARQUEMENTS ..... | 30        |
| C. ESTIMATION DES CAPTURES À PARTIR DES DÉBARQUEMENTS .....   | 31        |
| D. ESTIMATION DE L'EFFORT DE PÊCHE .....  | 31        |
| <b>III. COMMENTAIRES SUR LES DONNÉES SYNTHÉTIQUES DE LA PÊCHERIE .....</b>                                  | <b>32</b> |
| A. EFFORT, PRODUCTION ET CPUE STABILISÉS .....  | 32        |
| B. BAISSÉ DE LA TAILLE MOYENNE DES CAPTURES .....   | 32        |
| C. RÉPARTITION SPATIALE DE L'EFFORT, DE LA PRODUCTION ET DES CPUE .....                                     | 32        |
| 1. <i>Effort de pêche &amp; production</i> .....  | 32        |
| 2. <i>Captures Par Unité d'Effort de Pêche</i> .....  | 33        |
| <b>CONCLUSION .....</b>   | <b>33</b> |

## INTRODUCTION

L'ambition de cette partie est de proposer une vue d'ensemble de la pêcherie vénézuélienne de vivaneaux rouges (*L. purpureus*) dans la ZEE de Guyane française. On montre dans un premier temps comment IFREMER suit cette pêcherie depuis plusieurs années. On décrit le régime de fiche de pêche et les informations spatialisées concernant l'effort et les captures qui en découlent. Nous donnons ensuite (à l'aide de l'annexe II) la méthode d'estimation par échantillonnage des données nécessaires à l'évaluation du stock : les débarquements et la structure en taille des débarquements. Sur la base de ces données, on dresse un bilan chiffré de la production, de l'effort de 1986 à 1998. Enfin, nous proposons une vue synthétique de la répartition spatiale de l'effort et de la production dans la ZEE.

### I. UNE PECHE TRADITIONNELLE A LA LIGNE DE FOND

La pêche du vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) dans les eaux de la Guyane française a toujours fait l'objet d'une exploitation traditionnelle par les pêcheurs étrangers, surtout par les ligneurs vénézuéliens. Aujourd'hui, le vivaneau rouge est, derrière la pêcherie de crevettes *péneides*, la deuxième ressource halieutique exploitée dans la ZEE de la Guyane française, avec une valeur débarquée avoisinant les 15 MF.

Trois techniques de pêche sont utilisées pour la pêche au vivaneau (Prévost, 1989 ; Pérodou, 1994 ; Moguedet, 1995 b). 1) La pêche au chalut s'est développée au milieu des années 70. Elle a sans doute entraîné une sur exploitation de la ressource. Elle est interdite depuis 1983. 2) La pêche au casiers demeure mais reste marginale. 3) La pêche à la ligne de fond par les ligneurs vénézuéliens représente aujourd'hui la quasi totalité de l'exploitation (Figures II. 1 et II. 2).

Avant la création de la ZEE en Guyane, cette exploitation a fait l'objet de débarquements occasionnels dans les Caraïbes. Cela a rendu impossible toute évaluation de cette pêcherie. A partir de 1983 – 1984, la pêcherie est soumise à un système de gestion. Seuls les arts dormants (casiers, lignes) sont autorisés et la pêche est réglementée par un système de licences. Elle connaît une phase d'expansion (effort, captures) jusqu'en 1996 et semble se stabiliser à partir de 1996 jusqu'à aujourd'hui (Moguedet, 1995, b ; Pérodou, 1994).

Aujourd'hui, la pêche est pratiquée par une flottille d'une quarantaine de ligneurs (Figure II. 1) évoluant sous un quotas de 46 licences délivrées chaque année (41 au Vénézuéla et 5 aux pays ACP). Ils pratiquent la pêche à la ligne de fond en dérive sur les sols durs (Figure II. 2).



**Figure II. 1 :** Ligneur vénézuélien en route (haut) et en pêche (bas). Les ligneurs vénézuéliens sont des bateaux traditionnels, pour la majorité en bois, d'une longueur de 14 à 19m, tous rattachés aux ports de l'île de Margarita au Vénézuéla. La puissance de ces bateaux varie pour la plupart entre 150 et 300 kw. 11 à 17 marins sont embarqués à bord. Le poisson est conservé dans une cale à glace.

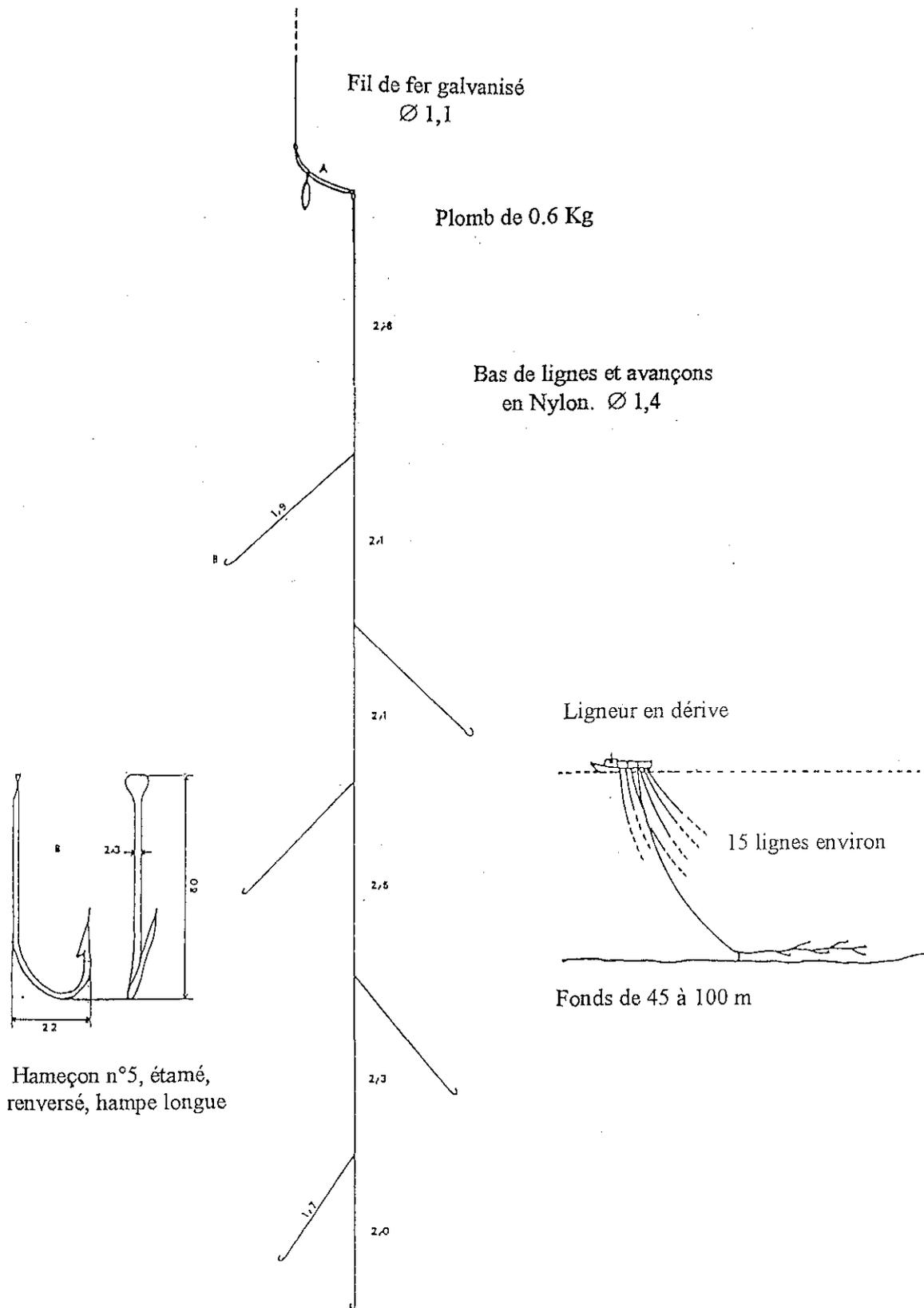


Figure II. 2 : Type de ligne à main utilisées à bord des ligneurs vénézuéliens. Corps de ligne en fil de fer galvanisé permettant de pêcher sur des fonds de 100 à 120 m. Lestée par un plomb de 0.6 à 1 kg env., elle porte un bas de ligne de nylon de 10 m env. muni de 5 à 6 hameçons. Les ligneurs pêchent en petits groupe de 4 à 5 bateaux. Une fois le fond rocheux repéré, la pêche se fait en dérive dans le courant. 8 à 12 lignes sont mises à l'eau et nécessitent 8 à 12 marins. (Source : Prévost, 1989, d'après Robert Bellail)

## II. METHODES DE SUIVI DE LA PECHERIE PAR L'IFREMER

Avant l'application effective en Guyane du « régime de conservation et de gestion des ressources halieutiques des Zones Economiques Exclusives (ZEE) des états membres de la communauté européenne » en 1983 (le régime existait dans les textes depuis 1978), l'exploitation des vivaneaux n'est pas contrôlée et on ne dispose pas de statistiques permettant d'évaluer l'impact de cette pêche sur les ressources du plateau.

En 1983, l'application des règlements de la Commission Européenne se généralise à la Guyane française. Cela s'accompagne d'un réseau de recueil de l'information sur la pêche qui compte deux volets. 1) Un système de **fiches de pêche** remplies par les ligneurs ainsi que des contacts avec les transformateurs et la Direction Régionale des Affaires Maritimes, permettent de disposer de données spatialisées d'effort et de production. 2) Depuis 1985, l'IFREMER procède au suivi et à l'**échantillonnage** des débarquements par les ligneurs vénézuéliens au vieux port de Cayenne des trois espèces de vivaneaux, le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*), le vivaneau rayé (*Lutjanus synagris*), le vivaneau ti-yeux (*Rhomboplites aurorubens*). Le vivaneau rouge représente la grande majorité de ces débarquements. L'objectif de ce suivi est double. Il s'agit d'estimer chaque mois le poids débarqué de chaque espèce (dont on déduit le poids capturé) et d'obtenir une estimation de la structure en taille des captures. Ces données sont nécessaires à l'évaluation du stock imposée par les règlements communautaires.

### A. Les données de fiche de pêche

#### 1. La ZEE de la Guyane française

La ZEE de la Guyane française représente une superficie de 130 000 km<sup>2</sup> (la ZEE de la France métropolitaine couvre 340 400 km<sup>2</sup>). Elle s'étend sur un rectangle délimité par deux lignes perpendiculaires à la côte, au nord ouest au niveau du fleuve Maroni et au sud est au niveau du fleuve Oyapock, jusqu'à une distance de la côte de 200 milles nautiques soit environ 370 km (Figure I. 1). Elle comprend un plateau continental de très faible pente (environ 1 ‰) sur une largeur moyenne de 150 km qui représente une surface d'environ 50 000 km<sup>2</sup>, puis un talus continental plus abrupte qui débute à une profondeur d'environ 90 m.

#### 2. Le régime de fiches de pêche

Les règlements européens du « régime de conservation et de gestion de la ressource halieutique » dans la ZEE s'accompagnent de la mise en place d'un régime de fiches de pêche. Tout pêcheur est tenu de remplir une **fiche de pêche** à chaque marée (une marée est identifiée par un nom de bateau et une date de débarquement). Ces fiches de pêche permettent de disposer d'informations spatialisées sur l'effort et



les captures (Figure II. 3). La ZEE est divisée en 4 zones numérotées de 1 à 4 (Figure I. 1). Les zones 5 et 6 représentent les zones frontières avec le Brésil (5) et le Surinam (6). Les pêcheurs doivent y indiquer pour chaque jour de pêche la zone et la sonde dans lesquelles ils opèrent ainsi que le nombre d'heures de pêche et le poids des captures. Le taux de remplissage et de retour des fiches est supérieur à 80 %. Cela permet de disposer de données que l'on peut supposer fiables, pour les années 1988 à 1990 et 1994 à 1998. Pour des raisons inhérentes à la difficulté du recueil des informations auprès des professionnels, les données des années 1991 à 1993 sont incomplètes.

### 3. Données d'effort et de captures spatialisées

Grâce aux fiches de pêche, on dispose pour chaque marée, dans chaque zone et chaque classe de sonde de 10 m (20 – 29 m ; 30 – 39 m ...), de l'effort de pêche (en  $h$  pour le bateau) et du poids capturé estimé par le pêcheur. On en déduit des données de capture (en kg), d'effort (en  $h.bateau$ ) et de captures par unité d'effort ( $kg / h.bateau$ ) par zone et par classe de sonde pour l'ensemble des bateaux. On calcule les moyennes annuelles et les moyennes mensuelles sur les années considérées pour ces trois types de données ventilées par zone et par classe de sonde. Nous n'avons pas joint à ce document de listing de ces données, qui sont fidèlement représentées aux Figures II. 6 à II. 11. La représentation spatiale des données est obtenue grâce au logiciel *Microsoft Excel 97*. Quadrillage vertical : 4 lignes verticales représentant les perpendiculaires à la côte à hauteur de la Pointe Béhague (zone 1), de Cayenne (zone 2), de Sinnamary (zone 3), d'Organabo (zone 4). Quadrillage horizontal : classes de sonde. Par exemple, la classe de sonde 10-19m est représentée par la ligne 10 m. Un point de croisement sur la grille représente une donnée pour une zone et une classe de sonde.

On peut considérer les captures par unité d'effort de pêche en  $kg$  par  $h.bateau$  comme des indices d'abondance car les ligneurs vénézuéliens sont de taille homogène, comptent le même nombre de marins et d'engins (lignes de fond).

## B. Les données d'échantillonnage scientifique. Estimation de la structure en taille des débarquements

Depuis 1985, l'IFREMER a mis en place un système de suivi des débarquements de la pêcherie de vivaneaux pratiquée par les ligneurs vénézuéliens. Le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) représente la grande majorité de ces débarquements. Cet échantillonnage vise à obtenir une estimation de la structure en taille des captures (Annexe II, Protocole d'échantillonnage scientifique).

Pour tous les bateaux échantillonnés, on dispose donc d'un **échantillon de poissons permettant d'estimer la structure en taille des débarquements, par classe de taille de 1 cm**. On en déduit pour chaque année et chaque mois  $m$  l'estimation du nombre de Vivaneaux rouges débarqués au vieux port de Cayenne pour chaque classe de taille  $k$ ,  $\hat{N}_{deb}^{jk}$  (en référence à l'annexe II,  $j$  est l'indice de l'espèce, *L. purpureus* en l'occurrence et  $k$  l'indice de la classe de taille). Cette estimation de la

structure en taille des débarquements est nécessaire à l'estimation de la structure en taille des captures, en vue de l'évaluation du stock par une analyse de cohortes (Partie 4).

Pour les années 1986 à 1989 et 1991 à 1993, on ne dispose pas du nom des bateaux échantillonnés.

### **C. Estimation des captures à partir des débarquements**

Par application de la réglementation européenne, l'octroi de la licence de pêche dans les eaux de la ZEE impose aux ligneurs vénézuéliens de débarquer à Cayenne au moins 75 % de leurs captures, qui doivent être vendues à 3 transformateurs du poisson à Cayenne : Abchée, Codepeg, Guyane Océan (disparue en 1998). Or, il semble que les pêcheurs vénézuéliens ont aujourd'hui intérêt à débarquer le minimum de leurs captures à Cayenne. La raison essentielle est que les vivaneaux sont payés au pêcheur environ 2 \$US / kg à Cayenne (en 1999), alors qu'ils sont achetés le double au Vénézuéla et également plus cher aux Antilles. On suppose donc que ce chiffre de 75% est vrai (*c-a-d que les vénézuéliens, après avoir réalisé 3 ou 4 marées débarquées entièrement à Cayenne, effectuent, avant de rentrer au Vénézuéla, une dernière marée qui sera débarquée entièrement au Vénézuéla*), mais avec de fortes présomptions pour que cette hypothèse soit fautive. Le seul mérite de cette hypothèse est d'être en accord avec la réglementation et nous n'avons pas, à l'heure actuelle, les moyens de la vérifier.

L'estimation des captures totales opérées sur le stock par la pêcherie vénézuélienne se fait donc de la façon suivante ( $j$  est l'indice de l'espèce en référence à l'annexe II) :

◆ Poids débarqués → poids capturés

$\hat{C}_m^j = \hat{Déb}_m^j / 0.75$  est l'estimation du poids des captures totales du mois  $m$ , avec  $\hat{Déb}_m^j$  le poids débarqué mensuellement, obtenu auprès des transformateurs. Les débarquements de chaque année 1986 à 1998 sont obtenus en sommant les débarquements mensuels sur les 12 mois de l'année.

◆ Nombre débarqués → nombre capturés

$\hat{N}_{capt}^{jk} = \hat{N}_{déb}^{jk} / 0.75$  est l'estimation du nombre capturé le mois  $m$  et dans la classe de taille  $k$  : Les captures de chaque année 1986 à 1998 sont obtenues en sommant les captures annuelles sur les 12 mois de l'année. On dispose ainsi d'une estimation de la structure en taille des captures de *L. purpureus* (classes de taille de 1 cm) de la pêcherie vénézuélienne dans la ZEE de la Guyane française. Cette estimation est abondamment utilisée dans la suite dans l'évaluation du stock.

### **D. Estimation de l'effort de pêche**

L'effort de pêche est exprimé annuellement en heures de pêche ( $h.bateau$ ). On estime cet effort par recoupement de diverses sources d'information : les fiches de pêches remplies très irrégulièrement par les pêcheurs, les données des transformateurs, l'observation et l'expérience des experts de l'IFREMER. Puisque on estime que les débarquements représentent env. 75 % des captures, on estime aussi que l'effort de pêche estimé ci-dessus représente 75 % de l'effort réel supporté par le stock.

### **III. COMMENTAIRES SUR LES DONNEES SYNTHETIQUES DE LA PECHERIE**

Les Tableaux II. 1 à II. 3 indiquent les données de captures, d'effort et de CPUE non structurées par classe de taille. Les Tableaux II. 5 et II. 6 indiquent les nombres de poissons débarqués annuellement par classe de taille de 1 et 2 cm. Les captures sont estimées aux Tableaux II. 7 et II. 8.

#### **A. Effort, Production et CPUE stabilisés**

La Figure II. 4 montre que l'effort et la production ont connu une phase d'expansion forte de 1986 à 1989 en liaison avec l'augmentation du nombre de licences autorisées de 25 à 40 entre 1986 et 1990 (Tableau II. 2). Entre 1986 et 1995, la pêcherie se stabilise. Le quotas de licences est revu à 46 (41 + 5). L'effort moyen de ces années est de 50 300 *h.bateau* pour une production moyenne de 1350 tonnes. Pour les années 1996 - 1998, l'effort s'accroît à nouveau pour dépasser 75 000 *h.bateau*. La production montre un pic en 1996 et atteint une valeur moyenne de 1800 tonnes.

Les captures par unité d'effort de pêche restent globalement stables à environ 25 *kg / h.bateau* de moyenne sur les 13 années (Figure II. 4 et Tableau II. 3).

#### **B. Baisse de la taille moyenne des captures**

Malgré l'apparente stabilisation de la pêcherie, on doit rester prudent sur le diagnostic. En effet, les données du Tableau II. 4 représentées à la Figure II. 5 montrent une baisse sérieuse de la taille moyenne des captures de plus de 10 cm entre 1986 et 1998. Moguedet (1995, b) fait déjà cette observation. Pour lui, cette chute de la taille des captures n'est pas due à une évolution de la structure en taille de la population sous la pression de l'exploitation. Elle est selon lui à rapprocher de la modification de la stratégie de pêche des vénézuéliens qui pêchent des individus plus petits et en plus grande abondance car ils fréquentent des zones plus à l'Ouest et moins profondes, donc plus éloignées de la frontière brésiliennes où sont capturés les plus grands individus.

#### **C. Répartition spatiale de l'effort, de la production et des CPUE**

##### **1. Effort de pêche & production**

L'effort de pêche est réparti de façon inégale sur toute la ZEE (Figures II. 6 et II. 9). L'effort est concentré dans la zone au large de Cayenne (Zone 2) dans des fonds allant de 40 à 100 m. Les fonds de 50-60 m de la zone 2 sont particulièrement exploités. Les pêcheurs ne prospectent pas les fonds dont la profondeur est inférieure à 40 m et passent très peu de temps sur les fonds supérieurs à 110 - 120 m. Les incursions en dehors de la ZEE (zones 5 et 6) sont rares, mais cela peut être dû au fait que les pêcheurs évitent de les signaler. On ne constate pas de déplacement de la (les) zone(s) de concentration des efforts de pêche au cours des années ni même au cours des mois dans une même

année (Figure II. 6 et II. 9). Cela semble indiquer que les pêcheurs vénézuéliens ne montrent pas de stratégie de recherche du poisson différente au cours des saisons.

Ces remarques valent pour la production car les représentations spatiales de la production sont quasiment calquées sur celles de l'effort (Figures II. 7 et II. 10).

## 2. Captures Par Unité d'Effort de Pêche

La zone de bonne production, correspondant à des CPUE  $\geq 20$  kg / h.bateau, est bien répartie sur toute la largeur de la ZEE à des profondeurs allant de 40 à 140 m (Figure II. 8). Si l'on considère les CPUE comme des indices d'abondance, l'abondance des vivaneaux semble bien répartie sur toute la zone, à des profondeurs supérieures à 40 m. Pendant les mois de juin, juillet, août, septembre dans une moindre mesure, on constate une forte concentration de la CPUE dans les zones 1 (Oyapock) et 2 (Cayenne) sur les premières pentes du talus continental à des fortes profondeurs entre 100 et 140 m.

Au cours des années, il n'apparaît pas de grande tendance dans l'évolution ou le déplacement des captures par unité d'effort. Cependant, on constate que les rendements diminuent au cours des années sur les fonds peu profonds ( $\leq 60$  m) pour devenir quasiment nuls en 1997 et 1998.

Il n'est pas possible, dans l'état des connaissances, d'établir de relation entre l'abondance des vivaneaux et la nature du fond.

## CONCLUSION

Le suivi régulier de la pêcherie par l'IFREMER permet de disposer d'un ensemble de données synthétiques intéressantes concernant la pêcherie traditionnelle des Vivaneaux rouges à la ligne de fond par les ligneurs vénézuéliens. Ces données semblent montrer au premier abord : **1)** que la pêcherie de Vivaneaux par les ligneurs vénézuéliens est spatialement concentrée sur les fonds entre 50 et 100 m de la zone située au large de Cayenne (Zone 2). **2)** elle semble aujourd'hui stabilisée en effort et production. Néanmoins, la chute de la taille moyenne des captures de 10 cm entre 1986 et 1998 incite à la prudence quant au diagnostic sur l'état de la pêcherie et du stock.

Grâce aux échantillonnages, on dispose de données mensuelles fines sur la structure en taille des captures. Ces données sont exploitées pour une évaluation du stock. L'estimation des paramètres de croissance et de certains paramètres de mortalité à partir de ces données de capture structurées en taille fait l'objet de la Partie 4.

Les cartes synthétiques des Figures II. 6 à II. 11 indiquent que les zones de fortes concentration de biomasse de vivaneaux (bien réparties sur toute la zone pour des fonds de 40 à 140 m) ne correspondent pas aux zones où les pêcheurs concentrent leur effort (mal réparti, concentré sur la zone au large de Cayenne dans des fonds de 40 à 100 m). La Partie 3 tente de proposer une exploitation un peu plus poussée des données spatialisées en vue de mieux comprendre la stratégie de pêche des ligneurs et la structure spatiale de la population de vivaneaux.

| Année | Poids débarqué<br>vide (Kg) | Poids capturé estimé<br>vide (kg) | Poids capturé estimé<br>plein (kg) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1986  | 489947                      | 653263                            | 719910                             |
| 1987  | 517289                      | 689719                            | 760084                             |
| 1988  | 780417                      | 1040556                           | 1146707                            |
| 1989  | 960522                      | 1280696                           | 1411341                            |
| 1990  | 883616                      | 1178155                           | 1298341                            |
| 1991  | 790537                      | 1054049                           | 1161577                            |
| 1992  | 794854                      | 1059805                           | 1167920                            |
| 1993  | 902304                      | 1203072                           | 1325800                            |
| 1994  | 1016583                     | 1355444                           | 1493714                            |
| 1995  | 1000828                     | 1334437                           | 1470564                            |
| 1996  | 1421480                     | 1895307                           | 2088642                            |
| 1997  | 1044142                     | 1392189                           | 1534207                            |
| 1998  | 1196490                     | 1595320                           | 1758057                            |

**Tableau II. 1 :** Poids de vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) débarqué à Cayenne par les ligneurs vénézuéliens de 1986 à 1998. L'estimation du poids capturé se fait par la relation « débarquements = 75 % des captures ». La transformation poids vide (PV) → poids entier (PE) se fait avec la relation :  $PE = 1,102 \times (PV + 13.831)$ .

*1,102*

| Année | Effort estimé<br>(Heure . bateau) | Effort réel estimé | Licences accordées |            | Ligneurs sur site<br>(en moyenne par mois) |
|-------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|------------|--|
|       |                                   |                    | Vénézuéla          | Pays A.C.P |  |
| 1986  | 12508                             | 16677              | 20                 | 5          | 9  |
| 1987  | 27077                             | 36103              | 25                 | 5          | 10   |
| 1988  | 24761                             | 33015              | 25                 | 5          | 13   |
| 1989  | 42587                             | 56783              | 35                 | 5          | 20   |
| 1990  | 39118                             | 52157              | 35                 | 5          | 18   |
| 1991  | 36703                             | 48937              | 35                 | 5          | 20   |
| 1992  | 35760                             | 47680              | 41                 | 5          | 18   |
| 1993  | 35075                             | 46767              | 41                 | 5          | 19   |
| 1994  | 35664                             | 47552              | 41                 | 5          | 20   |
| 1995  | 39197                             | 52263              | 41                 | 5          | 17   |
| 1996  | 57316                             | 76421              | 41                 | 5          | 27   |
| 1997  | 51783                             | 69044              | 41                 | 5          | 23   |
| 1998  | 56995                             | 75993              | 41                 | 5          | 28   |

**Tableau II. 2 :** L'effort de pêche réel estimé correspond à  $(1/0.75) \times$  l'effort de pêche estimé (prise en compte les captures réalisées par les vénézuéliens et non débarquées à Cayenne). Attribution des licences de pêche au vivaneaux dans la ZEE de la Guyane française et nombre moyens de ligneurs réellement en pêche chaque mois.

| Année | CPUE (kg / h.bateau) |
|-------|----------------------|
| 1986  | 39,2                 |
| 1987  | 19,1                 |
| 1988  | 31,5                 |
| 1989  | 22,6                 |
| 1990  | 22,6                 |
| 1991  | 21,5                 |
| 1992  | 22,2                 |
| 1993  | 25,7                 |
| 1994  | 28,5                 |
| 1995  | 25,5                 |
| 1996  | 24,8                 |
| 1997  | 20,2                 |
| 1998  | 21,0                 |

**Tableau II. 3 :** Captures par unité d'effort de pêche en kg / h.bateau (à partir des données des Tableaux II. 1 et II. 2).

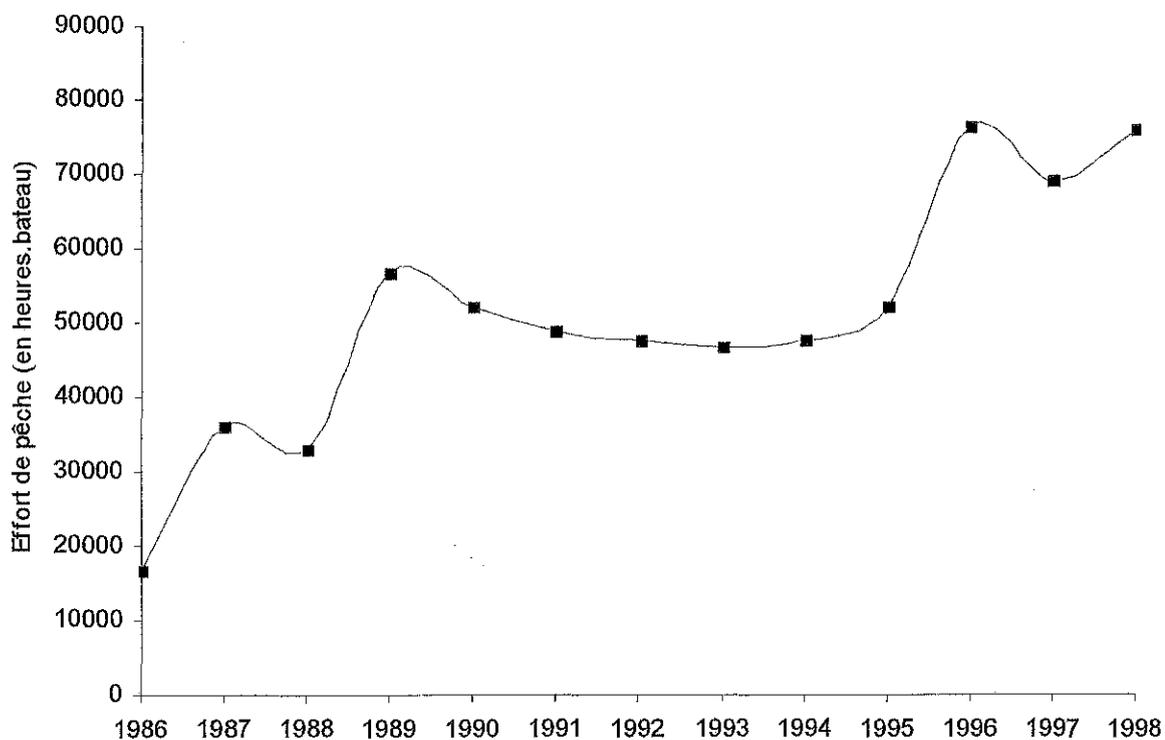
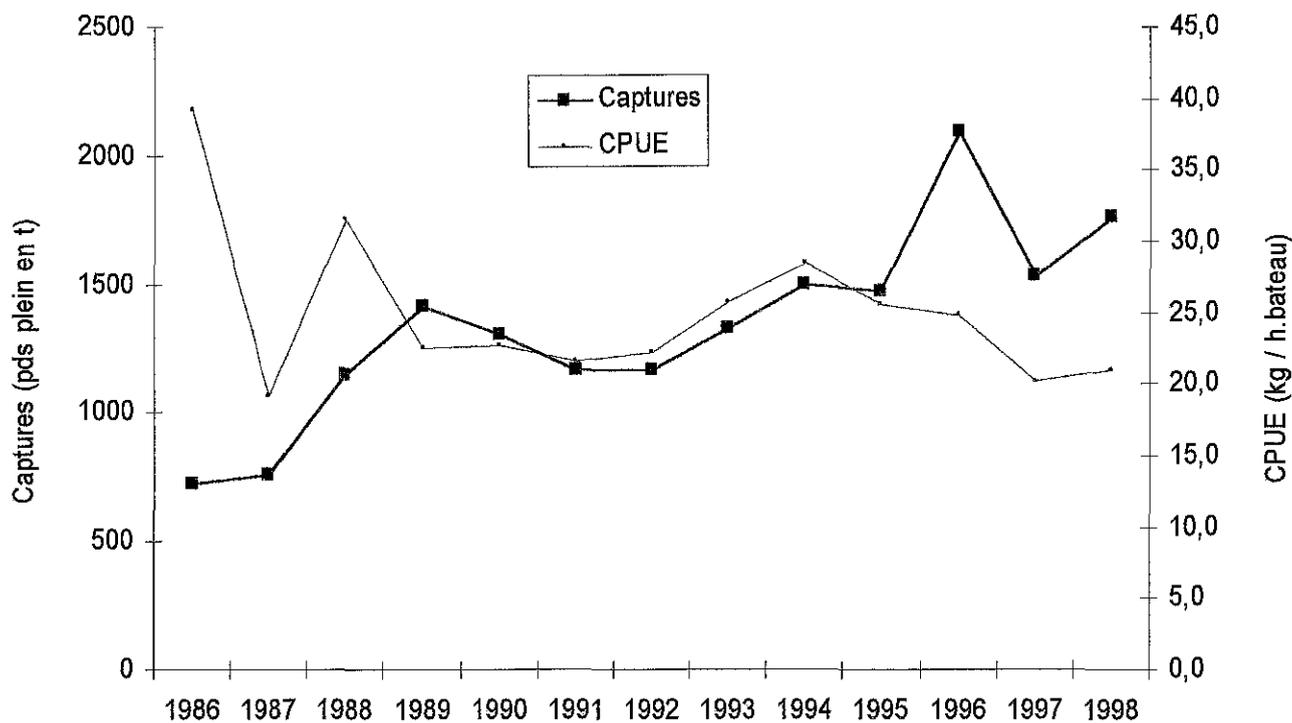


Figure II. 4 : Evolution de la pêche vénézuélienne de *L. purpureus* dans la ZEE de Guyane française au cours des années 1986 à 1998. Captures et Captures par Unité d'Effort de Pêche (haut) et Effort de pêche (bas) (d'après les données des Tableaux II. 1, II. 2 et II. 3).

| Années | Taille moyenne des débarquements (Lf en cm) | Taille moyenne des débarquements corrigés par sélectivité (Lf en cm) |
|--------|---|--|
| 1986   | 46,5  | 39,9   |
| 1987   | 44,0  | 37,6   |
| 1988   | 46,9  | 36,4   |
| 1989   | 45,8  | 38,8   |
| 1990   | 44,0  | 40,3   |
| 1991   | 45,9  | 40,4   |
| 1992   | 43,1  | 36,9   |
| 1993   | 41,3  | 35,6   |
| 1994   | 39,9  | 33,3   |
| 1995   | 41,1  | 35,4   |
| 1996   | 39,3  | 31,9   |
| 1997   | 38,0  | 27,9   |
| 1998   | 35,5  | 28,3   |

Tableau II. 4 : Estimations de la taille moyenne des débarquements et de la taille moyenne des débarquements corrigés par l'estimation de la sélectivité des captures (partie IV) pour la pêcherie vénézuélienne de *L. purpureus* de 1986 à 1998.

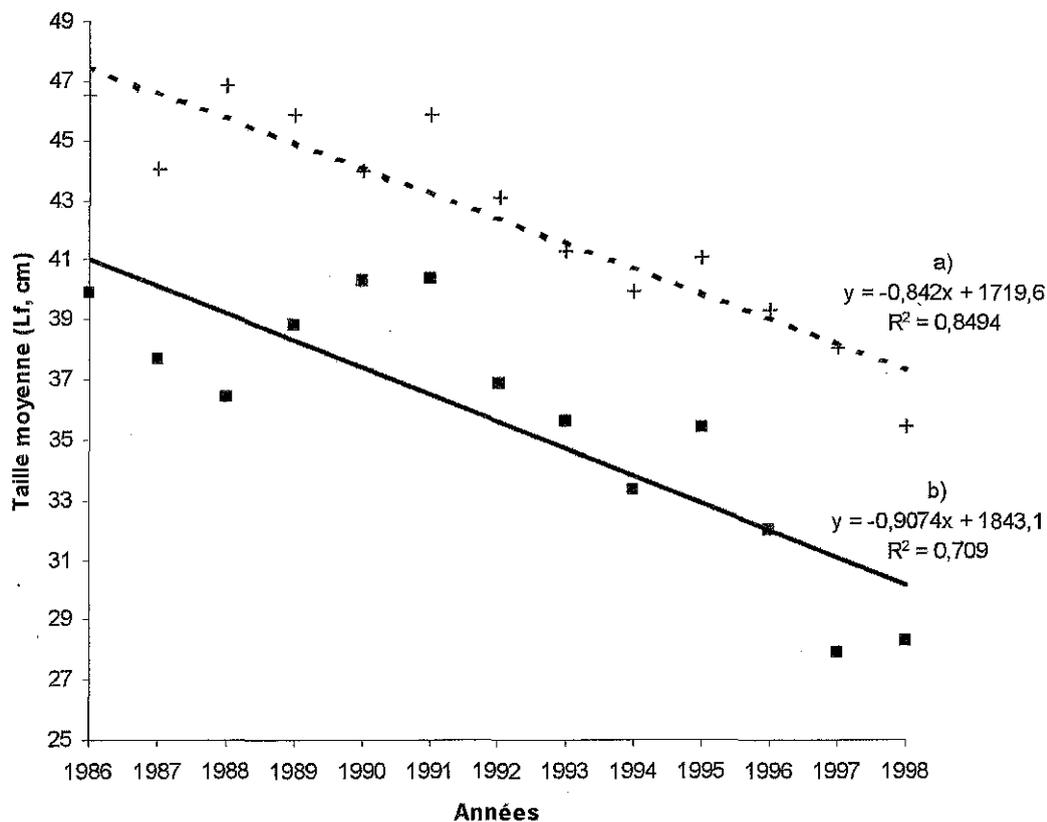


Figure II. 5 : Evolution de la taille moyenne des débarquements de la pêcherie vénézuélienne de Vivaneaux rouges de 1986 à 1998. Moyennes annuelles calculées a) à partir des estimations des débarquements par échantillonnage (croix), b) à partir des estimations des débarquements corrigés par les estimations de la sélectivité moyenne calculée à la partie IV (carrés pleins).

| Taille<br>(L en cm) | 1986   | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996    | 1997    | 1998    |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 0                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 1                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 2                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 3                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 4                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 5                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 6                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 7                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 8                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 9                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 10                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 11                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 12                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 13                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 14                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 15                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 16                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 17                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 18                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 196     | 0       |
| 19                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 20                  | 0      | 63     | 98     | 55     | 0      | 0      | 0      | 35     | 426    | 160    | 85      | 0       | 238     |
| 21                  | 0      | 0      | 246    | 137    | 0      | 0      | 0      | 39     | 92     | 87     | 85      | 255     | 1023    |
| 22                  | 89     | 62     | 167    | 103    | 0      | 20     | 35     | 36     | 283    | 0      | 1106    | 1648    | 2920    |
| 23                  | 96     | 106    | 345    | 252    | 68     | 229    | 520    | 618    | 397    | 14     | 2677    | 3821    | 7457    |
| 24                  | 1239   | 311    | 501    | 304    | 0      | 311    | 879    | 893    | 951    | 733    | 6078    | 4682    | 20086   |
| 25                  | 208    | 415    | 626    | 719    | 403    | 566    | 1365   | 1728   | 1454   | 1515   | 11889   | 14272   | 32651   |
| 26                  | 1758   | 1073   | 668    | 822    | 774    | 2030   | 2956   | 3090   | 3637   | 3955   | 17802   | 24369   | 50178   |
| 27                  | 1661   | 3249   | 1320   | 1622   | 2023   | 2640   | 5763   | 6175   | 8099   | 6130   | 24291   | 43799   | 75930   |
| 28                  | 2973   | 1942   | 2465   | 3192   | 4040   | 3632   | 7441   | 10323  | 13344  | 11144  | 27800   | 52545   | 93585   |
| 29                  | 2504   | 5446   | 3068   | 4561   | 7188   | 5429   | 10614  | 13504  | 20250  | 13758  | 42119   | 60653   | 111103  |
| 30                  | 4045   | 7951   | 5650   | 8022   | 10273  | 6318   | 14089  | 18662  | 32271  | 21823  | 53493   | 56799   | 113074  |
| 31                  | 4383   | 6851   | 6776   | 9843   | 12814  | 9628   | 14737  | 20998  | 43518  | 31100  | 62121   | 50108   | 108243  |
| 32                  | 4500   | 8959   | 9309   | 13080  | 15827  | 9882   | 17681  | 29305  | 49493  | 40468  | 74167   | 59913   | 114935  |
| 33                  | 4593   | 12706  | 9528   | 14530  | 19829  | 13979  | 21377  | 34781  | 50260  | 39921  | 72808   | 54960   | 97202   |
| 34                  | 6290   | 13190  | 10937  | 15786  | 19675  | 15434  | 23614  | 36671  | 56892  | 40374  | 79405   | 53139   | 99840   |
| 35                  | 6917   | 16264  | 12197  | 19038  | 25140  | 18696  | 25787  | 42746  | 58184  | 52169  | 77073   | 50089   | 85981   |
| 36                  | 10846  | 17949  | 15563  | 23272  | 29020  | 20759  | 29643  | 47916  | 60017  | 51306  | 78146   | 49199   | 79341   |
| 37                  | 9266   | 19635  | 15097  | 25691  | 36334  | 21359  | 31422  | 47051  | 59029  | 55631  | 77036   | 50035   | 75345   |
| 38                  | 9699   | 16448  | 16272  | 27783  | 37792  | 21940  | 30561  | 45682  | 58907  | 51229  | 71736   | 47091   | 58736   |
| 39                  | 12960  | 13360  | 18949  | 29139  | 38671  | 23074  | 28327  | 42001  | 51761  | 45493  | 67135   | 46146   | 60048   |
| 40                  | 13343  | 15004  | 19749  | 28417  | 34781  | 24046  | 28635  | 40906  | 49464  | 46022  | 58820   | 48703   | 45375   |
| 41                  | 12494  | 18580  | 20010  | 28519  | 32522  | 22168  | 25047  | 34817  | 41666  | 33693  | 48503   | 37734   | 38060   |
| 42                  | 12572  | 13088  | 18309  | 25127  | 27914  | 21330  | 26458  | 34447  | 37584  | 35159  | 49694   | 36483   | 33236   |
| 43                  | 9163   | 13926  | 20574  | 27561  | 30123  | 18810  | 21985  | 26781  | 31737  | 32811  | 47376   | 30437   | 30652   |
| 44                  | 11110  | 13569  | 17742  | 22836  | 23505  | 17829  | 17299  | 22310  | 25789  | 27568  | 36158   | 28249   | 24580   |
| 45                  | 12492  | 12449  | 16344  | 20453  | 19629  | 14256  | 17918  | 22507  | 25863  | 28817  | 32770   | 20254   | 20167   |
| 46                  | 11448  | 14838  | 16800  | 21711  | 21822  | 15014  | 14735  | 19519  | 17948  | 22899  | 24856   | 15519   | 15098   |
| 47                  | 9956   | 10140  | 13300  | 17548  | 18064  | 14160  | 13763  | 16177  | 17560  | 18811  | 22661   | 14544   | 12725   |
| 48                  | 10211  | 8539   | 12592  | 16999  | 16988  | 12772  | 14336  | 14140  | 14737  | 18403  | 15101   | 13135   | 11980   |
| 49                  | 8026   | 5316   | 12074  | 14339  | 13427  | 10278  | 11617  | 10732  | 12103  | 17108  | 15497   | 13770   | 8132    |
| 50                  | 7629   | 9951   | 12640  | 13602  | 10974  | 7982   | 9787   | 9735   | 12676  | 15278  | 14675   | 13690   | 7310    |
| 51                  | 5898   | 5049   | 11025  | 12573  | 11889  | 8894   | 9802   | 9264   | 10600  | 15580  | 14985   | 9669    | 6109    |
| 52                  | 7160   | 4168   | 8985   | 10930  | 11244  | 6814   | 7740   | 7717   | 9561   | 10566  | 14189   | 8773    | 5261    |
| 53                  | 5839   | 4367   | 8226   | 10829  | 10360  | 7215   | 7333   | 8416   | 8275   | 9833   | 9612    | 5190    | 5246    |
| 54                  | 6924   | 4464   | 7019   | 8420   | 6860   | 5744   | 6538   | 6517   | 6622   | 7301   | 8772    | 6505    | 3284    |
| 55                  | 4576   | 3322   | 6983   | 8876   | 9137   | 7725   | 7400   | 5092   | 6021   | 8557   | 10532   | 5965    | 3646    |
| 56                  | 5288   | 3674   | 7321   | 8904   | 8152   | 5062   | 5263   | 5175   | 5358   | 4524   | 7673    | 5717    | 4082    |
| 57                  | 4768   | 4920   | 6311   | 7224   | 6071   | 6597   | 7406   | 5430   | 5710   | 5295   | 6862    | 6648    | 2859    |
| 58                  | 5437   | 3285   | 5722   | 6282   | 5240   | 4531   | 4289   | 4443   | 4140   | 5155   | 6586    | 5389    | 3516    |
| 59                  | 4149   | 3741   | 5493   | 7049   | 6047   | 4268   | 3832   | 3935   | 3284   | 3291   | 4545    | 3651    | 3152    |
| 60                  | 4858   | 2737   | 5171   | 6206   | 6335   | 6031   | 5685   | 3554   | 3643   | 4451   | 4855    | 4788    | 2470    |
| 61                  | 4186   | 4038   | 4637   | 5729   | 5993   | 4033   | 4615   | 3287   | 2920   | 2497   | 4996    | 2662    | 1716    |
| 62                  | 4415   | 2486   | 4304   | 5103   | 5202   | 4559   | 3913   | 3709   | 3145   | 3097   | 5030    | 2822    | 2177    |
| 63                  | 2449   | 3222   | 5098   | 4901   | 3007   | 5768   | 5254   | 2921   | 3526   | 3248   | 3710    | 2606    | 1613    |
| 64                  | 2784   | 2579   | 4526   | 4766   | 3986   | 5402   | 3211   | 3152   | 2113   | 1771   | 3938    | 3002    | 2401    |
| 65                  | 2529   | 3070   | 4327   | 4906   | 3522   | 5436   | 3015   | 3176   | 2762   | 2849   | 3651    | 2581    | 3175    |
| 66                  | 2433   | 2283   | 3859   | 4866   | 3664   | 5661   | 3716   | 2644   | 2144   | 1883   | 2049    | 1543    | 3063    |
| 67                  | 2279   | 2204   | 3765   | 4322   | 3267   | 5521   | 3341   | 3635   | 2575   | 2076   | 2703    | 2503    | 2575    |
| 68                  | 2449   | 2258   | 3061   | 3495   | 2593   | 3872   | 1931   | 2352   | 2025   | 2592   | 3193    | 1368    | 2509    |
| 69                  | 1468   | 2203   | 3861   | 4204   | 1872   | 4356   | 2929   | 3087   | 1926   | 1774   | 3374    | 2082    | 2678    |
| 70                  | 1701   | 1780   | 3280   | 4051   | 2674   | 3723   | 2700   | 2278   | 658    | 1069   | 1974    | 1616    | 2030    |
| 71                  | 1210   | 1430   | 3418   | 3742   | 2293   | 4426   | 2551   | 1372   | 1136   | 1095   | 1926    | 1426    | 1685    |
| 72                  | 909    | 908    | 2683   | 3404   | 2172   | 3107   | 2248   | 1465   | 1419   | 1883   | 2143    | 2529    | 913     |
| 73                  | 767    | 1054   | 2150   | 2854   | 2667   | 2773   | 1694   | 942    | 697    | 1653   | 2914    | 1076    | 1587    |
| 74                  | 684    | 1027   | 1911   | 1973   | 1086   | 2211   | 1384   | 735    | 394    | 683    | 1426    | 1642    | 1038    |
| 75                  | 157    | 662    | 1691   | 1745   | 961    | 1446   | 902    | 863    | 695    | 898    | 2393    | 1179    | 1696    |
| 76                  | 327    | 349    | 1517   | 1446   | 894    | 1108   | 502    | 234    | 498    | 564    | 813     | 1017    | 1432    |
| 77                  | 264    | 242    | 1475   | 1634   | 648    | 984    | 911    | 467    | 356    | 739    | 945     | 520     | 468     |
| 78                  | 132    | 161    | 590    | 630    | 190    | 759    | 433    | 63     | 403    | 200    | 333     | 210     | 317     |
| 79                  | 38     | 21     | 583    | 562    | 149    | 363    | 277    | 208    | 436    | 150    | 895     | 972     | 922     |
| 80                  | 0      | 0      | 440    | 393    | 0      | 112    | 102    | 87     | 74     | 0      | 112     | 114     | 166     |
| 81                  | 0      | 63     | 0      | 135    | 258    | 238    | 113    | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 96      |
| 82                  | 0      | 63     | 0      | 0      | 0      | 176    | 156    | 84     | 0      | 0      | 0       | 279     | 0       |
| 83                  | 0      | 0      | 54     | 60     | 0      | 217    | 96     | 0      | 0      | 172    | 0       | 0       | 0       |
| 84                  | 44     | 105    | 0      | 0      | 0      | 20     | 3      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 83      |
| 85                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| TOTAL               | 288593 | 353316 | 439402 | 687277 | 638063 | 483723 | 679676 | 750629 | 949508 | 869026 | 1350292 | 1092281 | 1609196 |

Tableau II.5 : Structure en taille (classe de 1 cm) des débarquements annuels à Cayenne de la pêcherie vénézuélienne de *Lutjanus purpureus* de 1986 à 1998.

| Taille<br>(Lf en cm) | 1986  | 1987  | 1988  | 1989  | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 3                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 7                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 9                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 11                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 13                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 15                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 17                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 19                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 196    | 0      |
| 21                   | 0     | 63    | 344   | 192   | 0     | 0     | 0     | 74    | 518    | 247    | 170    | 255    | 1261   |
| 23                   | 185   | 168   | 512   | 355   | 68    | 249   | 555   | 654   | 680    | 14     | 3783   | 5469   | 10377  |
| 25                   | 1447  | 726   | 1127  | 1023  | 403   | 877   | 2244  | 2621  | 2405   | 2248   | 17967  | 18954  | 52737  |
| 27                   | 3419  | 4322  | 1988  | 2444  | 2797  | 4670  | 8719  | 9265  | 11736  | 10085  | 42093  | 68168  | 126108 |
| 29                   | 5477  | 7388  | 5533  | 7753  | 11228 | 9061  | 18055 | 23827 | 33594  | 24902  | 69919  | 113198 | 204688 |
| 31                   | 8428  | 14802 | 12426 | 17865 | 23087 | 15946 | 28826 | 39660 | 75789  | 52923  | 115614 | 106907 | 221317 |
| 33                   | 9093  | 21665 | 18837 | 27610 | 35656 | 23861 | 39058 | 64086 | 99753  | 80389  | 146975 | 114873 | 212137 |
| 35                   | 13207 | 29454 | 23134 | 34824 | 44815 | 34130 | 49401 | 79417 | 115076 | 92543  | 156478 | 103228 | 185821 |
| 37                   | 20112 | 37584 | 30660 | 48963 | 65354 | 42118 | 61065 | 94967 | 119046 | 106937 | 155182 | 99234  | 154686 |
| 39                   | 22659 | 29808 | 35221 | 56922 | 76463 | 45014 | 58888 | 87683 | 110668 | 96722  | 138871 | 93237  | 118784 |
| 41                   | 25837 | 33584 | 39759 | 56936 | 67303 | 46214 | 53682 | 75723 | 91130  | 79715  | 107323 | 86437  | 83435  |
| 43                   | 21735 | 27014 | 38883 | 52688 | 58037 | 40140 | 48443 | 61228 | 69321  | 67970  | 97070  | 66920  | 63888  |
| 45                   | 23602 | 26018 | 34086 | 43289 | 43134 | 32085 | 35217 | 44817 | 51652  | 56385  | 68928  | 48503  | 44747  |
| 47                   | 21404 | 24978 | 30100 | 39259 | 39886 | 29174 | 28498 | 35696 | 35508  | 41710  | 47517  | 30063  | 27823  |
| 49                   | 18237 | 13855 | 24666 | 31338 | 30415 | 23050 | 25953 | 24872 | 26840  | 35511  | 30598  | 26905  | 20112  |
| 51                   | 13527 | 15000 | 23665 | 26175 | 22863 | 16876 | 19589 | 18999 | 23276  | 30858  | 29660  | 23359  | 13419  |
| 53                   | 12999 | 8535  | 17211 | 21759 | 21604 | 14029 | 15073 | 16133 | 17836  | 20399  | 23801  | 13963  | 10507  |
| 55                   | 11500 | 7786  | 14002 | 17296 | 15997 | 13469 | 13938 | 11609 | 12643  | 15858  | 19304  | 12470  | 6930   |
| 57                   | 10056 | 8594  | 13632 | 16128 | 14223 | 11659 | 12669 | 10605 | 11068  | 9819   | 14535  | 12365  | 6941   |
| 59                   | 9586  | 7026  | 11215 | 13331 | 11287 | 8799  | 8121  | 8378  | 7424   | 8446   | 11131  | 9040   | 6668   |
| 61                   | 9044  | 6775  | 9808  | 11935 | 12328 | 10064 | 10300 | 6841  | 6563   | 6948   | 9851   | 7450   | 4186   |
| 63                   | 6864  | 5708  | 9402  | 10004 | 8209  | 10327 | 9167  | 6630  | 6671   | 6345   | 8740   | 5428   | 3790   |
| 65                   | 5313  | 5649  | 8853  | 9672  | 7508  | 10838 | 6226  | 6328  | 4875   | 4620   | 7589   | 5583   | 5576   |
| 67                   | 4712  | 4487  | 7624  | 9188  | 6931  | 11182 | 7057  | 6279  | 4719   | 3959   | 4752   | 4046   | 5638   |
| 69                   | 3917  | 4461  | 6922  | 7699  | 4465  | 8228  | 4860  | 5439  | 3951   | 4366   | 6567   | 3450   | 5187   |
| 71                   | 2911  | 3210  | 6698  | 7793  | 4967  | 8149  | 5251  | 3650  | 1794   | 2164   | 3900   | 3042   | 3715   |
| 73                   | 1676  | 1962  | 4833  | 6258  | 4839  | 5880  | 3942  | 2407  | 2116   | 3536   | 5057   | 3605   | 2500   |
| 75                   | 841   | 1689  | 3602  | 3718  | 2047  | 3657  | 2286  | 1598  | 1089   | 1581   | 3819   | 2821   | 2734   |
| 77                   | 591   | 591   | 2992  | 3080  | 1542  | 2092  | 1413  | 701   | 854    | 1303   | 1758   | 1537   | 1900   |
| 79                   | 170   | 182   | 1173  | 1192  | 339   | 1122  | 710   | 271   | 839    | 350    | 1228   | 1182   | 1239   |
| 81                   | 0     | 63    | 440   | 528   | 258   | 350   | 215   | 87    | 74     | 0      | 112    | 114    | 262    |
| 83                   | 0     | 63    | 54    | 60    | 0     | 393   | 252   | 84    | 0      | 172    | 0      | 279    | 0      |
| 85                   | 44    | 105   | 0     | 0     | 0     | 20    | 3     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 83     |

Tableau II. 6 : Structure en taille (classe de 2 cm) des débarquements annuels à Cayenne de la pêcherie vénézuélienne de *Lutjanus purpureus* de 1986 à 1998.

| Taille<br>(Lf en cm) | 1986   | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   | 1992   | 1993    | 1994    | 1995    | 1996    | 1997    | 1998    |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 1                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 2                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 3                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 4                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 5                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 6                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 7                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 8                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 9                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 10                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 11                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 12                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 13                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 14                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 15                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 16                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 17                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 18                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 261     | 0       |
| 19                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 20                   | 0      | 84     | 131    | 73     | 0      | 0      | 0      | 47      | 568     | 213     | 113     | 0       | 317     |
| 21                   | 0      | 0      | 328    | 183    | 0      | 0      | 0      | 52      | 173     | 116     | 113     | 340     | 1364    |
| 22                   | 119    | 83     | 223    | 137    | 0      | 27     | 47     | 48      | 377     | 0       | 1475    | 2197    | 3893    |
| 23                   | 128    | 141    | 460    | 336    | 91     | 305    | 693    | 824     | 529     | 19      | 3569    | 5095    | 9943    |
| 24                   | 1652   | 415    | 668    | 405    | 0      | 415    | 1172   | 1191    | 1268    | 977     | 8104    | 6243    | 26781   |
| 25                   | 277    | 553    | 835    | 959    | 537    | 755    | 1820   | 2304    | 1939    | 2020    | 15852   | 19029   | 43535   |
| 26                   | 2344   | 1431   | 891    | 1096   | 1032   | 2707   | 3941   | 4120    | 4849    | 5273    | 23736   | 32492   | 66904   |
| 27                   | 2215   | 4332   | 1760   | 2163   | 2697   | 3520   | 7684   | 8233    | 10799   | 8173    | 32388   | 58399   | 101240  |
| 28                   | 3964   | 2589   | 3287   | 4256   | 5387   | 4843   | 9921   | 13764   | 17792   | 14859   | 37067   | 70060   | 124780  |
| 29                   | 3339   | 7261   | 4091   | 6081   | 9584   | 7239   | 14152  | 18005   | 27000   | 18344   | 56159   | 80871   | 148137  |
| 30                   | 5393   | 10601  | 7533   | 10696  | 13697  | 8424   | 18785  | 24883   | 43028   | 29097   | 71324   | 75732   | 150765  |
| 31                   | 5844   | 9135   | 9035   | 13124  | 17085  | 12837  | 19649  | 27997   | 58024   | 41467   | 82828   | 66811   | 144324  |
| 32                   | 6000   | 11945  | 12412  | 17440  | 21103  | 13176  | 23575  | 39073   | 65991   | 53957   | 98889   | 79884   | 153247  |
| 33                   | 6124   | 16941  | 12704  | 19373  | 26439  | 18639  | 28503  | 46375   | 67013   | 53228   | 97077   | 73280   | 129603  |
| 34                   | 8387   | 17587  | 14583  | 21048  | 26233  | 20579  | 31485  | 48895   | 75856   | 53832   | 105873  | 70852   | 133120  |
| 35                   | 9223   | 21685  | 16263  | 25384  | 33520  | 24928  | 34383  | 56995   | 77579   | 69559   | 102764  | 66785   | 114641  |
| 36                   | 14461  | 23932  | 20751  | 31029  | 38693  | 27679  | 39524  | 63888   | 80023   | 68408   | 104195  | 65599   | 105788  |
| 37                   | 12355  | 26180  | 20129  | 34255  | 48445  | 28479  | 41896  | 62735   | 78705   | 74175   | 102715  | 66713   | 100460  |
| 38                   | 12932  | 21931  | 21696  | 37044  | 50389  | 29253  | 40748  | 60909   | 78543   | 68305   | 95648   | 62788   | 78315   |
| 39                   | 17280  | 17813  | 25265  | 38852  | 51561  | 30765  | 37769  | 56001   | 69015   | 60657   | 89513   | 61528   | 80064   |
| 40                   | 17791  | 20005  | 26332  | 37889  | 46375  | 32061  | 38180  | 54541   | 65952   | 61363   | 78427   | 64937   | 60500   |
| 41                   | 16659  | 24773  | 26680  | 38025  | 43363  | 29557  | 33396  | 46423   | 55555   | 44924   | 64671   | 50312   | 50747   |
| 42                   | 16763  | 17451  | 24412  | 33503  | 37219  | 28440  | 35277  | 45929   | 50112   | 46879   | 66259   | 48644   | 44315   |
| 43                   | 12273  | 18568  | 27432  | 36748  | 40164  | 25080  | 29313  | 35708   | 42316   | 43748   | 63168   | 40583   | 40869   |
| 44                   | 14813  | 18092  | 23656  | 30448  | 31340  | 23772  | 23065  | 29747   | 34385   | 36757   | 48211   | 37665   | 32773   |
| 45                   | 16656  | 16599  | 21792  | 27271  | 26172  | 19008  | 23891  | 30009   | 34484   | 38423   | 43693   | 27005   | 26889   |
| 46                   | 15264  | 19784  | 22400  | 28948  | 29096  | 20019  | 19647  | 26025   | 23931   | 30532   | 33141   | 20692   | 20131   |
| 47                   | 13275  | 13520  | 17733  | 23397  | 24085  | 18880  | 18351  | 21569   | 23413   | 25081   | 30215   | 19392   | 16967   |
| 48                   | 13615  | 11385  | 16789  | 22665  | 22651  | 17029  | 19115  | 18853   | 19649   | 24537   | 20135   | 17513   | 15973   |
| 49                   | 10701  | 7088   | 16099  | 19119  | 17903  | 13704  | 15489  | 14309   | 16137   | 22811   | 20663   | 18360   | 10843   |
| 50                   | 10172  | 13268  | 16853  | 18136  | 14632  | 10643  | 13049  | 12980   | 16901   | 20371   | 19567   | 18253   | 9747    |
| 51                   | 7864   | 6732   | 14700  | 16764  | 15852  | 11859  | 13069  | 12352   | 14133   | 20773   | 19980   | 12892   | 8145    |
| 52                   | 9547   | 5557   | 11980  | 14573  | 14992  | 9085   | 10320  | 10289   | 12748   | 14088   | 18919   | 11697   | 7015    |
| 53                   | 7785   | 5823   | 10968  | 14439  | 13813  | 9620   | 9777   | 11221   | 11033   | 13111   | 12816   | 6920    | 6995    |
| 54                   | 9232   | 5952   | 9359   | 11227  | 9147   | 7659   | 8717   | 8689    | 8829    | 9735    | 11696   | 8673    | 4379    |
| 55                   | 6101   | 4429   | 9311   | 11835  | 12183  | 10300  | 9867   | 6789    | 8028    | 11409   | 14043   | 7953    | 4861    |
| 56                   | 7051   | 4899   | 9761   | 11872  | 10869  | 6749   | 7017   | 6900    | 7144    | 6032    | 10231   | 7623    | 5443    |
| 57                   | 6357   | 6560   | 8415   | 9632   | 8095   | 8796   | 9875   | 7240    | 7613    | 7060    | 9149    | 8864    | 3812    |
| 58                   | 7249   | 4380   | 7629   | 8376   | 6987   | 6041   | 5719   | 5924    | 5520    | 6873    | 8781    | 7185    | 4688    |
| 59                   | 5532   | 4988   | 7324   | 9399   | 8063   | 5691   | 5109   | 5247    | 4379    | 4388    | 6060    | 4868    | 4203    |
| 60                   | 6477   | 3649   | 6895   | 8275   | 8447   | 8041   | 7580   | 4739    | 4857    | 5935    | 6473    | 6384    | 3293    |
| 61                   | 5581   | 5384   | 6183   | 7639   | 7991   | 5377   | 6153   | 4383    | 3893    | 3329    | 6661    | 3549    | 2288    |
| 62                   | 5887   | 3315   | 5739   | 6804   | 6936   | 6079   | 5217   | 4945    | 4193    | 4129    | 6707    | 3763    | 2903    |
| 63                   | 3265   | 4296   | 6797   | 6535   | 4009   | 7691   | 7005   | 3895    | 4701    | 4331    | 4947    | 3475    | 2151    |
| 64                   | 3712   | 3439   | 6035   | 6355   | 5315   | 7203   | 4281   | 4203    | 2817    | 2361    | 5251    | 4003    | 3201    |
| 65                   | 3372   | 4093   | 5769   | 6541   | 4696   | 7248   | 4020   | 4235    | 3683    | 3799    | 4868    | 3441    | 4233    |
| 66                   | 3244   | 3044   | 5145   | 6488   | 4885   | 7548   | 4955   | 3525    | 2859    | 2511    | 2732    | 2057    | 4084    |
| 67                   | 3039   | 2939   | 5020   | 5763   | 4356   | 7361   | 4455   | 4847    | 3433    | 2768    | 3604    | 3337    | 3433    |
| 68                   | 3265   | 3011   | 4081   | 4660   | 3457   | 5163   | 2575   | 3136    | 2700    | 3456    | 4257    | 1824    | 3345    |
| 69                   | 1957   | 2937   | 5148   | 5605   | 2496   | 5808   | 3905   | 4116    | 2568    | 2365    | 4499    | 2776    | 3571    |
| 70                   | 2268   | 2373   | 4373   | 5401   | 3565   | 4964   | 3600   | 3037    | 877     | 1425    | 2632    | 2155    | 2707    |
| 71                   | 1613   | 1907   | 4557   | 4989   | 3057   | 5901   | 3401   | 1829    | 1515    | 1460    | 2568    | 1901    | 2247    |
| 72                   | 1212   | 1211   | 3577   | 4539   | 2896   | 4143   | 2997   | 1953    | 1892    | 2511    | 2857    | 3372    | 1217    |
| 73                   | 1023   | 1405   | 2867   | 3805   | 3556   | 3697   | 2259   | 1256    | 929     | 2204    | 3885    | 1435    | 2116    |
| 74                   | 912    | 1369   | 2548   | 2631   | 1448   | 2948   | 1845   | 980     | 525     | 911     | 1901    | 2189    | 1384    |
| 75                   | 209    | 883    | 2255   | 2327   | 1281   | 1928   | 1203   | 1151    | 927     | 1197    | 3191    | 1572    | 2261    |
| 76                   | 436    | 465    | 2023   | 1928   | 1192   | 1477   | 669    | 312     | 664     | 752     | 1084    | 1356    | 1909    |
| 77                   | 352    | 323    | 1967   | 2179   | 864    | 1312   | 1215   | 623     | 475     | 985     | 1260    | 693     | 624     |
| 78                   | 176    | 216    | 787    | 840    | 253    | 1012   | 577    | 84      | 537     | 267     | 444     | 280     | 423     |
| 79                   | 51     | 28     | 777    | 749    | 199    | 484    | 369    | 277     | 581     | 200     | 1193    | 1296    | 1229    |
| 80                   | 0      | 0      | 587    | 524    | 0      | 149    | 136    | 116     | 99      | 0       | 149     | 152     | 221     |
| 81                   | 0      | 84     | 0      | 180    | 344    | 317    | 151    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 128     |
| 82                   | 0      | 84     | 0      | 0      | 0      | 235    | 208    | 112     | 0       | 0       | 0       | 372     | 0       |
| 83                   | 0      | 0      | 72     | 80     | 0      | 289    | 128    | 0       | 0       | 229     | 0       | 0       | 0       |
| 84                   | 59     | 140    | 0      | 0      | 0      | 27     | 4      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 111     |
| 85                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| TOTAL                | 384791 | 471086 | 585872 | 783037 | 850737 | 644965 | 772898 | 1000837 | 1266008 | 1158699 | 1800390 | 1456372 | 2145595 |

Tableau II. 7 : Structure en taille (classe de 1 cm) des captures annuelles de la pêcherie vénézuélienne de *Lutjanus purpureus* de 1986 à 1998. Les captures sont estimées en considérant que les débarquements représentent 75 % des captures.

| Taille<br>(Lr en cm) | 1986  | 1987  | 1988  | 1989  | 1990   | 1991  | 1992  | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 3                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 7                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 9                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 11                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 13                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 15                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 17                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 19                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 261    | 0      |
| 21                   | 0     | 84    | 459   | 256   | 0      | 0     | 0     | 99     | 691    | 329    | 227    | 340    | 1681   |
| 23                   | 247   | 224   | 683   | 473   | 91     | 332   | 740   | 872    | 907    | 19     | 5044   | 7292   | 13836  |
| 25                   | 1929  | 968   | 1503  | 1364  | 537    | 1169  | 2992  | 3495   | 3207   | 2997   | 23956  | 25272  | 70316  |
| 27                   | 4559  | 5763  | 2651  | 3259  | 3729   | 6227  | 11625 | 12353  | 15648  | 13447  | 56124  | 90891  | 168144 |
| 29                   | 7303  | 9851  | 7377  | 10337 | 14971  | 12081 | 24073 | 31769  | 44792  | 33203  | 93225  | 150931 | 272917 |
| 31                   | 11237 | 19736 | 16568 | 23820 | 30783  | 21261 | 38435 | 52880  | 101052 | 70564  | 154152 | 142543 | 295089 |
| 33                   | 12124 | 28887 | 25116 | 36813 | 47541  | 31815 | 52077 | 85448  | 133004 | 107185 | 195967 | 153164 | 282849 |
| 35                   | 17609 | 39272 | 30845 | 46432 | 59753  | 45507 | 65868 | 105889 | 153435 | 123391 | 208637 | 137637 | 247761 |
| 37                   | 26816 | 50112 | 40880 | 65284 | 87139  | 56157 | 81420 | 126623 | 158728 | 142583 | 206909 | 132312 | 206248 |
| 39                   | 30212 | 39744 | 46961 | 75896 | 101951 | 60019 | 78517 | 116911 | 147557 | 128963 | 185161 | 124316 | 158379 |
| 41                   | 34449 | 44779 | 53012 | 75915 | 89737  | 61619 | 71576 | 100964 | 121507 | 106287 | 143097 | 115249 | 111247 |
| 43                   | 28980 | 36019 | 51844 | 70251 | 77383  | 53520 | 64591 | 81637  | 92428  | 90627  | 129427 | 89227  | 85184  |
| 45                   | 31469 | 34691 | 45448 | 57719 | 57512  | 42780 | 46956 | 59756  | 68869  | 75180  | 91904  | 64671  | 59663  |
| 47                   | 28539 | 33304 | 40133 | 52345 | 53181  | 38899 | 37997 | 47595  | 47344  | 55613  | 63356  | 40084  | 37097  |
| 49                   | 24316 | 18473 | 32888 | 41784 | 40553  | 30733 | 34604 | 33163  | 35787  | 47348  | 40797  | 35873  | 26816  |
| 51                   | 18036 | 20000 | 31553 | 34900 | 30484  | 22501 | 26119 | 25332  | 31035  | 41144  | 39547  | 31145  | 17892  |
| 53                   | 17332 | 11380 | 22948 | 29012 | 28805  | 18705 | 20097 | 21511  | 23781  | 27199  | 31735  | 18617  | 14009  |
| 55                   | 15333 | 10381 | 18669 | 23061 | 21329  | 17959 | 18584 | 15479  | 16857  | 21144  | 25739  | 16627  | 9240   |
| 57                   | 13408 | 11459 | 18176 | 21504 | 18964  | 15545 | 16892 | 14140  | 14757  | 13092  | 19380  | 16487  | 9255   |
| 59                   | 12781 | 9368  | 14953 | 17775 | 15049  | 11732 | 10828 | 11171  | 9899   | 11261  | 14841  | 12053  | 8891   |
| 61                   | 12059 | 9033  | 13077 | 15913 | 16437  | 13419 | 13733 | 9121   | 8751   | 9264   | 13135  | 9933   | 5581   |
| 63                   | 9152  | 7611  | 12536 | 13339 | 10945  | 13769 | 12223 | 8840   | 8895   | 8460   | 11653  | 7237   | 5053   |
| 65                   | 7084  | 7532  | 11804 | 12896 | 10011  | 14451 | 8301  | 8437   | 6500   | 6160   | 10119  | 7444   | 7435   |
| 67                   | 6283  | 5983  | 10165 | 12251 | 9241   | 14909 | 9409  | 8372   | 6292   | 5279   | 6336   | 5395   | 7517   |
| 69                   | 5223  | 5948  | 9229  | 10265 | 5953   | 10971 | 6480  | 7252   | 5268   | 5821   | 8756   | 4600   | 6916   |
| 71                   | 3881  | 4280  | 8931  | 10391 | 6623   | 10865 | 7001  | 4867   | 2392   | 2885   | 5200   | 4056   | 4953   |
| 73                   | 2235  | 2616  | 6444  | 8344  | 6452   | 7840  | 5256  | 3209   | 2821   | 4715   | 6743   | 4807   | 3333   |
| 75                   | 1121  | 2252  | 4803  | 4957  | 2729   | 4876  | 3048  | 2131   | 1452   | 2108   | 5092   | 3761   | 3645   |
| 77                   | 788   | 788   | 3989  | 4107  | 2056   | 2789  | 1884  | 935    | 1139   | 1737   | 2344   | 2049   | 2533   |
| 79                   | 227   | 243   | 1564  | 1589  | 452    | 1496  | 947   | 361    | 1119   | 467    | 1637   | 1576   | 1652   |
| 81                   | 0     | 84    | 587   | 704   | 344    | 467   | 287   | 116    | 99     | 0      | 149    | 152    | 349    |
| 83                   | 0     | 84    | 72    | 80    | 0      | 524   | 336   | 112    | 0      | 229    | 0      | 372    | 0      |
| 85                   | 59    | 140   | 0     | 0     | 0      | 27    | 4     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 111    |

Tableau II. 8 : Structure en taille (classe de 2 cm) des captures annuelles de la pêcherie vénézuélienne de *Lutjanus purpureus* de 1986 à 1998. Les captures sont estimées en considérant que les débarquements représentent 75 % des captures.

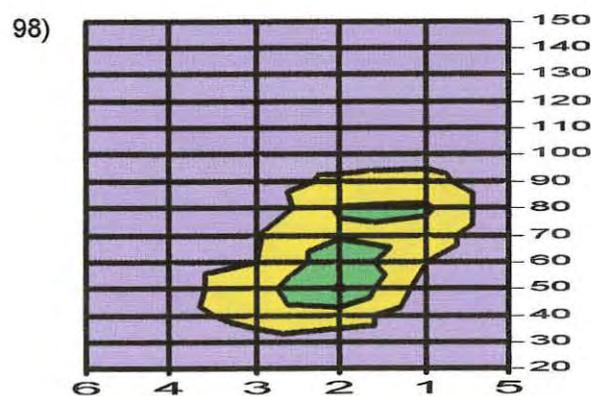
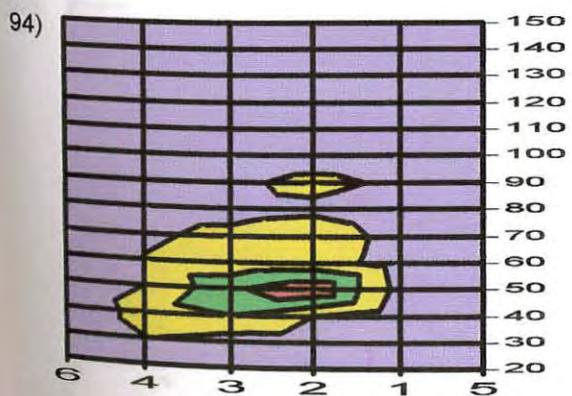
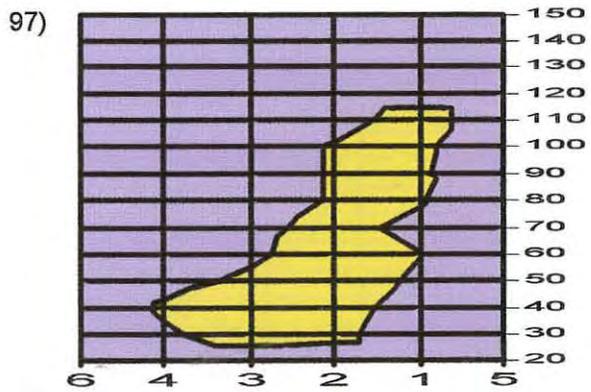
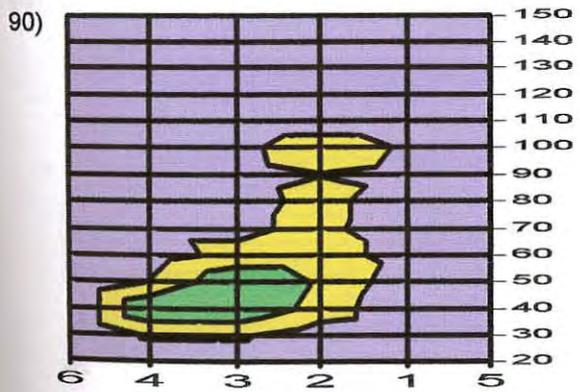
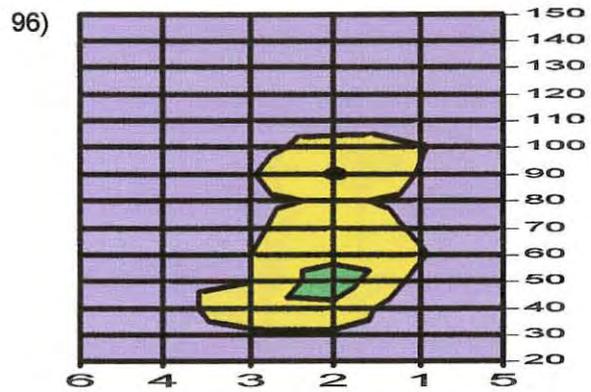
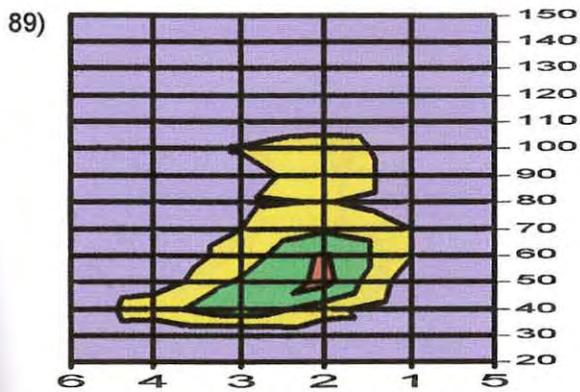
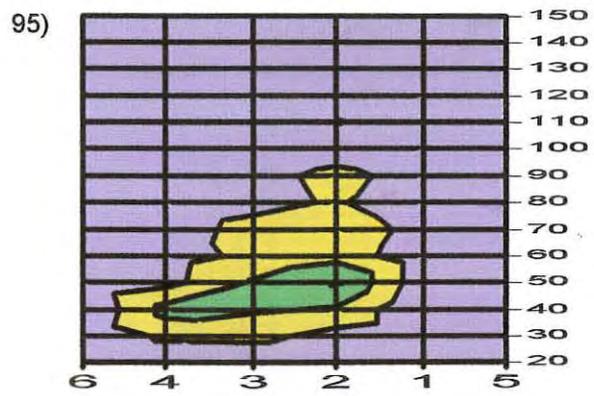
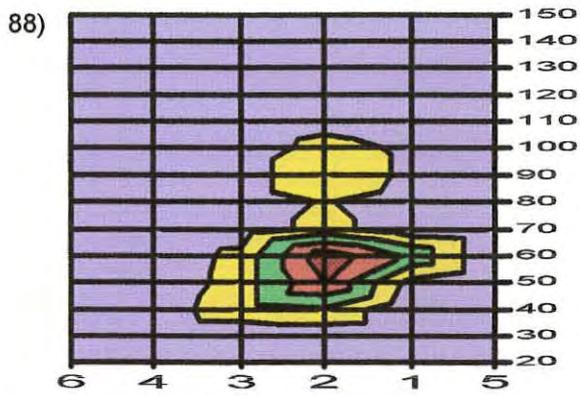


Figure II. 6 : Répartition de l'effort de pêche des ligneurs vénézuéliens (en % de l'effort calculé en h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes annuelles pour les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|  |  |   |
|--|--|---|
|  : 0 à 3 %<br>(ou absence de données) |  : 6 à 9 %  |  : 12 à 15 % |
|  : 3 à 6 %                            |  : 9 à 12 % |   |

Partie 2 : Figures

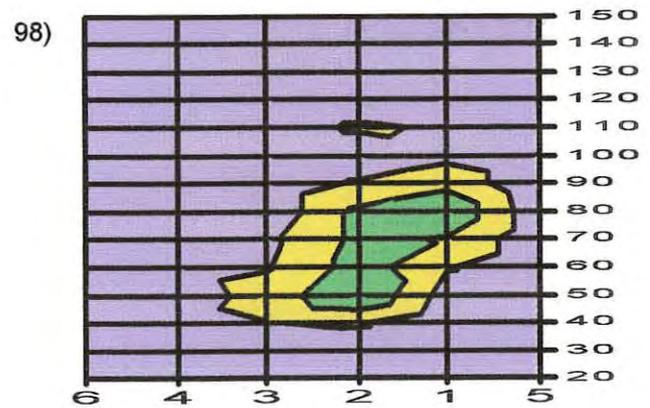
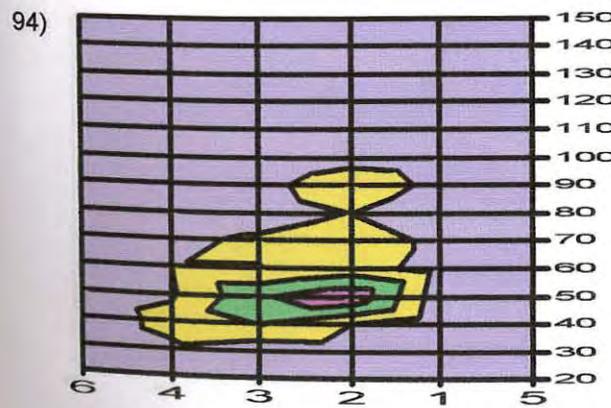
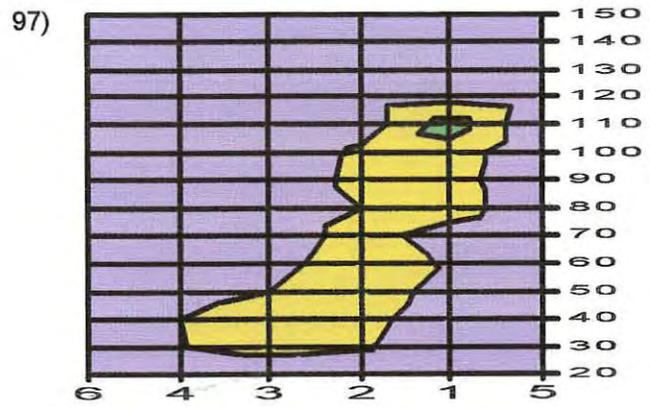
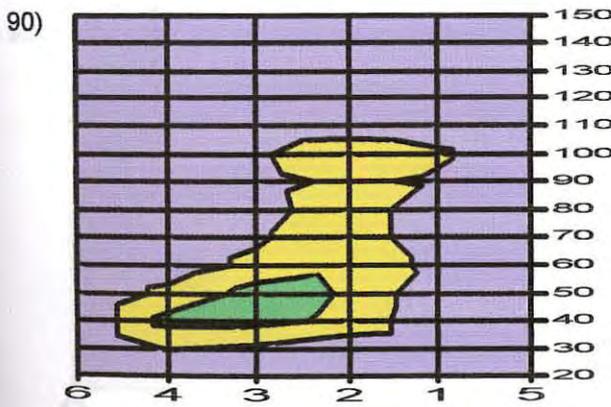
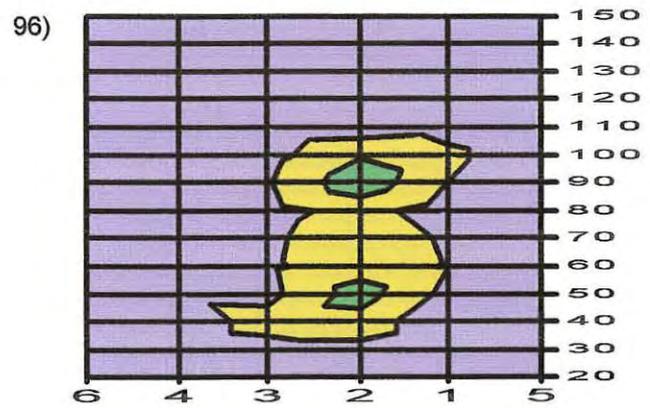
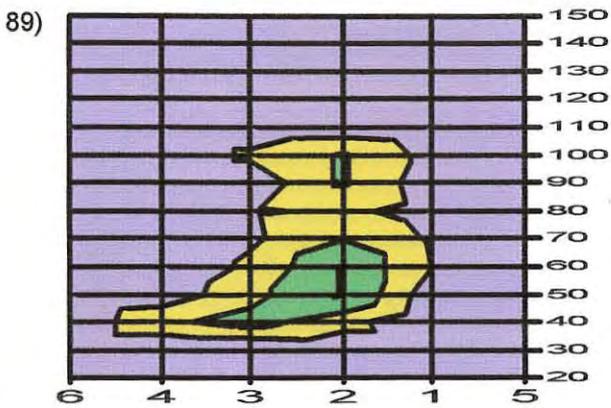
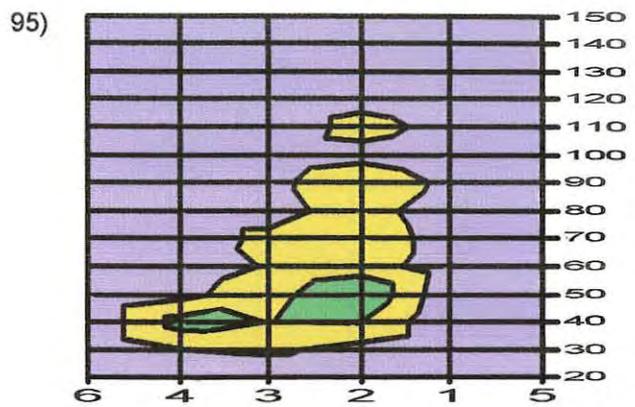
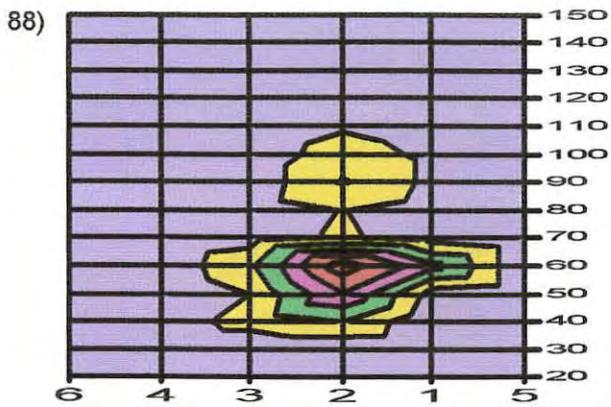
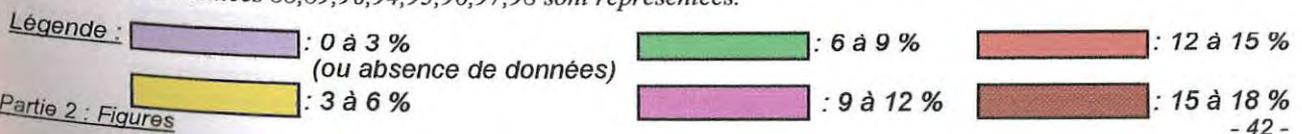


Figure II. 7 : Répartition de la production des ligneurs vénézuéliens (en % du poids des captures) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes annuelles pour les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.



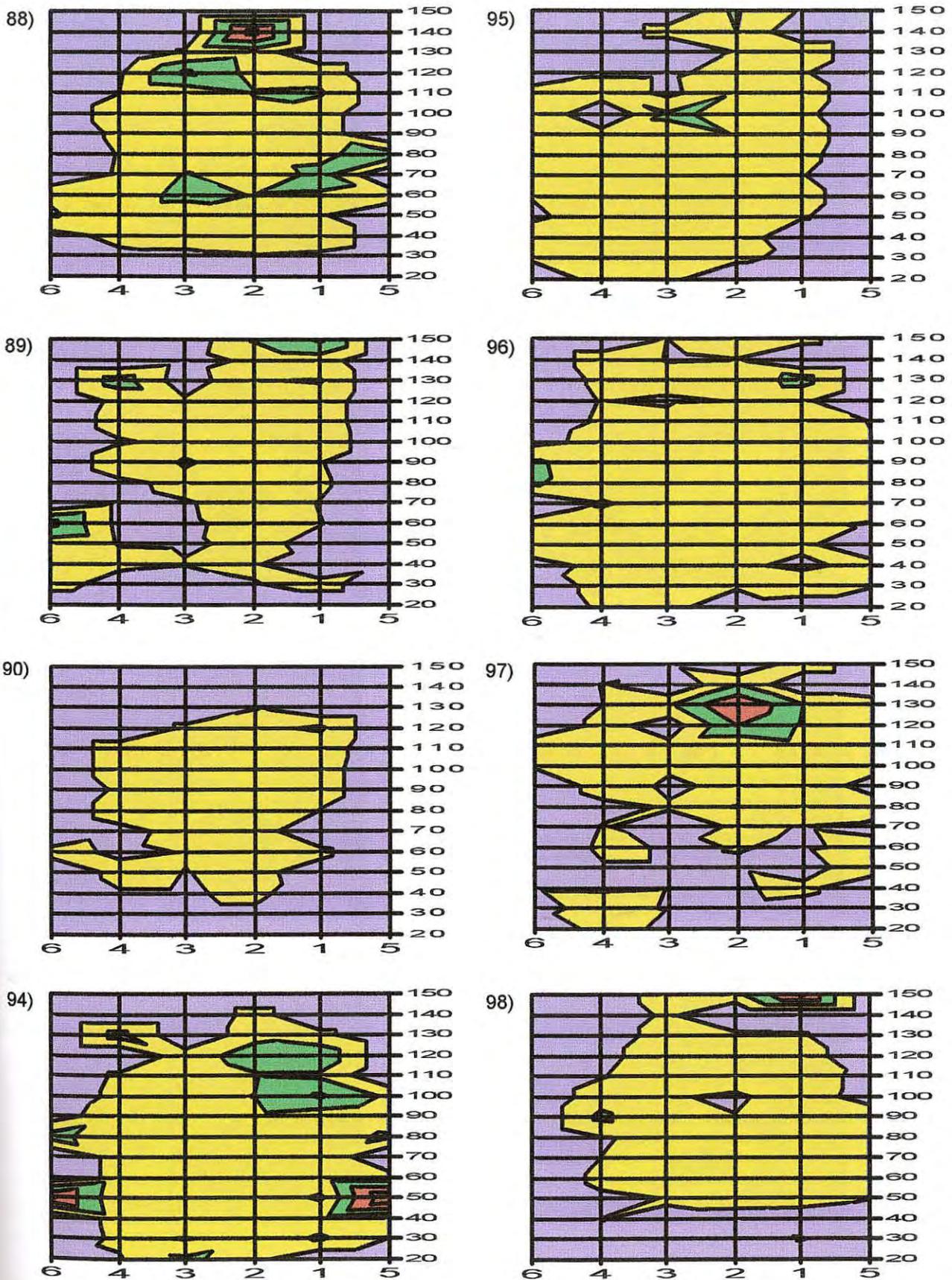


Figure II. 8 : Répartition des captures par unité d'effort des ligneurs vénézuéliens (en kg / h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes annuelles pour les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <p>0 à 20 kg/h<br/>(ou absence de données)</p> <p>20 à 40 kg/h</p> | <p>40 à 60 kg/h</p> <p>60 à 80 kg/h</p> | <p>80 à 100 kg/h</p> |
|--|---|----------------------|

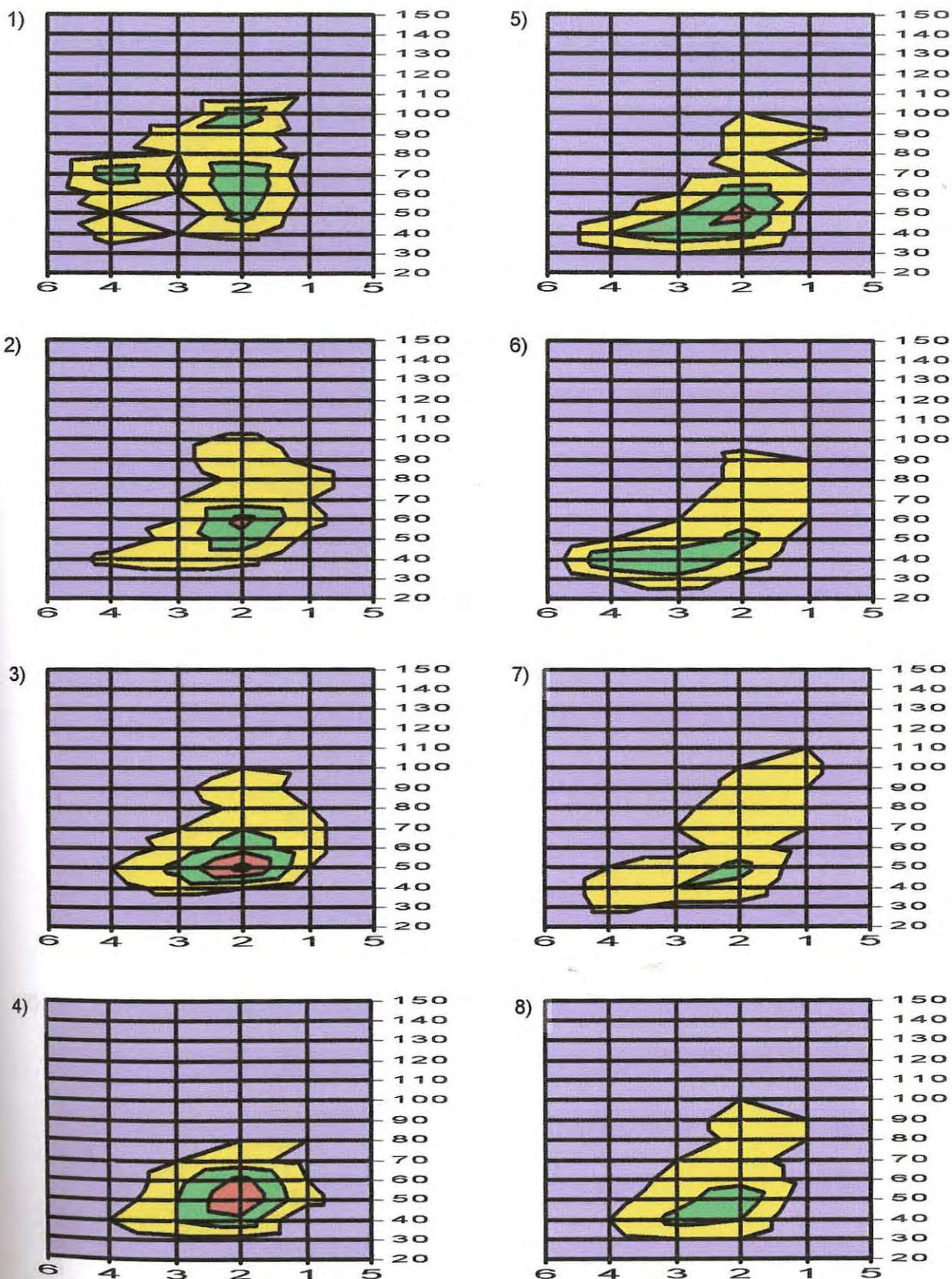


Figure II. 9 : Répartition de l'effort de pêche des ligneurs vénézuéliens (en % de l'effort calculé en h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv.,..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|   |                                      |   |            |   |             |
|---|--------------------------------------|---|------------|---|-------------|
|  | : 0 à 3 %<br>(ou absence de données) |  | : 6 à 9 %  |  | : 12 à 15 % |
|  | : 3 à 6 %                            |  | : 9 à 12 % |   |             |

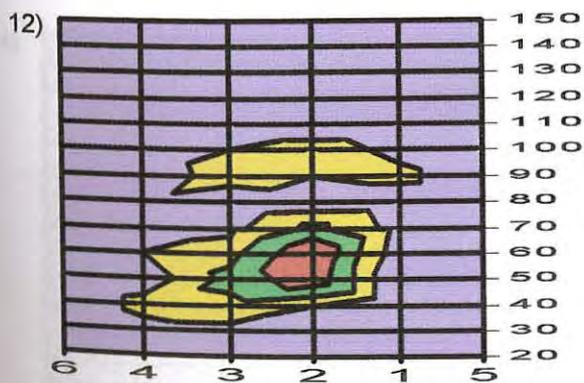
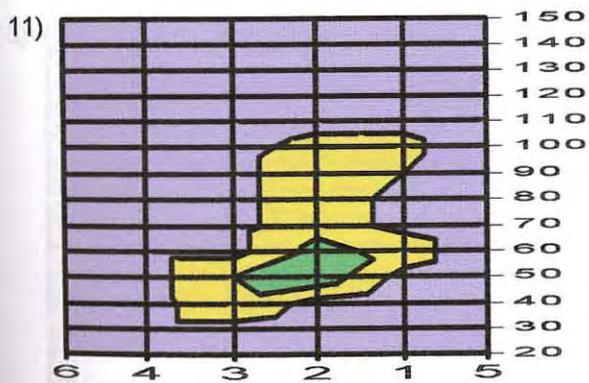
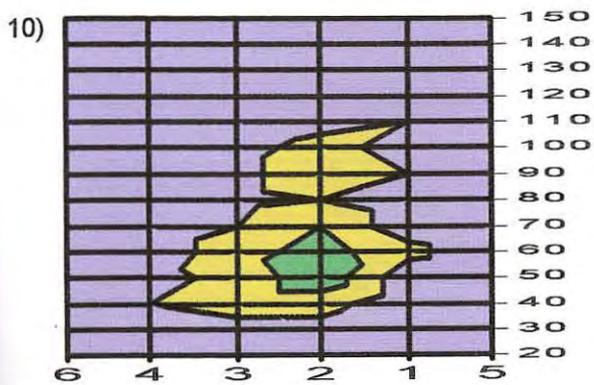
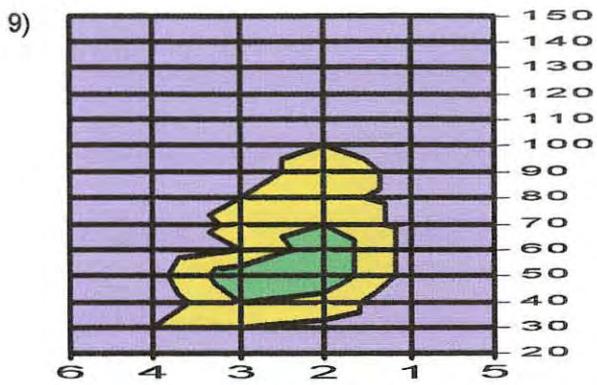


Figure II. 9 (suite) : Répartition de l'effort de pêche des pêcheurs vénézuéliens (en % de l'effort calculé en h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1 ) = janv., ..., 12 ) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|   |  |   |
|---|--|---|
|  : 0 à 3 % |  : 6 à 9 %  |  : 12 à 15 % |
| (ou absence de données)   |  : 9 à 12 % |   |
|  : 3 à 6 % |  |   |

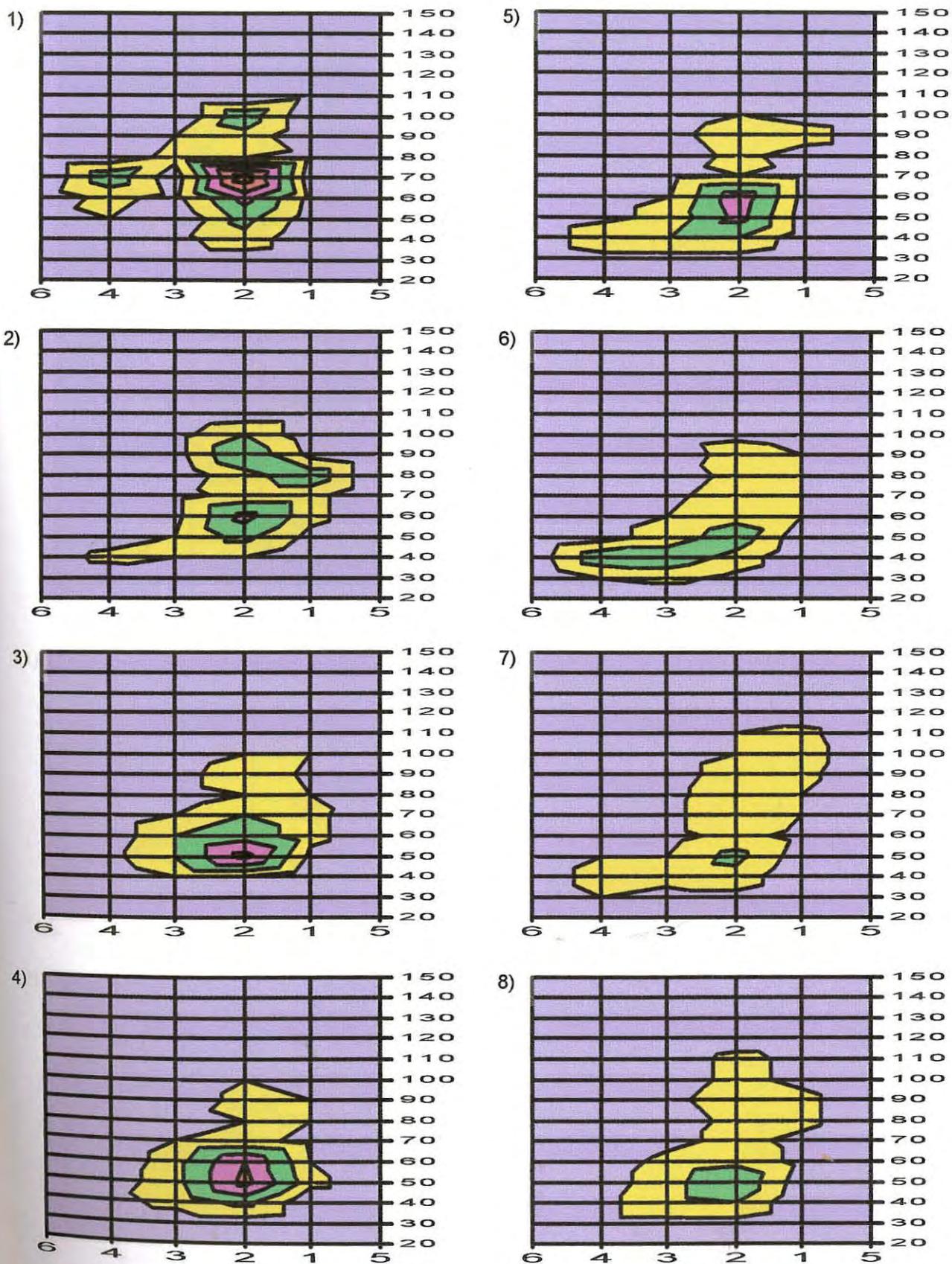
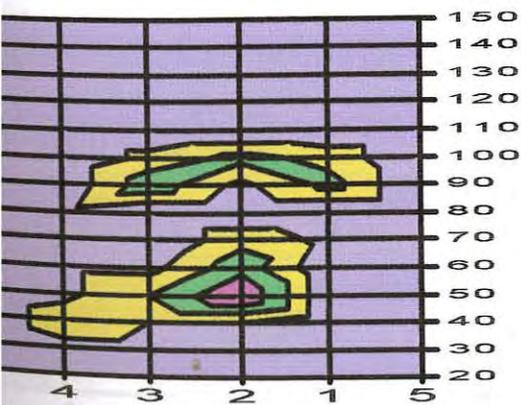
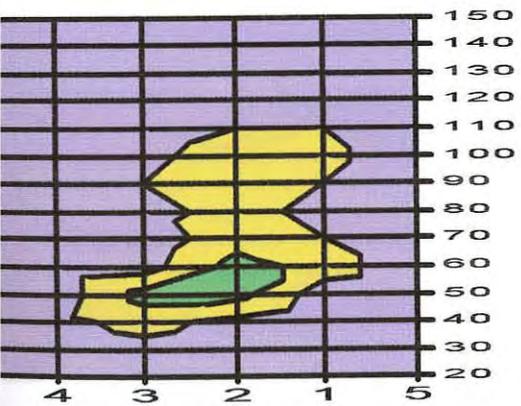
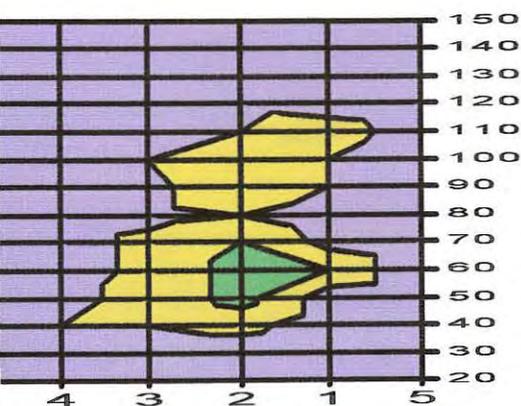
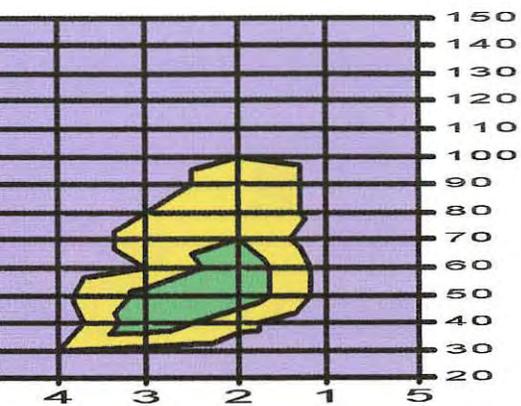


Figure II. 10 : Répartition de la production des ligneurs vénézuéliens (en % du poids des captures) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv., ..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|  |  |   |
|--|--|---|
|  : 0 à 3 %<br>(ou absence de données) |  : 6 à 9 %  |  : 12 à 15 % |
|  : 3 à 6 %                            |  : 9 à 12 % |  : 15 à 18 % |



II 10 (mètres) - Répartition de la population (en % du poids des captures) par zone et

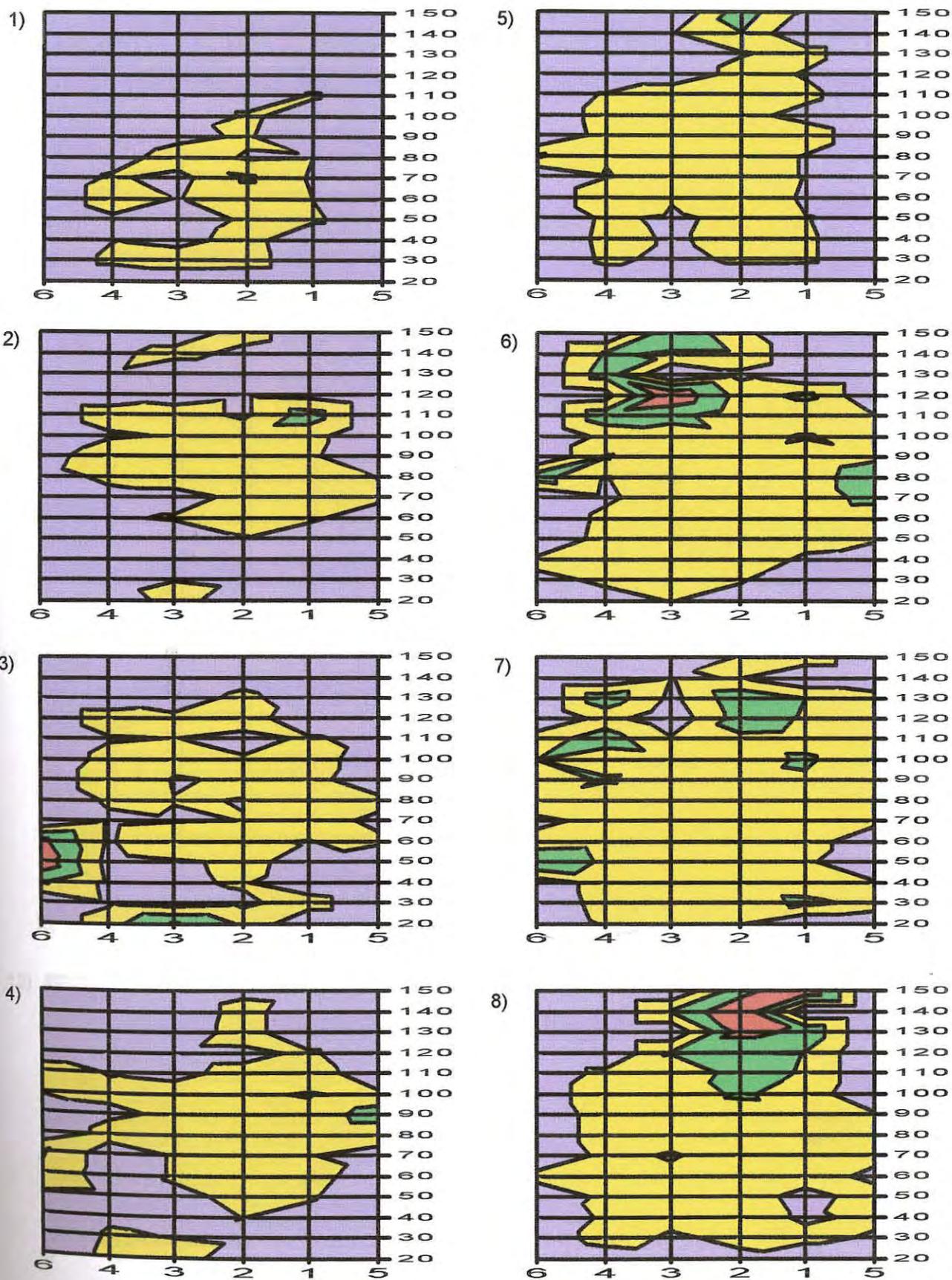


Figure II. 11 : Répartition des captures par unité d'effort des ligneurs vénézuéliens (en kg / h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv., ..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|   |                |   |                |   |                 |
|---|----------------|---|----------------|---|-----------------|
|  | : 0 à 20 kg/h  |  | : 40 à 60 kg/h |  | : 80 à 100 kg/h |
|  | : 20 à 40 kg/h |  | : 60 à 80 kg/h |   |                 |

(ou absence de données)

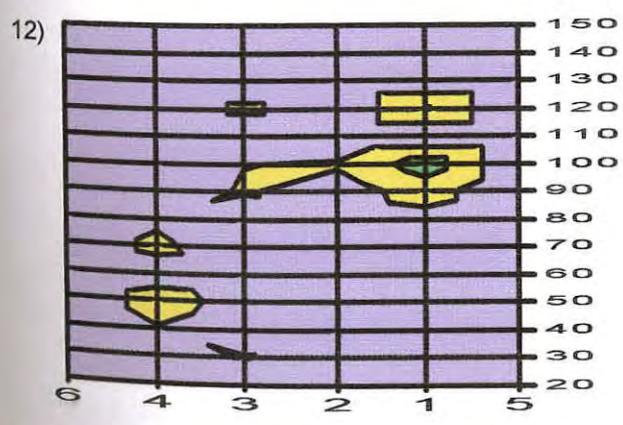
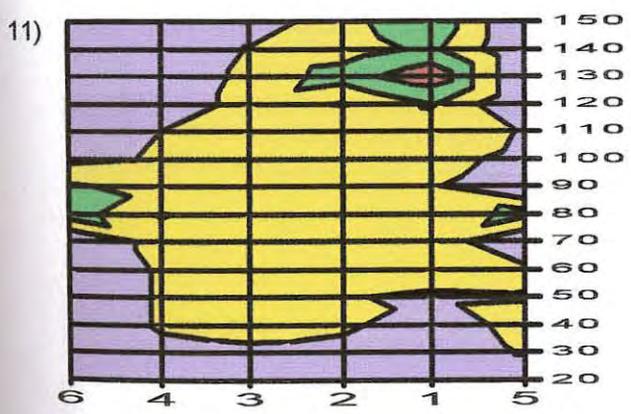
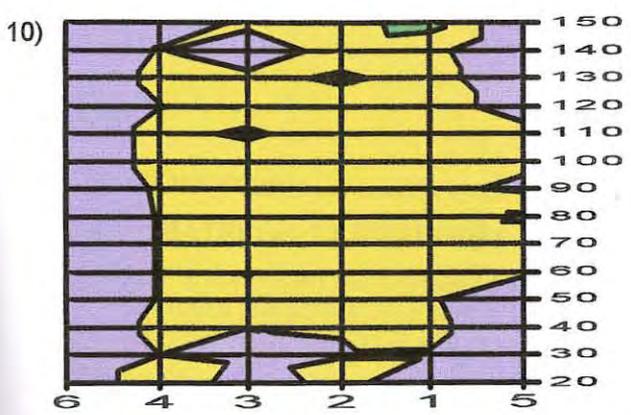
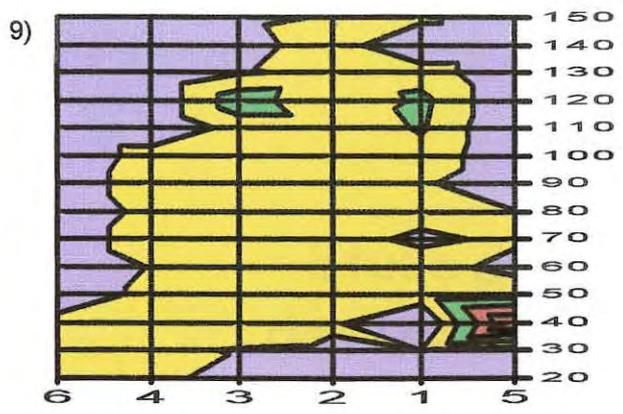


Figure II. 11 (suite) : Répartition des captures par unité d'effort des ligneurs vénézuéliens (en kg / h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv., ..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

|  |  |   |
|--|--|---|
|  : 0 à 20 kg/h  |  : 40 à 60 kg/h |  : 80 à 100 kg/h |
| (ou absence de données)  |  : 60 à 80 kg/h |   |
|  : 20 à 40 kg/h |  |   |

## Partie 3

# Etude de la répartition spatiale des captures structurées en taille.

## Sommaire

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCTION .....  | 50 |
| I. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....   | 50 |
| A. CROISEMENT DES DONNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE FICHES DE PÊCHE. STRUCTURE EN TAILLE DES CAPTURES PAR ZONE ET PAR SONDE ..... | 50 |
| B. ANALYSE DES CPUE PAR CLASSE DE TAILLE, PAR ZONE ET PAR SONDE .....   | 51 |
| II. RÉSULTATS.....  | 55 |
| III. DISCUSSION.....  | 56 |
| A. UNE STRATÉGIE DE PÊCHE COHÉRENTE AVEC LA RÉPARTITION DES POISSONS .....  | 56 |
| B. DES ABONDANCES BIEN RÉPARTIES POUR DES PROFONDEURS > 40 M.....   | 57 |
| C. UNE AUGMENTATION DE LA TAILLE MOYENNE AVEC LA PROFONDEUR.....  | 57 |
| CONCLUSION .....  | 62 |

## INTRODUCTION

Les fiches de pêche sont une source d'information dont l'exploitation était susceptible d'apporter une avancée dans la connaissance et la compréhension de la stratégie de pêche des ligneurs vénézuéliens. Les représentations spatiales schématiques de la Partie 2 ont montré que l'effort et la production sont concentrés dans l'espace alors que les captures par unité d'effort de pêche sont plus dispersées. Dans la Partie 2, nous n'avons pas exploité une information essentielle dont nous disposons grâce aux échantillonnages : la structure en taille des captures. On trouve à ce sujet quelques informations peu précises dans la littérature. Par exemple, Vendeville (1984), sur la base de données de chalutage, mentionne l'existence d'un gradient de taille des jeunes vivaneaux en fonction de la profondeur. Pérodou (1994) avance que les plus jeunes individus se développent dans les zones nourricières côtières avant de gagner progressivement des zones plus profondes au cours de leur croissance. Moguedet (1995, b) fait état de captures de vivaneaux plus gros dans les eaux limitrophes de la ZEE brésilienne.

Les données de fiches de pêche offrent une possibilité de préciser ces allusions. On s'attache ici à rechercher l'existence d'une structure spatiale de l'abondance des vivaneaux, en fonction des zones et des classes de sonde, en distinguant les classes de taille. L'objectif est notamment de vérifier l'hypothèse de l'existence d'un gradient des indices d'abondance en fonction de la sonde. Pour cela, on croise les données de captures par unité d'effort de pêche par classe de taille obtenues par échantillonnage scientifique avec les données de fiches de pêche.

### I. MATERIEL ET METHODES

#### A. Croisement des données d'échantillonnage et de fiches de pêche.

##### Structure en taille des captures par zone et par sonde

Pour certaines marées des années 90 et 94 à 98 (une marée est identifiée par un bateau et une date), on dispose d'une fiche de pêche dûment remplie donnant des informations spatiales sur le déroulement de la marée et d'un échantillonnage, réalisé parallèlement au vieux port de Cayenne, donnant la structure en taille des captures. L'objet de ce paragraphe est de montrer la façon dont on peut mettre en relation ces deux sources de données.

Grâce aux fiches de pêche, on dispose pour chaque marée, pour chaque zone et chaque classe de sonde de 10 m (20 – 29 m ; 30 – 39 m ...) de l'effort de pêche (en *h.bateau*) et du poids capturé estimé par le pêcheur. On en déduit le pourcentage des captures (en poids) effectuées dans chaque zone et classe de sonde. On répercute ce pourcentage sur l'estimation des nombres capturés par classe de taille  $\hat{N}_{abb}^k$  pour obtenir une estimation du nombre de poissons de la classe de taille  $k$  capturés dans chaque zone et chaque classe de sonde. En divisant alors ces nombres par l'effort de pêche correspondant, on

obtient des estimations des nombres capturés par classe de taille et par unité d'effort de pêche, par zone et par sonde. On considère ces captures par unité d'effort comme des indices d'abondance. Les ligneurs prospectent surtout les têtes de roche. Lors de certaines marées, ils se déplacent peu, restant dans la même zone et dans des sondes proches. Dans ce cas, le rapprochement entre les données spatiales (fournies par les fiches) et l'estimation de la structure des captures (échantillonnage) a un sens car on peut espérer que l'échantillonnage scientifique au moment du débarquement est représentatif des captures réalisées à un endroit bien défini. En revanche, d'autres fois, les ligneurs se déplacent beaucoup et changent de zone et de classe de sonde au cours de la marée. Dans ce cas, on ne peut plus mettre en relation la structure des captures estimées par l'échantillonnage et un lieu de pêche. C'est la raison pour laquelle on ne considère que les données pour lesquelles au moins 75 % des captures de la marée proviennent de la même zone et de la même classe de sonde. Ce tri étant fait, on dispose d'une série de 40 données (Tableau III. 2).

Pour limiter le nombre de classes de taille, on répartit les captures en 14 nouvelles classes de taille, correspondant à des âges particuliers si l'on considère les paramètres de croissance connus :  $K = 0.12 \text{ an}^{-1}$  et  $L_{\infty} = 105 \text{ cm}$  (Tableau III. 1). Les classes 5 à 9 représentent la majorité des captures commerciales. Les plus petites captures enregistrées sont  $L_f = 19 \text{ cm}$ .

| Classe de taille | Taille mini (L <sub>f</sub> en cm) | Taille maxi (L <sub>f</sub> en cm) | Age estimé à la taille maxi (années) |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                | 0                                  | 21                                 | 2                                    |
| 2                | 22                                 | 26                                 | 2,5                                  |
| 3                | 27                                 | 31                                 | 3                                    |
| 4                | 32                                 | 35                                 | 3,5                                  |
| 5                | 36                                 | 39                                 | 4                                    |
| 6                | 40                                 | 43                                 | 4,5                                  |
| 7                | 44                                 | 46                                 | 5                                    |
| 8                | 47                                 | 50                                 | 5,5                                  |
| 9                | 51                                 | 53                                 | 6                                    |
| 10               | 54                                 | 56                                 | 6,5                                  |
| 11               | 57                                 | 59                                 | 7                                    |
| 12               | 60                                 | 64                                 | 8                                    |
| 13               | 65                                 | 69                                 | 9                                    |
| 14               | 70                                 | 85                                 | 14                                   |

Tableau III. 1 : Clé de distribution des tailles de vivaneaux en 14 classes.

### **B. Analyse des CPUE par classe de taille, par zone et par sonde**

C'est la relation entre la profondeur, la zone de pêche et l'abondance des poissons de différentes tailles (structure en taille des CPUE) qui nous intéresse ici. Or, il est manifeste qu'il existe une forte variabilité temporelle (en fonction du mois et de l'année) des CPUE (en  $nb / h.bateau$ ) structurées en taille (Figures III. 1 et III. 2). Dans le cas où l'on s'intéresse uniquement à la variabilité spatiale (zone et sonde), cette variabilité temporelle constitue un bruit qui nuit à la compréhension de la structure

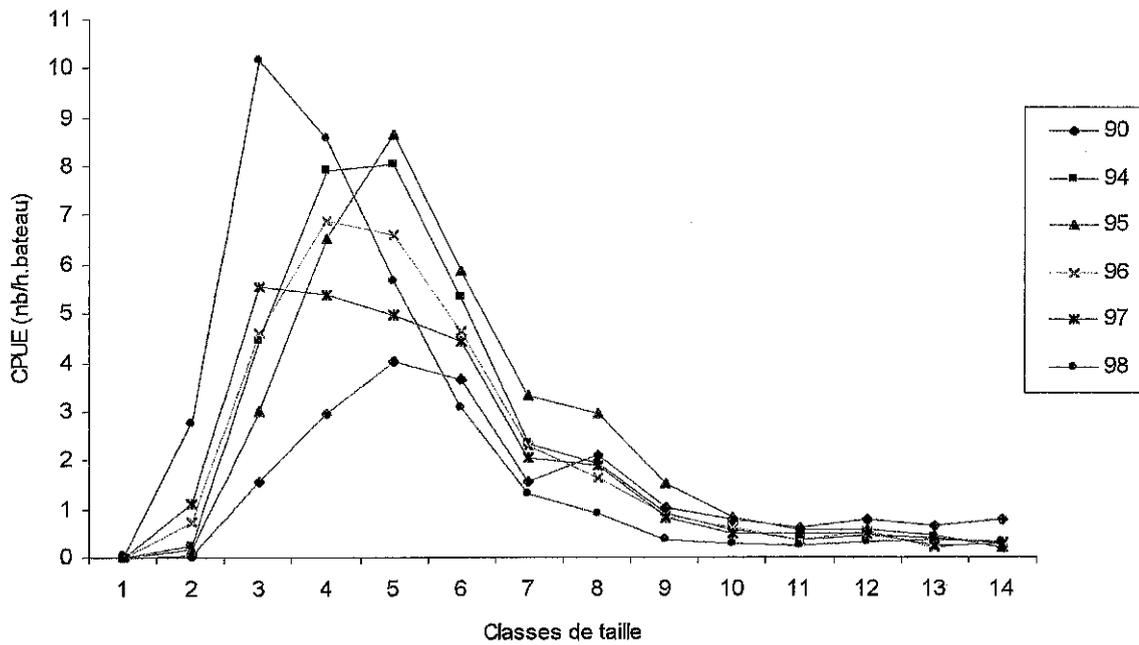


Figure III. 1 : Moyennes annuelles des captures par unité d'effort de pêche (nb / h.bateau) par classe de taille pour tous les échantillonnages. Les 14 classes de tailles indiquées sont explicitées au Tableau III. 1.

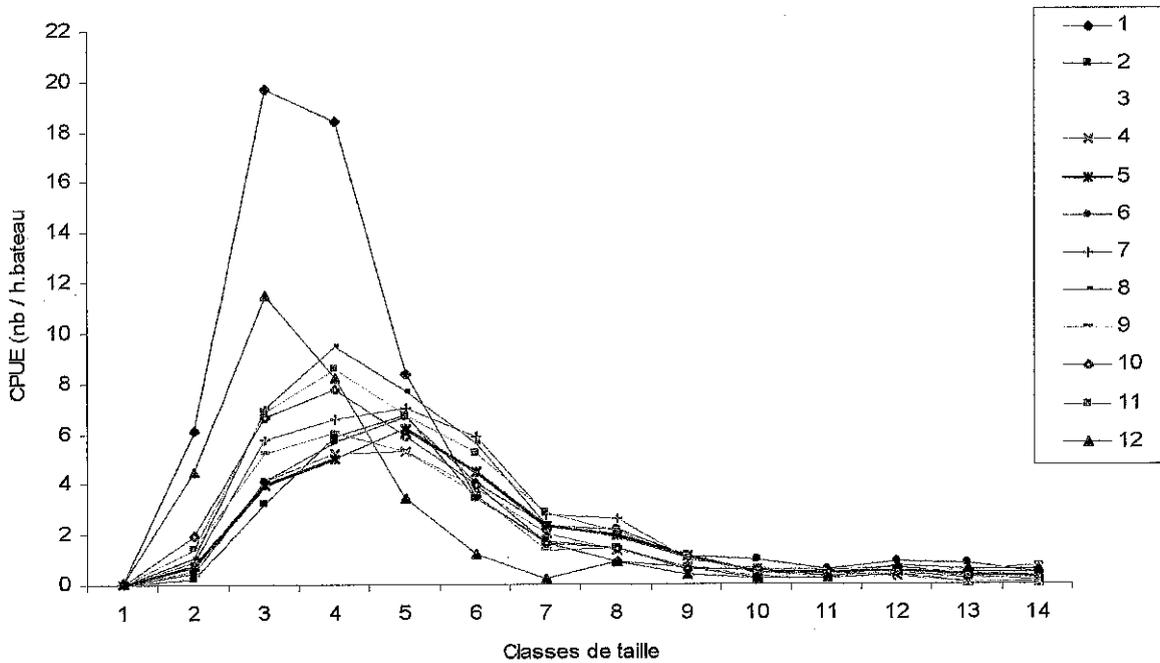


Figure III. 2 : Moyennes mensuelles des captures par unité d'effort de pêche (nb / h.bateau) par classe de taille pour tous les échantillonnages. Les 14 classes de tailles indiquées sont explicitées au Tableau III. 1.

| Date déb   | Bateau          | Zone | % capt viv | Effort (h) | Sonde | CPUE C1 | CPUE C2 | CPUE C3 | CPUE C4 | CPUE C5 | CPUE C6 | CPUE C7 | CPUE C8 | CPUE C9 | CPUE C10 | CPUE C11 | CPUE C12 | CPUE C13 | CPUE C14 |
|------------|-----------------|------|------------|------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 21-avr-90  | Latino          | 3    | 100%       | 168        | 65    | 0,0000  | 0,0000  | 0,3810  | 1,3274  | 3,5238  | 3,7917  | 1,7440  | 2,1964  | 1,1369  | 1,2857   | 0,3393   | 0,5714   | 0,1488   | 0,0774   |
| 27-juin-90 | Carmen Prizera  | 3    | 100%       | 108        | 55    | 0,0000  | 0,0000  | 0,6574  | 1,3241  | 2,6389  | 4,4630  | 3,0556  | 1,9815  | 1,8148  | 0,9074   | 0,5000   | 0,6574   | 0,5000   | 0,1667   |
| 06-févr-94 | Nueva Elena     | 4    | 100%       | 72         | 45    | 0,0000  | 0,1389  | 5,9306  | 11,1111 | 10,0278 | 2,4167  | 0,5417  | 0,4028  | 0,2639  | 0,0694   | 0,1389   | 0,2083   | 0,2083   | 0,0000   |
| 11-avr-94  | Don Laureano    | 3    | 100%       | 132        | 55    | 0,0000  | 0,0000  | 1,1515  | 2,3030  | 4,2424  | 4,9545  | 2,1212  | 1,5909  | 0,9697  | 0,2652   | 0,2652   | 0,8864   | 0,2652   | 0,0909   |
| 26-avr-94  | Don Laureano    | 2    | 100%       | 106        | 55    | 0,0000  | 0,0000  | 1,8208  | 3,0283  | 2,5189  | 4,1415  | 2,6226  | 1,7170  | 1,2075  | 0,9057   | 0,5000   | 0,9057   | 0,4057   | 0,0000   |
| 10-juin-94 | Marifel         | 1    | 100%       | 100        | 65    | 0,0000  | 0,2100  | 3,8300  | 4,2000  | 6,1100  | 3,4500  | 1,2200  | 0,9600  | 0,5800  | 0,2700   | 0,3700   | 0,2100   | 0,1100   | 0,1600   |
| 19-juin-94 | Guaracha        | 4    | 100%       | 57         | 45    | 1,5965  | 1,5965  | 23,3158 | 28,9649 | 19,2632 | 8,8421  | 6,5439  | 2,2982  | 1,5965  | 0,7018   | 0,3509   | 1,4211   | 0,7018   | 0,1754   |
| 27-juin-94 | Marifel         | 4    | 100%       | 110        | 65    | 0,0000  | 0,1091  | 4,0455  | 8,5364  | 8,5364  | 6,2364  | 2,3000  | 2,0818  | 1,5364  | 0,9818   | 0,3273   | 0,6545   | 0,2182   | 0,1091   |
| 21-août-94 | Altamira        | 3    | 100%       | 120        | 75    | 0,0000  | 0,0500  | 2,3917  | 5,2083  | 5,8000  | 3,9917  | 1,7000  | 1,4917  | 0,8500  | 0,7417   | 1,2250   | 0,4750   | 0,3750   | 0,2667   |
| 19-sept-94 | Petratina       | 2    | 100%       | 117        | 55    | 0,0000  | 0,2137  | 6,5299  | 23,0513 | 19,0513 | 5,0513  | 1,1538  | 1,0513  | 1,3675  | 0,3162   | 0,5299   | 0,4188   | 0,9487   | 0,6325   |
| 24-sept-94 | Nuevo Arrecife  | 2    | 100%       | 180        | 95    | 0,0000  | 0,0667  | 3,1333  | 4,2000  | 4,0667  | 3,8667  | 1,8667  | 2,5333  | 1,1333  | 0,6667   | 0,9333   | 1,2667   | 1,0000   | 0,4667   |
| 11-mars-95 | Nuevo Arrecife  | 2    | 100%       | 108        | 75    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,3056  | 1,3056  | 1,9167  | 1,3056  | 0,9167  | 0,6111  | 0,5370   | 0,5370   | 0,3056   | 0,3056   | 0,2315   |
| 09-avr-95  | Danilo          | 3    | 100%       | 40         | 115   | 0,0000  | 0,0000  | 0,2000  | 2,3500  | 2,9500  | 4,3250  | 2,3500  | 2,7500  | 0,9750  | 0,7750   | 0,4000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   |
| 16-mai-95  | Cero            | 3    | 100%       | 110        | 75    | 0,0000  | 0,1818  | 1,8455  | 2,9455  | 2,5818  | 0,7364  | 0,2727  | 1,0182  | 0,8500  | 0,3727   | 0,2727   | 0,1818   | 0,3727   | 0,4636   |
| 17-oct-95  | Maruja III      | 4    | 100%       | 120        | 95    | 0,0000  | 0,0750  | 1,5833  | 2,2667  | 1,6583  | 1,8167  | 0,7583  | 1,0583  | 1,1333  | 0,6083   | 0,3750   | 0,2250   | 0,2250   | 0,2250   |
| 24-nov-95  | El Deseo        | 3    | 100%       | 12         | 65    | 0,0000  | 0,1667  | 3,6667  | 7,7500  | 6,2500  | 3,5000  | 2,0833  | 0,9167  | 0,6667  | 0,4167   | 0,0833   | 0,2500   | 0,0000   | 0,1667   |
| 02-sept-96 | Braulifel       | 3    | 100%       | 110        | 45    | 0,0000  | 4,9818  | 15,3273 | 11,0273 | 12,9818 | 4,4909  | 0,8818  | 1,0727  | 0,1909  | 0,1909   | 0,2909   | 0,1909   | 0,2909   | 0,1909   |
| 04-oct-96  | Dona Lola       | 2    | 100%       | 60         | 95    | 0,0000  | 3,9833  | 16,2000 | 13,2167 | 8,7167  | 6,4833  | 1,0000  | 0,5000  | 0,7500  | 1,0000   | 0,5000   | 2,2500   | 0,2500   | 0,7500   |
| 24-oct-96  | Ademivi V       | 1    | 100%       | 120        | 65    | 0,0000  | 0,1167  | 1,7500  | 3,7417  | 4,5583  | 2,4500  | 3,1500  | 1,7500  | 0,4667  | 0,2333   | 0,2333   | 0,3500   | 0,0000   | 0,1167   |
| 14-nov-96  | Nuevo Sagiterio | 4    | 100%       | 58         | 65    | 0,0000  | 0,3966  | 2,9310  | 5,8793  | 6,0690  | 4,8966  | 3,7241  | 2,9310  | 1,7586  | 2,1552   | 1,1724   | 0,3966   | 0,3966   | 0,5862   |
| 25-mars-97 | Maranon         | 1    | 100%       | 54         | 75    | 0,0000  | 4,8889  | 22,2037 | 7,2593  | 3,3519  | 2,6481  | 0,1481  | 0,4259  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,2778   |
| 08-oct-97  | Vimar           | 1    | 100%       | 120        | 115   | 0,0000  | 0,0000  | 2,1917  | 5,0167  | 6,2167  | 4,1667  | 2,6833  | 1,8417  | 0,5667  | 0,7750   | 0,5667   | 1,0583   | 0,8500   | 0,9167   |
| 19-mars-98 | Juan Sarnan     | 1    | 100%       | 72         | 85    | 0,0000  | 4,5417  | 22,8194 | 19,4167 | 11,1944 | 4,9583  | 0,5694  | 0,1389  | 0,1389  | 0,4306   | 0,0000   | 0,0000   | 0,1389   | 0,0000   |
| 27-avr-98  | Braulifel       | 1    | 100%       | 110        | 65    | 0,0000  | 0,7545  | 4,6909  | 3,4818  | 6,5909  | 7,9545  | 3,7818  | 1,5909  | 0,3000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0727   | 0,0727   |
| 03-mai-98  | Geomax          | 3    | 100%       | 96         | 115   | 0,1458  | 3,5938  | 28,1771 | 9,9167  | 10,3542 | 4,6042  | 1,5833  | 0,7188  | 0,2917  | 0,1458   | 0,1458   | 0,2917   | 0,4271   | 1,1458   |
| 01-sept-98 | Cleyfimar       | 2    | 100%       | 156        | 85    | 0,0000  | 1,4423  | 18,4615 | 12,0064 | 6,2436  | 1,8526  | 0,2756  | 0,7564  | 0,1346  | 0,1346   | 0,0705   | 0,0705   | 0,2756   | 0,1346   |
| 15-mai-97  | Commerciante    | 4    | 93%        | 63         | 115   | 0,0000  | 0,2211  | 2,2551  | 3,7880  | 6,1315  | 3,6553  | 1,5329  | 0,4422  | 0,1474  | 0,0737   | 0,2211   | 0,0000   | 0,0000   | 0,1474   |
| 30-mai-96  | Mitia Ana       | 4    | 89%        | 68         | 35    | 0,0000  | 0,0000  | 2,1520  | 4,0810  | 6,5480  | 7,4009  | 3,2149  | 4,2910  | 1,6140  | 1,0760   | 0,3281   | 1,3910   | 0,2100   | 0,0000   |
| 20-nov-94  | Marifel         | 4    | 88%        | 80         | 75    | 0,0000  | 0,0000  | 1,6078  | 4,1672  | 6,4094  | 4,0141  | 1,9250  | 1,6078  | 0,3172  | 0,3172   | 0,3172   | 0,0000   | 0,1641   | 0,3172   |
| 09-oct-96  | Fran Mar        | 2    | 87%        | 46         | 65    | 0,0000  | 0,6217  | 3,2406  | 10,3058 | 6,1609  | 6,6130  | 3,6928  | 1,3942  | 0,7725  | 0,9232   | 0,3014   | 0,4710   | 0,3014   | 0,6217   |
| 06-nov-94  | Cleyfimar       | 2    | 85%        | 80         | 105   | 0,0000  | 0,9146  | 9,4220  | 17,4084 | 16,6215 | 18,3229 | 7,8481  | 3,9241  | 2,8819  | 1,3080   | 0,2659   | 0,2659   | 0,1276   | 0,0000   |
| 28-sept-95 | Danilo          | 1    | 85%        | 80         | 135   | 0,0000  | 0,4754  | 7,7430  | 9,5387  | 6,7923  | 4,5317  | 2,2606  | 1,5106  | 0,0951  | 0,1901   | 0,2852   | 0,6655   | 0,4754   | 0,7500   |
| 20-juil-96 | Nuevo Universo  | 2    | 84%        | 64         | 95    | 0,0000  | 1,1347  | 16,7569 | 11,0569 | 12,6535 | 7,9826  | 3,6417  | 2,5069  | 0,6861  | 0,9104   | 0,3431   | 0,6861   | 0,4618   | 0,6861   |
| 16-févr-94 | Nueva Elena     | 3    | 81%        | 60         | 75    | 0,0000  | 0,0000  | 2,7896  | 2,8979  | 3,0063  | 3,4260  | 3,1146  | 1,2865  | 0,7448  | 0,2167   | 0,6365   | 0,3250   | 0,3250   | 0,0000   |
| 08-mars-95 | Marifel         | 2    | 81%        | 70         | 115   | 0,0000  | 0,1503  | 0,8327  | 2,2667  | 1,5497  | 1,8503  | 0,8673  | 0,6823  | 0,3354  | 0,1503   | 0,1156   | 0,1850   | 0,1503   | 0,4163   |
| 05-juin-95 | Oscarina        | 2    | 81%        | 24         | 45    | 0,0000  | 0,1007  | 1,1080  | 9,3341  | 15,2435 | 7,6889  | 4,7678  | 4,9021  | 2,2160  | 1,1080   | 0,4365   | 0,5708   | 0,0000   | 0,3358   |
| 25-févr-95 | Marifel         | 2    | 81%        | 70         | 95    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 1,7377  | 4,2810  | 4,4075  | 2,5433  | 3,7401  | 1,5996  | 0,2647   | 0,2647   | 0,2647   | 0,0000   | 0,0000   |
| 03-avr-94  | Virgiris        | 2    | 80%        | 90         | 65    | 0,0000  | 0,0000  | 0,6667  | 1,6800  | 5,0933  | 2,4178  | 1,1378  | 1,4756  | 0,9422  | 0,6667   | 0,4711   | 0,6044   | 0,6667   | 0,0000   |
| 11-mars-96 | Virgiris        | 2    | 78%        | 54         | 75    | 0,0000  | 1,1739  | 5,5507  | 6,5797  | 4,5362  | 2,9275  | 1,8986  | 1,3188  | 1,0290  | 0,4348   | 0,7246   | 0,2899   | 0,5797   | 1,0290   |
| 23-mai-95  | Dona, Noris     | 4    | 75%        | 70         | 55    | 0,0000  | 0,1607  | 3,8143  | 7,9500  | 15,4179 | 8,7429  | 3,4929  | 1,9071  | 1,5857  | 0,4821   | 0,4821   | 0,9536   | 0,0000   | 0,4821   |

Tableau III. 2 : Série de 40 données issues du croisement des données de fiche de pêche et des données d'échantillonnage. Seules les données pour lesquelles au moins 75 % des captures de toute la marée ont été effectuées dans une zone et une classe de sonde sont conservées (% capt viv >= 75 %). CPUE C1, ..., CPUE C14 représentent les captures par unité d'Effort de Pêche (en nb / h.bateau) pour les 14 classes de taille (Cf. tableau III. 1).

| Date déb   | Bateau          | Zone | % capt viv | Effort (h) | Sonde | CPUE C1 | CPUE C2 | CPUE C3 | CPUE C4 | CPUE C5  | CPUE C6  | CPUE C7 | CPUE C8 | CPUE C9 | CPUE C10 | CPUE C11 | CPUE C12 | CPUE C13 | CPUE C14 |
|------------|-----------------|------|------------|------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 21-avr-90  | Latino          | 3    | 100%       | 168        | 65    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   |
| 27-juin-90 | Carmen Primera  | 3    | 100%       | 108        | 55    | 0,0000  | 0,0000  | 0,3090  | 0,1146  | 0,9888   | 1,8648   | 1,3946  | 0,1350  | 0,4018  | 0,0368   | 0,1112   | 0,1646   | 0,3610   | 0,1336   |
| 06-févr-94 | Nueva Elena     | 4    | 100%       | 72         | 45    | 0,0000  | 0,1308  | 3,8815  | 6,1996  | 4,0459   | -0,5761  | -0,8870 | -0,6919 | -0,1082 | -0,3971  | -0,3374  | 0,0646   | -0,4527  | -0,3875  |
| 11-avr-94  | Don Laureano    | 3    | 100%       | 132        | 55    | 0,0000  | -0,0661 | 0,3383  | 0,1273  | 0,0779   | 0,7956   | 0,2730  | 0,2629  | 0,1591  | -0,2011  | -0,1843  | 0,3227   | -0,0846  | 0,0119   |
| 26-avr-94  | Don Laureano    | 2    | 100%       | 106        | 55    | 0,0000  | -0,0661 | 1,0073  | 0,8523  | -1,6451  | -0,0174  | 0,7750  | 0,3889  | 0,3971  | 0,4399   | 0,0507   | 0,3427   | 0,0564   | -0,0791  |
| 10-juin-94 | Marifel         | 1    | 100%       | 100        | 65    | -0,3192 | -0,1730 | -2,5054 | -5,4302 | -2,4146  | -1,6720  | -1,6008 | -1,1400 | -0,7124 | -0,4128  | -0,1948  | -0,6316  | -0,3198  | -0,0370  |
| 19-juin-94 | Guaracha        | 4    | 100%       | 57         | 45    | 1,2768  | 1,2130  | 16,9806 | 19,3348 | 10,7384  | 3,7200   | 3,7232  | 0,1980  | 0,3036  | 0,0192   | -0,2138  | 0,5794   | 0,2722   | 0,0520   |
| 27-juin-94 | Marifel         | 4    | 100%       | 110        | 65    | -0,3192 | -0,2740 | -2,2904 | -1,0942 | 0,0114   | 1,1140   | -0,5208 | -0,0180 | 0,2436  | 0,2992   | -0,2378  | -0,1866  | -0,2118  | -0,0140  |
| 21-août-94 | Altamira        | 3    | 100%       | 120        | 75    | 0,0000  | -0,4022 | -4,9727 | -7,8856 | -7,0141  | -4,5605  | -1,6542 | -0,7282 | -0,0663 | 0,3234   | 0,9776   | -0,2248  | 0,0218   | 0,1693   |
| 19-sept-94 | Petratina       | 2    | 100%       | 117        | 55    | 0,0000  | 0,0325  | 1,9768  | 12,7838 | 9,3255   | 0,8815   | -0,0675 | 0,0508  | 0,6398  | -0,0571  | 0,3390   | 0,0331   | 0,7117   | 0,5296   |
| 24-sept-94 | Nuevo Arrecife  | 2    | 100%       | 180        | 95    | 0,0000  | -0,1145 | -1,4202 | -6,0672 | -5,6585  | -0,3025  | 0,6455  | 1,5328  | 0,4048  | 0,2939   | 0,7420   | 0,8811   | 0,7627   | 0,3646   |
| 11-mars-95 | Nuevo Arrecife  | 2    | 100%       | 108        | 75    | 0,0000  | -0,1327 | -0,7347 | -1,7960 | -0,4967  | -0,3547  | 0,1053  | 0,0093  | 0,1117  | 0,2253   | 0,2560   | 0,0407   | 0,0713   | -0,2133  |
| 09-avr-95  | Danilo          | 3    | 100%       | 40         | 115   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   |
| 16-mai-95  | Cero            | 3    | 100%       | 110        | 75    | 0,0000  | -0,1890 | -3,8052 | -8,8750 | -17,7572 | -12,5828 | -5,2124 | -3,1898 | -3,5826 | -0,5120  | -1,0576  | -0,7658  | -1,3380  | -0,3200  |
| 17-oct-95  | Maruja III      | 4    | 100%       | 120        | 95    | 0,0000  | -0,2297 | -1,9230 | -6,2190 | -6,5287  | -3,1647  | -1,6343 | -0,5093 | -0,1797 | -0,3370  | -0,2127  | -0,4090  | -0,1297  | 0,1500   |
| 24-nov-95  | El Deseo        | 3    | 100%       | 12         | 65    | 0,0000  | 0,1211  | 1,0379  | 0,6345  | -1,2927  | -2,0856  | -2,2806 | -2,8631 | -1,3125 | -0,2045  | -0,4444  | -0,6454  | -0,6917  | -0,0513  |
| 02-sept-96 | Braullifel      | 3    | 100%       | 110        | 45    | 0,0000  | 4,2976  | 11,3505 | 5,7713  | 8,4560   | 1,8848   | -0,2656 | 0,1937  | -0,3773 | -0,3705  | 0,0495   | -0,1944  | -0,1860  | -0,4094  |
| 04-oct-96  | Dona Lola       | 2    | 100%       | 60         | 95    | 0,0000  | 3,1672  | 7,1340  | 13,0672 | 7,1340   | 2,0926   | 0,2896  | -0,7851 | -0,5134 | 0,1007   | 0,1862   | 1,7645   | 0,0233   | 0,3118   |
| 24-oct-96  | Ademevi V       | 1    | 100%       | 120        | 65    | 0,0000  | -0,6988 | -1,3828 | -2,3410 | 0,0564   | -1,9404  | 1,3649  | 0,7366  | -0,1823 | -0,3099  | -0,0808  | -0,1355  | -0,2267  | -0,3212  |
| 14-nov-96  | Nuevo Sagiterio | 4    | 100%       | 58         | 65    | 0,0000  | -0,0466 | -2,9442 | 1,5094  | 1,4826   | 1,3626   | 1,2418  | 0,9734  | 0,6746  | 1,3578   | 0,7566   | 0,0450   | 0,1386   | 0,4688   |
| 25-mars-97 | Maranon         | 1    | 100%       | 54         | 75    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   | 0,0000   |
| 08-oct-97  | Vimar           | 1    | 100%       | 120        | 115   | 0,0000  | -0,2130 | -0,3356 | 0,2792  | 2,0990   | -0,6644  | 0,1564  | -0,2250 | -0,0404 | 0,1212   | -0,0452  | 0,0670   | 0,5396   | 0,5158   |
| 19-mars-98 | Juan Saman      | 1    | 100%       | 72         | 85    | 0,0000  | 3,5277  | 13,2558 | 8,8465  | 2,3004   | 0,6783   | -0,7113 | -0,8350 | -0,1618 | -0,0031  | -0,1105  | -0,2458  | 0,0418   | -0,2308  |
| 27-avr-98  | Braullifel      | 1    | 100%       | 110        | 65    | 0,0000  | -0,0957 | -1,7291 | -4,2359 | 0,9131   | 4,5169   | 2,0531  | 0,7187  | 0,0123  | -0,0730  | -0,0633  | -0,0776  | 0,0534   | 0,0678   |
| 03-mai-98  | Geomax          | 3    | 100%       | 96         | 115   | 0,0670  | 1,6457  | 19,9301 | 5,1671  | 7,1160   | 2,9421   | 0,9207  | 0,5324  | 0,0539  | 0,1314   | 0,1314   | 0,2628   | 0,3843   | 1,0314   |
| 01-sept-98 | Cleyfimar       | 2    | 100%       | 156        | 85    | -0,1346 | -8,9689 | -2,5790 | -0,5308 | 0,3936   | -1,0191  | -0,4533 | 0,2494  | 0,0266  | 0,0266   | -0,0765  | 0,0621   | 0,2415   | 0,1181   |
| 15-mai-97  | Commerciante    | 4    | 93%        | 63         | 115   | 0,0000  | -0,5754 | -0,9514 | -0,7689 | 1,7391   | 0,8229   | -0,3726 | -1,4709 | -0,6896 | -0,0644  | -0,1438  | -0,4708  | -0,3750  | -0,2873  |
| 30-mai-96  | Mitia Ana       | 4    | 89%        | 68         | 35    | 0,0000  | -0,0538 | 0,4181  | 0,1022  | 2,0170   | 2,1592   | -0,1469 | 1,3094  | 0,6832  | 0,2431   | -0,0272  | 0,7904   | 0,1593   | -0,0538  |
| 20-nov-94  | Marifel         | 4    | 88%        | 80         | 75    | 0,0000  | -0,8089 | -3,9733 | -5,5284 | -3,2870  | -4,6003  | -1,9898 | -0,3971 | -0,8761 | -0,1090  | 0,1126   | -0,3639  | -0,0954  | -0,0753  |
| 09-oct-96  | Fran Mar        | 2    | 87%        | 46         | 65    | 0,0000  | -0,1938 | 0,1082  | 4,2230  | 1,6594   | 2,2226   | 1,9079  | 0,3806  | 0,1227  | 0,3801   | -0,0128  | -0,0145  | 0,0743   | 0,1838   |
| 06-nov-94  | Cleyfimar       | 2    | 85%        | 80         | 105   | 0,0000  | 0,1061  | 3,8407  | 7,7126  | 6,9250   | 9,7088   | 3,9333  | 1,9189  | 1,6889  | 0,8820   | 0,0616   | -0,0979  | -0,1314  | -0,3923  |
| 28-sept-95 | Danilo          | 1    | 85%        | 80         | 135   | 0,0000  | 0,3659  | 5,9720  | 6,4300  | 3,6716   | 1,8324   | 0,1490  | -0,5096 | -0,4589 | -0,0311  | 0,0945   | 0,4038   | 0,2491   | 0,5416   |
| 20-juil-96 | Nuevo Universo  | 2    | 84%        | 64         | 95    | -0,0133 | -0,1040 | 8,3433  | 0,0735  | 0,4421   | 1,5516   | 1,1701  | 0,5601  | -0,2003 | 0,3643   | -0,2181  | 0,1623   | 0,2327   | 0,5663   |
| 16-févr-94 | Nueva Elena     | 3    | 81%        | 60         | 75    | 0,0000  | -0,0082 | 0,7405  | -2,0134 | -2,9761  | 0,4329   | 1,6860  | 0,1911  | 0,3728  | -0,2491  | 0,1596   | 0,1816   | -0,3357  | -0,3875  |
| 08-mars-95 | Marifel         | 2    | 81%        | 70         | 115   | 0,0000  | 0,0173  | 0,0983  | 0,1650  | -0,2527  | -0,4217  | -0,3337 | -0,2257 | -0,1643 | -0,1617  | -0,1650  | -0,0803  | -0,0847  | -0,0283  |
| 25-févr-95 | Marifel         | 2    | 81%        | 70         | 95    | -0,0177 | -0,3057 | -4,7578 | -6,4177 | -4,7374  | -0,4296  | -0,3012 | 1,4510  | 0,5531  | -0,1385  | 0,1008   | 0,0115   | -0,3089  | -0,0697  |
| 05-juin-95 | Oscarina        | 2    | 81%        | 24         | 45    | 0,0000  | 0,0665  | -0,2467 | 4,3097  | 6,3884   | 1,7259   | 0,9149  | 0,9476  | 0,3846  | -0,5614  | -0,6936  | -0,4347  | -0,2163  | 0,3029   |
| 03-avr-94  | Virgiris        | 2    | 80%        | 90         | 65    | 0,0000  | -0,0661 | -0,1467 | -0,4957 | 0,9289   | -1,7414  | -0,7100 | 0,1479  | 0,1311  | 0,2009   | 0,0217   | 0,0407   | 0,3174   | -0,0791  |
| 11-mars-96 | Virgiris        | 2    | 78%        | 54         | 75    | 0,0000  | 0,5658  | 2,0268  | 2,7770  | 1,0016   | 0,5762   | 0,1163  | 0,2094  | -0,0021 | 0,0270   | 0,4696   | -0,0788  | 0,3639   | 0,6913   |
| 23-mai-95  | Dona Noris      | 4    | 75%        | 70         | 55    | 0,0000  | -0,2100 | -1,8362 | -3,8700 | -4,9212  | -4,5758  | -1,9924 | -2,3008 | -2,3696 | -0,3030  | -0,8486  | 0,0062   | -1,7110  | -0,6140  |

Tableau III, 3 : Série de 40 données sur lesquelles on réalise l'Analyse en Composantes Principales. Ces données sont les résidus du filtrage des effets croisés mois et années sur les données du Tableau III, 2 selon la méthode exposée au paragraphe II, B.

spatiale des données. C'est pourquoi une première partie du traitement de ces données consiste à « filtrer l'information temporelle (mois, année) », de manière à pouvoir ensuite travailler sur des données dont la structure spatiale pourra alors être mise en lumière. Pour cela, on s'inspire des modèles d'analyse de variance à deux facteurs avec interactions. Soit  $l$  l'indice de répétition de la donnée de Capture par Unité d'Effort de Pêche de poissons de la classe de taille  $k$  le mois  $m$  de l'année  $a$ , notée  $CPUE_{am}^k$ . On décompose la donnée  $CPUE_{am}^k$  de la façon suivante :

$$CPUE_{am}^k = \mu^k + \alpha_a^k + \beta_m^k + \gamma_{am}^k + \xi_{am}^k$$

Pour alléger la notation, l'indice  $k$  n'est plus répété dans la suite. La notation "y." représente la moyenne de la grandeur  $y$  sur l'indice remplacé par le point.

$\mu$  représente la moyenne générale CPUE . . .

$\alpha_a$  représente l'effet de l'année  $a$  et est estimé par  $\hat{\alpha}_a = CPUE_{a..} - CPUE_{...}$

$\beta_m$  représente l'effet du mois  $m$ , estimé par  $\hat{\beta}_m = CPUE_{.m.} - CPUE_{...}$

$\gamma_{am}$  représente l'interaction entre l'année  $a$  et le mois  $m$ , estimée par

$$\hat{\gamma}_{am} = CPUE_{am.} - CPUE_{a..} - CPUE_{.m.} + CPUE_{...}$$

Le « filtrage » de l'information temporelle se fait en travaillant non plus avec des données brutes  $CPUE_{am}^k$  mais avec le résidu  $\hat{\xi}_{am}^k = CPUE_{am}^k - CPUE_{am.}$  qui correspond à une donnée de capture par unité d'effort "transformée" dont on a « extrait l'information temporelle ».

Une fois ce pré-traitement fait sur les données (concrètement cela représente quelques manipulations de regroupement par année et par mois sur *MSAcces*), on réalise une Analyse en Composantes Principales (A.C.P) sur les résidus, sans tenir compte de l'année ni du mois. 15 variables quantitatives interviennent dans l'A.C.P : la classe de sonde et les résidus des CPUE pour les 14 classes de taille, les  $\hat{\xi}_{am}^k$  définis ci dessus (Tableau III. 3).

## II. RESULTATS

L'A.C.P. montre que les quatre premiers axes principaux suffisent à expliquer 75 % de la structure du nuage de point (Tableau III. 4 ; Figures III. 3 et III. 4). Cependant, l'axe 4 n'apporte que peu d'information et est difficilement interprétable (Tableau III. 6 ; Figure II. 6). On ne s'intéresse qu'aux trois premiers axes factoriels.

La Figure III. 5 ainsi que le Tableau III. 6 montrent que l'axe 1 est un axe de production ou d'abondance. Ce qui distingue le plus les marées entre elles est approximativement la CPUE moyenne pour les classes de tailles les plus abondantes dans les captures commerciales (C5 à C9). Ce résultat est sans surprise.

En revanche, l'interprétation de l'axe 2 est nettement plus enrichissante car cet axe décrit une relation entre l'abondance des différentes classes de taille et la profondeur. La Figure III. 5 et le Tableau III. 6

montrent que pour cet axe, la Sonde est corrélée positivement avec les variables C8 à C14, soit les CPUE des grandes classes de taille. Parallèlement, elle est corrélée négativement avec les variables C1 à C6. De plus, les variables C1 à C14 sont disposées en « éventail » sur la Figure III. 5.

L'axe 3 oppose les marées qui ont eu lieu à des profondeurs importantes et pour lesquelles les CPUE des grandes classes de taille (C11 à C14) sont importantes, au marées pour lesquelles les CPUE des classes les plus abondantes dans les captures commerciales (C5 à C9) sont élevées et qui ont lieu à des profondeurs plus faibles (Figure III. 6 ; Tableau III. 6).

La projection (représentation graphiques des composantes principales) des individus (les marées) sur le plan factoriel 1 & 2 (Figure III. 7) et sur le plan factoriel 3 & 4 (Figure III. 8) en indiquant la zone ne permet pas de dire qu'il existe une relation entre la zone et les indices d'abondance des différentes classes de taille de vivaneaux.

### III. DISCUSSION

#### A. Une stratégie de pêche cohérente avec la répartition des poissons

Les représentations graphiques des efforts, production et CPUE dans la ZEE (Partie 2, Figures II. 6 à II. 11) indiquent qu'il y a peu de superposition entre les zones à fortes CPUE (en  $kg/h.bateau$ ) et les zones où les ligneurs concentrent leurs efforts de pêche. On peut même dire que les zones donnant les meilleurs résultats (en terme de  $kg/h$  de pêche) font partie des zones les moins fréquentées par les pêcheurs.

L'effort de pêche et la production sont concentrés dans la zone au large de Cayenne (Zone 2). Cela peut s'expliquer d'abord par le fait que cette zone est proche du vieux port de Cayenne, où a lieu le débarquement. Les zones les plus éloignées donc les moins accessibles à ces petits bateaux à l'autonomie limitée à deux ou trois semaines sont logiquement moins exploitées.

Aussi, les sondes les plus prospectées sont les fonds allant de 40 à 100 m. Cela paraît logique car l'abondance des vivaneaux est faible sur des fonds  $\leq 40$  m et la pêche à la ligne de fond dans des profondeurs d'eau  $\geq 100$  m est difficile. Par ailleurs, les Figures II. 8 et II. 11 montrent que si l'on excepte ces zones (fonds  $< 40$  m et  $> 120$  m), l'abondance des vivaneaux est relativement homogène et assure des prises convenables entre 20 et 40  $kg/h.bateau$ . D'autre part, l'ACP a révélé (interprétation de l'axe 3) qu'il était inutile de pêcher dans des fonds trop importants pour obtenir les meilleurs résultats dans les classes de taille moyenne. Cela semble indiquer que le pêcheur est confronté au choix entre deux stratégies : 1) Soit pêcher très profond en espérant prendre des gros poissons ; 2) soit pêcher à des profondeurs plus raisonnables des poissons de taille moyenne mais plus abondants. Mais les transformateurs ne distinguent pas les classes de taille lors de l'achat du poisson au pêcheur. Ces derniers sont payés au poids. Les ligneurs n'ont donc pas intérêt à rechercher particulièrement les gros poissons dans les fonds importants.

La stratégie des pêcheurs est donc cohérente : obtenir les meilleurs résultats à moindre coût.

## **B. Des abondances bien réparties pour des profondeurs > 40 m**

Dans l'hypothèse où la capture par unité d'effort de pêche peut être considérée comme un indice d'abondance des vivaneaux, les résultats de l'observation des représentations graphiques de la Partie II appellent des commentaires. D'abord, la diminution récente (1997, 1998) des CPUE (en  $kg / h.bateau$ ) dans les fonds peu importants ( $\leq 60$  m) va dans le sens de l'hypothèse d'une raréfaction de la ressource (en terme de biomasse) dans les fonds peu importants. Une des causes de cette raréfaction pourrait être l'impact de la pêche crevettière au chalut.

Ensuite, le fait que l'abondance des vivaneaux semble bien répartie sur toute la zone, à des profondeurs supérieures à 40 m confirme l'hypothèse que l'habitat préférentiel des vivaneaux est constitué de têtes de roche isolées, réparties sur toute la ZEE de façon relativement homogène. On rejoint ici les observations de Moguedet (1995, b), pour qui le Vivaneau est une espèce démersale hauturière, c'est-à-dire que l'on ne le trouve que très rarement dans la frange côtière (fond < 30 m). Cela est à mettre en relation avec la nature des fonds et la turbidité de l'eau, la bande côtière étant une zone de sédimentation des alluvions amazoniens où l'eau est très turbide et les fonds vaseux. Le Vivaneau a une préférence pour les eaux claires du large, moins soumises à l'influence des apports fluctuants des fleuves locaux et de celui plus régulier de l'Amazone, et pour les fonds durs aux faciès sédimentologiques de granulométrie plus grossière.

Enfin, le pic d'abondance observé en été sur les pentes du talus continental pourrait confirmer l'hypothèse d'un regroupement des vivaneaux sur le talus lors de la reproduction (Cf. Analyse bibliographique).

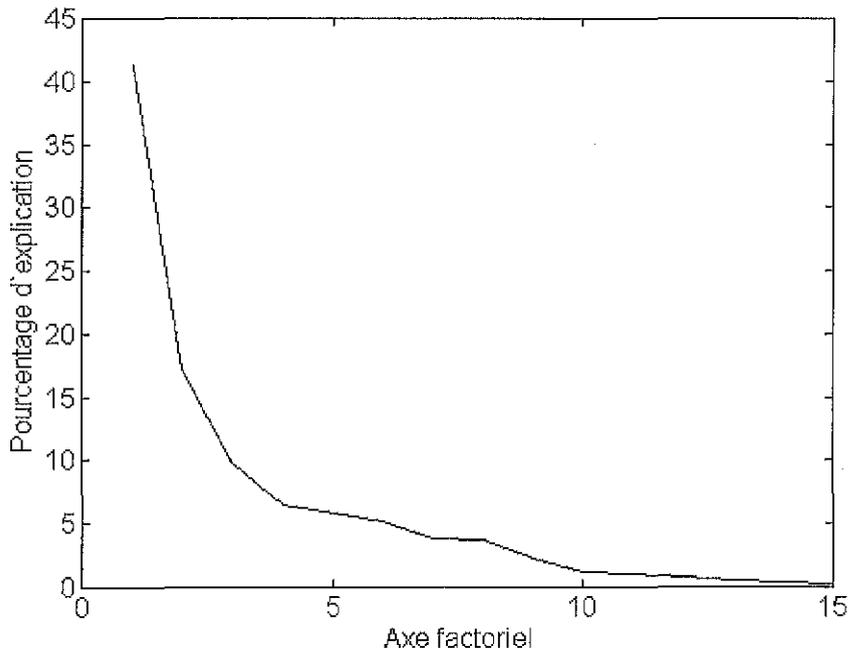
## **C. Une augmentation de la taille moyenne avec la profondeur**

L'interprétation de l'axe factoriel 2 de l'A.C.P apporte des éléments nouveaux dans la compréhension de la répartition spatiale des vivaneaux. Les résultats suggèrent que plus la profondeur du lieu pêché est importante, plus les captures par unité d'effort de gros poissons sont importantes et moins les C.P.U.E (en  $nb / h.bateau$ ) de petits poissons sont importantes. Les résultats confortent donc l'hypothèse de l'existence d'un gradient positif plus ou moins continu de la taille des vivaneaux en fonction de la profondeur entre 40 et 150 m (données sur fonds > 150 m trop fragmentaires).

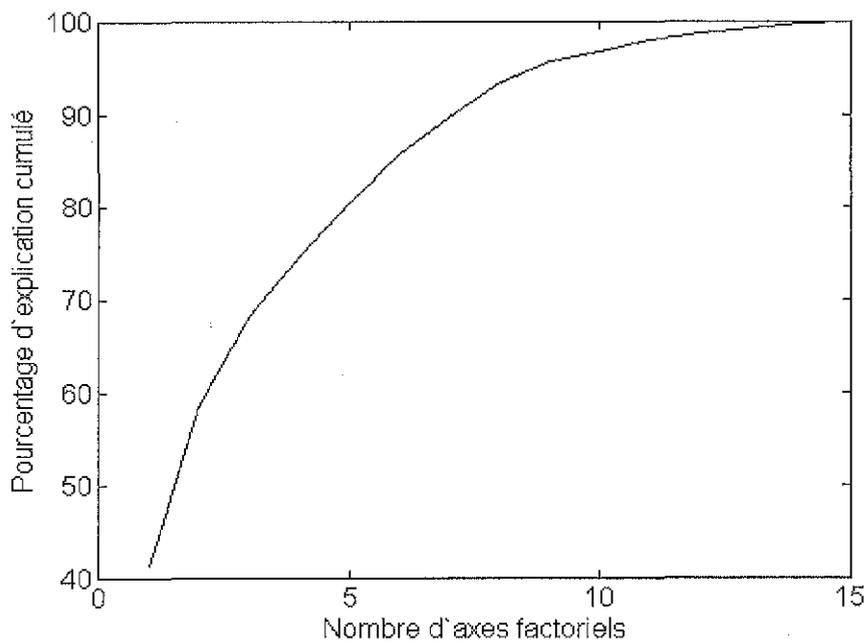
Ce gradient semble indépendant de la zone de pêche. Tout du moins, au vu de ces données et de cette analyse (projection des individus (les marées) sur le plan factoriel 1 & 2 (Figure III. 7) et sur le plan factoriel 3 & 4 (Figure III. 8) en indiquant la zone) on ne peut pas dire qu'il existe une relation entre la zone de pêche et l'abondance des différentes classes de taille des vivaneaux.

| Axes principaux |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1               | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 41,4%           | 17,2% | 9,7%  | 6,5%  | 5,9%  | 5,2%  | 3,9%  | 3,7%  | 2,3%  | 1,2%  | 1,1%  | 0,8%  | 0,6%  | 0,5%  | 0,2%  |
| 41,4%           | 58,6% | 68,3% | 74,8% | 80,6% | 85,8% | 89,7% | 93,4% | 95,7% | 96,9% | 98,0% | 98,8% | 99,3% | 99,8% | 100 % |

**Tableau III. 4 :** Pourcentage d'explication de la structure du nuage de points par chaque axe factoriel dans l'A.C.P sur les résidus (1<sup>ère</sup> ligne) et pourcentage d'explication cumulé (2<sup>ème</sup> ligne).



**Figure III. 3 :** Pourcentage d'explication de la structure du nuage de points par chaque axe factoriel de l'Analyse en Composantes Principales sur les résidus.



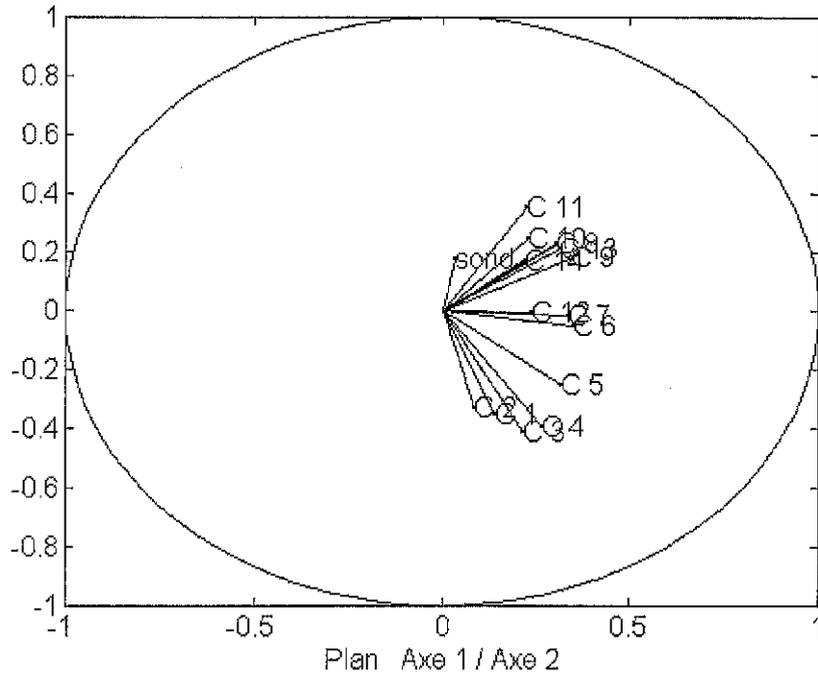
**Figure III. 4 :** Pourcentage d'explication cumulé de la structure du nuage de points en fonction du nombre d'axes factoriels pris en compte dans l'Analyse en Composantes Principales sur les résidus.

|          | Sonde | CPUE C1 | CPUE C2 | CPUE C3 | CPUE C4 | CPUE C5 | CPUE C6 | CPUE C7 | CPUE C8 | CPUE C9 | CPUE C10 | CPUE C11 | CPUE C12 | CPUE C13 | CPUE C14 |
|----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Sonde    | 1     | -0,16   | -0,06   | 0,11    | -0,11   | -0,09   | 0,07    | -0,01   | -0,01   | 0,00    | 0,16     | 0,17     | 0,06     | 0,18     | 0,31     |
| CPUE C1  | -0,16 | 1       | 0,19    | 0,49    | 0,56    | 0,34    | 0,19    | 0,40    | 0,07    | 0,08    | 0,01     | -0,03    | 0,26     | 0,14     | 0,03     |
| CPUE C2  | -0,06 | 0,19    | 1       | 0,55    | 0,34    | 0,26    | 0,20    | 0,06    | -0,05   | 0,01    | 0,00     | 0,05     | 0,17     | -0,02    | 0,00     |
| CPUE C3  | 0,11  | 0,49    | 0,55    | 1       | 0,75    | 0,63    | 0,45    | 0,33    | 0,08    | 0,15    | 0,07     | -0,01    | 0,42     | 0,25     | 0,28     |
| CPUE C4  | -0,11 | 0,56    | 0,34    | 0,75    | 1       | 0,86    | 0,61    | 0,51    | 0,19    | 0,39    | 0,17     | 0,02     | 0,34     | 0,35     | 0,23     |
| CPUE C5  | -0,09 | 0,34    | 0,26    | 0,63    | 0,86    | 1       | 0,80    | 0,65    | 0,43    | 0,60    | 0,20     | 0,16     | 0,32     | 0,48     | 0,33     |
| CPUE C6  | 0,07  | 0,19    | 0,20    | 0,45    | 0,61    | 0,80    | 1       | 0,86    | 0,68    | 0,79    | 0,45     | 0,30     | 0,40     | 0,51     | 0,30     |
| CPUE C7  | -0,01 | 0,40    | 0,06    | 0,33    | 0,51    | 0,65    | 0,86    | 1       | 0,76    | 0,76    | 0,43     | 0,33     | 0,36     | 0,52     | 0,26     |
| CPUE C8  | -0,01 | 0,07    | -0,05   | 0,08    | 0,19    | 0,43    | 0,68    | 0,76    | 1       | 0,86    | 0,45     | 0,51     | 0,41     | 0,64     | 0,34     |
| CPUE C9  | 0,00  | 0,08    | 0,01    | 0,15    | 0,39    | 0,60    | 0,79    | 0,76    | 0,86    | 1       | 0,52     | 0,60     | 0,42     | 0,72     | 0,36     |
| CPUE C10 | 0,16  | 0,01    | 0,00    | 0,07    | 0,17    | 0,20    | 0,45    | 0,43    | 0,45    | 0,52    | 1        | 0,60     | 0,40     | 0,43     | 0,33     |
| CPUE C11 | 0,17  | -0,03   | 0,05    | -0,01   | 0,02    | 0,16    | 0,30    | 0,33    | 0,51    | 0,60    | 0,60     | 1        | 0,36     | 0,69     | 0,46     |
| CPUE C12 | 0,06  | 0,26    | 0,17    | 0,42    | 0,34    | 0,32    | 0,40    | 0,36    | 0,41    | 0,42    | 0,40     | 0,36     | 1        | 0,43     | 0,31     |
| CPUE C13 | 0,18  | 0,14    | -0,02   | 0,25    | 0,35    | 0,48    | 0,51    | 0,52    | 0,64    | 0,72    | 0,43     | 0,69     | 0,43     | 1        | 0,71     |
| CPUE C14 | 0,31  | 0,03    | 0,00    | 0,28    | 0,23    | 0,33    | 0,30    | 0,26    | 0,34    | 0,36    | 0,33     | 0,46     | 0,31     | 0,71     | 1        |

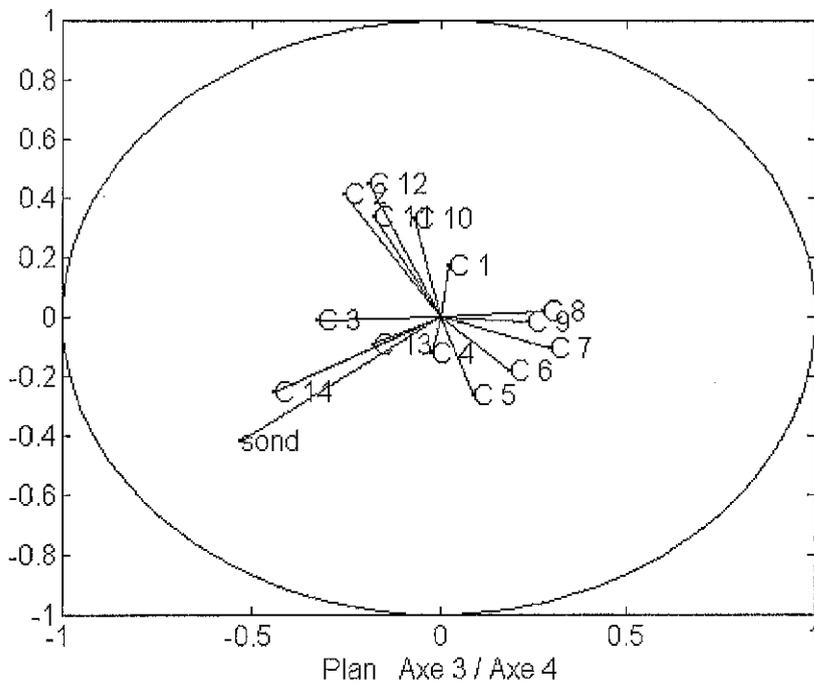
Tableau III. 5 : Matrice des corélations des 15 variables quantitatives de l'A.C.P sur les résidus.

| Axes principaux |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1               | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 0,03            | 0,18  | -0,53 | -0,41 | -0,22 | 0,55  | -0,06 | 0,24  | -0,23 | -0,03 | 0,17  | -0,12 | 0,08  | 0,00  | 0,04  |
| 0,14            | -0,35 | 0,02  | 0,17  | 0,59  | 0,29  | -0,37 | 0,31  | 0,05  | -0,09 | 0,12  | -0,14 | -0,14 | 0,29  | -0,06 |
| 0,09            | -0,33 | -0,25 | 0,41  | -0,55 | -0,24 | -0,16 | 0,34  | 0,18  | -0,14 | 0,30  | 0,04  | 0,07  | 0,00  | 0,05  |
| 0,22            | -0,41 | -0,32 | -0,01 | -0,06 | 0,04  | 0,11  | 0,00  | 0,04  | 0,57  | -0,53 | 0,04  | -0,21 | -0,01 | 0,09  |
| 0,27            | -0,39 | -0,02 | -0,12 | 0,09  | -0,05 | -0,09 | -0,33 | -0,26 | 0,03  | 0,31  | -0,13 | 0,11  | -0,58 | -0,32 |
| 0,32            | -0,25 | 0,09  | -0,27 | -0,08 | -0,20 | 0,02  | -0,23 | -0,22 | -0,18 | -0,04 | -0,23 | 0,37  | 0,47  | 0,40  |
| 0,35            | -0,06 | 0,19  | -0,18 | -0,31 | 0,13  | 0,06  | -0,06 | 0,08  | -0,29 | -0,15 | 0,20  | -0,28 | 0,31  | -0,60 |
| 0,34            | -0,02 | 0,29  | -0,10 | -0,01 | 0,26  | -0,12 | 0,21  | 0,25  | -0,23 | -0,26 | 0,35  | 0,24  | -0,43 | 0,35  |
| 0,31            | 0,23  | 0,28  | 0,02  | -0,05 | 0,01  | 0,18  | 0,35  | 0,21  | 0,43  | 0,08  | -0,43 | 0,36  | 0,02  | -0,26 |
| 0,34            | 0,19  | 0,24  | -0,02 | -0,11 | -0,07 | 0,03  | 0,09  | -0,20 | 0,07  | 0,25  | -0,19 | -0,68 | -0,11 | 0,38  |
| 0,23            | 0,25  | -0,07 | 0,33  | -0,11 | 0,34  | -0,34 | -0,50 | 0,27  | 0,22  | 0,15  | 0,03  | 0,06  | 0,14  | 0,09  |
| 0,23            | 0,35  | -0,17 | 0,33  | 0,02  | -0,19 | -0,34 | 0,08  | -0,44 | -0,20 | -0,48 | -0,19 | 0,07  | -0,11 | -0,14 |
| 0,24            | -0,01 | -0,19 | 0,45  | 0,18  | 0,24  | 0,73  | -0,06 | -0,11 | -0,25 | 0,06  | 0,04  | 0,06  | -0,01 | 0,05  |
| 0,31            | 0,21  | -0,17 | -0,09 | 0,24  | -0,31 | -0,03 | 0,14  | -0,18 | 0,27  | 0,28  | 0,65  | 0,12  | 0,16  | -0,05 |
| 0,22            | 0,17  | -0,44 | -0,25 | 0,25  | -0,34 | 0,03  | -0,08 | 0,58  | -0,26 | -0,02 | -0,22 | -0,12 | -0,09 | 0,00  |

Tableau III. 6 : Coordonnées des axes principaux (ou axes factoriels) de l'A.C.P sur les résidus dans la base des variables quantitatives initiales.



**Figure III. 5 :** Projection des variables quantitatives initiales (Sonde, C1, ..., C14) dans le plan factoriel 1 & 2 formé par les deux premiers axes factoriels de l'A.C.P. sur les résidus.



**Figure III. 6 :** Projection des variables quantitatives initiales (Sonde, C1, ..., C14) dans le plan factoriel 3 & 4 formé par les axes factoriels 3 et 4 de l'A.C.P. sur les résidus.

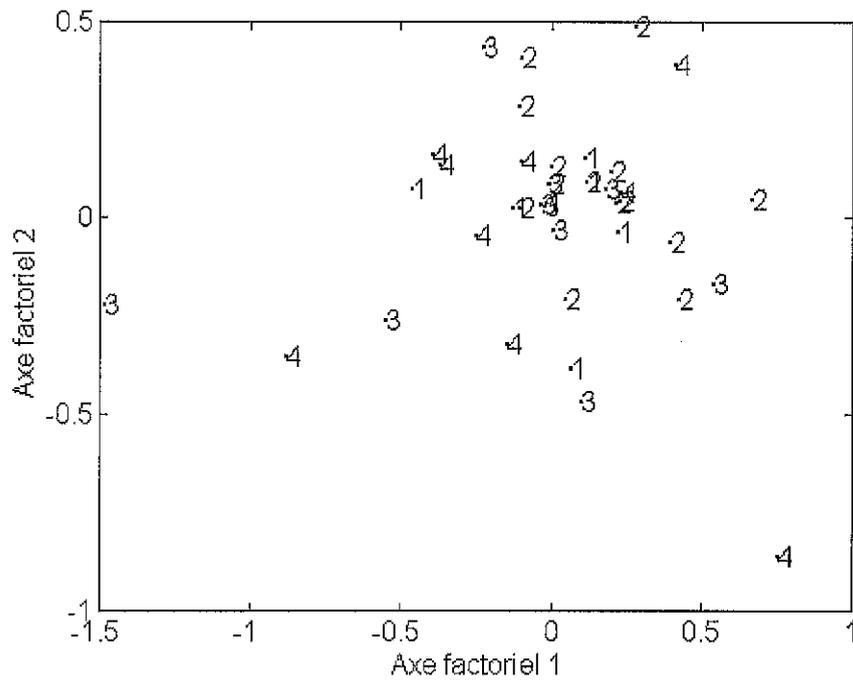


Figure III. 7 : Projection des individus (les résidus) dans le plan factoriel 1 & 2 formé par les deux premiers axes factoriels de l'A.C.P. sur les résidus. La zone est indiquée à chaque point.

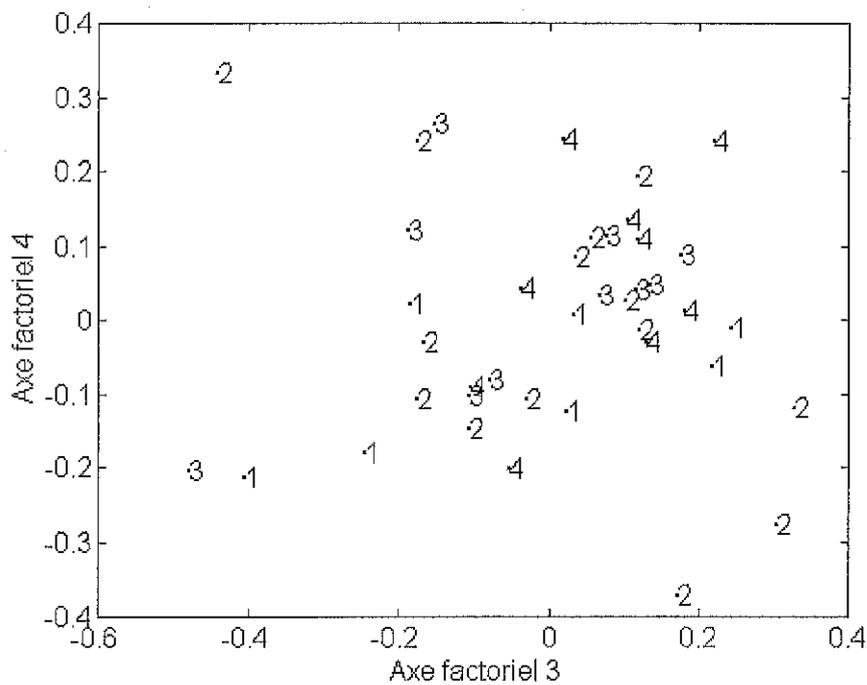


Figure III. 8 : Projection des individus (les résidus) dans le plan factoriel 3 & 4 formé par les axes factoriels 3 et 4 de l'A.C.P sur les résidus (en indiquant la zone à chaque point).

## CONCLUSION

Le croisement de ces deux sources de données a permis de fournir des éléments de réponse à certaines questions en suspens sur l'écologie des populations de Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) dans la ZEE de la Guyane française. Sur la base des résultats obtenus, on peut conforter les hypothèses suivantes. (1) L'habitat préférentiel des vivaneaux rouges est constitué de têtes de roche isolées et réparties de façon uniforme dans la ZEE. (2) La tranche de sonde 40 – 100 m, sans distinction de la zone, constitue certainement la zone de plus forte abondance de la biomasse de vivaneau rouge. (3) L'hypothèse la plus importante que cette étude a permis de conforter est qu'il existe un gradient positif et continu de la taille des vivaneaux en fonction de la profondeur.

Cette analyse est innovante car elle constitue une première approche de l'analyse couplée que l'on peut faire des deux sources de données indépendantes : les fiches de pêche et les échantillonnages scientifiques. Dans l'avenir, il semble important de prolonger ce recueil de données en essayant d'obtenir de la part des pêcheurs un taux de remplissage des fiches plus important et en insistant sur l'importance de la précision des indications rapportées sur ces fiches (effort et poids pêché chaque jour dans chaque zone et sonde), car cela constitue la condition *sine qua non* de l'opportunité d'une telle analyse.

## Partie 4

# Estimation des paramètres de croissance et de mortalité de *Lutjanus purpureus* par l'analyse des fréquences de taille des captures commerciales débarquées à Cayenne par les ligneurs vénézuéliens, de 1986 à 1998.

### Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| INTRODUCTION .....   | 63        |
| <b>I. MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....   | <b>63</b> |
| A. DONNÉES COMMERCIALES .....  | 63        |
| 1. Débarquements des ligneurs et captures totales .....  | 63        |
| 2. Classes de taille.....  | 64        |
| B. ANALYSE DES DONNÉES DE DÉBARQUEMENT .....   | 64        |
| 1. Etape 1 : Identification des cohortes par Slicing .....   | 64        |
| 2. Etape 2 : Suivi de la progression d'une cohorte dans le temps .....                                 | 66        |
| 3. Etape 3 : Estimation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.....                           | 66        |
| a) Analyse des données de capture par la méthode de Powell-Wetherall. Estimation de $L_{\infty}$ ..... | 66        |
| b) Analyse des données de taux de croissance et de taille à âge relatif .....                          | 66        |
| 4. Slicing : une place trop importante accordée à la subjectivité .....                                | 67        |
| C. CORRECTION DES DONNÉES DE CAPTURE PAR LE FACTEUR DE SÉLECTIVITÉ.....                                | 68        |
| 1. Deux hypothèses sur l'origine de la sélectivité .....   | 68        |
| 2. Biais de sélectivité.....   | 69        |
| 3. Méthode d'estimation de la sélectivité des captures .....   | 69        |
| a) Courbe des Captures Linéarisées .....   | 69        |
| b) Mise en œuvre des calculs sous FiSAT.....   | 69        |
| 4. Correction des données par le facteur de sélectivité.....   | 70        |
| D. MORTALITÉ NATURELLE .....   | 70        |
| <b>II. RÉSULTATS</b> .....   | <b>71</b> |
| A. ESTIMATION DE LA SÉLECTIVITÉ ET IMPACT DE LA CORRECTION SUR LES CAPTURES .....                      | 71        |
| 1. Estimation de la sélectivité par la Courbe de Captures Linéarisée .....                             | 71        |
| 2. Données corrigées .....   | 74        |
| 3. Sélectivité interne et externe.....   | 74        |
| B. ESTIMATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE.....  | 75        |
| 1. Méthode de Powell Wetherall.....  | 75        |
| 2. Méthode du Maximum de Vraisemblance.....  | 75        |
| 3. Méthode de Gulland & Holt .....   | 75        |
| C. MORTALITÉ NATURELLE ESTIMÉE PAR LES MODÈLES PRÉDICTIFS .....  | 76        |
| D. CONCLUSION ; VALEURS RETENUES POUR LES PARAMÈTRES ESTIMÉS.....                                      | 76        |
| <b>III. DISCUSSION &amp; CONCLUSIONS</b> .....   | <b>78</b> |
| A. CONNAISSANCES <i>A PRIORI</i> ET OBJECTIVITÉ DANS LE SCLICING. FRAGILITÉ DES RÉSULTATS .....        | 78        |
| B. COHÉRENCE DES RÉSULTATS AVEC CEUX DE LA LITTÉRATURE .....   | 78        |
| C. IMPLICATION EN MATIÈRE DE GESTION.....  | 80        |
| D. EVOLUTION DE LA SÉLECTIVITÉ ENTRE 1986 À 1998. VERS UNE SUR EXPLOITATION DU STOCK ? .....           | 80        |

## INTRODUCTION

Nous proposons dans cette partie une estimation des paramètres de croissance de *L. purpureus* destinée à revoir celle de Pérodou (1994) qui fait encore référence aujourd'hui.

L'IFREMER dispose d'une série chronologique complète de débarquements commerciaux des ligneurs vénézuéliens de 1986 à 1998. Nous avons mis à profit ces informations pour réaliser une nouvelle estimation des paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy et de mortalité des vivaneaux exploités, nécessaires à l'évaluation du stock. Les méthodes utilisées sont des méthodes d'analyse de structures en taille des captures commerciales (Annexe I). Dans ces nouvelles analyses, nous nous proposons de prendre en compte l'existence d'un biais dû à la sélectivité de la technique de pêche qui, d'après nous, a deux origines probables : la sélectivité de l'engin de pêche, l'hameçon et une sélectivité plus subtile liée à la technique de recherche des poissons. Ces aspects sont discutés ci après.

## I. MATERIEL ET METHODES

### A. Données commerciales

Les données analysées dans ce travail sont les données de débarquement de la pêcherie de vivaneaux rouges par les ligneurs vénézuéliens de 1986 à 1998. On dispose d'une estimation du nombre de poissons débarqués par les ligneurs vénézuéliens par mois et par classe de taille de 1 cm (longueur à la fourche *Lf*). Pour chaque année, les données de débarquement mensuels ont été additionnées pour obtenir les débarquements annuels (Cf. Partie 2 et Annexe II : Protocole d'échantillonnage).

#### 1. Débarquements des ligneurs et captures totales

Les données utilisées ne représentent pas les captures totales de vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) de la pêcherie guyanaise. Tout d'abord, on estime que les débarquements à Cayenne par les ligneurs vénézuéliens représentent 75 % de leurs captures (Partie 2). De plus, les données analysées ne prennent pas en compte les captures de deux autres groupes d'exploitants. Une part grandissante mais encore faible des captures est réalisée par les pêcheurs aux casiers guyanais. Aussi, des navires de pêche antillais viennent pêcher dans les eaux de la ZEE de Guyane et sont responsables d'une exploitation récente dont l'impact sur la ressource est encore difficile à évaluer faute de statistiques mais reste sans doute limité.

Ces remarques étant faites, notons que les quantités débarquées n'interviennent pas dans l'estimation des paramètres puisque cette analyse est fondée uniquement sur l'étude de la structure en taille des débarquements. Si l'on suppose que la composition en taille des captures est la même pour tous les

groupes d'exploitants, alors le fait de ne considérer que les débarquements des vénézuéliens n'a pas d'influence sur les résultats.

## 2. Classes de taille

Le logiciel utilisé est limité à 50 classes de taille. C'est pourquoi on travaille avec une répartition des captures en 43 classes de 2 cm, entre 0 et 86 cm (Longueur à la fourche, Lf). Les très rares poissons dont la longueur à la fourche dépasse 86 cm sont regroupés dans la classe de taille 84 – 86 cm. Ces données sont présentées à la Partie 2, Tableaux II. 6 et II. 8.

### B. Analyse des données de débarquement

Le logiciel utilisé pour conduire les calculs est le logiciel FiSAT (F.A.O - ICLARM Stock Assessment Tool) éditée par la F.A.O en 1996. La méthode proposée est une méthode d'Analyse de Progression Modale (MPA). L'enchaînement des trois étapes exposées ci-dessous suit le raisonnement présenté dans le manuel FAO (F.A.O, 1992) et correspond à la suite logique des procédures de routine de FiSAT. Dans la troisième étape, nous proposons une estimation des paramètres par plusieurs méthodes différentes, ce qui permet d'avoir une vision moins figée de l'estimation. Dans un premier temps, nous avons procédé à l'analyse des données de capture, puis toute l'analyse est reconduite avec les données corrigées par la sélectivité. La Figure IV. 1 offre un aperçu de l'algorithme de la méthode d'estimation.

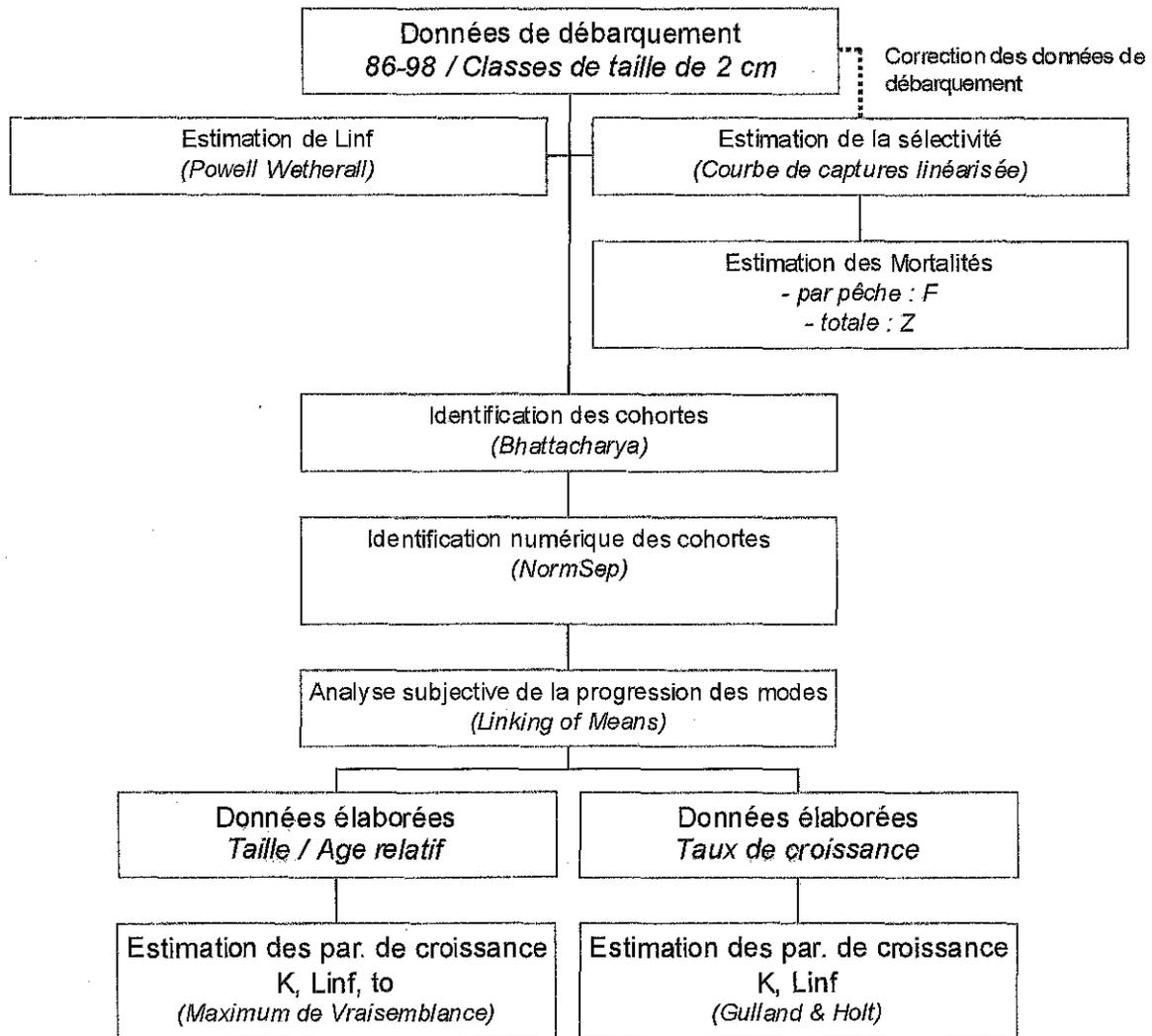
#### 1. Étape 1 : Identification des cohortes par Slicing

La première étape consiste, pour chaque année, à décomposer les histogrammes de captures, qui donnent une certaine image de la structure de la population, en une somme de distributions normales indépendantes qui représentent des cohortes idéales.

Par la méthode de *Bhattacharya* (Cf. Annexe I), pour chaque année on réalise une première décomposition (slicing) de l'histogramme des captures en une somme de distributions normales  $N(\mu_i, \sigma_i)$  d'espérance  $\mu_i$  (ou de moyenne  $\mu_i$ ) et d'écart type  $\sigma_i$ . Lors du déroulement de la procédure *Bhattacharya*, FiSAT propose à chaque étape  $i+1$  de la décomposition, un *indice de séparation*, qui permet d'aider à prendre la décision suivante : « la cohorte  $i+1$  est suffisamment distincte de la cohorte  $i$  ». On décide en outre du nombre de distributions normales dans la décomposition de l'histogramme. Ce point est discuté ci après.

Cette première décomposition sert ensuite à initialiser la procédure *NormSep* de FiSAT. Pour chaque année, cette procédure recherche les paramètres des distributions normales,  $\mu_i$  et  $\sigma_i$  qui maximisent la vraisemblance de l'échantillon constitué par l'histogramme de captures.

A l'issue de ces deux étapes, on a donc défini pour chaque année, un *nombre de cohortes* qui composent les captures, les *tailles moyennes* de ces cohortes et les *écarts types* des distributions en taille de ces cohortes autour de leur moyenne.



**Figure IV. 1:** Schéma de l'algorithme de la méthode d'estimation des paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy et de mortalité naturelle pour le stock de Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) de la ZEE de la Guyane française. Prise en compte de la sélectivité des captures.

## 2. Etape 2 : Suivi de la progression d'une cohorte dans le temps

La deuxième étape de l'analyse consiste à relier entre elles les cohortes d'une année sur l'autre. Cette étape est plus subjective et fait appel au jugement de l'analyste. Elle est cruciale puisqu'elle permet de mettre en relation la taille et le temps. On fait ici l'hypothèse très forte de l'existence d'un écart d'un an entre deux cohortes successives. Biologiquement, cela correspond à l'hypothèse d'une saison unique de reproduction par an, suffisamment circonscrite dans le temps pour permettre l'identification d'une cohorte annuelle.

La procédure *Linking of Means* de FiSAT fournit une aide à cette analyse. Elle permet de visualiser sur un même graphe les tailles moyennes des cohortes identifiées précédemment pour toutes les années et de les relier graphiquement entre elles de manière à faire apparaître la progression des tailles au cours du temps.

A l'issue de cette deuxième étape, on dispose de deux séries de données. La première met en relation la taille  $L(i)$  avec un âge relatif  $t(i)$  (écart d'un an), c'est-à-dire que l'origine des temps est arbitraire et différente pour chaque cohorte. La deuxième série de données est constituée de taux de croissance  $\Delta L/\Delta t$  en fonction de ces mêmes âges relatifs.

## 3. Etape 3 : Estimation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy

### a) Analyse des données de capture par la méthode de Powell-Wetherall. Estimation de $L_\infty$

On peut obtenir une première estimation de  $L_\infty$  par la méthode de *Powell-Wetherall* (Annexe I) appliquée aux données de captures brutes. On utilise ici la somme des captures de toutes les années. Une série de calculs algébriques montrent que sous certaines hypothèses, il existe une relation linéaire de la forme :  $\bar{L} - L' = a + b.L'$  [IV. 1]

$L'$  est n'importe quelle longueur  $L_f$  supérieure ou égale à  $L_e$ , où  $L_e$  représente la longueur (inconnue) à la fourche à partir de laquelle les Vivaneaux sont *pleinement exploités* (pour Pérodou,  $L_e = 41$  cm).  $\bar{L}$  est la longueur moyenne des *poissons* dont  $L_f \geq L'$ . Dans cette relation linéaire simple,  $a = -b.L_\infty$ , ce qui donne une estimation de  $L_\infty$ ,  $\hat{L}_\infty = -\hat{a}/\hat{b}$ .

### b) Analyse des données de taux de croissance et de taille à âge relatif

#### **(1) Méthode du Max de Vraisemblance**

C'est sans doute la méthode la plus intéressante. Les paramètres  $K$ ,  $L_\infty$  et  $t_0$  de l'équation de Von Bertalanffy peuvent aussi être estimés par la procédure *Analysis of Length at Age Data* de FiSAT, qui prend comme argument les données taille / âge relatif ( $L(i)$ ,  $t(i)$ ) élaborées lors de la procédure *Linking*

of Means. Si  $L(t)$  est la taille à l'âge  $t$ , l'équation de Von Bertalanffy s'écrit :  $L(t) = L_{\infty} [1 - \exp(-K \cdot (t - t_0))]$ . Sous l'hypothèse de l'existence d'une erreur normale autour de la longueur moyenne  $L(t)$  à l'âge  $t$ , la procédure *Analysis of Length at Age* met en œuvre un algorithme de régression non linéaire de recherche les valeurs des paramètres  $K$ ,  $L_{\infty}$  et  $t_0$  qui minimisent la somme des carrés des écarts SSE définie ainsi :

$$SSE = \sum_i \left[ L(i) - L(\hat{t}(i)) \right]^2 \quad \text{où} \quad L(\hat{t}(i)) = L_{\infty} [1 - \exp(-K \cdot (t(i) - t_0))] \quad [\text{IV. 2}]$$

## (2) Méthode de Gulland & Holt

La méthode de *Gulland & Holt* (Annexe I) est une méthode robuste de régression qui permet d'estimer les paramètres  $K$  et  $L_{\infty}$  à partir des taux de croissance estimés à l'issue de la procédure *Linking of Means*. Le raisonnement sur lequel est basée la méthode établit que

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b \cdot \bar{L} \quad \text{où} \quad a = K \cdot L_{\infty} \quad \text{et} \quad b = -K \quad [\text{IV. 3}]$$

Les  $\Delta L / \Delta t$  sont les estimations des taux de croissance annuels.  $\bar{L}$  est la moyenne des deux tailles permettant le calcul de ces taux de croissance. L'unité de temps dans cette procédure de FiSAT est le *jour* ce qui fait que l'estimation du coefficient de croissance  $K$  que l'on peut faire à partir de la pente  $b$  de la régression est donnée en  $j^{-1}$ . On devra donc multiplier par 365 pour obtenir  $K$  en *année*<sup>-1</sup>. En outre, la procédure fournit les principales statistiques de la régression. Il n'existe malheureusement pas de moyen simple d'obtenir les intervalles de confiance des paramètres d'intérêt  $K$  et  $L_{\infty}$ .

## 4. Slicing : une place trop importante accordée à la subjectivité

Toute l'estimation des paramètres dépend de l'identification des cohortes dans les histogrammes de captures. Pour chaque année, la sommation des captures sur les douze mois a pour effet de gommer les irrégularités des histogrammes. On obtient donc des histogrammes « ronds » dont l'allure est très semblable d'une année à l'autre, avec un mode situé entre 34 et 40 cm. Il faut être conscient des limites de ces procédures d'identification surtout dans ce cas où les histogrammes de débarquement sont peu contrastés et présentent un pic unique.

Par exemple, la procédure d'ajustement *NormSep* est initialisée par les résultats de la décomposition par la méthode de *Bhattacharya* et par un nombre de cohortes imposé par l'analyste. Or, dans notre cas, l'ajustement par *NormSep* n'est pas robuste à cette initialisation : Des essais montrent qu'une modification du nombre de cohortes qui composent *a priori* les captures pourra avoir une influence forte sur la valeur des estimateurs du maximum de vraisemblance des paramètres. Il s'agit dans la procédure de *slicing*, de faire constamment la balance entre un nombre de cohortes que l'on devrait trouver *a priori* dans l'intervalle de taille considéré (derrière ce problème se cache une question biologique fondamentale) et le nombre de distributions que la méthode numérique permet d'identifier. Dans le cas des captures de vivaneaux rouges entre 1986 et 1998, les tailles ( $L_f$ ) se situent entre 20 et

86 cm. Nous avons procédé comme suit. En considérant les paramètres de croissance que l'on peut trouver dans la littérature ( $K \cong 0.11-0.12$ ,  $L_{\infty} \cong 96$  cm) et en faisant l'hypothèse d'un seul pic de recrutement par an, on s'attend à trouver entre 7 et 9 cohortes. Lors de la décomposition par *Battacharya*, on décompose l'histogramme en 7, 8 ou 9 distributions normales.

Il semble aussi que la méthode *NormSep* donne comme résultat de sa recherche du maximum de vraisemblance un maximum local et pas global. C'est-à-dire que si l'on réitère la procédure *NormSep* que l'on initialise par les résultats précédents donnés par la même procédure, les nouvelles valeurs des paramètres ( $\mu_i$ ,  $\sigma_i$ ) données en résultat sont généralement différentes de l'initialisation. Cette remarque est nuancée par le fait que pour les 4 ou 5 premières cohortes, les valeurs des paramètres, notamment des moyennes, sont toujours très proches de l'initialisation. Nous nous sommes contentés d'une seule itération de la procédure *NormSep*, mais on attachera peu d'importance aux dernières cohortes identifiées.

### **C. Correction des données de capture par le facteur de sélectivité**

Les histogrammes de captures des années 1986 à 1998 frappent par le déficit de captures de poissons dont la longueur à la fourche est inférieure à 30 cm, ce qui porte à croire que la structure des captures n'est pas le reflet de la structure de la population. Il existe donc une sélectivité dans les captures, qui aurait pour conséquence une sous représentation des individus de petite taille dans les captures.

#### **1. Deux hypothèses sur l'origine de la sélectivité**

La première source probable est la sélectivité de l'engin de pêche, l'hameçon dans le cas des ligneurs vénézuéliens. Ce point est mentionné par Péroudou (1994) et discuté plus en détail par Ralston (1989). Cet auteur montre qu'il est difficile de modéliser la sélectivité des hameçons, mais ses résultats rejoignent le bon sens. Les gros hameçons seraient plus efficaces sur les gros poissons alors que les petits hameçons semblent plus efficaces sur les petits poissons. Du fait de la taille réduite de sa bouche, un petit vivaneau ne pourra pas engamer un hameçon de grosse taille, tels que ceux utilisés par les ligneurs. C'est un premier élément d'explication de l'absence de petits Vivaneaux dans les captures.

Il existe une deuxième source probable de sélectivité. On fait souvent l'hypothèse que les Vivaneaux se rassemblent autour des zones rocheuses qui parsèment le plateau des Guyanes. Ces zones rocheuses leur serviraient de gîte où ils se rassembleraient en banc de taille assez homogène. Naturellement, les pêcheurs vénézuéliens recherchent les zones qui abritent des vivaneaux dont la taille est la plus intéressante commercialement. La combinaison du comportement des poissons et de la technique de pêche des vénézuéliens engendre alors une sélectivité sur les captures : La structure en taille des captures refléterait la composition des bancs pêchés, c'est-à-dire présents sur les lieux de pêche, mais pas celle de la population dans son ensemble. Cette idée est déjà développée dans Russel & al. (1982).

## 2. Biais de sélectivité

Cette sélectivité peut engendrer une erreur systématique et conséquente dans l'estimation des paramètres de croissance, le biais de sélectivité, qui se répercute dans toute l'évaluation de stock qui en découle. La méthode ci dessous, permet de corriger en partie ce biais. Elle est fondée sur une estimation de la sélectivité des captures.

## 3. Méthode d'estimation de la sélectivité des captures

### a) Courbe des Captures Linéarisées

La méthode utilisée pour estimer la sélectivité est tirée du manuel FAO (FAO, 1992). Elle est baptisée méthode la Courbe de Captures Linéarisées et est présentée en Annexe I. Elle est basée sur l'hypothèse qu'il existe une taille limite  $L_e$  (appelée taille de pleine capturabilité) telle que pour toute classe de taille  $L \geq L_e$ , les mortalités par pêche  $F$ , naturelle  $M$ , et *a fortiori* totales  $Z = F+M$  sont constantes au cours du temps et égales pour toutes les classes de taille. Cela suppose entre autre que les efforts de pêche et la capturabilité sont constants et égaux pour toutes les classes d'âge. Pour toutes les classes de taille  $L \geq L_e$ , ces hypothèses permettent d'obtenir une estimation des captures  $\hat{C}(L)$ . Le prolongement de cette estimation pour les classes de taille  $L < L_e$  donne une estimation des captures que l'on aurait si la capturabilité des classes de taille  $L < L_e$  était constante et égale à celle des classes de taille  $L \geq L_e$ . Pour chaque classe de taille  $L < L_e$ , la sélectivité  $s(L)$  est définie comme le rapport entre les captures réelles estimées directement par les statistiques de pêche  $C(L)$  et les captures que l'on aurait si la capturabilité était constante,  $\hat{C}(L)$ , estimées par la relation [AI. 10] en Annexe I. Dès lors que la capturabilité n'est plus maximum,  $\hat{s} < 1$ .

$$\begin{cases} \hat{s}(L) = C(L) / \hat{C}(L) & \text{pour tout } L < L_e \\ \hat{s}(L) = 1 & \text{pour tout } L \geq L_e \end{cases} \quad \text{[IV. 4]}$$

### b) Mise en œuvre des calculs sous FiSAT

Tous ces calculs se conduisent en routine sous FiSAT par la procédure *Cumulated Catch Curve* du module *Mortalities...* A partir de la courbe de captures linéarisées, FiSAT sélectionne automatiquement le domaine linéaire  $L \geq L_e$  en proposant une estimation de  $L_e$ . Mais le logiciel laisse le choix à l'utilisateur de modifier ou non cette valeur. Nous avons utilisé l'estimation de  $L_e$  donnée par FiSAT. Nous avons conduit cette méthode d'estimation de la sélectivité sur l'histogramme des captures prises séparément chaque année et cumulées entre 1986 et 1998. On obtient avec les captures cumulées une estimation de la sélectivité « moyenne » sur toutes les années disponibles, qui estompe les variations inter annuelles. Les sélectivités ainsi calculées sont ensuite lissées par une moyenne mobile centrée sur trois classes.

Les calculs nécessitent la donnée des paramètres de croissance  $K$ ,  $L_\infty$  et  $t_0$ . Comme il est préconisé dans le Manuel F.A.O (F.A.O, 1992), nous avons utilisé les résultats de l'analyse faite sur les données

non corrigées ou proches de ceux que l'on peut trouver dans la bibliographie :  $K = 0.11$ ,  $L_{\infty} = 104$ ,  $t_0 = -2.00$ . Une température moyenne de surface de  $25^{\circ}\text{C}$  est utilisée pour estimer la mortalité naturelle par la formule empirique dérivée de la formule de Pauly (Cf Annexe I) :

$$M = \exp[-0.01 - 0.279 \cdot \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.463 \cdot \ln(T)] \quad [\text{IV. 5}]$$

#### 4. Correction des données par le facteur de sélectivité

Si la capturabilité était égale pour toutes les classes d'âge, alors les captures  $C(L)$  seraient toutes proportionnelles à l'effectif inconnu de la population  $N(L)$ . Afin de travailler sur la base de captures commerciales qui reflètent le mieux possible la structure de la population, on peut corriger les données de capture de chaque année par le facteur de sélectivité calculé pour obtenir des captures corrigées  $C_{cor}(L) = C(L) / s(L)$ . Pour chaque classe de taille  $L$ , le facteur de sélectivité utilisé est celui obtenu avec les données de capture cumulées 86 – 98. Les données de captures corrigées sont ensuite lissées par une moyenne mobile sur trois classes.

Enfin, toute l'analyse conduite sur les données de captures brutes est reconduite sur les données corrigées par le facteur de sélectivité.

#### D. Mortalité naturelle

La mortalité naturelle est un paramètre essentiel pour conduire l'évaluation des stocks en halieutique. Pauly & Moreau (1997) font remarquer que c'est un des paramètres les plus difficiles à estimer, surtout lorsqu'il s'agit de stocks fortement perturbés par la pêche, comme celui des vivaneaux rouges de Guyane. Ces auteurs présentent les deux grandes familles de méthodes disponibles pour l'évaluation de  $M$  : 1) Les méthodes basées sur l'étude des courbes de captures, qui présentent certaines limites et ne seront pas envisagées dans ce travail. 2) Les modèles prédictifs permettant d'estimer  $M$  à partir d'autres paramètres. On comparera les résultats donnés par plusieurs modèles prédictifs différents.

Le modèle de Pauly ci-dessous est le plus classique pour évaluer  $M$  (Cf. Annexe I). On utilisera cette formule en prenant les valeurs  $T = 25^{\circ}\text{C}$  (température moyenne de surface des eaux de la ZEE) et les valeurs de  $K$  et  $L_{\infty}$  obtenues par les études précédentes. On étudiera alors la variation de  $M$  en fonction de différentes valeurs de  $K$ . Ralston & Polovina (1987) font remarquer que cette formule donne souvent des résultats bien supérieurs aux autres modèles prédictifs et aux méthodes de courbes de captures.

$$\ln(M) = -0.0066 - 0.2790 \cdot \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.4634 \cdot \ln(T)$$

Pour Ralston & Polovina (1987), les Lutjanidés et les Serranidés vérifient d'autres modèles prédictifs d'estimation de  $M$  à partir du paramètre  $K$  seulement. Ils montrent que pour de nombreuses espèces de

Lutjanidés à faible taux de croissance  $K$ , l'équation de Pauly conduit à sur estimer  $M$ . De plus, ces deux formules ci-dessous donnent de meilleurs résultats sur les lutjanidés, tant en terme de précision des estimateurs que de distribution des résidus. On accordera plus de confiance à ces deux formules.

$$M = 0.0189 + 2.06 \cdot K \quad \text{ou bien} \quad M = -0.0666 + 2.52 \cdot K$$

Rikhter & Efanov ont suggéré une troisième formule empirique d'estimation de  $M$  à partir de l'âge auquel 50 % des individus sont sexuellement matures, noté  $T_{m50\%}$ . On peut évaluer  $M$  pour la population de Vivaneau en se servant de la taille à laquelle 50 % des individus sont matures donnée par Pérodou (1994),  $L_f = 32 \text{ cm}$ .

$$M = 1.521 / (T_{m50\%}^{0.720}) - 0.155$$

## II. RESULTATS

Les résultats des différentes méthodes d'estimation des paramètres appliquées aux données de captures non corrigées et corrigées sont présentées ensembles dans les paragraphes B) et C) de ce chapitre.

### A. Estimation de la sélectivité et impact de la correction sur les captures

#### 1. Estimation de la sélectivité par la Courbe de Captures Linéarisée

L'analyse de la courbe de capture linéarisée révèle que la longueur de pleine capturabilité la plus probable est  $L_e = 38 \text{ cm}$  (pour Pérodou  $L_e = 41 \text{ cm}$ ), que les vivaneaux atteignent vers l'âge de 4 ans. Le Tableau IV. 1 donne les résultats de la régression linéaire  $\ln(C(L)/\Delta(t)) = a - Z \cdot t$  pour  $L \geq 38 \text{ cm}$ . La Figure IV. 2 tracée à partir des données du Tableau IV. 3 montre l'estimation de la sélectivité estimée pour les données de captures cumulées 86 – 98.

La méthode retenue pour l'estimation de la sélectivité induit que  $\hat{s} = 0$  pour toutes les classes de taille pour lesquelles les captures sont nulles. La première classe de taille pour laquelle  $\hat{s} \neq 0$ , ici  $L = 19 \text{ cm}$ , correspond à la longueur pour laquelle on observe les premières captures, que l'on peut noter  $L_c$ .  $L_c$  est la longueur à partir de laquelle le poisson commence à pouvoir être capturé par l'engin de pêche considéré. La longueur au recrutement  $L_r$  est la longueur des poissons lors de leur entrée dans la pêcherie. Conceptuellement,  $L_r \neq L_c$ , avec en général  $L_c \geq L_r$ . On assimilera  $L_r$  à  $L_c$ . Les classes de taille situées entre 19 et 41 cm sont partiellement exploitées. Au delà de 41 cm, on se situe au régime de pleine exploitation (exploitation maximum). On estime alors la mortalité totale  $Z = 0.7$ , la mortalité naturelle  $M = 0.28$  (formule de Pauly modifiée dans FISAT) et on en déduit la mortalité par pêche  $F = 0.42$  (Tableau IV. 2).

| Taille moyenne (Lf en cm) | 1986   | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   | 86 - 98 cumulées |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| 1 à 13                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                |
| 15                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                |
| 17                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                |
| 19                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,0006 | 0      | 0,0002           |
| 21                        | 0      | 0,0015 | 0,0017 | 0,0001 | 0      | 0      | 0      | 0,0007 | 0,0012 | 0,0003 | 0,0035 | 0,0094 | 0,0157 | 0,0018           |
| 23                        | 0,0006 | 0,0065 | 0,0041 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0016 | 0,0062 | 0,0042 | 0,0041 | 0,0033 | 0,0219 | 0,0398 | 0,1004 | 0,01             |
| 25                        | 0,0017 | 0,0335 | 0,0087 | 0,002  | 0,0052 | 0,0088 | 0,0293 | 0,0173 | 0,0199 | 0,0181 | 0,0734 | 0,1647 | 0,331  | 0,0368           |
| 27                        | 0,0049 | 0,0803 | 0,0249 | 0,0071 | 0,026  | 0,0244 | 0,0775 | 0,0575 | 0,0737 | 0,0596 | 0,1657 | 0,3972 | 0,6502 | 0,0928           |
| 29                        | 0,0093 | 0,1708 | 0,0658 | 0,0197 | 0,0735 | 0,0548 | 0,1603 | 0,1313 | 0,2136 | 0,1578 | 0,3362 | 0,6314 | 0,8968 | 0,1798           |
| 31                        | 0,0163 | 0,2779 | 0,1321 | 0,0412 | 0,1545 | 0,0995 | 0,2712 | 0,264  | 0,4193 | 0,3197 | 0,5676 | 0,8395 | 1      | 0,2922           |
| 33                        | 0,0251 | 0,4216 | 0,2127 | 0,0685 | 0,2593 | 0,1674 | 0,4161 | 0,4376 | 0,6749 | 0,5182 | 0,8052 | 0,9316 | 1      | 0,4173           |
| 35                        | 0,043  | 0,5997 | 0,3246 | 0,1092 | 0,4262 | 0,2547 | 0,6084 | 0,6656 | 0,8655 | 0,741  | 0,9495 | 1      | 1      | 0,565            |
| 37                        | 0,0631 | 0,688  | 0,4533 | 0,1597 | 0,6379 | 0,3466 | 0,8077 | 0,853  | 0,9767 | 0,8973 | 1      | 1      | 1      | 0,7588           |
| 39                        | 0,1    | 0,7957 | 0,6161 | 0,2142 | 0,8456 | 0,4349 | 0,9468 | 0,9718 | 1      | 0,9906 | 1      | 1      | 1      | 0,9095           |
| 41                        | 0,1337 | 0,771  | 0,7943 | 0,2576 | 0,964  | 0,4928 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0,98             |
| 43                        | 0,167  | 0,8019 | 0,9272 | 0,2811 | 1      | 0,51   | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 45                        | 0,2029 | 0,8357 | 1      | 0,3034 | 1      | 0,5241 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 47                        | 0,2415 | 0,92   | 1      | 0,3136 | 1      | 0,5171 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 49                        | 0,2809 | 1      | 1      | 0,3323 | 1      | 0,5048 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 51                        | 0,305  | 1      | 1      | 0,344  | 1      | 0,4699 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 53                        | 0,5432 | 1      | 1      | 0,3619 | 1      | 0,4871 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 55                        | 0,7777 | 1      | 1      | 0,3993 | 1      | 0,6697 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 57                        | 1      | 1      | 1      | 0,6115 | 1      | 0,8536 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 59                        | 1      | 1      | 1      | 0,8195 | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 61                        | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 63                        | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |
| 65 à 85                   | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1                |

Tableau IV.2 : Calcul des sélectivités sur les débarquements des ligneurs vénézuéliens sur les années 1986 à 1998 prises séparément et cumulées (la colonne 86-98 indique la sélectivité calculée à partir des données de captures cumulées de 1986 à 1998). La méthode de calcul est la même pour toutes les colonnes. Les mêmes valeurs des paramètres nécessaires sont utilisées :  $K = 0.11$ ,  $L_{inf} = 104$ ,  $t_0 = -2.00$ ,  $M = 0.28$ . Les sélectivités ont été enfin lissées par moyenne mobile sur trois classes de taille.

| Taille moyenne (Lf en cm) | 1986  | 1987  | 1988  | 1989  | 1990  | 1991  | 1992  | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998    |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1 à 13                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| 15                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| 17                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 326667 | 0       |
| 19                        | 0     | 11667 | 63704 | 35566 | 0     | 0     | 0     | 13704  | 95926  | 45741  | 31481  | 373889 | 233519  |
| 21                        | 6167  | 17267 | 80770 | 47389 | 2267  | 8300  | 18500 | 35504  | 118593 | 46207  | 157581 | 558189 | 579419  |
| 23                        | 19274 | 23843 | 90979 | 56655 | 5917  | 16244 | 38826 | 59245  | 140377 | 66570  | 320528 | 401207 | 1057109 |
| 25                        | 31554 | 27701 | 34416 | 29878 | 15964 | 33018 | 70144 | 78820  | 86606  | 57054  | 440041 | 598841 | 1276664 |
| 27                        | 35542 | 35797 | 27607 | 32418 | 34513 | 41517 | 85117 | 101194 | 126220 | 102753 | 443564 | 626400 | 1310138 |
| 29                        | 32049 | 46107 | 31574 | 43532 | 57199 | 51763 | 97674 | 122896 | 190893 | 142764 | 412709 | 576672 | 1084920 |
| 31                        | 27032 | 47888 | 39480 | 56808 | 75634 | 54049 | 97555 | 140607 | 228420 | 170753 | 378914 | 423574 | 801398  |
| 33                        | 24670 | 51568 | 42870 | 62979 | 81258 | 57386 | 93228 | 143288 | 234031 | 179184 | 341608 | 274617 | 531553  |
| 35                        | 23890 | 51193 | 42164 | 64109 | 83630 | 57698 | 87189 | 139763 | 199868 | 165788 | 277889 | 196253 | 347033  |
| 37                        | 24931 | 44812 | 40026 | 62916 | 83173 | 55135 | 77553 | 120708 | 160747 | 137023 | 211384 | 138666 | 221115  |
| 39                        | 25928 | 38858 | 39901 | 61737 | 79625 | 50719 | 66667 | 99610  | 123852 | 109539 | 155571 | 107164 | 139866  |
| 41                        | 24338 | 31352 | 39393 | 57791 | 70262 | 45597 | 55989 | 78301  | 94664  | 85219  | 119758 | 85879  | 93210   |
| 43                        | 23900 | 29100 | 37846 | 51358 | 56616 | 39794 | 46146 | 61104  | 71321  | 68566  | 91837  | 67875  | 64591   |
| 45                        | 22247 | 26003 | 34356 | 45079 | 47019 | 33800 | 37386 | 47247  | 52180  | 53355  | 71172  | 48495  | 45486   |
| 47                        | 21081 | 21617 | 29617 | 37962 | 37812 | 28103 | 29889 | 35128  | 38000  | 44535  | 49014  | 35157  | 30894   |
| 49                        | 17723 | 17944 | 26144 | 32257 | 31055 | 23033 | 24680 | 26522  | 28541  | 36026  | 35925  | 26776  | 20451   |
| 51                        | 14921 | 12463 | 21847 | 26424 | 24961 | 17985 | 20205 | 20001  | 22651  | 28923  | 28020  | 21409  | 14679   |
| 53                        | 12675 | 10440 | 18293 | 21743 | 20155 | 14791 | 16200 | 15580  | 17918  | 22372  | 24255  | 18597  | 10265   |
| 55                        | 11518 | 8305  | 14948 | 18394 | 17275 | 13052 | 13893 | 12782  | 13849  | 15359  | 19213  | 12933  | 8126    |
| 57                        | 10381 | 7802  | 12950 | 15585 | 13836 | 11309 | 11576 | 10197  | 10378  | 11374  | 14990  | 11292  | 6846    |
| 59                        | 9562  | 7465  | 11552 | 13798 | 12613 | 10174 | 10363 | 8608   | 8352   | 8404   | 11839  | 9618   | 5932    |
| 61                        | 8498  | 6503  | 10142 | 11757 | 10608 | 9730  | 9196  | 7283   | 6886   | 7246   | 9907   | 7306   | 4881    |
| 63                        | 7074  | 6044  | 9354  | 10537 | 9348  | 10410 | 8564  | 6600   | 6036   | 5971   | 8727   | 6154   | 4517    |
| 65                        | 5630  | 5281  | 8626  | 9621  | 7549  | 10782 | 7483  | 6412   | 5422   | 4975   | 7027   | 5019   | 5001    |
| 67                        | 4647  | 4866  | 7800  | 8853  | 6301  | 10083 | 6048  | 6015   | 4515   | 4315   | 6303   | 4360   | 5467    |
| 69                        | 3847  | 4053  | 7081  | 8227  | 5454  | 9186  | 5723  | 5123   | 3488   | 3496   | 5073   | 3513   | 4847    |
| 71                        | 2835  | 3211  | 6151  | 7250  | 4757  | 7419  | 4684  | 3832   | 2620   | 3355   | 5175   | 3366   | 3801    |
| 73                        | 1809  | 2287  | 5044  | 5923  | 3951  | 5895  | 3826  | 2552   | 1666   | 2427   | 4259   | 3156   | 2983    |
| 75                        | 1036  | 1414  | 3809  | 4352  | 2809  | 3876  | 2547  | 1569   | 1353   | 2140   | 3545   | 2654   | 2378    |
| 77                        | 534   | 821   | 2589  | 2663  | 1309  | 2290  | 1470  | 857    | 927    | 1078   | 2268   | 1847   | 1958    |
| 79                        | 254   | 279   | 1535  | 1800  | 713   | 1188  | 779   | 353    | 589    | 551    | 1033   | 944    | 1134    |
| 81                        | 57    | 103   | 556   | 593   | 199   | 622   | 392   | 147    | 304    | 174    | 447    | 525    | 500     |
| 83                        | 15    | 77    | 165   | 196   | 86    | 254   | 157   | 57     | 25     | 57     | 37     | 131    | 115     |
| 85                        | 22    | 84    | 27    | 30    | 0     | 207   | 128   | 42     | 0      | 86     | 0      | 140    | 42      |

Tableau IV.3 : Structure en taille (classe de 2 cm) des débarquements de la pêcherie vénézuélienne de 1986 à 1998, corrigées par le facteur de sélectivité des années 86 - 98 cumulées du Tableau IV. 2 et lissées par moyenne mobile sur 3 classes.

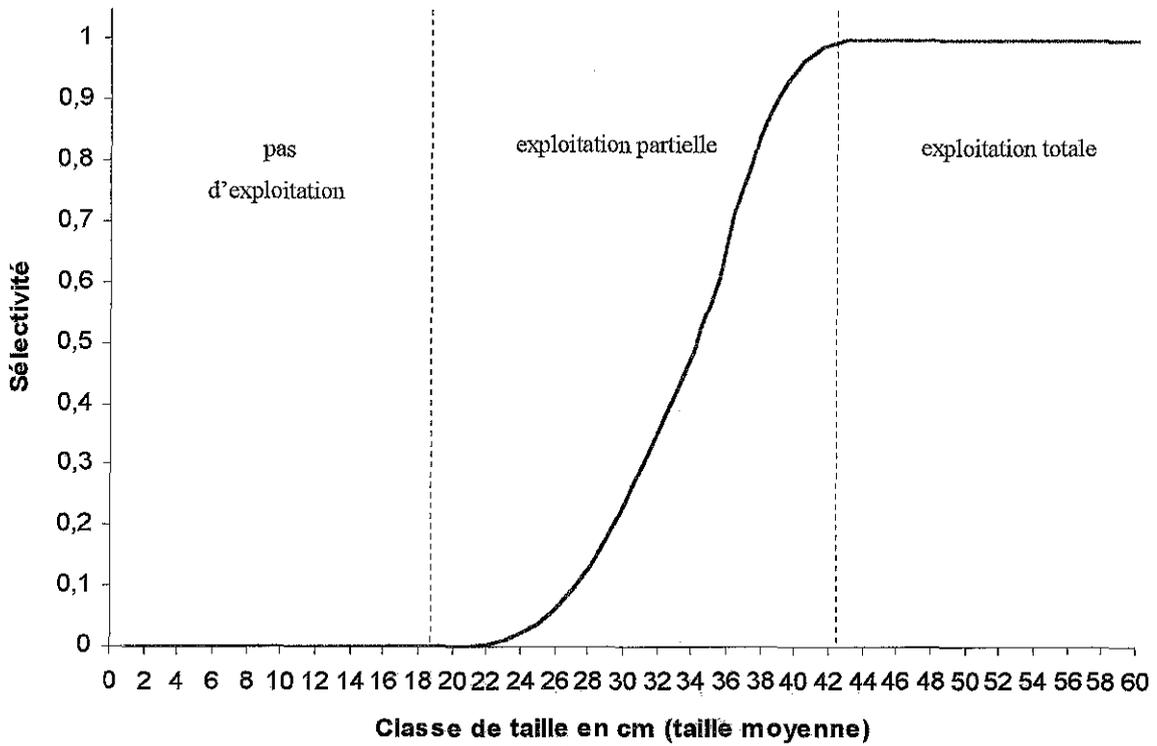


Figure IV. 2 : Estimation de la sélectivité à partir des données de débarquement cumulées de 1986 à 1998. La sélectivité n'est pas estimée pour les classes de taille  $L < L_e$  (= 0 par définition). Les sélectivités ont été lissées par moyenne mobile sur trois classes de taille.  $s = 0$  pour  $L < 19$  cm,  $s = 0.0002$  pour  $L = 19$  cm,  $s = 1$  pour  $L \geq 43$  cm (données du Tableau IV. 3)

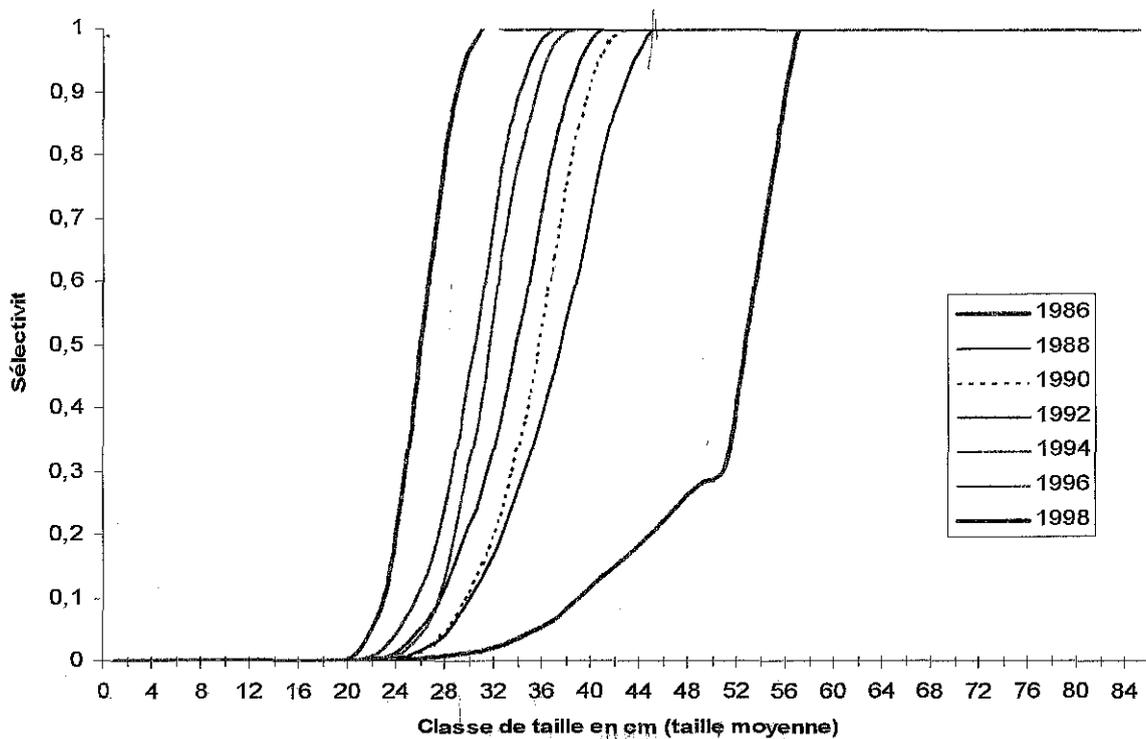


Figure IV. 3 : Courbes de sélectivité sur les débarquements des ligneurs vénézuéliens pris séparément de 1986 à 1998 (une année sur deux est indiquée). La méthode de calcul est la même que celle utilisée pour l'estimation de la sélectivité moyenne sur 13 années. Les sélectivités ont été lissées par moyenne mobile sur trois classes de taille.

|                                | a                 | Z               | Coefficient de corrélation |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Estimation                     | 14.62             | 0.696           | 0.946                      |
| Ecart type                     | 0.268             | 3.55 E-2        | /                          |
| Intervalle de confiance à 95 % | [14.065 ; 15.564] | [0.622 ; 0.769] | /                          |

**Tableau IV. 1 :** Courbes de captures linéarisée. Résultats de la régression linéaire  $\ln(C(L)/\Delta(t)) = a - Z \cdot t$  réalisée pour  $L \geq 38$  cm (24 observations pour 24 classes de taille entre 39 et 85 cm). Estimation de la mortalité totale Z supposée constante pour les 24 classes de taille considérées.

|            | Mortalité totale<br>Z | Mortalité naturelle<br>M | Mortalité par pêche<br>F = Z - M | Taux d'exploitation<br>F/Z |
|------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Estimation | 0.70                  | 0.28                     | 0.42                             | 0.60                       |

**Tableau IV. 2 :** Estimation des mortalités par l'analyse de la courbe de captures linéarisée. Ces mortalités concernent les tailles  $L_f = L_e = 38$  cm à  $L_f = 86$  cm, pour lesquelles on suppose que ces paramètres sont constants. La mortalité naturelle M est calculée à partir de la formule de Pauly pour  $K = 0.11$  année<sup>-1</sup>,  $L_\infty = 104$  cm,  $t_0 = -2.00$  (données issues de l'analyse des données non corrigées),  $T = 25$  °C.

## 2. Données corrigées

La sélectivité de la technique de pêche est forte. Elle est inférieure à 1 entre 19 et 41 cm. Les données corrigées par l'estimation de la sélectivité sont présentées au Tableau IV. 4. Du fait de l'absence totale de captures pour les classes de taille < 19 cm, les captures même corrigées restent nulles pour  $L_f < 19$  cm. Pour les premières classes de tailles recrutées qui apparaissent dans les captures, la sélectivité estimée est très faible, d'où des captures corrigées abondantes pour ces classes de taille.

## 3. Sélectivité interne et externe

La sélectivité est un point délicat à traiter. Dans son article, Ralston (1989) distingue la sélectivité due à l'engin de pêche proprement dit (qu'il baptise sélectivité interne), en l'occurrence l'hameçon et les autres causes de sélectivité (sélectivité externe). Dans le cas de la pêcherie du Vivaneau rouge sur le plateau guyanais, on ne peut distinguer ces deux causes l'une de l'autre en traitant les données de captures commerciales. Nous pensons en effet que la répartition spatiale des vivaneaux est fortement structurée en taille, ce qui permet aux ligneurs de pêcher des bancs de taille assez homogène. Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée par les pêcheurs eux mêmes.

En tout état de cause, la forme de la courbe de sélectivité obtenue est cohérente avec les observations de Ralston. Pour celui ci en effet, le modèle de courbe de sélectivité pour l'hameçon, le plus cohérent avec ses observations, est un modèle logistique (par opposition au modèle normal), qui correspond bien à la forme de la courbe obtenue dans notre étude.

## B. Estimation des paramètres de croissance

### 1. Méthode de Powell Wetherall

| $L'$ ( $L_f$ en cm)<br>(borne inférieure de la classe de taille) | Estimation de $L_\infty$ (cm) |                   |
|--|-------------------------------|-------------------|
|  | Données non corrigées         | Données corrigées |
| 34   | 112.0                         | 124.1             |
| 36   | 113.3                         | 116.4             |
| 38   | 109.8                         | 109.3             |
| 40   | <b>104.0</b>                  | <b>102.9</b>      |
| 42   | 97.9                          | 97.5              |

**Tableau IV. 5 :** Résultats de la méthode de Powell Wetherall. Données de captures non corrigées et corrigées par la sélectivité de 1986 à 1998. Estimation du paramètre  $L_\infty$  pour plusieurs valeurs  $L'$ . On rappelle que la longueur de pleine exploitation  $L_e$  retenue par Péroudou (1994) est  $L_e = 41$  cm, qui correspond ici à  $L' = 40$  cm.

### 2. Méthode du Maximum de Vraisemblance

|             | Données non corrigées      |                 |               | Données corrigées          |                 |               |
|-------------|----------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|-----------------|---------------|
|             | $K$ (année <sup>-1</sup> ) | $L_\infty$ (cm) | $t_0$ (année) | $K$ (année <sup>-1</sup> ) | $L_\infty$ (cm) | $t_0$ (année) |
| Estimations | 0.106                      | 111.684         | -0.053        | 0.12                       | 105.24          | 0.078         |
| Ecart type  | 0.028                      | 16.335          | 0.344         | 0.020                      | 9.945           | 0.162         |

**Tableau IV. 6 :** Résultats de la procédure Analysis of Length at Age Data. Données de capture non corrigées et corrigées par la sélectivité de 1986 à 1998. Estimation des paramètres par minimisation de la somme des carrés des écarts entre la taille prédite par l'équation de Von Bertalanffy et la taille observée.

### 3. Méthode de Gulland & Holt

|                                | $a$<br>$= K.L_\infty$ (cm . j <sup>-1</sup> ) | $b$<br>$= -K$ (j <sup>-1</sup> ) | $K = -b*365$<br>(année <sup>-1</sup> ) | $L_\infty = -a/b$<br>(cm) |
|--------------------------------|---|----------------------------------|--|---------------------------|
| <u>Données non corrigées</u>   |   |                                  |  |                           |
| Estimations                    | 3.352 E-2                                     | -3.364 E-4                       | 0.12                                   | 99.65                     |
| Ecart type                     | 3.023 E-3                                     | 5.705 E-5                        | /                                      | /                         |
| Intervalle de confiance à 95 % | [2.744 E-2 ; 3.960 E-2]                       | [-4.511 E-4 ; -2.217 E-4]        | [0.081 ; 0.165]                        | /                         |
| <u>Données corrigées</u>       |   |                                  |  |                           |
| Estimations                    | 3.285 E-2                                     | -3.030 E-4                       | 0.11                                   | 108.4                     |
| Ecart type                     | 2.168 E-3                                     | 4.585 E-5                        | /                                      | /                         |
| Intervalle de confiance à 95 % | [2.851 E-2 ; 3.718 E-2]                       | [-3.947 E-4 ; -2.113 E-4]        | [0.077 ; 0.144]                        | /                         |

**Tableau IV. 7 :** Résultats de la procédure de régression de Gulland & Holt. Données de captures non corrigées et corrigées par la sélectivité de 1986 à 1998. 54 observations. Estimation du Maximum de Vraisemblance des paramètres  $a$  et  $b$  de la régression et statistiques associées. Estimation des paramètres  $K$  et  $L_\infty$ . L'intervalle de confiance donné pour  $K$  est directement issu de celui de  $b$ .

### C. Mortalité naturelle estimée par les modèles prédictifs

| K           | Pauly        | Ralston (1)<br>$M = 0.0189 + 2.06 \cdot K$ | Ralston (2)<br>$M = -0.0666 + 2.52 \cdot K$ | Rikhter & Efanov |
|-------------|--------------|--|---|------------------|
| 0.1         | 0.267        | 0.225                                      | 0.185                                       | 0.445            |
| 0.11        | 0.284        | 0.246                                      | 0.211                                       | 0.488            |
| <b>0.12</b> | <b>0.301</b> | <b>0.266</b>                               | <b>0.236</b>                                | <b>0.53</b>      |
| 0.13        | 0.317        | 0.287                                      | 0.261                                       | 0.57             |
| 0.14        | 0.333        | 0.307                                      | 0.286                                       | 0.61             |

Tableau IV. 8 : Estimation de la mortalité naturelle  $M$  par les 4 formules proposées par Pauly et par Ralston & Polovina et Rikhter et Efanov pour plusieurs valeurs de  $K$ . La formule de Pauly est utilisée avec les valeurs  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $L_\infty = 105$ . La formule de Rikhter & Efanov est utilisée avec  $T_{m50\%} = 3.03$  ans (obtenue avec  $L_{f50\%} = 32$  cm,  $L_\infty = 105$ ,  $t_0 = 0$ ).

Pour  $K = 0.12$ , la moyenne des quatre estimations du Tableau IV. 8 est 0.33. Pour mémoire, la valeur de  $M = 0.35$  est évoquée par Ralston pour *L. purpureus* (d'après Ménezes & Geisteira, 1974). La valeur retenue par Péroudou (1994) est  $M = 0.20$ .

### D. Conclusion : valeurs retenues pour les paramètres estimés

Les résultats obtenus avec les données corrigées par la sélectivité sont très semblables de ceux obtenus avec les données non corrigées. La méthode semble donc robuste au problème de sélectivité dans les captures. On retient que l'utilisation des données corrigées permet de réduire la dispersion des distributions des estimateurs des paramètres de croissance (réduction des écarts type et des intervalles de confiance) obtenus par les deux méthodes de Gulland & Holt et du Maximum de Vraisemblance.

Les données corrigées sont les plus représentatives de la structure de la population. On retiendra les résultats donnés par leur analyse, reportés dans le tableau de synthèse IV. 9. On obtient la courbe de croissance de Von Bertalanfy de la Figure IV. 4.

#### Paramètres de croissance

$$K = 0.12 \text{ an}^{-1}$$

$$L_\infty = 105 \text{ cm}$$

$$t_0 = 0$$

#### Sélectivité

|                           |   |
|---------------------------|---|
| $L_e = L_{100\%} = 41$ cm | (Longueur fourche de pleine exploitation)             |
| $L_r = 19$ cm             | (Longueur fourche à la première capture $\cong L_r$ ) |
| $L_{50\%} = 34$ cm        | (Longueur fourche à exploitation = 50 %)              |
| $L_{75\%} = 36$ cm        | (Longueur fourche à exploitation = 75 %)              |

#### Mortalité

|   |                       |
|---|-----------------------|
| $M = 0.29$  | (Mortalité naturelle) |
| $Z = 0.70$ pour $L_f \geq 41$ cm                          | (Mortalité totale)    |
| $F = Z - M = 0.41$ pour $L_f \geq 41$ cm                  | (Mortalité par pêche) |
| $\text{Taux d'exploitation} = 0.60$ pour $L_f \geq 41$ cm |                       |

Tableau IV. 9 : Valeurs retenues pour les paramètres de croissance et d'exploitation du stock de vivaneau rouge de la ZEE de Guyane.

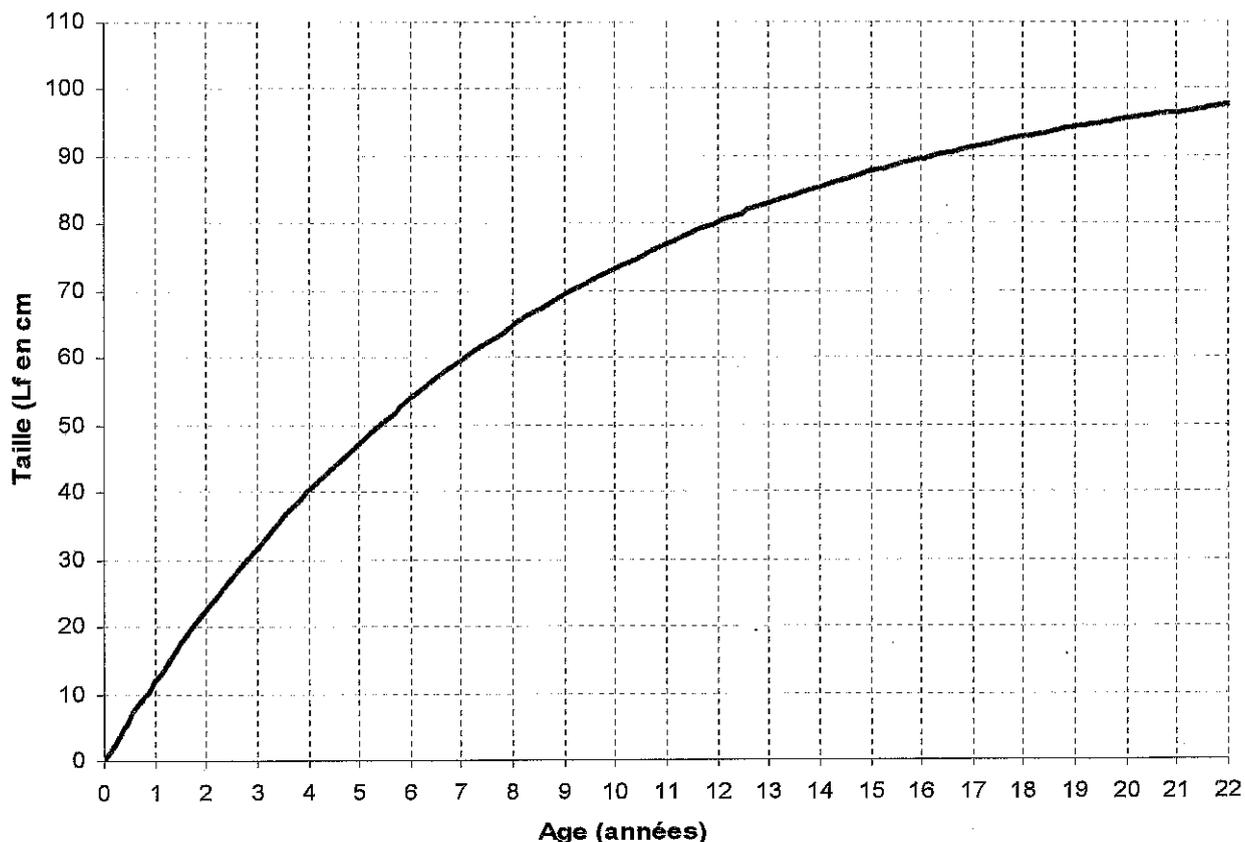


Figure IV. 4 : Courbe de croissance de Von Bertalanffy pour le Vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) des côtes de Guyane française. Courbe obtenue avec les valeurs des paramètres de croissance issues de l'analyse de cohortes sur les captures commerciales de 1986 à 1998 :  $K = 0.12$ ,  $L_{\infty} = 105$  cm,  $t_0 = 0$ .

| Âge (années) | Taille (Lf en cm) |
|--------------|-------------------|
| 1            | 11.9              |
| 2            | 22.4              |
| 3            | 31.7              |
| 4            | 40.0              |
| 5            | 47.4              |
| 6            | 53.9              |
| 7            | 59.7              |
| 8            | 64.8              |
| 9            | 69.3              |
| 10           | 73.4              |
| 11           | 77.0              |
| 12           | 80.1              |
| 13           | 82.9              |
| 14           | 85.4              |
| 16           | 89.6              |
| 18           | 92.9              |
| 20           | 95.5              |

Tableau IV. 10 : Clef taille – âge pour les vivaneaux rouge des côtes de Guyane, correspondant aux valeurs  $K = 0.12$ ,  $L_{\infty} = 105$  cm,  $t_0 = 0$ , pour les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.

### III. DISCUSSION & CONCLUSIONS

#### A. Connaissances *a priori* et objectivité dans le sclicing. Fragilité des résultats

Les méthodes numériques de Gulland & Holt et du Maximum de Vraisemblance utilisent des données élaborées (Taille/Âge et Taux de croissance). Ces données sont issues de l'identification des cohortes par des méthodes qui laissent une place importante à l'interprétation et à la subjectivité de l'analyste. Ces méthodes ont donc le désavantage d'être sensibles aux informations que l'on injecte *a priori*. Par exemple, les résultats dépendent largement du nombre de cohortes que l'on décide d'identifier dans la structure des captures. Or, ce nombre est déterminé *a priori* par la valeur des paramètres de croissance et par le nombre de pics de recrutement par année. Le résultat de l'analyse est donc conditionné par les connaissances *a priori* que l'on a sur ce résultat, ce qui porte atteinte à la crédibilité des conclusions que l'on peut en tirer.

FiSAT propose en routine d'autres méthodes de recherche des paramètres de croissance comme l'algorithme de Sheperd ou le programme ELEPHAN. Ces méthodes fonctionnent sur des critères d'optimisation numérique où la subjectivité de l'analyste intervient peu. Malheureusement, les résultats qu'elles donnent lorsqu'on les applique aux données de captures de 1986 à 1998 semblent aberrants et ne sont pas retenus ici. C'est encore un signe de l'extrême fragilité des résultats présentés dans cette partie.

#### B. Cohérence des résultats avec ceux de la littérature

Les estimations des paramètres résultant de notre analyse sont semblables à celles que l'on peut trouver dans la littérature (Tableau IV. 11). Cela amène deux remarques. D'abord, cela donne un peu de poids à nos résultats malgré leur fragilité dénoncée ci dessus. Ensuite, on confirme aussi que le stock guyanais est très proche des stocks brésiliens en ce qui concerne la croissance et la mortalité naturelle des poissons.

Néanmoins, ces connaissances demandent impérativement à être validées par des méthodes plus directes d'ageage par lecture des pièces squelettiques par exemple.

| Source                           | Pays       | Région               | Méthodes                 | $L_{\infty}$<br>(cm) | K<br>(an <sup>-1</sup> ) | To<br>(an) |
|----------------------------------|------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|------------|
| Lina, 1965                       | Brésil     | Nord - est           | Otolithes                | 97.67                | 0.117                    |            |
| Meneses & Gesteira, 1974         | Brésil     | Sud                  | Ecailles                 | 98.86                | 0.09                     |            |
| Nelson RS & Manooch CS, 1982 (*) | U.S.A      | Sud<br>Golfe Mexique | Ecailles &<br>otholithes | 97                   | 0.162                    | 0.01       |
| Ximenes & Fontela-Filho, 1988    | Brésil     | Nord-est             |                          | 92.9                 | 0.103                    | -2.8       |
| Gonzales, 1990                   | Venezuela  | Sud                  | Os urohial               | 108.76               | 0.15                     | -1.43      |
| Pérodou (1994)                   | Guyane fr. | \                    | Analyses<br>cohortes     | 95                   | 0.12                     | 0          |

**Tableau IV. 11 :** Différentes valeurs des paramètres de croissance de *Lutjanus purpureus* utilisées dans l'évaluation de différents stocks sud américains.

(\*) : Le travail de Nelson RS et Manooch III, 1982 concerne *Lutjanus campechanus*, une espèce co-spécifique de *Lutjanus purpureus* du Sud des Etats-Unis et du Golfe du Mexique.

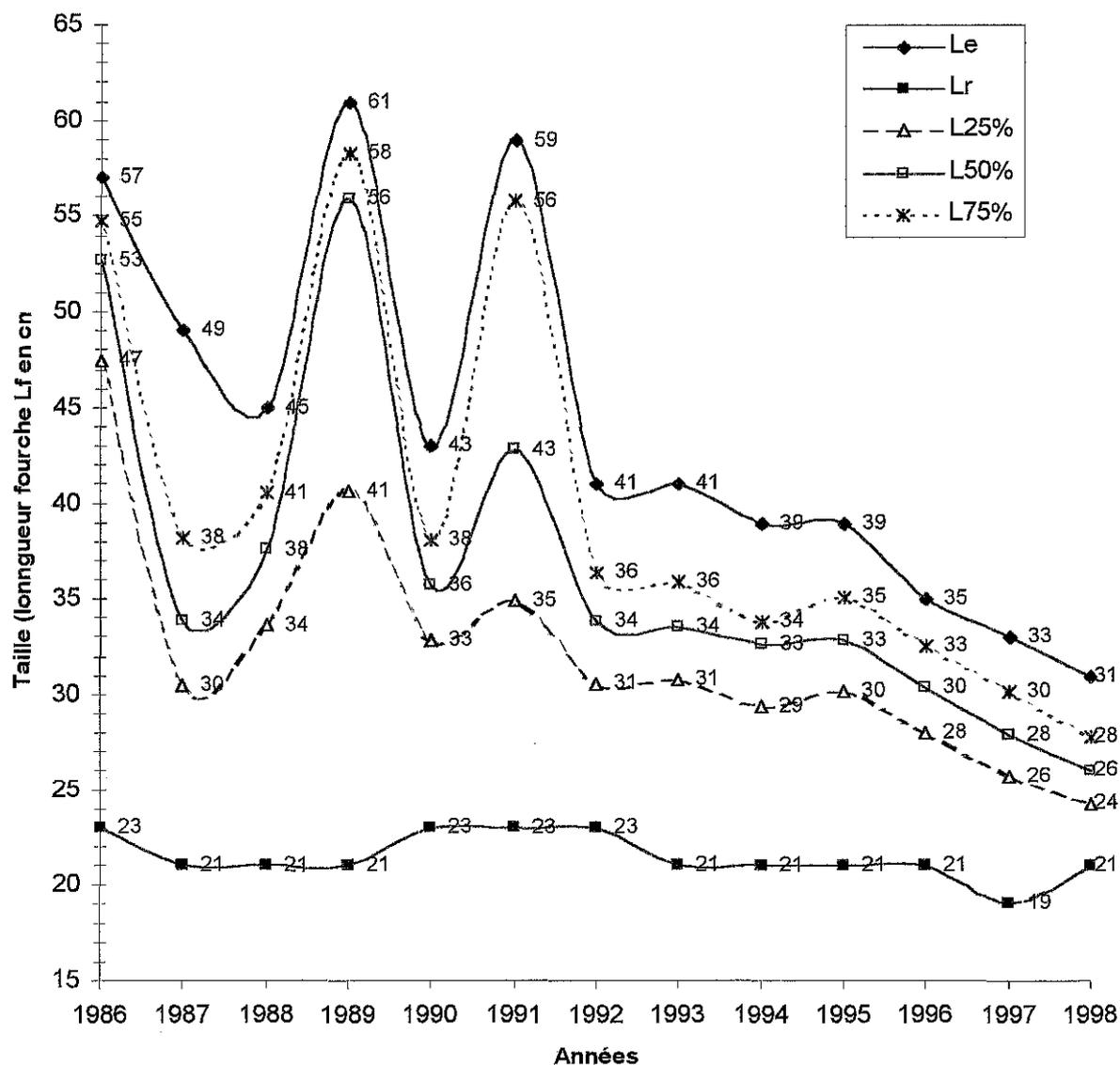


Figure IV. 5 : Evolution des tailles (longueur à la fourche Lf en cm) à divers niveaux d'exploitation de 1986 à 1998. Le est la taille à pleine exploitation (capturabilité maximum). Lr est la taille d'entrée dans la pêcherie. Par exemple, L75% est la taille à laquelle la capturabilité est égale à 75 % de la capturabilité maximum.

### **C. Implication en matière de gestion**

Notre analyse va dans le même sens que celle de Ralston & Polovina (1987, Chap. 8, p 395). Le vivaneau rouge appartient à une classe de poissons à croissance lente et à longévité grande, dont la productivité du stock est faible. Des simulations montrent que pour ce genre de poisson, les rendements maximum sont obtenus pour de faibles mortalité par pêche et un âge de recrutement élevé. Il est fondamental, dans l'optique d'une gestion durable de la ressource, de prendre en compte ces considérations dans la gestion du stock.

### **D. Evolution de la sélectivité entre 1986 à 1998. Vers une sur exploitation du stock ?**

Pour estimer les paramètres de croissance sur des données corrigées, nous nous sommes servi d'une estimation de la sélectivité moyenne sur 13 ans, de 1986 à 1998. Ce faisant, on perd l'information constituée par l'évolution de la sélectivité au cours du temps. La Figure IV. 5 montre l'évolution des longueurs à la fourche à différents niveaux d'exploitation de 1986 à 1998, estimés à partir des courbes de sélectivité calculées pour les 13 années prises séparément (Figure IV. 3). La tendance générale est très nette. Si la taille à la première capture reste constante au cours des années, les longueurs à la fourche à divers niveaux d'exploitation  $L_e$ ,  $L_{25}$ ,  $L_{50}$  et  $L_{100}$  chutent entre 1986 et 1998. Cette chute est de grande amplitude. Les vivaneaux étaient pleinement exploités au delà de  $L_f = 57 \text{ cm}$  en 1986 et le sont dès  $L_f = 31 \text{ cm}$  en 1998. La taille moyenne des captures chute elle de plus de 10 cm entre 1986 et 1998 (Figure II. 5).

Ce constat nous amène à formuler deux hypothèses. La première est pessimiste quant à l'état de la ressource et l'autre plus optimiste.

La première interprète cette baisse de la taille des captures comme la conséquence de l'impact important de la pêche sur la ressource. Elle reflète directement le fait que dans la population, les gros vivaneaux sont de moins en moins nombreux, substitués par des vivaneaux de plus petite taille. On peut expliquer ce phénomène de la façon suivante. Les vivaneaux sont des poissons sédentaires qui occupent des abris rocheux. Lorsqu'un gros poisson meurt, naturellement ou par la pêche, un autre poisson s'installe dans l'abri qu'il occupait. On pense que ce sont préférentiellement les petits poissons qui renouvelleraient ainsi le stock de poissons adultes. Lorsque la mortalité par pêche est trop élevée, tous les gros poissons disparaissent et sont remplacés par des jeunes recrues qui deviennent alors abondantes dans les captures. La chute de la taille moyennes des captures est donc le reflet d'un rajeunissement de la population, manifestation du renouvellement insuffisant de la population.

L'autre hypothèse, citée dans Moguedet (1995, b), fait intervenir une modification de la stratégie de pêche des ligneurs vénézuéliens. Ceux ci pêcheraient volontairement des individus plus petits, en plus

grande abondance (le nombre de poissons débarqués a presque doublé entre 1986 et 1998), dans des fonds moins profonds. Ce changement de stratégie pourrait être du à une évolution de la demande des transformateurs qui se tourneraient de plus en plus vers la commercialisation de poissons « portion » vendus entiers, au détriment de la commercialisation de darnes ou de filet qui nécessitent des poissons plus gros. Dans l'état actuel des connaissances sur la stratégie de pêche des ligneurs, rien ne permet de confirmer la deuxième hypothèse et il n'est pas prudent pour l'avenir du stock de ne pas tenir compte de la première.

## Partie 5

# Essais de lecture de marques de croissance sur l'Os Urohial de *Lutjanus purpureus*.

## Sommaire

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCTION .....   | 82 |
| I. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....                                  | 82 |
| A. PRÉLÈVEMENTS .....  | 82 |
| B. MÉTHODES DE LECTURE .....                                   | 82 |
| C. DOUBLE LECTURE EN AVEUGLE .....                             | 84 |
| II. RÉSULTATS.....   | 84 |
| A. REMARQUES GÉNÉRALES .....                                   | 84 |
| B. PAS DE DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX LECTURES .....             | 84 |
| C. RELATION TAILLE DES POISSONS / TAILLE DE L'OS UROHIAL ..... | 84 |
| D. LECTURE DES MARQUES .....                                   | 85 |
| III. DISCUSSION.....   | 85 |
| CONCLUSION .....   | 86 |

## INTRODUCTION

Le Guen (1976), Gonzales Cabellos (1990), Poinard & Troadec (1996) ont montré que la lecture des marques de croissance sur les pièces squelettiques de Vivaneaux (*Lutjanus purpureus* et *sinagris*) pouvait apporter une avancée dans la connaissance de la biologie et de la croissance du poisson. C'est avec cet objectif que nous avons entrepris en 1999 à la délégation de Guyane de L'IFREMER, avec la collaboration d'une équipe de l'IRD de Cayenne, une étude de sclérochronologie sur cette espèce. Trois types de pièces dures ont été sélectionnées pour cette étude : les écailles, les otolithes et l'os Urohial, un os impair situé sous la gorge du poisson.

Cette partie fait état des tous premiers résultats de cette étude restée inachevée. Elle ne concerne que la lecture des os urohiaux. L'objectif est de proposer une analyse complémentaire à l'étude des structures en taille des captures.

## I. MATERIEL ET METHODES

### A. Prélèvements

Les prélèvements que nous avons effectués ont deux origines (Tableau V. 1). 1) 29 vivaneaux immatures de taille comprise entre 16 et 38 cm (*Lf*) pris au chalut lors de la campagne Green0 effectuée à bord de l'ANTEA (navire océanographique de l'IRD) en avril 1999. 2) 3 séries de prélèvements en mai, juin et juillet 1999 réalisés sur des poissons de captures commerciales pêchés à la nasse par un caseilleur (Le Diamant, Compagnie des Long Liners) pour un total de 90 poissons entre 30,8 et 49,5 cm (*Lf*).

### B. Méthodes de lecture

Les premiers essais de lecture ne concernent que les os urohiaux. La méthode employée est celle décrite par Gonzalès (1990). Elle a le mérite d'être simple et rapide. L'observation se fait à la loupe binoculaire, avec une lumière incidente oblique (pour accentuer le relief par les ombres). Afin de réaliser la lecture sur un axe standard qui ne varie pas selon l'os, on choisit comme axe de lecture la droite reliant le condyle de l'articulation avec l'extrémité de la partie osseuse inférieure (Figure V. 1). La lecture des marques se fait en mesurant, à l'aide de papier millimétré glissé sous l'os, la distance au  $\frac{1}{2}$  mm près entre le condyle de l'articulation et la marque  $i$ ,  $r_i$ , et entre le condyle et le bord de l'os,  $R_i$  (Figure V. 1). Comme le fait remarquer Claro (a, 1983), les marques surnuméraires gênent la lecture. Lorsque des marques (deux ou plus) sont distantes de moins de 1 mm, nous les avons considérées comme un agrégat ne formant qu'une marque, à laquelle on associe comme rayon la moyenne des rayons des marques agrégées. Cette limite d'espacement (1 mm) est arbitraire, nous l'avons choisie

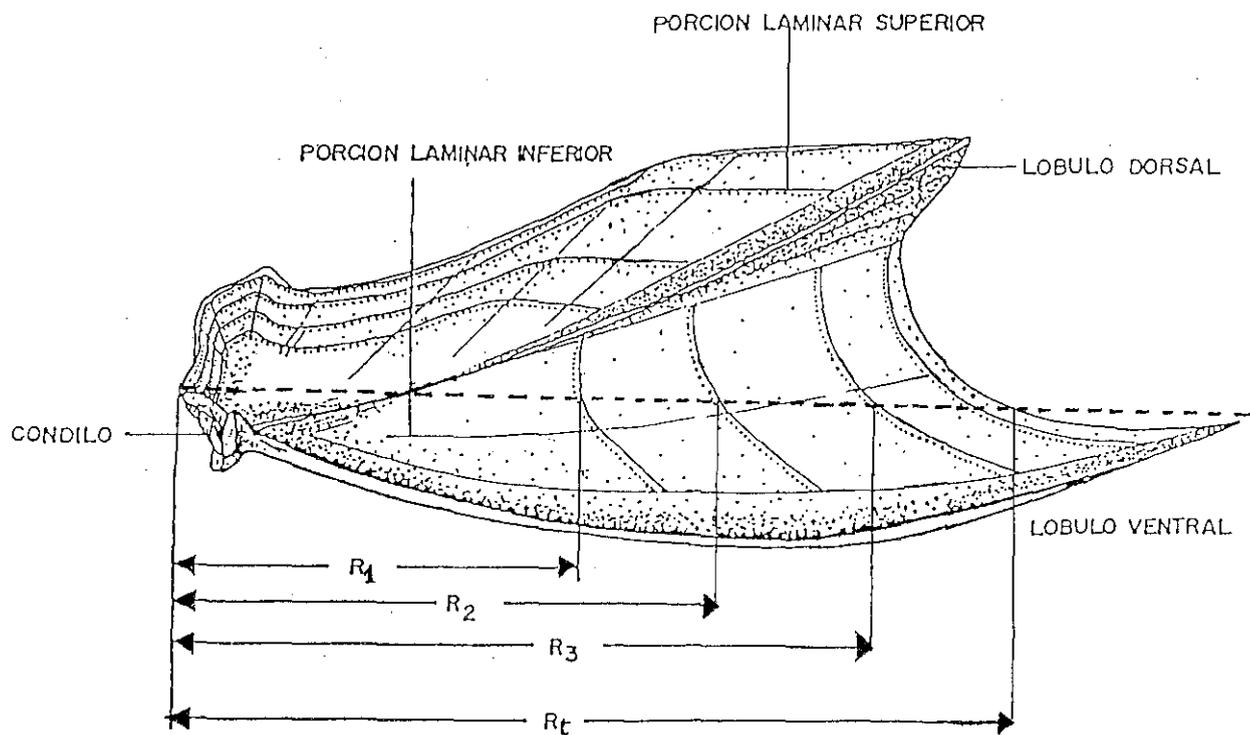


Figure V. 1 : Os urohial de *Lutjanus purpureus*. L'axe de lecture (en pointillés) relie le condyle (à gauche) à l'extrémité de la partie osseuse inférieure (à droite). D'après Gonzales Cabellos, 1990.

relativement à la précision de nos lectures. Aussi, certaines marques sont très larges, jusqu'à 3 mm. Dans ce cas, on considère comme mesure le rayon moyen de la marque.

### **C. Double lecture en aveugle**

Afin de limiter les biais dus à la lecture, nous avons pris deux précautions classiques. D'abord, les lectures sont réalisées en aveugle, c'est-à-dire sans connaître la taille des poissons correspondants. Ensuite, toutes les pièces ont été lues deux fois par l'auteur, dans un ordre différent à une semaine d'intervalle. Exceptées de petites variations, il apparaît qu'il n'y a pas de différences significatives entre la première et la deuxième lecture. Pour tenir compte de la variabilité introduite par la lecture et l'interprétation, on considère l'ensemble des deux lectures comme une série de données unique (chaque os est ainsi dédoublé).

## **II. RESULTATS**

### **A. Remarques générales**

Les résultats des lectures sont donnés au Tableau V. 2. La taille des poissons concernés varie entre 16 et 49,5 cm. 43 individus ont été identifiés comme mâles (par observation des gonades), 43 comme femelles et 33 poissons de petites tailles presque tous pêchés au chalut par l'ANTEA sont de sexe indéterminés. Le nombre de marques comptées sur l'os urohial varie entre 0 et 9 selon les individus.

### **B. Pas de différence entre les deux lectures**

La Figure V. 2 montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les rayons totaux  $R_t$  estimés à la première et à la deuxième lecture. La régression linéaire du nombre de marques lues en deuxième lecture ( $y$ ) sur celui lu en première lecture ( $x$ ) a comme équation :  $y = 0,933 x + 0,566$ ,  $r^2 = 0.951$ . Elle suggère qu'il n'y a pas de différence significative d'estimation du rayon total  $R_t$  et du nombre de marques entre les deux lectures successives. Notamment, nous ne constatons pas de biais qui aurait par exemple consisté à lire systématiquement plus (ou moins) de marques en deuxième lecture. Notons cependant que pour certains os, il peut y avoir un écart de trois marques (dans un sens ou dans l'autre) entre la première et la deuxième lecture. Il apparaît que c'est en général pour les individus de grande taille que l'on trouve les plus grandes différences entre le nombre de marques lues à la première et à la deuxième lecture. On retrouve ici un résultat classique de la sclérochronologie : la lecture des marques de croissance est toujours plus aisée sur les jeunes individus.

### **C. Relation taille des poissons / taille de l'os urohial**

La Figure V. 3 montre que la taille de l'Os urohial est bien en relation avec la taille du poisson. Cette relation semble linéaire en première approximation et la figure ne suggère pas de différence notable entre les sexes. On note que la dispersion de  $R_t$  augmente avec la longueur à la fourche. Dans l'objectif

qui nous occupe, on peut conclure que la croissance de l'os urohial enregistre bien la croissance du poisson. Voyons alors dans quelle mesure les marques visibles sur l'os peuvent être utilisées comme des repères chronologiques.

#### **D. Lecture des marques**

Dans l'hypothèse où les marques de croissance se forment à des intervalles de temps réguliers, on devrait pouvoir ajuster une relation de type courbe de croissance sur la relation entre la taille du poisson ( $L_f$ ) ou la taille  $R_t$  de l'os urohial et le nombre de marques lues. Les Figures V. 4 et V. 5 (relation  $R_t$  – nombre de marques) sont jumelles des Figures V. 6 & V. 7 (relations  $L_f$  – nombre de marques) que l'on analyse ici plus en détail.

La Figure V. 6 montre une grande dispersion de la taille  $L_f$  pour un même nombre de marques lues. Quelques points sont néanmoins remarquables : la première marque apparaît pour un poisson de sexe ND, de taille  $L_f = 19$  cm. Pour le poisson le plus grand ( $L_f = 49,5$  cm), seulement 4 marques ont été comptées. Un nombre maximum de 9 marques a été relevé sur des poissons dont la longueur à la fourche varie entre 33 et 37 cm.

La Figure V. 7 indique pour un nombre de marques donné (attention au décalage de +1 marques sur la figure) la moyenne de la taille des poissons échantillonnés ainsi qu'un intervalle symétrique de  $\pm 2$  écarts types. On note une croissance qui semble linéaire des moyennes de  $L_f$  en fonction du nombre de marques, jusqu'à 4 marques. Ensuite, on observe une stagnation de  $L_f$  moyenne. Au delà de 39 cm, le nombre de marques lues n'est plus en relation avec la taille du poisson.

### **III. DISCUSSION**

Les résultats de ces premières lectures ne permettent pas d'avance significative dans la compréhension de la croissance et de la biologie des vivaneaux. Tout au plus permettent-ils de conforter certaines hypothèses.

Par exemple, on note que la première marque apparaît en moyenne pour des poissons de taille 22,6 cm. Dans l'hypothèse où ces marques lues seraient la conséquence d'un ralentissement de la croissance lié à la reproduction, le seuil d'apparition des premières marques pourrait correspondre au seuil d'apparition de la maturité sexuelle. La remarque précédente suggère que ce seuil serait atteint pour une taille moyenne  $L_f$  légèrement supérieure à 22 cm. Cela est cohérent avec les observations de Péroudou (1994) pour qui 25 % des poissons ayant atteint la taille  $L_f = 29$  cm sont sexuellement matures.

En revanche, le point gênant est que tous les poissons pour lesquels on a compté entre 4 et 9 marques correspondent à des individus qui ont en moyenne la même taille, aux alentours de  $L_f = 40$  cm (Figure V. 7). Nous pouvons discuter de deux hypothèses. Nous pensons que le manque de lisibilité de nos résultats provient en partie de multiples erreurs de lecture et d'interprétation dues à la présence de

nombreuses stries surnuméraires. Il est reconnu (Cf. revue biblio. dans Chevaillier, 1990) qu'en raison des faibles contrastes saisonniers dans les conditions marines équatoriales, les pièces dures des poissons équatoriaux ne présentent généralement pas de marques de croissance nettes formées à des rythmes annuels réguliers. Par exemple, Claro (a, 1983) observe qu'il se forme en moyenne deux anneaux de croissance sur l'os urohial de vivaneaux rayés (*Lutjanus synagris*) pêchés à Cuba, mais signale surtout qu'il existe de très nombreux anneaux surnuméraires qui compliquent la lecture et l'interprétation des marques majeures. Pour améliorer nos résultats, on pourrait travailler au développement de méthodes de lecture consistant par exemple à ne compter que des agrégats de marques.

L'autre hypothèse, sans doute simultanée à la première, est que toutes les marques lues correspondent vraiment à des ralentissements de croissance liés à la reproduction. Dans ce cas, le nombre de pics de reproduction que connaissent les poissons de même taille pourrait être très variable, allant jusqu'à plusieurs par an. Si cette hypothèse s'avère juste, il apparaît illusoire de chercher à déduire une clé taille - âge de l'observation de ces marques.

## CONCLUSION

Ces essais de lectures ont montré que l'os urohial se prêtait bien à la sclérochronologie car c'est un os facile à prélever, de grande taille et lisible sans préparation à la simple loupe binoculaire. Cependant, la lecture des marques majeures est perturbée par de nombreuses marques surnuméraires

Cette courte étude ne permet pas de tirer de conclusion sur la croissance et la reproduction des vivaneaux rouges du stock guyanais, mais elle ouvre néanmoins des portes qui devraient pouvoir servir de base à un travail plus complet. Nous pensons qu'il se forme en moyenne plus d'une marque par an, ce qui irait dans le sens d'une reproduction fractionnée dans le temps.

Afin de préciser la méthode et les résultats, il serait utile de suivre la croissance des pièces sur l'année en réalisant des prélèvements mensuellement et en couplant la lecture avec un suivi de l'état de maturité sexuelle (par le suivi du rapport gonado - somatique par exemple). Il faudrait aussi comparer la lecture des os urohiaux avec celle d'autres pièces dures (écailles, otolithes).

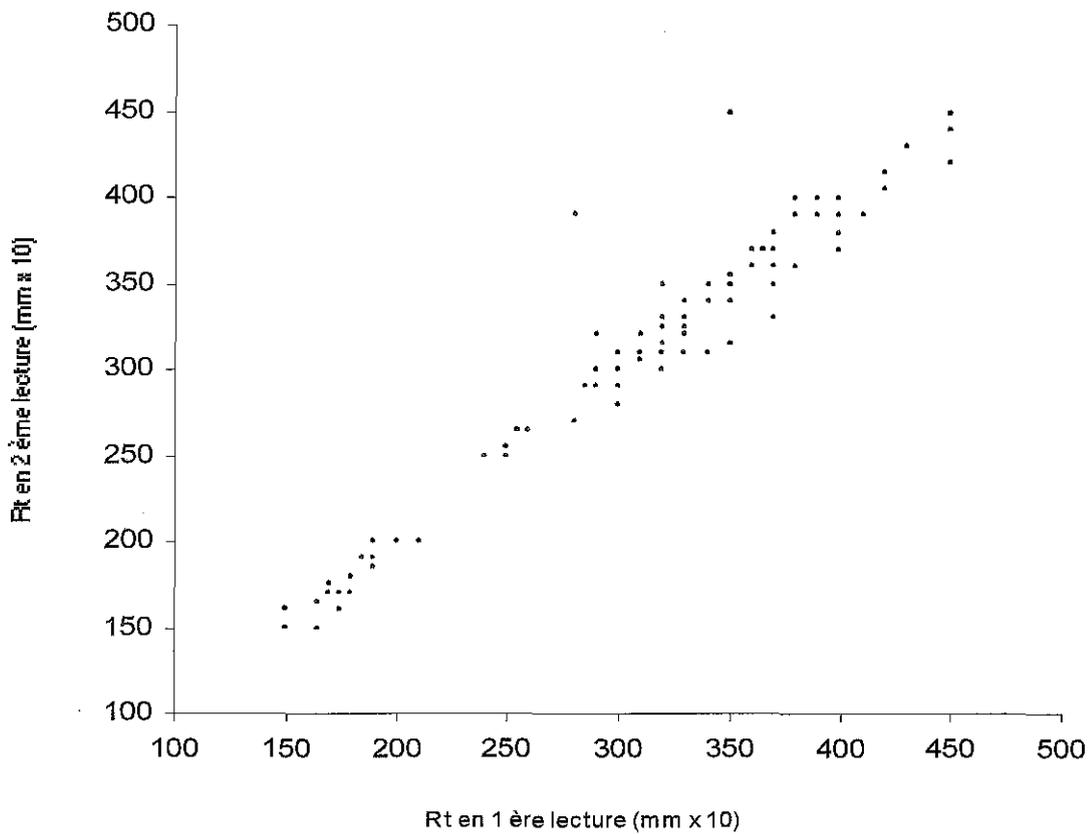


Figure V. 2 : Relation entre le rayon Rt de l'os urohial lu en première lecture avec celui lu en deuxième lecture.

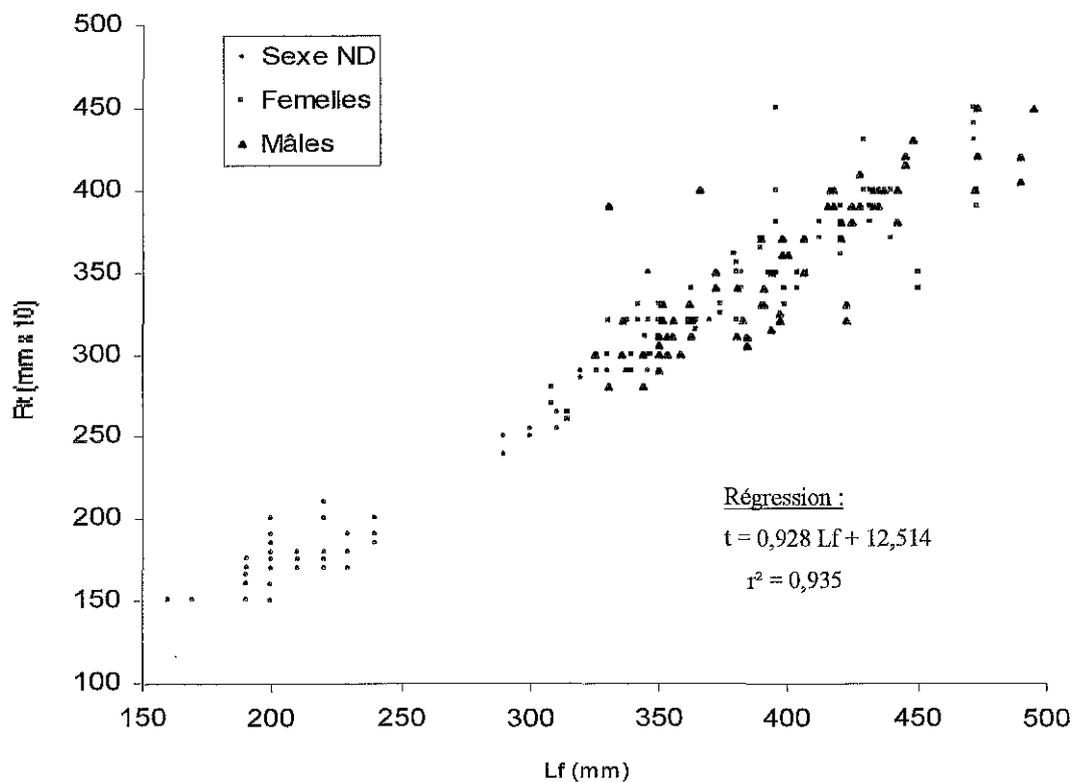


Figure V. 3 : Relation entre la taille des poissons (longueur à la fourche) et la taille de l'os urohial (rayon total Rt).

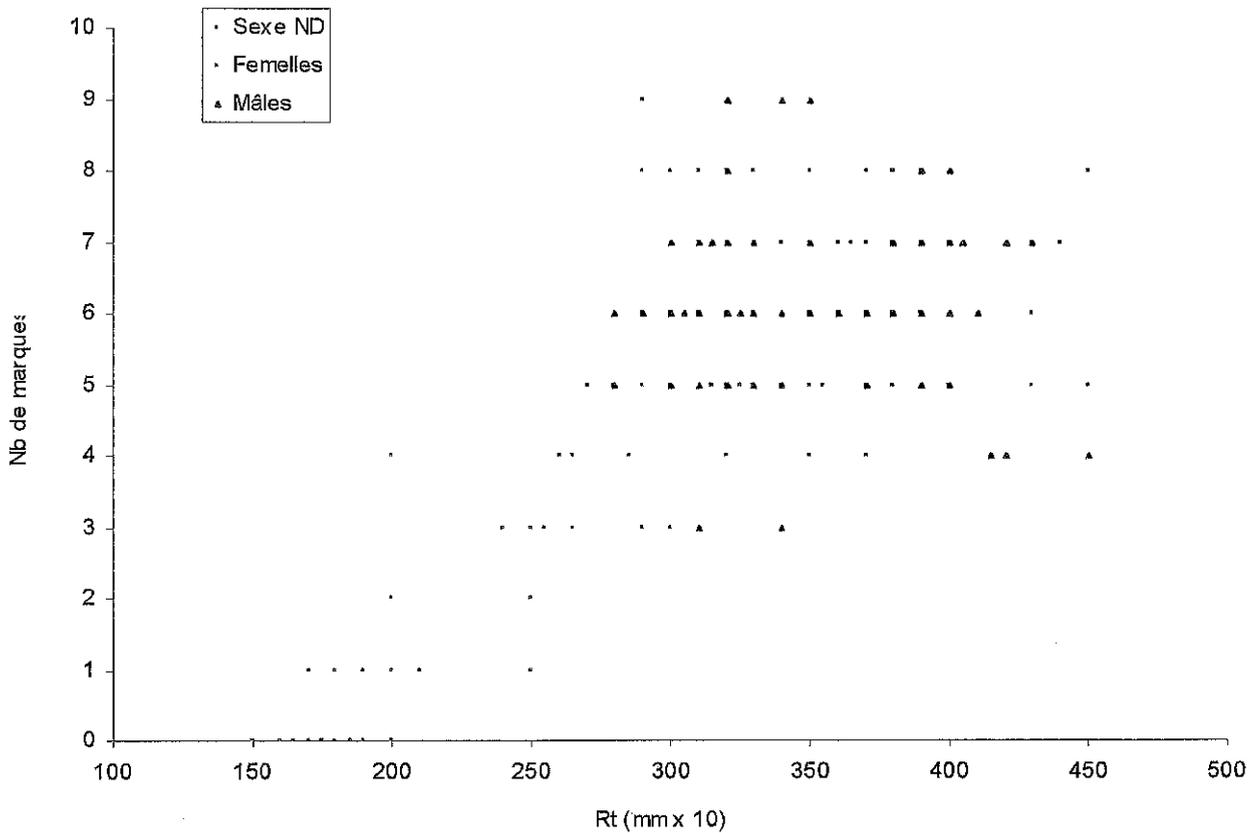


Figure V. 4 : Relation entre la taille de l'os urohyal (rayon total Rt) et le nombre de marques de croissance lues (première et deuxième lecture).

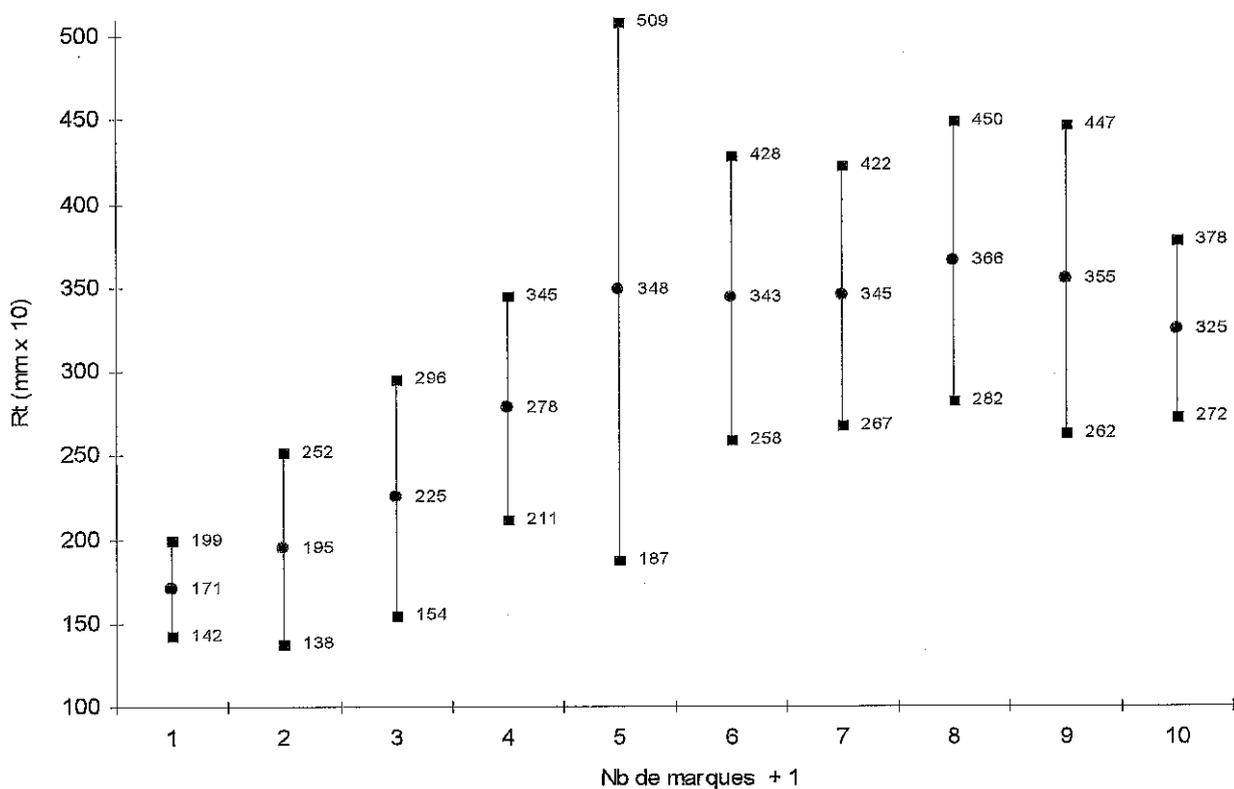


Figure V. 5 : Relation entre le nombre de marques lues (attention au décalage de +1 marques) et la moyenne (entourée de +/- 2 écarts types) de la taille de l'os urohyal.

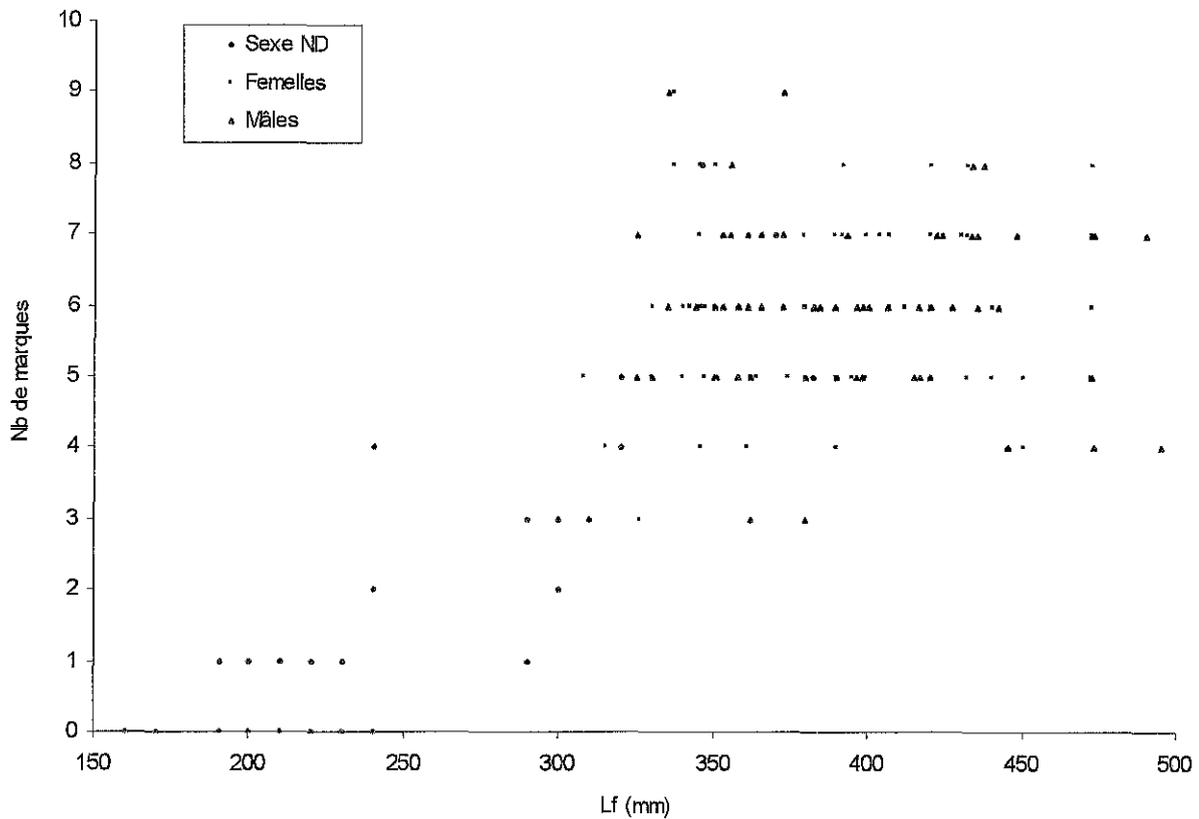


Figure V. 6 : Relation entre la taille des poissons (longueur à la fourche Lf) et le nombre de marques de croissance lues.

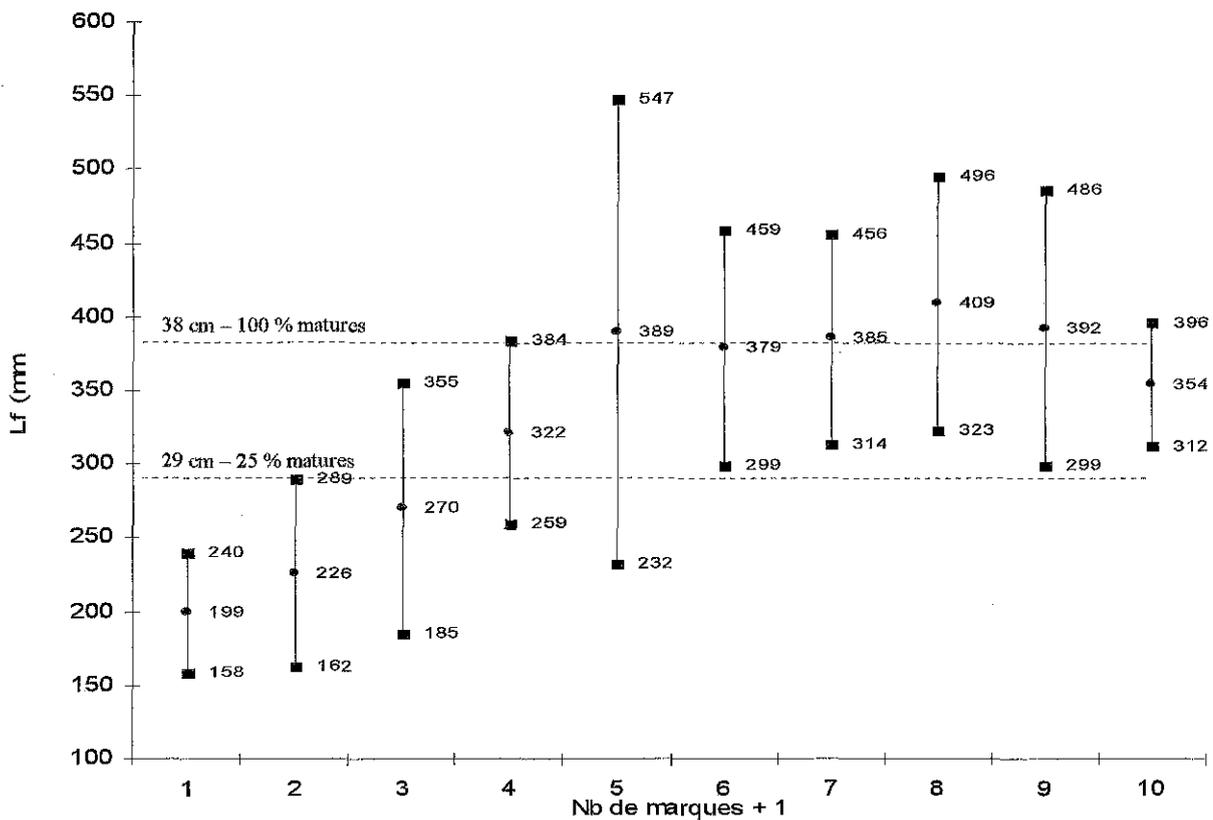


Figure V. 7 : Relation entre le nombre de marques lues (attention au décalage de +1 marques) et la moyenne (entourée de  $\pm 2$  écarts types) de la taille des poissons (longueur à la fourche Lf). Les indications sur les stades de maturité sexuelle (Pérodou, 1994) sont indiquées pour mémoire.

**Tableau V. 1** : Taille, poids et sexe des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés sur lesquels les prélèvements ont été effectués.

| Origine | Date de pêche | N° échantillon | Sexe | Lf (mm) | Lt (mm) | Pds entier (g) | Pds vidé (g) |
|---------|---------------|----------------|------|---------|---------|----------------|--------------|
| Antéa   | 16/04/99      | 1              | ND   | 19      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 16/04/99      | 2              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 16/04/99      | 3              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 16/04/99      | 4              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 16/04/99      | 5              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 16/04/99      | 6              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 17/04/99      | 1              | ND   | 17      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 17/04/99      | 2              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 1              | ND   | 21      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 2              | ND   | 21      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 3              | ND   | 21      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 4              | ND   | 22      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 5              | ND   | 23      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 6              | ND   | 23      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 7              | ND   | 24      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 8              | ND   | 29      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 9              | ND   | 29      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 18/04/99      | 10             | ND   | 32      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 1              | ND   | 16      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 2              | ND   | 17      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 3              | ND   | 19      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 4              | ND   | 19      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 5              | ND   | 19      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 6              | ND   | 20      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 7              | ND   | 22      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 8              | ND   | 22      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 9              | ND   | 24      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 10             | ND   | 30      | "       | "              | "            |
| Antéa   | 19/04/99      | 11             | ND   | 31      | "       | "              | "            |
| Diamant | 27/04/99      | 1              | ND   | 33      | 36,4    | 647            | 567          |
| Diamant | 27/04/99      | 2              | F    | 35      | 39      | 785            | 637          |
| Diamant | 27/04/99      | 3              | ND   | 38,2    | 42,2    | 960            | 859          |
| Diamant | 27/04/99      | 4              | ND   | 37      | 41,2    | 942            | 743          |
| Diamant | 27/04/99      | 5              | F    | 38,9    | 42,5    | 1200           | 869          |
| Diamant | 27/04/99      | 6              | F    | 40,7    | 45,2    | 1166           | 1340         |
| Diamant | 27/04/99      | 7              | F    | 34,6    | 38,2    | 828            | 720          |
| Diamant | 27/04/99      | 8              | M    | 42      | 45,7    | 1374           | 1203         |
| Diamant | 27/04/99      | 9              | F    | 33,7    | 37,9    | 676            | 583          |
| Diamant | 27/04/99      | 10             | M    | 35,8    | 40,4    | 751            | 640          |
| Diamant | 27/04/99      | 11             | M    | 35      | 39      | 762            | 661          |
| Diamant | 27/04/99      | 12             | M    | 39      | 43,1    | 1018           | 896          |
| Diamant | 27/04/99      | 13             | F    | 36,4    | 41      | 796            | 718          |
| Diamant | 27/04/99      | 14             | F    | 42      | 47      | 1303           | 1086         |
| Diamant | 27/04/99      | 15             | M    | 38,4    | 42,8    | 924            | 816          |
| Diamant | 27/04/99      | 16             | M    | 37,2    | 41      | 892            | 794          |
| Diamant | 27/04/99      | 17             | M    | 43,3    | 48      | 1375           | 1212         |
| Diamant | 27/04/99      | 18             | M    | 36,1    | 40      | 834            | 715          |
| Diamant | 27/04/99      | 19             | M    | 34,4    | 38      | 724            | 608          |
| Diamant | 27/04/99      | 20             | F    | 34,5    | 39,5    | 828            | 705          |
| Diamant | 27/04/99      | 21             | ND   | 34,6    | 38,7    | 758            | 717          |
| Diamant | 27/04/99      | 22             | F    | 34,7    | 38,4    | 716            | 612          |
| Diamant | 27/04/99      | 23             | M    | 36,1    | 40      | 805            | 731          |
| Diamant | 27/04/99      | 24             | F    | 39,9    | 44,2    | 1180           | 1100         |
| Diamant | 27/04/99      | 25             | F    | 37,9    | 42,5    | 960            | 825          |
| Diamant | 27/04/99      | 26             | M    | 35,5    | 39      | 786            | 709          |
| Diamant | 27/04/99      | 27             | F    | 35      | 39,1    | 765            | 673          |
| Diamant | 27/04/99      | 28             | F    | 37,4    | 41,4    | 928            | 750          |
| Diamant | 30/05/99      | 1              | F    | 40,4    | 44,2    | 1210           | 908          |
| Diamant | 30/05/99      | 2              | M    | 38      | 42,5    | 916            | 660          |
| Diamant | 30/05/99      | 3              | M    | 40      | 43,9    | 1024           | 740          |
| Diamant | 30/05/99      | 4              | M    | 39,6    | 44      | 882            | 732          |
| Diamant | 30/05/99      | 5              | M    | 36,2    | 40      | 810            | 746          |
| Diamant | 30/05/99      | 6              | F    | 47,2    | 51,5    | 1550           | 1166         |

**Tableau V. 1 (Suite) : Taille, poids et sexe des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés sur lesquels les prélèvements ont été effectués.**

| Bateau  | Date de pêche | N° échantillon | Sexe | Lf (mm) | Lt (mm) | Pds entier (g) | Pds vidé (g) |
|---------|---------------|----------------|------|---------|---------|----------------|--------------|
| Diamant | 30/05/99      | 7              | F    | 38      | 41,6    | 968            | 800          |
| Diamant | 30/05/99      | 8              | F    | 35,8    | 39,5    | 685            | 554          |
| Diamant | 30/05/99      | 9              | F    | 39,5    | 43,7    | 940            | 869          |
| Diamant | 30/05/99      | 10             | F    | 38      | 41,9    | 900            | 812          |
| Diamant | 30/05/99      | 11             | M    | 38,2    | 40,5    | 920            | 850          |
| Diamant | 30/05/99      | 12             | M    | 42,2    | 46,6    | 1166           | 1060         |
| Diamant | 30/05/99      | 13             | M    | 41,6    | 45,8    | 1206           | 1100         |
| Diamant | 30/05/99      | 14             | F    | 43      | 48      | 1313           | 1139         |
| Diamant | 30/05/99      | 15             | M    | 39,8    | 43,5    | 1050           | 930          |
| Diamant | 30/05/99      | 16             | F    | 39      | 43      | 1037           | 900          |
| Diamant | 30/05/99      | 17             | M    | 38,9    | 43,7    | 1105           | 960          |
| Diamant | 30/05/99      | 18             | F    | 47,3    | 52      | 1615           | 1464         |
| Diamant | 30/05/99      | 19             | F    | 42      | 45,7    | 1110           | 1011         |
| Diamant | 30/05/99      | 20             | M    | 35,1    | 39      | 763            | 660          |
| Diamant | 30/05/99      | 21             | M    | 41,5    | 45,4    | 1261           | 1118         |
| Diamant | 30/05/99      | 22             | M    | 44,5    | 49,3    | 1327           | 1235         |
| Diamant | 30/05/99      | 23             | M    | 39,3    | 44      | 998            | 891          |
| Diamant | 30/05/99      | 24             | F    | 45      | 50      | 1430           | 1310         |
| Diamant | 30/05/99      | 25             | M    | 36,5    | 40,3    | 801            | 723          |
| Diamant | 30/05/99      | 26             | F    | 47,2    | 52,6    | 1774           | 1500         |
| Diamant | 30/05/99      | 27             | M    | 42,4    | 46,2    | 1196           | 1086         |
| Diamant | 30/05/99      | 28             | F    | 43,2    | 49      | 1363           | 1235         |
| Diamant | 30/05/99      | 29             | M    | 43,5    | 48      | 1314           | 1158         |
| Diamant | 30/05/99      | 30             | F    | 43      | 48,4    | 1296           | 1150         |
| Diamant | 30/05/99      | 31             | F    | 42      | 47,2    | 1093           | 985          |
| Diamant | 30/05/99      | 32             | F    | 41,2    | 45,7    | 1138           | 980          |
| Diamant | 30/05/99      | 33             | M    | 42,7    | 46,7    | 1174           | 1059         |
| Diamant | 30/05/99      | 34             | M    | 47,3    | 50      | 1723           | 1570         |
| Diamant | 30/05/99      | 35             | F    | 43,2    | 48,5    | 1305           | 1170         |
| Diamant | 30/05/99      | 36             | M    | 49      | 52      | 1815           | 1650         |
| Diamant | 30/05/99      | 37             | M    | 44,8    | 49,4    | 1534           | 1409         |
| Diamant | 30/05/99      | 38             | F    | 44      | 48,8    | 1467           | 1280         |
| Diamant | 30/05/99      | 39             | M    | 44,2    | 49,1    | 1400           | 1280         |
| Diamant | 30/05/99      | 40             | M    | 43,7    | 48,8    | 1581           | 1320         |
| Diamant | 30/06/99      | 1              | F    | 36,4    | 40,5    | 741            | 620          |
| Diamant | 30/06/99      | 2              | F    | 32,6    | 36,4    | 611            | 543          |
| Diamant | 30/06/99      | 3              | M    | 37,2    | 41,1    | 822            | 782          |
| Diamant | 30/06/99      | 4              | M    | 41,7    | 45,7    | 1255           | 1037         |
| Diamant | 30/06/99      | 5              | M    | 33      | 36,8    | 635            | 549          |
| Diamant | 30/06/99      | 6              | F    | 36,1    | 40,2    | 799            | 674          |
| Diamant | 30/06/99      | 7              | M    | 40,6    | 46      | 1075           | 953          |
| Diamant | 30/06/99      | 8              | M    | 33,5    | 37,5    | 640            | 570          |
| Diamant | 30/06/99      | 9              | M    | 35      | 39,2    | 706            | 635          |
| Diamant | 30/06/99      | 10             | F    | 30,8    | 34      | 498            | 455          |
| Diamant | 30/06/99      | 11             | M    | 47,2    | 51,5    | 1732           | 1565         |
| Diamant | 30/06/99      | 12             | F    | 34,2    | 38,2    | 748            | 665          |
| Diamant | 30/06/99      | 13             | F    | 39,2    | 44,5    | 1074           | 975          |
| Diamant | 30/06/99      | 14             | M    | 49,5    | 55      | 1972           | 1784         |
| Diamant | 30/06/99      | 15             | F    | 39,5    | 43,8    | 1075           | 980          |
| Diamant | 30/06/99      | 16             | F    | 34      | 37,8    | 611            | 550          |
| Diamant | 30/06/99      | 17             | F    | 31,5    | 35,1    | 497            | 446          |
| Diamant | 30/06/99      | 18             | F    | 36,2    | 40,6    | 850            | 743          |
| Diamant | 30/06/99      | 19             | F    | 34,5    | 38,8    | 703            | 621          |
| Diamant | 30/06/99      | 20             | M    | 35,3    | 39      | 744            | 643          |
| Diamant | 30/06/99      | 21             | F    | 33      | 36,5    | 638            | 546          |
| Diamant | 30/06/99      | 22             | M    | 32,5    | 36      | 581            | 517          |

**Tableau V. 2 : Première lecture des Os Urobiaux des vivanœaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés. Nombres de marques et distances lues (Cf Figure V. 1).**

| Lecture | Origine | Date de pêche | N° échantillon | Nb marques lues | r1  | r2  | r3  | r4  | r5  | r6  | r7  | r8  | r9  | Rt  |
|---------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 3              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 185 |
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 4              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 5              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 1       | Antéa   | 16/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 1       | Antéa   | 17/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 1       | Antéa   | 17/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 3              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 4              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 5              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 7              | 2               | 150 | 180 |     |     |     |     |     |     |     | 200 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 8              | 1               | 210 |     |     |     |     |     |     |     |     | 250 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 9              | 3               | 165 | 190 | 230 |     |     |     |     |     |     | 240 |
| 1       | Antéa   | 18/04/99      | 10             | 4               | 180 | 220 | 250 | 270 |     |     |     |     |     | 285 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 3              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 165 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 4              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 175 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 5              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 165 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 175 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 7              | 1               | 165 |     |     |     |     |     |     |     |     | 210 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 8              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 175 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 9              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 185 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 10             | 2               | 210 | 235 |     |     |     |     |     |     |     | 250 |
| 1       | Antéa   | 19/04/99      | 11             | 3               | 160 | 185 | 235 |     |     |     |     |     |     | 255 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 1              | 6               | 155 | 190 | 210 | 220 | 235 | 265 |     |     |     | 290 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 2              | 6               | 170 | 205 | 220 | 250 | 270 | 320 |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 3              | 5               | 160 | 220 | 270 | 300 | 320 |     |     |     |     | 340 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 4              | 7               | 150 | 175 | 215 | 230 | 250 | 270 | 300 |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 5              | 7               | 190 | 200 | 230 | 250 | 275 | 310 | 350 |     |     | 365 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 6              | 6               | 150 | 160 | 205 | 230 | 280 | 330 |     |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 7              | 4               | 160 | 200 | 250 | 300 |     |     |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 8              | 5               | 190 | 250 | 270 | 290 | 340 |     |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 9              | 9               | 130 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 235 | 255 | 270 | 290 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 10             | 6               | 165 | 200 | 220 | 230 | 240 | 290 |     |     |     | 300 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 11             | 6               | 165 | 205 | 225 | 250 | 270 | 290 |     |     |     | 310 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 12             | 5               | 180 | 175 | 205 | 225 | 260 |     |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 14             | 6               | 220 | 250 | 285 | 320 | 340 | 360 |     |     |     | 380 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 15             | 6               | 150 | 165 | 205 | 235 | 270 | 300 |     |     |     | 310 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 16             | 9               | 180 | 200 | 215 | 240 | 250 | 260 | 270 | 300 | 320 | 350 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 17             | 7               | 190 | 205 | 220 | 250 | 260 | 320 | 370 |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 18             | 6               | 150 | 180 | 210 | 230 | 250 | 260 |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 19             | 6               | 135 | 145 | 175 | 210 | 240 | 280 |     |     |     | 300 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 20             | 6               | 165 | 180 | 205 | 260 | 270 | 300 |     |     |     | 310 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 21             | 8               | 150 | 165 | 185 | 200 | 215 | 225 | 235 | 280 |     | 300 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 22             | 6               | 205 | 220 | 235 | 250 | 265 | 275 |     |     |     | 300 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 23             | 7               | 150 | 160 | 200 | 215 | 225 | 240 | 300 |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 24             | 5               | 185 | 210 | 220 | 250 | 310 |     |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 25             | 6               | 160 | 200 | 240 | 265 | 285 | 340 |     |     |     | 360 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 26             | 8               | 150 | 170 | 205 | 225 | 235 | 250 | 260 | 300 |     | 320 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 27             | 8               | 170 | 190 | 220 | 230 | 250 | 275 | 290 | 300 |     | 330 |
| 1       | Diamant | 27/04/99      | 28             | 5               | 200 | 220 | 235 | 260 | 290 |     |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 1              | 7               | 150 | 170 | 215 | 230 | 250 | 275 | 300 |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 2              | 3               | 220 | 230 | 270 |     |     |     |     |     |     | 340 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 3              | 6               | 200 | 230 | 250 | 270 | 285 | 300 |     |     |     | 360 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 4              | 5               | 150 | 170 | 215 | 225 | 270 |     |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 5              | 3               | 200 | 250 | 270 |     |     |     |     |     |     | 310 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 6              | 8               | 180 | 200 | 220 | 260 | 280 | 320 | 350 | 400 |     | 450 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 7              | 5               | 200 | 230 | 250 | 275 | 310 |     |     |     |     | 320 |

**Tableau V. 2 (Suite) : Première lecture des Os Urohiaux des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés. Nombres de marques et distances lues (Cf Figure V. 1).**

| Lecture | Origine | Date de pêche | N° échantillon | Nb marques lues | r1  | r2  | r3  | r4  | r5  | r6  | r7  | r8  | r9  | Rt  |
|---------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 9              | 5               | 170 | 220 | 260 | 300 | 335 |     |     |     |     | 380 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 10             | 6               | 190 | 210 | 225 | 270 | 280 |     |     |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 11             | 6               | 170 | 190 | 205 | 220 | 232 | 270 |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 12             | 7               | 120 | 130 | 170 | 200 | 220 | 250 | 290 |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 13             | 6               | 185 | 210 | 220 | 240 | 290 | 340 |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 14             | 7               | 220 | 270 | 300 | 320 | 350 | 370 | 400 |     |     | 430 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 15             | 5               | 210 | 230 | 260 | 270 | 320 |     |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 16             | 4               | 220 | 260 | 290 | 320 |     |     |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 17             | 6               | 150 | 170 | 200 | 240 | 260 | 310 |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 18             | 7               | 150 | 215 | 230 | 280 | 330 | 350 | 360 |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 19             | 6               | 150 | 200 | 250 | 260 | 310 | 350 |     |     |     | 380 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 20             | 5               | 180 | 200 | 235 | 255 | 270 |     |     |     |     | 330 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 21             | 5               | 180 | 225 | 250 | 280 | 320 |     |     |     |     | 390 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 22             | 4               | 200 | 250 | 330 | 380 |     |     |     |     |     | 420 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 23             | 7               | 155 | 170 | 215 | 240 | 260 | 280 | 300 |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 24             | 4               | 150 | 220 | 280 | 320 |     |     |     |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 25             | 6               | 200 | 235 | 260 | 290 | 320 | 350 |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 26             | 5               | 200 | 240 | 290 | 360 | 370 |     |     |     |     | 430 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 27             | 7               | 195 | 210 | 230 | 250 | 260 | 300 | 320 |     |     | 380 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 28             | 8               | 135 | 195 | 230 | 250 | 270 | 280 | 310 | 340 |     | 380 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 29             | 6               | 170 | 190 | 230 | 250 | 265 | 320 |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 30             | 7               | 155 | 180 | 230 | 250 | 275 | 310 | 350 |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 31             | 7               | 160 | 210 | 230 | 250 | 270 | 300 | 320 |     |     | 360 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 32             | 6               | 175 | 190 | 215 | 240 | 300 | 320 |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 33             | 6               | 185 | 210 | 250 | 265 | 320 | 360 |     |     |     | 410 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 34             | 4               | 160 | 170 | 200 | 350 |     |     |     |     |     | 450 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 35             | 5               | 150 | 220 | 250 | 280 | 320 |     |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 36             | 7               | 170 | 190 | 210 | 250 | 285 | 305 | 360 |     |     | 420 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 37             | 7               | 150 | 200 | 250 | 270 | 290 | 350 | 400 |     |     | 430 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 38             | 5               | 170 | 250 | 270 | 330 | 360 |     |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 39             | 6               | 170 | 200 | 245 | 255 | 275 | 310 |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/05/99      | 40             | 8               | 160 | 180 | 230 | 280 | 300 | 320 | 350 | 370 |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 1              | 5               | 175 | 200 | 225 | 245 | 280 |     |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 2              | 3               | 175 | 235 | 260 |     |     |     |     |     |     | 290 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 3              | 6               | 150 | 195 | 225 | 245 | 275 | 300 |     |     |     | 340 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 4              | 5               | 145 | 170 | 240 | 285 | 340 |     |     |     |     | 390 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 5              | 5               | 155 | 185 | 210 | 230 | 250 |     |     |     |     | 280 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 6              | 4               | 135 | 200 | 230 | 280 |     |     |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 7              | 6               | 190 | 225 | 250 | 275 | 300 | 330 |     |     |     | 370 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 8              | 9               | 160 | 170 | 180 | 210 | 225 | 240 | 250 | 270 | 280 | 320 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 9              | 6               | 170 | 200 | 220 | 260 | 270 | 280 |     |     |     | 290 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 10             | 5               | 195 | 220 | 235 | 255 | 270 |     |     |     |     | 280 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 11             | 5               | 190 | 230 | 255 | 310 | 370 |     |     |     |     | 400 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 12             | 6               | 130 | 155 | 170 | 225 | 240 | 260 |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 13             | 7               | 150 | 180 | 200 | 220 | 235 | 250 | 330 |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 14             | 4               | 210 | 250 | 290 | 350 |     |     |     |     |     | 450 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 15             | 5               | 175 | 190 | 210 | 250 | 300 |     |     |     |     | 350 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 16             | 5               | 160 | 200 | 220 | 250 | 270 |     |     |     |     | 300 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 17             | 4               | 150 | 165 | 200 | 230 |     |     |     |     |     | 260 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 18             | 5               | 210 | 235 | 260 | 280 | 300 |     |     |     |     | 340 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 19             | 8               | 135 | 155 | 170 | 200 | 210 | 220 | 230 | 250 |     | 310 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 20             | 7               | 120 | 150 | 180 | 205 | 230 | 245 | 255 |     |     | 300 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 21             | 5               | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 |     |     |     |     | 320 |
| 1       | Diamant | 30/06/99      | 22             | 7               | 140 | 165 | 190 | 205 | 215 | 225 | 250 |     |     | 300 |

**Tableau V. 2 (Suite) : Deuxième lecture des Os Urobiaux des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés. Nombres de marques et distances lues (Cf Figure V. 1).**

| Lecture | Origine | Date de pêche | N° échantillon | Nb marques lues | r1  | r2  | r3  | r4  | r5  | r6  | r7  | r8  | r9  | Rt  |
|---------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 1              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 160 |
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 3              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 4              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 5              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 200 |
| 2       | Antéa   | 16/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 185 |
| 2       | Antéa   | 17/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 2       | Antéa   | 17/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 175 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 2              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 3              | 1               | 150 |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 4              | 1               | 160 |     |     |     |     |     |     |     |     | 180 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 5              | 1               | 160 |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 7              | 4               | 150 | 170 | 180 | 190 |     |     |     |     |     | 200 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 8              | 1               | 210 |     |     |     |     |     |     |     |     | 250 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 9              | 3               | 160 | 190 | 230 |     |     |     |     |     |     | 250 |
| 2       | Antéa   | 18/04/99      | 10             | 5               | 170 | 190 | 225 | 250 | 270 |     |     |     |     | 290 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 1              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 2              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 3              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 150 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 4              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 160 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 5              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 165 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 6              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 7              | 1               | 160 |     |     |     |     |     |     |     |     | 200 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 8              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 170 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 9              | 0               |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 190 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 10             | 3               | 210 | 230 | 250 |     |     |     |     |     |     | 255 |
| 2       | Antéa   | 19/04/99      | 11             | 3               | 160 | 200 | 240 |     |     |     |     |     |     | 265 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 1              | 6               | 155 | 190 | 205 | 215 | 230 | 260 |     |     |     | 290 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 2              | 6               | 160 | 195 | 205 | 235 | 260 | 300 |     |     |     | 310 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 3              | 6               | 160 | 185 | 230 | 275 | 300 | 330 |     |     |     | 350 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 4              | 7               | 150 | 170 | 220 | 230 | 250 | 270 | 300 |     |     | 320 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 5              | 7               | 150 | 200 | 230 | 250 | 280 | 320 | 350 |     |     | 370 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 6              | 7               | 135 | 155 | 200 | 220 | 230 | 280 | 330 |     |     | 350 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 7              | 6               | 120 | 150 | 200 | 220 | 270 | 300 |     |     |     | 350 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 8              | 6               | 180 | 230 | 240 | 260 | 285 | 340 |     |     |     | 380 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 9              | 8               | 140 | 200 | 210 | 230 | 240 | 260 | 280 | 300 |     | 320 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 10             | 5               | 160 | 190 | 215 | 240 | 290 |     |     |     |     | 300 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 11             | 6               | 170 | 200 | 225 | 240 | 255 | 285 |     |     |     | 305 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 12             | 5               | 160 | 180 | 200 | 230 | 265 |     |     |     |     | 340 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 14             | 6               | 220 | 250 | 280 | 320 | 340 | 360 |     |     |     | 390 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 15             | 6               | 140 | 160 | 205 | 240 | 270 | 300 |     |     |     | 305 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 16             | 9               | 150 | 175 | 200 | 210 | 230 | 250 | 260 | 285 | 310 | 340 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 17             | 8               | 150 | 190 | 205 | 220 | 250 | 260 | 330 | 370 |     | 390 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 18             | 7               | 140 | 180 | 210 | 230 | 250 | 260 | 300 |     |     | 330 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 19             | 6               | 150 | 170 | 205 | 220 | 230 | 270 |     |     |     | 280 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 20             | 7               | 165 | 180 | 205 | 225 | 255 | 265 | 300 |     |     | 310 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 21             | 8               | 140 | 155 | 175 | 185 | 210 | 225 | 250 | 270 |     | 290 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 22             | 5               | 205 | 220 | 240 | 270 | 280 |     |     |     |     | 300 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 23             | 7               | 150 | 160 | 200 | 215 | 235 | 260 | 290 |     |     | 320 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 24             | 7               | 185 | 210 | 220 | 230 | 255 | 290 | 320 |     |     | 340 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 25             | 7               | 160 | 200 | 240 | 260 | 285 | 320 | 335 |     |     | 360 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 26             | 7               | 150 | 170 | 200 | 220 | 235 | 250 | 290 |     |     | 310 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 27             | 8               | 165 | 185 | 215 | 230 | 250 | 275 | 290 | 300 |     | 320 |
| 2       | Diamant | 27/04/99      | 28             | 5               | 200 | 220 | 240 | 260 | 285 |     |     |     |     | 325 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 1              | 7               | 155 | 170 | 210 | 230 | 250 | 270 | 300 |     |     | 340 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 2              | 5               | 200 | 210 | 255 | 270 | 280 |     |     |     |     | 310 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 3              | 6               | 200 | 230 | 250 | 270 | 290 | 300 |     |     |     | 360 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 4              | 6               | 150 | 190 | 220 | 235 | 270 | 300 |     |     |     | 325 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 5              | 5               | 150 | 170 | 200 | 255 | 275 |     |     |     |     | 320 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 6              | 7               | 170 | 185 | 210 | 250 | 270 | 350 | 390 |     |     | 440 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 7              | 6               | 200 | 230 | 250 | 270 | 290 | 305 |     |     |     | 320 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 9              | 5               | 170 | 220 | 265 | 300 | 350 |     |     |     |     | 400 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 10             | 5               | 200 | 220 | 235 | 270 | 300 |     |     |     |     | 355 |

**Tableau V. 2 (Suite) : Deuxième lecture des Os Urohiaux des vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) échantillonnés. Nombres de marques et distances lues (Cf Figure V. 1).**

| Lecture | Origine | Date de pêche | N° échantillon | Nb marques lues | r1  | r2  | r3  | r4  | r5  | r6  | r7  | r8  | r9 | Rt  |
|---------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 11             | 6               | 170 | 190 | 205 | 220 | 240 | 280 |     |     |    | 320 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 12             | 7               | 120 | 130 | 171 | 200 | 220 | 250 | 275 |     |    | 320 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 13             | 6               | 200 | 220 | 230 | 250 | 300 | 350 |     |     |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 14             | 7               | 220 | 255 | 285 | 320 | 350 | 360 | 400 |     |    | 430 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 15             | 6               | 205 | 230 | 250 | 270 | 300 | 310 |     |     |    | 360 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 16             | 5               | 210 | 230 | 255 | 290 | 320 |     |     |     |    | 370 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 17             | 6               | 140 | 160 | 185 | 230 | 250 | 300 |     |     |    | 330 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 18             | 7               | 120 | 150 | 225 | 240 | 300 | 335 | 355 |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 19             | 6               | 150 | 200 | 240 | 250 | 300 | 330 |     |     |    | 360 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 20             | 5               | 180 | 200 | 235 | 255 | 285 |     |     |     |    | 320 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 21             | 5               | 180 | 220 | 250 | 275 | 320 |     |     |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 22             | 4               | 200 | 250 | 330 | 375 |     |     |     |     |    | 415 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 23             | 7               | 150 | 165 | 210 | 230 | 250 | 265 | 275 |     |    | 315 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 24             | 5               | 140 | 215 | 255 | 275 | 310 |     |     |     |    | 340 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 25             | 7               | 200 | 215 | 235 | 260 | 290 | 320 | 350 |     |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 26             | 6               | 180 | 210 | 250 | 300 | 380 | 390 |     |     |    | 430 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 27             | 7               | 195 | 210 | 235 | 250 | 265 | 310 | 330 |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 28             | 8               | 135 | 180 | 230 | 250 | 270 | 280 | 305 | 335 |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 29             | 7               | 170 | 190 | 215 | 250 | 260 | 315 | 330 |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 30             | 7               | 140 | 160 | 180 | 240 | 260 | 335 | 350 |     |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 31             | 8               | 110 | 160 | 210 | 230 | 250 | 270 | 310 | 325 |    | 370 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 32             | 6               | 170 | 200 | 225 | 250 | 300 | 330 |     |     |    | 380 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 33             | 6               | 170 | 205 | 235 | 255 | 310 | 350 |     |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 34             | 7               | 150 | 165 | 180 | 200 | 250 | 270 | 330 |     |    | 420 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 35             | 7               | 150 | 195 | 215 | 235 | 270 | 310 | 330 |     |    | 380 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 36             | 7               | 170 | 190 | 210 | 250 | 280 | 300 | 350 |     |    | 405 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 37             | 7               | 150 | 200 | 250 | 265 | 290 | 350 | 400 |     |    | 430 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 38             | 6               | 150 | 170 | 250 | 265 | 310 | 350 |     |     |    | 370 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 39             | 6               | 180 | 200 | 245 | 260 | 275 | 310 |     |     |    | 380 |
| 2       | Diamant | 30/05/99      | 40             | 8               | 150 | 180 | 220 | 280 | 300 | 325 | 350 | 365 |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 1              | 5               | 170 | 200 | 225 | 245 | 275 |     |     |     |    | 315 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 2              | 3               | 170 | 240 | 260 |     |     |     |     |     |    | 300 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 3              | 7               | 130 | 150 | 200 | 220 | 250 | 280 | 300 |     |    | 350 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 4              | 5               | 140 | 165 | 240 | 285 | 350 |     |     |     |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 5              | 5               | 255 | 285 | 310 | 330 | 350 |     |     |     |    | 390 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 6              | 4               | 135 | 200 | 230 | 275 |     |     |     |     |    | 320 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 7              | 6               | 170 | 210 | 230 | 250 | 280 | 310 |     |     |    | 350 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 8              | 6               | 150 | 165 | 200 | 215 | 235 | 260 |     |     |    | 300 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 9              | 5               | 175 | 200 | 225 | 270 | 290 |     |     |     |    | 300 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 10             | 5               | 190 | 215 | 230 | 250 | 260 |     |     |     |    | 270 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 11             | 7               | 150 | 190 | 210 | 230 | 250 | 300 | 320 |     |    | 400 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 12             | 6               | 125 | 150 | 165 | 220 | 240 | 265 |     |     |    | 330 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 13             | 8               | 150 | 180 | 200 | 220 | 230 | 250 | 280 | 320 |    | 350 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 14             | 4               | 210 | 250 | 300 | 350 |     |     |     |     |    | 450 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 15             | 5               | 175 | 190 | 310 | 350 | 400 |     |     |     |    | 450 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 16             | 6               | 160 | 200 | 220 | 235 | 260 | 270 |     |     |    | 290 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 17             | 4               | 150 | 170 | 200 | 230 |     |     |     |     |    | 265 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 18             | 5               | 310 | 235 | 260 | 280 | 300 |     |     |     |    | 340 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 19             | 7               | 135 | 155 | 200 | 210 | 220 | 230 | 250 |     |    | 310 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 20             | 6               | 120 | 160 | 170 | 210 | 240 | 260 |     |     |    | 310 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 21             | 5               | 160 | 185 | 210 | 235 | 260 |     |     |     |    | 300 |
| 2       | Diamant | 30/06/99      | 22             | 5               | 135 | 160 | 185 | 210 | 250 |     |     |     |    | 300 |

## CONCLUSION

A l'image du développement de cette étude au cours duquel plusieurs pistes ont été explorées, nous proposons en conclusion des perspectives de recherche destinées à répondre aux questions fondamentales qui restent encore sans réponse.

Deux aspects, la croissance et la reproduction de *Lutjanus purpureus* des côtes guyanaises restent encore obscurs. La Partie II faisait remarquer que les méthodes de *slicing* pour décomposer les histogrammes de structure en taille des captures ne sont pas satisfaisantes car trop influencées par les connaissances *a priori* qui servent d'hypothèse (par exemple le nombre de cohortes par an ...). L'estimation des paramètres de croissance qui en découle reste approximative. C'est pourquoi une étude poussée de sclérochronologie, utilisant les os urohiaux et les otolithes semble incontournable. Signalons à cet effet que l'IFREMER dispose d'une collection de coupes d'environ 500 otolithes de vivaneaux, dans laquelle toute la gamme de taille de 12 à 82 cm est représentée. L'exploitation de ces coupes couplée à une étude plus poussée des os urohiaux pourrait permettre des avancées considérables dans la connaissance du rythme de croissance de ce poisson.

En ce qui concerne la reproduction, il demeure toujours une incertitude quant à la période de reproduction. Le suivi du rapport gonado-somatique tous les mois pendant une année, devrait permettre, à moindre frais, de combler cette lacune.

L'évaluation du stock n'a pas été abordée dans cette étude. La question de la surexploitation du stock de vivaneaux est régulièrement soulevée depuis plusieurs années et devra prochainement être tranchée. Les professionnels (transformation) se plaignent de la diminution de la taille moyenne des captures débarquées par les pêcheurs vénézuéliens. Cette diminution de la taille des captures, déjà signalée comme significative par Pérodou (1994) entre 1986 et 1991, est aussi visible dans les histogrammes de captures plus récents (doublement du nombre de poissons pêchés pour un même tonnage entre 1994 et 1998). Or, la surexploitation d'un stock se traduit généralement par le rajeunissement de la population.

A ce sujet, une étude sur l'impact de la pêcherie accessoire de vivaneaux par la pêche crevettière serait la bienvenue. Dès 1984, Vendeville signale que les captures accessoires des crevettiers (environ 80 bateaux pour 3000 t en 1981) pourraient avoir un impact fort sur la ressource. Les captures accessoires représentent selon les auteurs 95 à 90 % du poids des captures des crevettiers. Vendeville (1984) estime à 930 t les captures accessoires de Lutjanidés (toutes espèces confondues) de la flotte crevettière en 1981, dont plus de 200 t de *L. purpureus*. Cette espèce constitue donc une part très importante des captures accessoires et l'impact serait d'autant plus fort que ces captures portent exclusivement sur des juvéniles (taille moyenne 23 cm selon Vendeville, 1984).

# ANNEXE I

## Indexe de référence

*Principales méthodes d'estimation des paramètres de croissance  
utilisées dans l'étude de la croissance de Lutjanus purpureus*

### I. MORTALITE NATURELLE

#### 1. Formule de Pauly

Sortie : Estimation de la mortalité naturelle  $M$ .

Données :  $K$  et  $L\infty$  sont les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy et  $T$  la température moyenne de surface de l'eau (en °C).

Référence : Pauly & Moreau, 1997, Chap. 8.3.5.2.

Principe : Estimation basée sur une équation établie sur la base d'une régression linéaire multivariante ajustée sur plusieurs populations :

$$\ln(M) = -0.0066 - 0.2790 \cdot \ln(L\infty) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.4634 \cdot \ln(T) \quad [AI. 1]$$

#### 2. Formule de Ralston & Polovina

Sortie : Estimation de la mortalité naturelle  $M$ .

Données : Paramètre de l'équation de Von Bertalanffy  $K$ .

Référence : Ralston & Polovina, 1987, Chap. 8.

Principe : Estimation basée sur une équation établie sur la base d'une régression linéaire Valable pour les Lutjanidés (Vivaneaux et autres) et Serranidés (Mérus et autres).

$$M = 0.0189 + 2.06 \cdot K \quad [AI. 2]$$

$$M = -0.0666 + 2.52 \cdot K \quad [AI. 3]$$

#### 3. Formule de Rikhter & Efanov

Sortie : Estimation de la mortalité naturelle  $M$ .

Données : Taille ( $L_f$ ) à laquelle 50 % des individus sont sexuellement matures,  $T_{m50\%}$ .

Référence : Manuel FAO, 1992, Chap. 4.7.3.

Principe : Formule empirique d'estimation de  $M$  à partir de l'âge auquel 50 % des individus sont sexuellement matures, noté  $T_{m50\%}$ .

$$M = 1.521 / (T_{m50\%}^{0.720}) - 0.155. \quad [AI. 4]$$

## II. FORMALISATION DE LA METHODE D'ESTIMATION

### 1. Indices

- $m$  : mois,
- $b$  : indice du bateau,
- $i = 1, \dots, n$  : indice de la caisse pour le mois  $m$  et le bateau  $b$ ,
- $j$  : indice de l'espèce considérée. L'espèce majoritaire à laquelle on s'intéresse est le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) qui représente 80 à 99 % des débarquements selon les mois. Le vivaneau ti-yeux (*Rhomboplites aurorubens*) est l'autre espèce faisant l'objet de débarquements non négligeables (jusqu'à 20 %). Le vivaneau rayé (*Lutjanus synagris*) est beaucoup plus rare.
- $k$  : indice de la classe de taille de 1 cm.

### 2. Echantillonnage, sur un bateau $b$ donné (on se place un mois $m$ donné. L'indice $m$ n'apparaît pas ici pour des raisons de clarté)

#### Poids

- ◆ Pour la caisse  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ ), on mesure :

le poids total de la caisse  $i$  :

$$P_{bi}$$

le poids de chaque espèce  $j$  dans la caisse  $i$  :

$$P_{bi}^j \quad (P_{bi} = \sum_{j=1}^3 P_{bi}^j)$$

- ◆ Poids total échantillonné pour le bateau  $b$  :

$$P_b = \sum_{i=1}^n P_{bi}$$

- ◆ Poids total échantillonné pour l'espèce  $j$  dans le bateau  $b$  :

$$P_b^j = \sum_{i=1}^n P_{bi}^j$$

#### Nombre

- ◆ Nombre de poissons échantillonnés, espèce  $j$ , classe de taille  $k$  :

$$n_{bk}^j$$

- ◆ Nombre de poissons échantillonnés, espèce  $j$  :

$$n_b^j = \sum_k n_{bk}^j$$

Ainsi, pour un certain nombre de bateaux, on dispose d'un échantillon de poissons permettant d'estimer la structure en taille des captures.

#### Estimation de la structure en taille des captures d'une marée (bateau $b$ )

Parallèlement à ces échantillonnages scientifiques, les transformateurs fournissent les poids débarqués par chaque bateau à chaque marée,  $Déb^b$ . On en déduit le pourcentage d'échantillonnage pour le bateau  $b$ ,  $\%_{ech}^b = P_b / Déb^b$ . Pour chaque marée  $b$ , on estime alors le nombre de poissons de l'espèce  $j$

de la classe  $k$  débarqués :  $\hat{N}_{deb}^{jk} = n_{bk}^j / \%_{ech}^b$ .

### 3. Total sur tous les bateaux échantillonnés

#### Poids

- ◆ Poids total échantillonné, mois  $m$  :

$$P_m = \sum_b P_b$$

- ◆ Poids total échantillonné, espèce  $j$ , mois  $m$  :

$$P_m^j = \sum_b P_b^j$$

Nombre

- ◆ Nb de poissons échantillonnés, espèce  $j$ , mois  $m$  :

$$n_m^j = \sum_b n_b^j$$

- ◆ Nb de poissons échantillonnés, espèce  $j$ , classe de taille  $k$ , mois  $m$  :

$$n_m^{jk} = \sum_b n_b^{jk}$$

#### 4. Estimation des débarquements pour le mois $m$

- ◆ Les transformateurs fournissent le poids total débarqué le mois  $m$ , toutes espèces confondues :

$$Déb_m$$

- ◆ Estimation des proportions (en masse) des différentes espèces dans les captures du mois  $m$  à partir des poids échantillonnés :

$$\hat{\%}_m^j = P_m^j / P_m$$

- ◆ Poids débarqué, espèce  $j$ , mois  $m$  :

$$Déb_m^j = Déb_m \times \hat{\%}_m^j$$

- ◆ Taux d'échantillonnage le mois  $m$  pour l'espèce  $j$ . C'est la proportion (en masse) des poissons débarqués qui ont été échantillonnés. Ce taux d'échantillonnage est le même pour toutes les espèces puisque l'on ne connaît pas la proportion des différentes espèces dans les débarquements totaux :

% d'échantillonnage pour l'espèce  $j$  :

$$\hat{\%}_{ech}^j = P_m^j / Déb_m^j = P_m^j / (P_m \times \hat{\%}_m^j) = \hat{\%}_{ech}^j$$

- ◆ Nombre débarqué, espèce  $j$ , mois  $m$  :

$$\hat{N}_{deb}^j = n_m^j / \hat{\%}_{ech}^j$$

- ◆ Nombre débarqué, espèce  $j$ , classe de taille  $k$ , mois  $m$  :

$$\hat{N}_{deb}^{jk} = n_m^{jk} / \hat{\%}_{ech}^j$$

### III. CONTROLE DE LA COHERENCE ENTRE LE POIDS DEBARQUE ESTIME ET LE NOMBRE DEBARQUE ESTIME

- ◆ Relation taille - poids pour l'espèce  $j$  :

$$PE(Lf) = 0.01489 \cdot Lf^{3.01767}$$

noté  $PE(k) = f(k)$  pour une classe de taille  $k$ .

- ◆ Estimation du poids débarqué de la classe de taille  $k$  à partir des nombres et de la relation taille - poids :

$$Déb_m^{jk*} = \hat{N}_{deb}^{jk} \times f(Lf^k)$$

- ◆ Poids débarqué estimé de l'espèce  $j$  :  $Déb_m^{j*} = \sum_k Déb_m^{jk*}$

On contrôle que l'écart  $\left| Déb_m^{jk*} - Déb_m^{jk} \right|$  n'est pas trop important. On remarque que pour la plupart

des années et la plupart des mois, l'estimation du poids débarqué de l'espèce  $j$ ,  $Déb_m^{j*}$ , est supérieure (de l'ordre de 5 %) à l'estimation de contrôle que l'on peut faire à partir des nombres estimés et de la relation taille poids, ici notée  $Déb_m^{j*}$ . Plusieurs sources d'erreurs peuvent être à l'origine de cet écart systématique :

- une erreur systématique dans la mesure du poids lors de l'échantillonnage, due à une erreur de lecture aléatoire (pouvant aller jusqu'à 1 kg par caisse) combinée avec une erreur systématique due à l'imprécision de la balance elle-même. Cette seconde erreur est difficile à estimer d'autant plus que la balance utilisée a changé au cours des années,
- une erreur systématique due à l'utilisation de la relation taille – poids. La validité de la relation n'est pas remise en cause. Cependant, lorsque l'on mesure les poissons, on arrondit systématiquement la longueur à la fourche au cm inférieur. Par exemple, un poisson enregistré pour  $L_f = 41$  cm pourra mesurer réellement 41.8 cm. Cela conduit inévitablement à une sous-estimation du poids du poisson lorsque l'on utilise la relation taille – poids. Cette erreur peut être atténuée de la façon suivante. Pour une classe de taille  $k$ , on considère le poids calculé ainsi :

$$PE(k) = f(k) + f(k+1)/2$$

#### IV. ESTIMATION DES CAPTURES TOTALES A PARTIR DES DEBARQUEMENTS

L'estimation des captures totales opérées sur le stock par la pêcherie vénézuélienne se fait à partir des débarquements sur la base du principe que les débarquements représentent 75 % des captures.

##### Poids

- ◆  $\hat{C}_m^j$  est l'estimation du poids des captures totales du mois  $m$  :  $\hat{C}_m^j = \hat{Déb}_m^j / 0.75$

##### Nombre

- ◆  $\hat{N}_{capt}^{jk}_m$  est l'estimation du nombre capturé le mois  $m$  et dans la classe de taille  $k$  :

$$\hat{N}_{capt}^{jk}_m = \hat{N}_{déb}^{jk}_m / 0.75$$