



**Ifremer**

**Préfecture de la Guyane**

**Arrêté N°1844/SGAER/PRG du 27 septembre 1999**

**La pêche du vivaneau rouge en Guyane**

**Un bilan de l'exploitation sous le régime vénézuélien**

**Des techniques de capture à adapter et à développer**

**Par Etienne RIVOT, Anatole CHARUAU, Joël ROSE et  
Joseph ACHOUN**

**Rapport RH/GUYANE 2000-01**



**FIDOM**



**Ifremer**

---

## ***Avant-propos***

Comme les crevettes, le vivaneau rouge approvisionne une filière commerciale importante pour la Guyane. Il est très recherché pour ses qualités gustatives et constitue un produit de la mer de toute première importance sur toutes les Antilles.

C'est une pêche traditionnelle des vénézuéliens qui se déplacent par flottilles entières à partir de l'île de Margarita, jusqu'à l'État de l'Amapa. Leur pêcherie est désormais morcelée par les ZEE nationales et ils doivent pour exercer leur activité obtenir des licences de chaque nation.

La ZEE française, celle de la Guyane, doit aussi compter avec la venue de bateaux antillais, martiniquais et guadeloupéen, pêchant aux nasses à poissons. En raison du précédent constaté aux Antilles où la ressource a été mise en danger par l'utilisation des nasses à poissons, les guyanais conteste la venue de ces bateaux. Pourtant un danger plus important que les nasses antillaises menace le stock de vivaneau rouge.

Le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) est une espèce qui a été peu étudiée en Guyane, car il ne pose pas véritablement de problème socio-économique. Seules deux entreprises de transformation sont impliquées dans son négoce et la flottille, composée de navires vénézuéliens licenciés, ne relève pas de l'autorité française.

La raison implicite la plus probable de cet équilibre tient à son mode d'exploitation principal, la ligne à main. C'est un mode très écologique et on imagine mal qu'une technique de pêche aussi élémentaire puisse nuire à l'équilibre du stock.

L'expérience montre qu'il s'agit d'un a priori, car les hameçons quand ils sont manipulés par une dizaine d'hommes à bord d'un ligneur vénézuélien sont d'une redoutable efficacité.

L'incursion des bateaux antillais (ou caseyeurs) utilisant la nasse à poissons est en passe de devenir un phénomène marginal.

Cependant on verra que cette pêcherie n'est pas connue de façon aussi précise qu'il le faudrait et les statistiques de pêche ne couvrent pas de façon évidente toutes les facettes de l'exploitation.

A l'occasion de l'aide qui nous a été accordée par le FIDOM, nous avons pu faire avancer la recherche sur le vivaneau rouge qui représente pour la Guyane une source intéressante de revenus, en raison de l'image de marque du poisson.

Ce document essaie de proposer de façon synthétique l'état de l'art en matière de vivaneau guyanais.

Etienne RIVOT pour l'application des méthodologies, Joël Rosé pour la mise au point des statistiques de pêche, Joseph Achoun et Hegan Da Silva pour les échantillonnages biologiques ont participé activement à l'élaboration de ce rapport.

Nous remercions les deux principaux acheteurs de vivaneaux de la place de Cayenne, la Coopérative CODEPEG et la SARL ABCHEE qui nous ont permis d'accéder de façon régulière à l'état de leurs approvisionnements.

Cayenne, le 1<sup>er</sup> février 2000

Anatole CHARUAU

## **Résumé**

En Guyane française, le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) est capturé par 3 flottilles, les ligneurs vénézuéliens, les caseyeurs antillais et les chalutiers crevettiers guyanais.

Pour les crevettiers, il s'agit d'une capture accessoire inévitable, mais qui ne semble pas sans conséquences, puisque, si l'on tient compte de l'effectif total de la flottille, c'est 1 million à 1.5 millions de juvéniles qui sont pêchés (et souvent rejetés à la mer) annuellement par les crevettiers.

Pour les ligneurs vénézuéliens qui pêchent 1200 tonnes, les individus de petite taille sont devenus prépondérants dans leurs captures. Ainsi dans la gamme de taille 20-30cm (125-425 grammes), on est passé, entre 1990 et 1998, de 37 000 poissons débarqués (6% de la capture) à 616 500 poissons (56% de la capture). La taille moyenne du vivaneau rouge débarqué est passée de 45 à 35 cm et son poids moyen de 1600 grammes à 700 grammes.

Pour les caseyeurs, seuls deux armements (un du Larivot, l'autre du Robert), nous ont fourni quelques renseignements sur les activités et les débarquements de leurs navires. Les premières observations montrent que la composition de leurs captures en vivaneaux rouges ressemble à celle des ligneurs avec une tendance vers les petites tailles. Cependant cette tendance n'est pas aussi systématique que veulent bien le dire les détracteurs de la nasse à poissons. Leurs débarquements sont composés en nombre, pour moitié, de "vivaneaux tête ronde" (*Rhomboplites aurorubens*). On notera également que les caseyeurs rentabilisent leurs captures accessoires de mérous sur le marché antillais, alors que les ligneurs les rapatrient vers le Venezuela.

Il existe une troisième espèce de vivaneau, le vivaneau rayé, *Lutjanus synagris*, capturé surtout par les chalutiers.

Le vivaneau rouge a trois caractéristiques biologiques et écologiques fondamentales.

### ***Il a une croissance lente***

Les plus gros individus pêchés mesurent 85 cm. Ils ont 20 ans et pèsent 10 kilos. La première maturité sexuelle intervient vers 4 ans pour 35 cm. Un poisson de 10 ans mesure 66 cm pour 5 kilos.

### ***Il est très fécond et pond pendant toute la saison des pluies***

Une femelle de 10 ans pond par an environ 3 millions d'œufs. La ponte est continue pendant la saison des pluies ce qui assure aux jeunes, au moment de leur migration vers les nourriceries côtières, une nourriture abondante car c'est à cette période que les masses d'eaux côtières sont les plus riches en éléments nutritifs.

### ***Il est sédentaire et territorial***

Comme le mérou, le vivaneau a besoin d'un abri qu'il ne quitte que pour se nourrir ou se reproduire. Cette caractéristique du vivaneau est la plus importante et explique une grande partie de nos problèmes en matière de gestion du stock.

### ***Comment expliquer le fonctionnement de la pêcherie ?***

Le relief accidenté du plateau continental guyanais procure aux vivaneaux un nombre important mais limité d'abris (récifs anciens et fonds rocheux) entre 40 et 150 mètres. Ce qui implique que la biomasse (le poids du nombre de poissons) qu'il est possible d'héberger dans ces refuges est aussi limitée.

*En l'absence de pêche*, le poisson grandit, dans et autour de son abri, et finit par mourir de sa belle mort au bout de 15, 20 ans.

*S'il y a exploitation*, les premiers poissons pêchés sont les plus âgés parce qu'ils ont des besoins alimentaires importants et réagissent plus rapidement à l'appât de l'hameçon. De

toutes façons, le pêcheur vénézuélien, à l'autre bout de la ligne, à tout intérêt à optimiser sa technique et sa stratégie pour pêcher du gros poisson plutôt que du petit.

En "débarrassant" ainsi le récif des gros poissons, le pêcheur libère des abris qui vont être immédiatement colonisés.

Si les vivaneaux grandissaient très vite, on pourrait imaginer que le poids de poisson pêché soit compensé rapidement par les gains de croissance, ce qui n'est pas le cas. Si le volume de la biomasse des poissons vivant sur le récif est maintenu à un niveau stable c'est grâce à l'abondance des petits poissons et non au gain de poids des sédentaires survivants.

Compte tenu des analyses qui ont été faites sur ce stock, au cours de cette étude, il semble bien que le récif ait un rôle attractif et fonctionne un peu comme une pompe actionnée par la technique de pêche vénézuélienne. Il y a une file d'attente des jeunes et le plus étonnant est que ce réapprovisionnement en petits poissons ne semble, pour le moment, poser aucun problème.

Ce grand nombre de petits individus pourrait être dû à deux causes:

- \* La fécondité élevée et la stratégie de ponte en période pluvieuse, tel que cela a été mentionné plus haut

- \* Mais également une migration en provenance de la pêcherie du Brésil. Les bancs rocheux et récifaux des états de l'Amapa, du Para, de Maranhão et de Ceara sont une importante pêcherie de vivaneaux et il n'est pas exclu que le courant de l'Amazone nous envoie, en provenance de ces zones, des larves qui viennent réapprovisionner la pêcherie guyanaise.

Dans les analyses antérieures, et dès 1985, la mésexploitation progressive de ce stock avait déjà été pressentie. En effet, le processus de substitution des individus âgés par des jeunes avait déjà commencé dès le début des années 80 et une exploitation qui bascule lentement vers des poissons de plus en plus petits conduit rapidement à la surexploitation.

Ce phénomène qui s'était stabilisé entre 1986 et 1995 s'est précipité depuis trois ans, les Vénézuéliens ont brusquement augmenté leur effort de pêche de 48000 heures annuelles à plus de 70000 à partir du début de 1996. Et durant ces trois dernières années, le stock a répondu de la même manière, en augmentant le nombre de jeunes dans les captures et en maintenant une biomasse qui se rajeunissait de plus en plus.

Une chose au moins est certaine, si l'exploitation se maintient à ce niveau et si le réapprovisionnement en juvéniles s'effectue de façon aussi régulière, il faut s'attendre à voir encore diminuer la taille et le poids moyens des poissons capturés.

Le problème est de connaître les limites de cette population et on peut imaginer que si la biomasse de géniteurs continue à baisser, on puisse aller jusqu'à l'effondrement du stock. Comme cela s'est vu pour des stocks pélagiques où on assiste à une concentration des poissons "jusqu'aux deux derniers". Et le récif joue précisément ce rôle de concentrateur pour le vivaneau.

Il est illusoire d'espérer faire "récupérer" rapidement le stock et le faire revenir à une composition en âges permettant une commercialisation de poissons en filets ou en darnes, car les gains en poids dus à la croissance sont trop lents.

La diminution de l'effort (ou du nombre de licences) à consentir sera probablement élevée. Des calculs préliminaires montrent que, si, sur l'échelle de l'effort de pêche à appliquer pour obtenir une gestion optimale, notre situation actuelle est au niveau 100, pour atteindre l'optimum, il faudrait revenir au niveau 60.

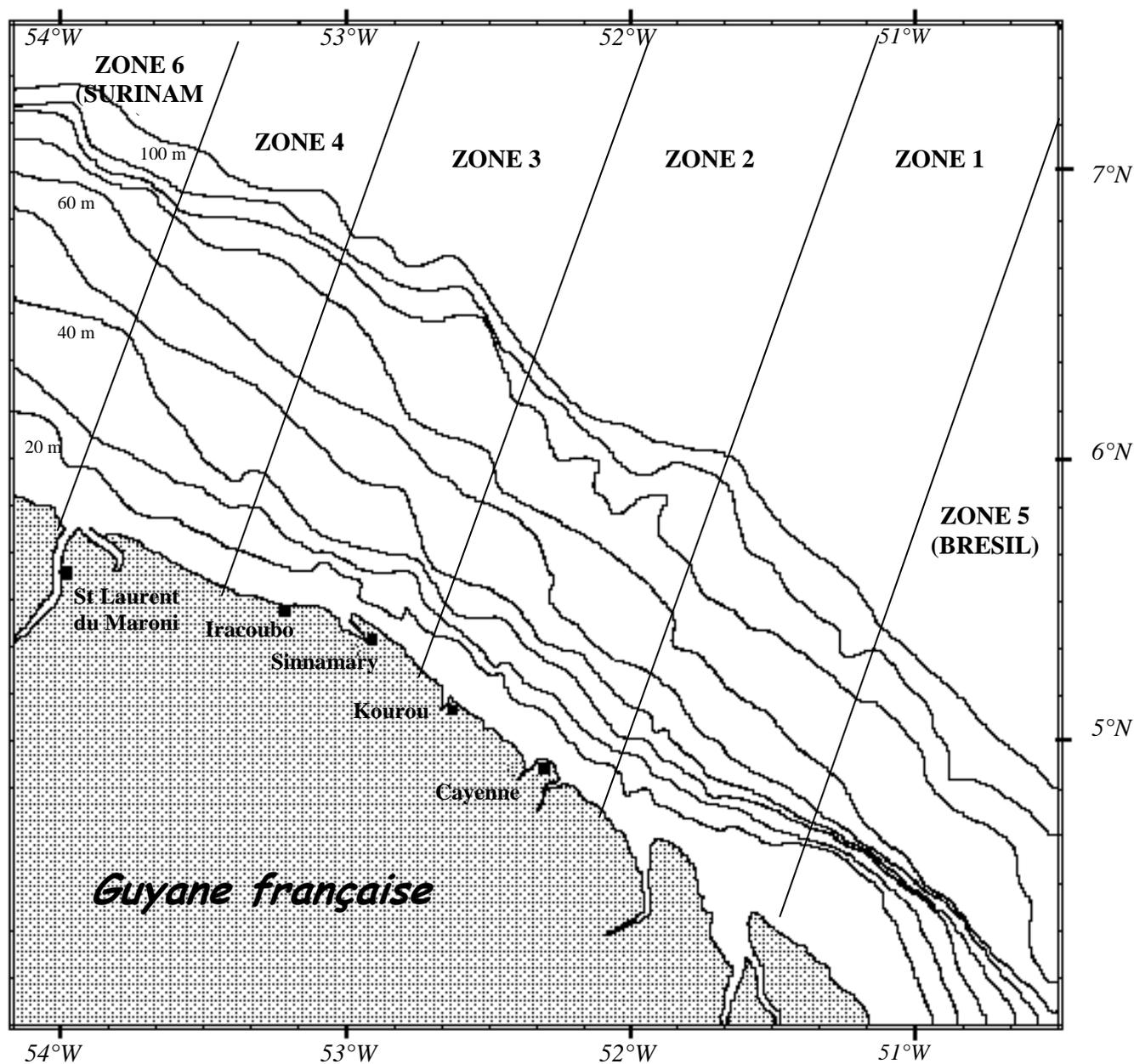
Ce qui signifie qu'il faudrait au moins diminuer l'effort de 40%.

Ce chiffre abrupt ne doit pas occulter certaines réalités. Un doute persiste sur les captures des bateaux non autorisés et qui débarquent leurs captures au Surinam, tout comme sur la nature du chargement des vénézuéliens licenciés lorsqu'ils retournent à Margarita.

## Sommaire

Avant-propos .....	1
Résumé .....	2
Sommaire .....	4
<b>CHAPITRE I BIOLOGIE, ECOLOGIE DU VIVANEAU ROUGE (<i>Lutjanus purpureus</i>) DU PLATEAU DES GUYANES ET DES COTES BRESILIENNES.....</b>	<b>7</b>
1.- CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA BIOLOGIE DU POISSON .....	7
1.1.- Taxonomie et zone de répartition géographique.....	7
1.2.- Habitat .....	7
1.3.- Régime alimentaire .....	8
1.4.- Croissance, longévité.....	9
1.5.- Reproduction.....	9
1.6.- Période et déterminisme de la reproduction.....	10
Conclusion .....	11
2.- DETERMINATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE MORTALITE.....	11
2.1.- Détermination des paramètres de croissance par analyse de la structure en taille des captures (captures commerciales essentiellement).....	12
2.2.- Détermination des paramètres de croissance par lecture des pièces squelettiques chez les Lutjanidae, en particulier chez <i>L. purpureus</i> .....	13
2.3.- Comparaison des valeurs des paramètres de croissance, suivant diverses analyses .....	17
3.- RELATIONS ALLOMETRIQUES.....	17
3.1.- Relation Longueur totale – longueur à la fourche.....	17
3.2.- Relation poids vide – poids entier.....	18
3.3.- Relations taille - poids .....	18
4.- CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....	19
4.1.- Période de reproduction du vivaneau.....	19
4.2. Paramètres de croissance .....	20
Analyse de cohortes.....	20
Âgeage par lecture de pièces squelettiques.....	20
4.3.- Mésexploitation du stock de <i>L. purpureus</i> .....	20
<b>CHAPITRE II METHODE D'ESTIMATION PAR ÉCHANTILLONNAGE DES DEBARQUEMENTS DE VIVANEAUX DE LA PECHERIE VENEZUELIENNE.....</b>	<b>22</b>
1.- DEROULEMENT DE L' ECHANTILLONNAGE.....	22
1.1.- Échantillonnage dans les navires de pêche vénézuéliens .....	22
1.2.- Sous-échantillonnage dans le débarquement d'un navire .....	22
2.- FORMALISATION DE LA METHODE D'ESTIMATION .....	22
2.1.- Indices.....	22
2.2.- Échantillonnage, sur un navire <i>b</i> donné.....	22
2.3.- Échantillonnage total sur tous les navires .....	23
3.- ESTIMATION DES DEBARQUEMENTS POUR LE MOIS <i>M</i> .....	23
4.- CONTROLE DE LA COHERENCE ENTRE LE POIDS DEBARQUE ESTIME ET LE NOMBRE DEBARQUE ESTIME .....	24
5.- ESTIMATION DES CAPTURES TOTALES A PARTIR DES DEBARQUEMENTS .....	24
<b>CHAPITRE III ESTIMATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE DU VIVANEAU ROUGE (<i>Lutjanus purpureus</i>).....</b>	<b>29</b>
1.- MATERIEL ET METHODES .....	29
1.1.- Données de captures commerciales.....	29
1.2.- Débarquements des ligneurs et captures totales.....	29
1.3.- Classes de taille .....	29
2.- L'EQUATION DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY .....	29
3.- ANALYSE DES DONNEES DE CAPTURES BRUTES.....	30
3.1. Identification des cohortes par Slicing (méthode de Bhattacharya) .....	30
3.2.- Remarques sur la méthode de Slicing .....	31
3.3.- Suivi de la progression d'une cohorte dans le temps.....	31
4.- ESTIMATION DES PARAMETRES DE L'EQUATION DE VON BERTALANFFY .....	31
5.- CORRECTION DES DONNEES DE CAPTURE PAR LE FACTEUR DE SELECTIVITE .....	33
5.1.- Origine du biais de sélectivité.....	33
5.2.- Méthode d'estimation de la sélectivité.....	33

6.- MISE EN ŒUVRE DES CALCULS SOUS FISAT .....	34
7.- CORRECTION DES DONNEES PAR LE FACTEUR DE SELECTIVITE.....	35
8.- MORTALITE NATURELLE .....	35
9.- RESULTATS.....	36
9.1.- Estimation de la sélectivité et impact de la correction sur les données de capture.....	36
9.2.- Estimation des paramètres de croissance.....	37
10.- MORTALITE NATURELLE PAR LES MODELES PREDICTIFS .....	38
11.- CONCLUSION SUR LES VALEURS RETENUES POUR LES PARAMETRES ESTIMES .....	39
12.- DISCUSSION .....	40
12.1.- Connaissances a priori et objectivité dans le sclicing.....	40
12.2.- Comparaison avec les paramètres de croissance de la littérature .....	40
12.3.-Sélectivité.....	41
<b>CHAPITRE IV ÉVALUATION DU STOCK DE VIVANEUX ROUGES (<i>Lutjanus purpureus</i>) EN GUYANE FRANÇAISE .....</b>	<b>44</b>
1.- LA PECHERIE DE GUYANE FRANÇAISE DE VIVANEAU ROUGE .....	44
2.- DONNEES ET PARAMETRES BIOLOGIQUES .....	44
3.- COMMENTAIRES SUR LA QUALITE GENERALE DES PARAMETRES D'ENTREE.....	45
4.- DEBARQUEMENTS.....	45
5.- EFFORT .....	46
6.- LPUE (LANDING PER UNIT EFFORT).....	46
7.- TAILLES MOYENNES DANS LES DEBARQUEMENTS .....	46
8.-EVALUATIONS .....	46
8.1.- Analyse de cohortes sur les tailles.....	46
8.2.- Analyse de cohortes sur les âges.....	47
9.-RELATION STOCK RECRUTEMENT .....	47
10.- LE RENDEMENT PAR RECRUE SELON LE MODELE DE THOMPSON ET BELL.....	47
11.- COMMENTAIRES GENERAUX SUR LA QUALITE DE L'EVALUATION.....	47
12.- CONSIDERATIONS SUR L'AMENAGEMENT DE LA PECHERIE.....	48
<b>CHAPITRE V ETUDE DE LA REPARTITION SPATIALE DE L'EFFORT DE PECHE ET DES CAPTURES DU VIVANEAU ROUGE (<i>Lutjanus purpureus</i>) SUR LA PECHERIE VENEZUELIENNE DANS LA ZEE DE GUYANE FRANÇAISE .....</b>	<b>63</b>
1.- INTRODUCTION .....	63
2.- MATERIEL ET METHODES.....	63
2.1.- Les données de fiche de pêche .....	63
2.2.- Croisement des données d'échantillonnage et de fiches de pêche. Structure en taille des captures par zone et par sonde.....	65
3.- RESULTATS.....	66
3.1.- Représentation spatiale des captures, efforts et CPUE .....	66
3.2.- Analyse spatiale de la structure en taille des captures .....	67
4.- DISCUSSION .....	68
4.1.- Stratégie de pêche des pêcheurs vénézuéliens.....	68
4.2.- Indices d'Abondance des vivaneaux.....	68
5.- CONCLUSION.....	69
6.- ANNEXE : PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES DEBARQUEMENTS .....	70
<b>CHAPITRE VI SÉLECTIVITÉ DES NASSES DANS LA PECHE DES VIVANEUX ROUGES.....</b>	<b>89</b>
1.- INTRODUCTION.....	89
2.- CHOIX DU MODELE.....	89
3.- ESTIMATION DES PARAMETRES DE SELECTIVITE .....	91
4.- RESULTATS.....	93
5.- CONCLUSIONS .....	93
<b>VII CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>94</b>
<b>VIII BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>96</b>



**CARTE 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 pêcherie 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) qui ne font pas partie de la ZEE.

# CHAPITRE I BIOLOGIE, ECOLOGIE DU VIVANEAU ROUGE (*Lutjanus purpureus*) DU PLATEAU DES GUYANES ET DES COTES BRESILIENNES.

## 1.- CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA BIOLOGIE DU POISSON

### 1.1.- Taxonomie et zone de répartition géographique

Le vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) fait partie de la famille des Lutjanidés, qui compte 17 genres et 103 espèces, répartis dans toute la ceinture intertropicale (Pérodou, 1994).

*Lutjanus purpureus* est co-spécifique avec *Lutjanus campechanus*, avec qui il forme ce que l'on appelle le complexe *Lutjanus aya*, plus communément vivaneau rouge ou Red Snapper en anglais (Rivas, 1966). *Lutjanus campechanus* est présent sur les côtes atlantiques du Sud des États-Unis et dans le Golfe du Mexique où il est appelé « Gulf Red Snapper ». *Lutjanus 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. Il constitue une des principales ressources halieutiques exploitées dans la ZEE de Guyane française, où il est pêché essentiellement aujourd'hui par les ligneurs vénézuéliens.

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

	<i>Lutjanus purpureus</i>		<i>Lutjanus campechanus</i>	
<b>Nom FAO</b>	Fr.	Vivaneau rouge	Fr.	Viv. campèche
	Ang.	Southern Red Snapper ou Caraïb Red Snapper	Ang.	Northern Red Snapper ou Gulf Red Snapper
	Esp.	Pargo colorado	Esp.	Pargo del golfo
<b>Nom Local</b>	Brésil	Pargo	Mexique	Guachinango del golfo
	Venez.	Pargo colorado	Cuba	Pargo colorado
	Antilles / Guyane	Rouge		

### 1.2.- Habitat

#### 1.2.1.- Des adultes très sédentaires

*L. purpureus* est une espèce démersale, qui vit à l'état adulte préférentiellement à proximité du talus continental ou autour des têtes de roches et récifs coralliens du plateau. Grimes (1987) distingue deux types de populations de Lutjanidés en fonction de leur habitat. Certaines populations sont insulaires, d'autres sont installées sur les plateaux et marges continentaux. Ces deux types de peuplements diffèrent par leur biologie, notamment par leur rythme de reproduction.

Mais dans les deux cas, les vivaneaux adultes sont inféodés au substrat : on les trouve sur les fonds rocheux et récifaux, où il trouve gîte et nourriture. Pour Pérodou (1994), le vivaneau rouge du plateau de la Guyane française est une espèce démersale : elle vit préférentiellement sur le plateau continental à des profondeurs allant de 70 à 120 m. On peut cependant la rencontrer entre 30 et 120 m.

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

#### 1.2.2.- Différents habitats pour différentes classes d'âge

Les données dont on dispose aujourd'hui semblent indiquer que les vivaneaux immatures ne colonisent pas les mêmes types de fonds que les vivaneaux adultes. Les informations concernant les lieux de pêche des pêcheurs vénézuéliens dans les eaux guyanaise ainsi que celles que l'on peut trouver dans la bibliographie (Grimes, 1987 ; Pérodou, 1994) indiquent que les vivaneaux adultes seraient sédentaires, localisés dans les zones rocheuses où ils trouveraient abris et nourriture. En revanche, les données de chalutage du travail de Vendeville (1984) indiquent que les vivaneaux présents sur les fonds à crevettes sont plutôt des individus immatures de taille comprise entre 20 et 45 cm (taille moyenne = 23 cm, poids moyen = 215 gr) ce qui correspondrait à des individus âgés en majorité de moins de 2 ans. Ces données indiquent aussi l'existence d'un gradient de densité de vivaneau rouge immatures 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 II*).

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 préférentiellement à des faibles profondeurs, à proximité des mangroves, identifiées comme des zones de nurseries.

**Tableau II.-** Indices d'abondance du vivaneau rouge sur le plateau guyanais.(Vendeville 1984).

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

### 1.2.3- Notion de stock

La sédentarité des adultes permet de délimiter géographiquement les stocks de vivaneaux. Pérodou (1994) considère le stock de la Zone Économique Exclusive (ZEE) française comme une entité indépendante. Ceci est rendu très sensible aux fortes pressions de pêche car il demeure sédentaire sur son récif jusqu'à la surexploitation par la pêche.

Cependant, on peut se demander aussi s'il n'existe pas un approvisionnement extérieur du stock de vivaneau de la Guyane française par un phénomène de migration de larves en provenance du stock de géniteurs brésiliens et entraînés par les NBC (Courant Nord Brésil).

### 1.3.- Régime alimentaire

**Tableau III .-** Principales proies ingérées par les Lutjanidés, d'après Pérodou (1994).

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

Le vivaneau rouge est qualifié de carnivore opportuniste (Pérodou, 1994), consommant une grande variété de proies (*tableau III*). Ils ingèrent beaucoup de poissons récifaux et de crustacés (crabes et crevettes) et leur cannibalisme est admis. Ils seraient plus actifs le jour que la nuit dans la recherche de nourriture.

#### **1.4.- Croissance, longévité**

Comme la plupart des Lutjanidés, les vivaneaux rouges ont une croissance lente, un taux de survie élevé, une longévité importante (Pérodou, 1994 ; Grimes, 1987). Ralston et Polovina (1987) classent les Lutjanidés dans la catégorie des poissons à stratégie K pour la reproduction (par opposition à la stratégie R). L'âge maximum varie selon les auteurs entre 10.5 ans (Pérodou, 1994) et 18 ans (Grimes, 1987). *Lutjanus campechanus* atteindrait un poids maximum de 13 kg pour LF = 85 cm à l'âge de 13 ans (US Department of the Interior, 1988).

#### **1.5.- Reproduction**

##### **1.5.1.- 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 ; Thompson & Munro, 1974 ; Pérodou, 1994). 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 Pérodou (1994), les femelles pondent plusieurs millions d'œufs (2.7 millions en moyenne pour les femelles), d'une taille allant jusqu'à 1 mm.

Les larves sont ensuite livrées à elles même, emmenées par le courant et les juvéniles migrent vers les zones nourricières moins profondes. On observe alors une migration vers les zones plus profondes et rocheuses du plateau continental au cours de leur croissance.

Pour Pérodou (1994), la stratégie démographique de cette espèce serait plutôt de type K, caractérisée par une forte compétition intra et inter spécifique. Pour Grimes (1987) au contraire, les lutjanidés en général montreraient des stratégies démographiques de type R.

##### **1.5.2.- Sex-ratio et maturité sexuelle**

Pour Grimes (1987) les populations de vivaneaux montrent un sex-ratio équilibré. 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 pour 40 à 50 % de la longueur maximale. La longueur moyenne à la maturité serait d'environ 40 cm (données tirées de l'étude des stocks du Nord Est Brésil). Ces données correspondent aux observations de Pérodou (1994) (*tableau IV*) 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 IV*). Dans le golfe du Mexique, *L. campechanus* atteindrait sa pleine maturité sexuelle à LF = 37.5 cm (US Department of the Interior, 1988).

**Tableau IV.-** Maturité sexuelle et taille mesurée par la longueur à la fourche. (Pérodou 1994).

<b>État de maturité sexuelle</b>	<b>Taille (LF)</b>
25 % d'individus matures	29 cm
50 % d'individus matures	32 cm
75 % d'individus matures	35 cm
100 % d'individus matures	38 cm

## 1.6.- Période et déterminisme de la reproduction

### 1.6.1- Période

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

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 pendant les saisons des pluies (Thompson & Munro, 1974).

Pérodou (1994) est le seul à avoir produit une étude de la période de reproduction des vivaneaux de Guyane française. Son analyse est basée sur le suivi du rapport gonado-somatique sur 4 mois, qui est un exercice difficile (Cf. encadré ci-dessous). Ses conclusions sont prudentes : 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.

- (1) Soit les vivaneaux se reproduisent entre le 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 plus tard en octobre. L'absence de vivaneaux matures dans les captures en août signifierait 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 septembre, en pleine période de décharge maximale de l'Amazone dont l'influence se fait sentir à cause du Courant Nord Brésilien (NBC) (Frouin, 1997 ; Martec, 1995).

En complément de cette analyse, Vendeville (1984), lors de ses campagnes d'observation des captures annexes des crevettiers montre que l'abondance des vivaneaux immatures (< 45 cm) sur les fonds prospectés par les crevettiers varie en fonction des saisons. Cette abondance est croissante de février à août. En février, les jeunes vivaneaux seraient absents des strates les moins profondes et un pic d'abondance à toutes les profondeurs serait observé en mai et août. Les mêmes observations sont faites sur *Lutjanus synagris* et sur *Rhomboplites aurorubens*.

Au Venezuela, il est observé par Gonzalès (1990), également à la suite du suivi du rapport gonado-somatique pendant un an que la période de reproduction la plus probable pour les vivaneaux rouges s'étalerait entre avril et septembre. Cette période de reproduction serait associée à une chute du rythme de croissance des poissons et à la saison des pluies (vents et pluies abondantes entre juin et sept). Le stock nord brésilien aurait lui aussi un pic de reproduction entre avril et octobre.

#### 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 (stades I, II, III, IV).

### ***1.6.2.- 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 offrent des chances de survies maximum aux larves. Ainsi les vivaneaux se reproduiraient lors de pics de la production primaire (explosion de la production de phytoplancton) au moment où la nourriture est la plus abondante et au moment 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 avril et septembre et entre juillet et décembre le long des côtes du Venezuela, due aux remontées d'eau douce de l'Amazone par le NBC. Puisque ces périodes correspondent avec les périodes supposées pour la reproduction, 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 (rétroflexion 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 qu'il est observé au Venezuela. D'après Martec (1995), la période supposée pour la reproduction (avril - septembre) correspond à la saison des pluies au Venezuela et à la période de plus forte décharge pour les fleuves Orénoque (Venezuela, plus forte décharge entre juillet et octobre) et Essequibo (Guyana, 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**

Il semble que les vivaneaux rouges de Guyane se reproduisent de façon assez continue, sur une période marquée par un pic d'avril à septembre, pendant la saison des pluies. Le déterminisme de la reproduction pourrait être lié à la saison sèche mais à la période de plus forte décharge de l'Amazone, dont l'influence se fait sentir par le NBC (Northern Brazilian Current). Le recrutement serait donc continu pendant toute l'année mais marquant un pic important à la fin de l'été.

## **2.- DETERMINATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE MORTALITE**

De nombreux auteurs (Thompson & Munro, 1974 ; Grimes, 1987) s'accordent à dire que les Lutjanidés forment un groupes dont la croissance est difficile à étudier. Deux grandes familles de méthodes sont disponibles pour l'étude de la croissance :

- [ L'analyse de la structure en taille des captures,
- [ L'étude des marques de croissance sur les pièces squelettiques.

Les deux travaux mentionnés ci-dessous, celui de Pérodou (1994) et celui de Gonzalès (1990) illustrent bien ces deux grandes familles de méthodes.

## **2.1.- Détermination des paramètres de croissance par analyse de la structure en taille des captures (captures commerciales essentiellement)**

Cette partie reprend surtout l'étude de Pérodou (1994) qui a proposé une estimation des paramètres biologiques de la population de vivaneaux rouges de Guyane française. Ses résultats servent aujourd'hui de références à l'évaluation des stocks en Guyane. L'index de référence (en annexe) fournit quelques détails sur les méthodes utilisées.

### **2.1.1.- Résultats de Pérodou, 1994**

#### ***Données***

Pérodou (1994) utilise des poissons de captures commerciales et des campagnes de pêche expérimentales. 2 types de campagnes de pêche expérimentales ont été réalisés : pêche à la ligne (4 campagnes réalisées en juin et juillet 1991, août 1991, octobre 1991, novembre 1991 par des scientifiques embarqués sur les ligneurs vénézuéliens) et 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).

#### ***Détermination des paramètres de croissance***

Pérodou utilise des méthodes classiques d'estimation des paramètres. On distingue des méthodes "graphiques" (MPA) ou basées sur des "optimisations numériques". Ces méthodes utilisent les données de captures au chalut et à la ligne (expérimentales et commerciales) et sont basées sur le principe suivant. A chaque cohorte est associé un mode de la distribution en taille des captures. 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, Pérodou reconnaît que ces méthodes d'analyse de distributions polymodales sont efficaces tant que la variabilité de la croissance dans une même cohorte est inférieure à la différence de longueur séparant deux modes successifs  $\mu_1$  et  $\mu_2$ , soit  $|\mu_1 - \mu_2| > 2 \cdot \min(\sigma_1, \sigma_2)$ .

#### ***MPA sur données de chalutage***

La méthode de *Powell Wetherall*, appliquée aux données de chalutage, permet d'estimer  $L_\infty$ .

La méthode de *Battacharya*, appliquée aux données de chalutage, 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.

#### ***Méthodes numériques d'optimisation***

Sans hypothèse de normalité : Pérodou utilise les méthodes *ELEFAN* 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.

Avec hypothèse de Normalité (Méthode du maximum de vraisemblance) : L'utilisation de la méthode *MULTIFAN* donne une autre estimation du couple ( $K ; L_\infty$ ).

### **Mortalité naturelle**

Pérodou (1994) la fixe arbitrairement à  $M = 0.2$ . Cette valeur est proche de 0.16 donnée par Gonzalès (1990) concernant les vivaneaux du Golfe de Paria, ainsi que celle de 0.18 - 0.20 donnée par Nelson R.S. et Manooch C.S. (III, 1982) et de 0.19 donnée par US Department of the Interior concernant *L. campechanus* du Sud des États-Unis.

### **2.1.2.- Synthèse des résultats de Pérodou (Tableau V)**

**Tableau V.-** Résultat 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.

	Données expérimentales		Données commerciales	
	$L_{\infty}$	$K$	$L_{\infty}$	$K$
Powell Wetherall			95.5	/
Eude de données Taille / Âge (analyse de cohortes, MPA)			/	0.12
Elefan	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		

### **Conclusion**

Pérodou est un des seuls auteurs à avoir mis en œuvre des méthodes d'analyse de fréquence de taille des captures pour l'estimation des paramètres de croissance de *L. purpureus*. Son analyse a le mérite d'utiliser peu de données et a nécessité peu d'investissement expérimental. Les résultats produits sont proches de ceux que l'on peut trouver dans la littérature. Pérodou retient les valeurs suivantes

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

$$L_{\infty} = 95 \text{ cm}$$

$$M = 0.20 \text{ an}^{-1}$$

qui servent encore de référence pour l'évaluation et la gestion des stocks de vivaneaux en Guyane. 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).

### **2.2.- 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* montre quelques particularités qui sont rappelées ici. Le travail de Gonzales (1990) réalisé sur le stock de vivaneau rouge exploité au Venezuela propose une méthodologie simple et complète. C'est pourquoi il sert de trame au développement de cette partie.

### **2.2.1.- 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 très utilisée pour déduire l'âge des poissons. Dans sa revue bibliographique, Meunier (1994) dresse l'état des connaissances actuelles sur les méthodes de sclérochronologie. Pour lui, dans les zones tempérées, les variations saisonnières annuelles 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.

La détermination de l'âge des poissons par sclérochronologie est toujours délicate et incertaine (Brander, 1974). Selon Sytle (1974), trois sources d'erreurs peuvent être mentionnées.

- (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. Classiquement par exemple, les erreurs sont plus importantes sur des poissons âgés.

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

Les études de sclérochronologie sur les poissons tropicaux sont plus délicates, car en milieu tropical, les variations saisonnières de facteurs comme la température ou la photopériode sont être trop faibles pour engendrer des stries de croissance nettes (Pannella, 1974 ; Fagade, 1974 ; Meunier, 1990). Plus précisément, selon Pannella (1974) et Fagade (1974), les pièces squelettiques de poissons tropicaux présentent rarement des stries annuelles claires mais plutôt des bandes de croissances 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.

Deux auteurs ayant travaillé sur les stocks de vivaneaux guyanais, Pérodou (1994) et Chevailier (1990), apportent peu de crédit aux méthodes de sclérochronologie appliquées aux vivaneau 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. Les anneaux de croissance différentielle existent mais ne sont pas interprétables à l'aide d'une simple loupe binoculaire (Pérodou, 1994). 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. Pour Chevailier (1990), ces techniques ont cependant donné quelques

résultats sur les Lutjanidés des eaux cubaines (*Lutjanus 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.

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. On peut penser que cette influence, par l'intermédiaire de l'Amazone, est probable pour certains poissons marins côtiers. D'après Pérodou (1994), (tiré de Poinsard et Troadec, 1966 ; Le Guen et Troadec, 1976), il semblerait que les écailles ou les otolithes de vivaneaux puissent montrer des anneaux différentiels de croissance bien marqués dans le cas où des variations importantes de salinité de l'eau existeraient suivant les saisons. 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 inter saisonnière est susceptible d'engendrer des différences dans la croissance saisonnière des vivaneaux.

### **2.2.3.- Travail de L.W. Gonzalès (1990)**

L.W.Gonzales Cabellos (1990) propose une méthode séduisante de sclérochronologie sur la population de *Lutjanus purpureus* des côtes brésiliennes.

#### **Matériel et méthodes**

##### **(1) Prélèvements : poissons et pièces squelettiques**

Gonzalès a travaillé sur des données de pêche commerciale : 432 poissons *Lutjanus purpureus* (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.. La taille des poissons échantillonnés varie entre 23 et 88 cm (longueur totale). Gonzalès a choisi de travailler sur deux pièces squelettiques : les écailles et l'os urohial, un os impair situé dans la gorge du poissons (Cf. schéma). Les écailles sont prélevées derrière la nageoire pectorale, puis 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 et brossé avec une brosse à poils durs pour enlever tous les tissus. Classés et étiquetés, les os sont ensuite examinés avec une loupe stéréoscopique, avec un fond sombre et une lumière réfléchi oblique par rapport au plan horizontal.

Les anneaux correspondant à une zone de moindre densité ou de croissance moindre apparaissent à la lecture. Pour l'os urohial, Gonzalès lit les anneaux dans la portion laminaire inférieure de l'os urohial (Cf. schémas). 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,  $(R_t - r_n)$ . Toutes ces mesures sont faites en mm, sur du papier millimétré.

##### **(2) Analyse**

Validation de la correspondance entre la croissance du poisson et des pièces squelettiques  
Il convient tout d'abord de s'assurer que la croissance du poisson correspond bien à la croissance des pièces squelettiques. Cette validation se fait par l'étude de la relation entre la longueur totale du poisson ( $L_t$ ) et le rayon de la structure squelettique  $R_t$  :  $L_t = a + b \cdot R_t$ .

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'âge 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 (*annulus*) 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).

#### *Formation des groupes d'âge*

Les groupes d'âge sont formés en faisant l'hypothèse (validée par la suite) de la formation d'un seul anneau par an., lors de la période de reproduction.

#### *Cohérence des résultats en fonction de la pièce squelettique utilisée*

Grâce à la relation  $(L_i - a)/r_i = (L_t - a)/R_t = b$ , qui donne  $L_i = (L_t - a) \cdot r_i/R_t + a$ , on réalise une prédiction de la longueur du poisson en fonction du nombre d'anneaux. Les estimations des paramètres  $\hat{a}$  et  $\hat{b}$  obtenues par la lecture des écailles et des os urohiaux doivent être cohérentes. D'autre part, les groupes d'âge formés avec l'une ou l'autre des méthodes doivent aussi être cohérents.

#### *Estimation des paramètres $K$ et $L_\infty$ , $t_0$ et âge max*

Après avoir âgé les poissons et vérifier la cohérence, les paramètres  $K$  et  $L_\infty$  sont estimés par la méthode graphique de Ford-Walford (Cf. index des méthodes).  $t_0$  est estimé par la formule de Gulland, et l'âge maximal par la relation  $\hat{\text{âge max}} = t_0 + 2.996 / K$ .

### **Résultats**

#### **(3) Validation**

L'intérêt de la méthode est validé par une bonne proportionnalité (Coefficient de corrélation  $\geq 0.90$ ) entre la croissance des poissons et la croissance des pièces. Les longueurs prédites grâce à l'estimation des paramètres  $a$  et  $b$  à partir des écailles ou des os urohiaux ne sont pas significativement différentes. D'autre part, les groupes d'âges formés sont très cohérents entre les lectures d'écailles et d'os urohiaux. Cela va en faveur de la cohérence des résultats et permet de choisir l'une ou l'autre des méthodes sans risquer d'avoir des résultats différents.

#### **(4) Date de formation de l'anneau de croissance**

**Écailles** : La période qui correspond aux plus faibles  $I$  (taux de croissance le 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, caractérisées par des vents et des pluies abondantes (juin – septembre au Venezuela). La période de plus forte croissance est située pendant la saison sèche (décembre - mars), quand les vents sont les plus forts.

**Os urohiaux** : Les résultats obtenus sont moins marqués mais non contradictoires avec ceux des écailles. Il est recommandé, de réaliser l'étude sur des poissons juvéniles pour bien déterminer la période de formation de l'anneau de croissance.

**(5) Estimation des paramètres K, L<sub>∞</sub>, t<sub>0</sub>, M et âge max**  
**Tableau VI**

<i>Méthode</i>	<i>K (cm / an)</i>	<i>L<sub>∞</sub> (cm)</i>	<i>t<sub>0</sub></i>	<i>M</i>	<i>âge max</i>
Ford-Walford	0.11	106			
Moindres carrés	0.15	108.76			
Formule de Gulland			-1.43		
Critères de Taylor				0.16	18.5 ans

**(6) Maturité sexuelle**

L'âge minimal serait du groupe II pour les femelles et du groupe III pour les mâles. L'âge au-delà duquel 50 % des individus sont matures serait de VI pour les femelles et de V pour les mâles.

**Conclusion**

- ⇒ L'observation des os urohiaux présente un grand intérêt :
  - elle permet d'âger correctement les poissons et d'estimer les paramètres de croissance
  - l'observation donne des résultats très proches de celle plus classique des écailles.
  - l'observation des os urohiaux ne nécessite pas de matériel d'observation spécial par rapport aux écailles et aux otolithes utilisées plus classiquement,
- ⇒ Il se forme un anneau de croissance lorsque la croissance ralentit, pendant la période de reproduction qui a lieu pendant la saison des pluies.
- ⇒ De plus, les résultats sont très proches de ceux trouvés par les autres auteurs.

**2.3.- Comparaison des valeurs des paramètres de croissance, suivant diverses analyses**

**Tableau VII.-** Valeurs des paramètres de croissance de *L. purpureus* utilisées dans l'évaluation de différents stocks sud américains.

<i>Source</i>	<i>Pays</i>	<i>Région</i>	<i>Méthodes</i>	<i>L<sub>∞</sub> (cm)</i>	<i>K</i>	<i>t<sub>0</sub></i>
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 <sup>(*)</sup>	U.S.A	Sud Golfe Mexique	Ecailles & otolithes	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 <sup>(**)</sup>	USA	Golfe Mexique	?	95	0.17	0

(\*) : 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 États-Unis et du Golfe du Mexique. (\*\*): Concerne *L. campechanus* du Golfe du Mexique.

**3.- RELATIONS ALLOMETRIQUES**

**3.1.- Relation Longueur totale – longueur à la 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 :

$$\frac{LT}{\text{longueur totale en cm}} = 1.10. \frac{LF}{\text{longueur à la fourche en cm}}$$

### 3.2.- 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 pleins) à partir du poids des poissons débarqués vidés :

$$\underset{\substack{\text{Poids entier} \\ \text{en grammes}}}{PE} = 1.102 \left( \underset{\substack{\text{Poids vidé} \\ \text{en grammes}}}{PV} + 13.831 \right)$$

### 3.3.- Relations taille - poids

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

$$\underset{\substack{\text{Poids vide} \\ \text{en grammes}}}{PV} = 0.0195 \cdot \underset{\substack{\text{Longueur à la} \\ \text{fourche en cm}}}{LF}^{2.91}$$

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

$$\underset{\substack{\text{Poids entier} \\ \text{en grammes}}}{PE} = 0.01489 \cdot \underset{\substack{\text{Longueur à la} \\ \text{fourche en cm}}}{LF}^{3.01767}$$

#### **4.- CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE**

Tous les auteurs cités (Pérodou, 1994 ; Gonzales, 1990 ; Ximenes et Fontela-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. Pour certains (Pérodou, 1994 ; Chevailier, 1990), les méthodes d'analyse de cohortes sont les plus rentables et les plus efficaces. Elles donneraient de meilleurs résultats et à moindre coût que les méthodes d'âgeage par lecture de pièces squelettiques. De plus, 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 biologiques sur la croissance des poissons. Mais les résultats proposés concernant l'estimation des paramètres de croissance du vivaneau rouge sont proches et cohérents.

Cependant, en ce qui concerne le stock de vivaneaux des eaux de la Guyane française, de nombreuses inconnues subsistent :

- (1) La reproduction a-t-elle lieu dans une période précise et limitée, vraisemblablement pendant la saison des pluies si l'on se réfère à Pérodou (1994) ou bien est t'elle plus diffuse dans le temps ?
- (2) Quelle est la zone de ponte des vivaneaux ?
- (3) Observe-t-on une répartition variable suivant l'âge en fonction de l'habitat. En particulier, les jeunes vivaneaux sont t'ils regroupés sur des fonds peu profonds et sableux, alors que les vivaneaux matures se trouveraient sur les zones rocheuses plus profondes ?
- (4) Enfin et comme presque dans toutes les études de stocks nous sommes confrontés au problème fondamental de l'âgeage des poissons.

Ces lacunes dans les connaissances conduisent certains auteurs, comme Pérodou (1994), à appliquer des méthodes numériques (analyse de cohortes) dont la validité semble contestable du fait d'une part du caractère approximatif des hypothèses concernant la biologie du poisson et d'autre part du fait du peu de données (1989 à 1991) et de la mauvaise qualité des données de captures commerciales (sélectivité de la pêche sur des poissons d'une certaine taille) dont il disposait. C'est pourquoi il semble nécessaire d'éclaircir certains points pour pouvoir aller de l'avant.

##### **4.1.- Période de reproduction du vivaneau**

Dans une analyse de cohorte, il est nécessaire de connaître la date de naissance des poissons et la durée qui sépare deux cohortes successives. Selon Gonzales (1990), les vivaneaux du Venezuela se reproduiraient entre le mois d'avril et le mois de septembre, au cours de la saison des pluies vénézuélienne (inversée dans le temps par rapport à la saison des pluies en Guyane). Les vivaneaux du stock nord brésilien semblent eux se reproduire pendant la saison sèche (entre septembre et avril). Il manque aujourd'hui des éléments précis concernant les vivaneaux des côtes de Guyane française, nécessaire pour une bonne évaluation et une bonne gestion du stock.

L'évaluation de la période de reproduction des vivaneaux pourrait se faire par le suivi régulier au cours de l'année, du rapport gonado-somatique (poids des gonades / poids total du poisson) d'un échantillon de poissons issu des pêches commerciales.

## 4.2. Paramètres de croissance

Pérodou (1994) est le seul à avoir évalué les paramètres de croissance du stock de vivaneaux guyanais à partir d'une analyse de cohortes. Le peu de données expérimentales dont il disposait fait que ses résultats sont discutables. Deux voies complémentaires sont envisageables pour la réévaluation de ces paramètres de croissance.

### Analyse de cohortes

L'IFREMER dispose aujourd'hui d'une série chronologique complète de captures commerciales des ligneurs vénézuéliens, de 1986 à 1998. Les informations que l'on pourra retenir de l'étude de la période de reproduction des vivaneaux, ainsi que ces données de capture pourraient permettre de réaliser de nouvelles analyses de cohortes afin d'obtenir de nouvelles estimations de  $K$  et de  $L_{\infty}$ .

D'autre part, dans une analyse de cohorte des captures commerciales, il serait bon de prendre en compte l'existence d'un biais, du à la sélectivité de la technique de pêche. Cette sélectivité a deux origines probables. D'abord, si l'on admet que les vivaneaux rouges vivent en bancs de taille homogène, il est facile d'imaginer que les pêcheurs vénézuéliens, qui recherchent ces bancs, pêchent des vivaneaux dont la taille n'a rien de représentatif de la structure de la population. La deuxième source probable du biais est la sélectivité de l'engin de pêche : l'hameçon. On peut pour cela se référer à l'étude de Ralston (1989), dont les conclusions sont reprises dans Pérodou (1994). Pour une analyse en prenant en compte ce biais, on peut se référer au Manuel FAO (Chap. 6 « Gear selectivity »).

### Âgeage par lecture de pièces squelettiques

Le travail de Gonzales (1990) montre que la lecture de pièces squelettiques de vivaneaux, écailles et os Urohial, en vue d'obtenir une clef taille / âge est envisageable sans moyens considérables. Il semble que des stries de croissances annuelles soient visibles sans avoir recours à des techniques de visualisation très perfectionnées. Des prélèvements pourraient être réalisés tout au long de l'année afin de déterminer le rythme de croissance mensuel (voir méthode de Gonzalès)

## 4.3.- Mésexploitation du stock de *L. purpureus*

La question de la surexploitation du stock de vivaneaux rouges en Guyane est soulevée régulièrement depuis quelques années. Les professionnels (industries de transformation) se plaignent de plus en plus de la diminution de la taille des vivaneaux débarqués par les pêcheurs vénézuéliens. Ces derniers parlent d'abandonner la pêcherie guyanaise. Cette diminution des tailles moyennes des captures est déjà qualifiée de hautement significative par Pérodou (1994) entre 1986 et 1991, et 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, le rajeunissement d'une population est un signe typique de surexploitation. Vendeville (1984), Pérodou (1994) avait déjà mentionné l'existence d'un risque fort de surexploitation du stock de vivaneaux.

Il conviendrait à ce propos de préciser quelques points :

- ◆ Problème de la diminution très rapide de la taille des vivaneaux.
- ◆ Remplacement des gros par les petits
- ◆ Phénomène de rééquilibrage de la population en faveur des *L. synagris* et *R. aurorubens*
- ◆ Rôle des géniteurs du stock brésilien dans l'approvisionnement du stock guyanais par migration des larves dans le NBC

### *Impact des pêches accessoires de la pêche crevettière*

Dès 1984, Vendeville (1984) signale que les captures accessoires des crevettiers ( environ 80

navires pour une production de 3000 t en 1981) pourraient avoir un impact fort sur la dynamique de la population des vivaneaux rouges.

Les captures accessoires représentent selon les auteurs 90 % à 95 % du poids des captures des crevettiers. Vendeville (1984) estime à 930 t les captures accessoires totales de Lutjanidés (toutes espèces confondues) de la flotte de crevettiers en 1981, contenant plus de 200 t de *L. purpureus* tous immatures. Cette espèce constitue donc une part très importante des captures accessoires et l'impact est d'autant plus fort que ces captures portent exclusivement sur des juvéniles (taille comprise entre 20 et 45 cm, moyenne = 23 cm, poids moyen = 215 gr.). Avec un maillage des chaluts de 44 mm, la taille de première capture serait de 7 cm, et de 12 cm avec un maillage de 60 mm. La mortalité naturelle des juvéniles est estimée entre 0.25 et 0.28. Pour cet auteur, le risque de surexploitation du stock par la pêcherie crevettière est grand en 1981. L'arrêt de la pêcherie crevettière permettrait d'augmenter de 150 % les captures des ligneurs vénézuéliens. L'augmentation du maillage de 44 à 60 mm aurait déjà un impact positif.

#### ***Problème de l'exploitation à la nasse***

Depuis 1996, l'exploitation à la nasse, par les caseyeurs antillais augmente. Étant donné le précédent historique de l'écroulement des stocks en Martinique vraisemblablement dû à une trop forte exploitation par les caseyeurs, de nombreux professionnels s'inquiètent de l'impact que pourrait avoir cette nouvelle pêcherie sur le stock. On s'inquiète notamment de la plus petite taille des vivaneaux rouges pêchés par les casiers. A ce propos, de nombreuses questions demandent à être éclaircies :

- ◆ Comment peut-on prendre en compte les captures des caseyeurs dans les statistiques de pêche, étant donné que la majorité des captures est débarquée directement aux Antilles françaises ?
- ◆ Quelle est la composition en taille des captures par les caseyeurs ?
- ◆ Problème de la sélectivité de l'engin. A priori, la taille des mailles (40 mm) fait que les engins ne sont pas sélectifs. Il faudrait néanmoins établir une relation entre la longueur totale des Vivaneaux et la hauteur du poisson (mesurée plein). La taille limitante pour l'entrée dans la nasse étant la hauteur du poisson par rapport à la taille de la maille de la nasse. Ce problème est fondamental car il peut donner lieu à une réglementation de la taille minimale des mailles des casiers afin de protéger les jeunes vivaneaux.
- ◆ Préciser la différence d'exploitation entre les différentes méthodes de pêche. Le nombre plus important de petits vivaneaux et de *L. synagris* pêchés par les caseyeurs est-il dû à la technique de pêche ou bien à une évolution de la structure des stocks (remplacement des *L. purpureus* par les *L. synagris* et rajeunissement du stock dû à la surexploitation ?).
- ◆ Temps de pêche lorsque les casiers sont perdus ? Différence entre les casiers en grillage (inopérants au bout de 4 ans) et les casiers en mailles de filet (imputrescibles). Il existerait un rapport alarmant sur le sujet.

## CHAPITRE II METHODE D'ESTIMATION PAR ÉCHANTILLONNAGE DES DEBARQUEMENTS DE VIVANEUX DE LA PECHERIE VENEZUELIENNE

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.

L'objectif de ce suivi est d'estimer chaque mois le poids débarqué, dont on déduit le poids capturé et le nombre de captures par classe de taille. Ces données sont nécessaires à l'évaluation du stock.

Cette note décrit la méthode d'estimation des débarquements par échantillonnage. Elle précise aussi l'origine et les manipulations permettant d'obtenir les données de base pour l'évaluation du stock.

### 1.- DEROULEMENT DE L' ECHANTILLONNAGE

#### 1.1.- Échantillonnage dans les navires de pêche vénézuéliens

Chaque mois, durant toute l'année, des ligneurs vénézuéliens sont sélectionnés pour l'échantillonnage. L'échantillonnage a lieu au vieux port de Cayenne. Les quantités échantillonnées représentent 1 à 3 % du poids total débarqué chaque mois. Ce premier échantillonnage est considéré comme aléatoire.

#### 1.2.- Sous-échantillonnage dans le débarquement d'un navire

Lors du transfert des poissons des cales des navires de pêche vénézuéliens vers les camions des transformateurs (environ 2 à 4 tonnes), 10 à 20 % de la pêche est interceptée par les agents de l'IFREMER. Les caisses interceptées (env. 30 Kg chacune) sont pesées. Le poids représenté par chaque espèce est mesuré dans chaque caisse. Les poissons sont mesurés individuellement (*la longueur à la fourche*) et immédiatement restitués aux vénézuéliens. On considère aussi ce sous-échantillonnage comme aléatoire.

### 2.- FORMALISATION DE LA METHODE D'ESTIMATION

#### 2.1.- Indices

- $m$  : mois,
- $b$  : indice du navire,
- $i = 1, \dots, n$  : indice de la caisse pour le mois  $m$  et le navire  $b$ ,
- $j$  : 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 %),
- $k$  : indice de la classe de taille de 1 cm.

#### 2.2.- Échantillonnage, sur un navire $b$ 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 de chaque espèce  $j$  dans la caisse  $i$  :

$$P_{bi}^j$$

le poids total de la caisse  $i$  :

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

◆ Poids total échantillonné pour le navire  $b$  :

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

◆ Poids total échantillonné pour l'espèce  $j$  :

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

#### Nombre

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

$$n_b^{jk}$$

◆ Nombre de poissons échantillonnés, espèce  $j$  :

$$n_b^j = \sum_k n_b^{jk}$$

### 2.3.- Échantillonnage total sur tous les navires

#### 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

◆ Nombre de poissons échantillonnés, espèce  $j$ , mois  $m$  :

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

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

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

### 3.- ESTIMATION DES DEBARQUEMENTS POUR LE MOIS $M$

◆ Les transformateurs fournissent la donnée du poids total débarqué toutes espèces confondues :

$$Déb_m$$

◆ Estimation des proportions (en masse) des différentes espèces dans les captures du mois  $m$

à partir des poids échantillonnés :

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

◆ 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  $j$  :

$$\hat{\%}_{éch}^j = \frac{P_m^j}{Déb_m^j} = \frac{P_m^j}{Déb_m \times \hat{\%}_m^j} = \hat{\%}_{éch}^j$$

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

$$N_{déb}^j = n_m^j / \hat{\%}_{éch}^j$$

◆ Nombre débarqué, espèce  $j$ , classe de taille  $k$ , mois  $m$  :  $N_{déb}^{jk}_m = n_m^{jk} / \%_{éch}^j$

#### 4.- 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

$$\text{taille - poids : } D\acute{e}b_m^{jk*} = \hat{N}_{déb}^{jk}_m \times f(Lf^k)$$

$$\text{Poids débarqué estimé de l'espèce } j : D\acute{e}b_m^j = \sum_k D\acute{e}b_m^{jk*}$$

On contrôle que l'écart  $\left| D\acute{e}b_m^{jk} - D\acute{e}b_m^{jk*} \right|$  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  $j$ ,  $D\acute{e}b_m^j$ , 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  $D\acute{e}b_m^{jk*}$ . 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  $LF = 41 \text{ cm}$  pourra mesurer réellement  $41.8 \text{ cm}$ . 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 :

$$PE(k) = \frac{f(k) + f(k+1)}{2}.$$

#### 5.- ESTIMATION DES CAPTURES TOTALES A PARTIR DES DEBARQUEMENTS

Les débarquements de chaque année 1986 à 1998 sont obtenus en sommant les  $D\acute{e}b_m^j$  sur les 12 mois de l'année (Tableau 8). Tous les navires vénézuéliens sont tenus de vendre leur pêche à 3 transformateurs de poisson à Cayenne : Abchée, Guyane Océan, Codepeg. 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. Puisque les vénézuéliens ont intérêt à débarquer le minimum à Cayenne, on fait l'hypothèse que les débarquements représentent 75 % des captures. On ne dispose d'aucun moyen de vérifier cette hypothèse, dont le seul mérite est d'être en accord avec la réglementation. On constate que les vénézuéliens, après avoir réalisé 3 ou 4 marées débarquées entièrement à

Cayenne, effectuée, avant de rentrer au Venezuela, une dernière marée qui sera débarquée entièrement au Venezuela.

L'estimation des captures totales opérées sur le stock par la pêcherie vénézuélienne se fait donc de la façon suivante :

Poids (tableau 8)

◆  $\hat{C}_m^j$  représente l'estimation du poids des captures totales du mois  $m$  :

$$\hat{C}_m^j = \hat{Déb}_m^j \cdot \frac{1}{0.75}$$

Nombre (tableau 9 et 10)

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

$$\hat{N}_{capt}^{jk}_m = \hat{N}_{déb}^{jk}_m \cdot \frac{1}{0.75}$$

*Estimation de l'effort de pêche* (tableau 11)

L'effort de pêche est exprimé mensuellement en heures de pêche pour un navire. On estime cet effort par recoupement de diverses sources d'informations : les fiches de pêches remplies très irrégulièrement par les pêcheurs, les données des transformateurs, l'observation et l'expérience des experts de l'Ifremer.

Puisqu'on estime que les débarquements représentent env. 75 % des captures, on estime que l'effort de pêche estimé ci-dessus représente 75 % de l'effort réel supporté par le stock.

**Tableau VIII.-** Poids de vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) débarqué par les ligneurs vénézuéliens de 1986 à 1998. L'estimation du poids capturé réellement se fait en considérant que les débarquements représentent 75 % des captures. La transformation poids vide (PV) - poids entier (PE) se fait avec la relation : PE = 0.102 x (PV + 13.831).

Année	Poids débarqué vide (Kg)	Poids capturé estimé vide (kg)	Poids capturé estimé 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 IX. :** Structure en taille (classe de 1 cm) des débarquements annuels de la pêche vénézuélienne de *Lutjanus purpureus* de 1986 à 1998

Taille (cm)	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
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
<b>TOTAL</b>	<b>288594</b>	<b>353314</b>	<b>439401</b>	<b>587274</b>	<b>638052</b>	<b>483720</b>	<b>579677</b>	<b>750626</b>	<b>949508</b>	<b>869027</b>	<b>1350292</b>	<b>1092280</b>	<b>1609198</b>

**Tableau X.** 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 (cm)	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
20	0	84	131	73	0	0	0	47	568	214	113	0	317
21	0	0	328	183	0	0	0	52	122	117	113	340	1364
22	118	82	223	138	0	27	46	48	377	0	1475	2197	3893
23	128	141	460	335	91	305	693	824	529	19	3570	5095	9942
24	1651	415	667	405	0	415	1172	1191	1268	978	8105	6243	26782
25	278	553	835	958	537	754	1819	2304	1938	2020	15852	19030	43535
26	2344	1430	891	1095	1033	2706	3942	4119	4850	5273	23736	32493	66904
27	2215	4332	1760	2163	2697	3520	7684	8233	10798	8173	32388	58398	101240
28	3964	2590	3287	4256	5387	4843	9921	13764	17792	14858	37067	70060	124780
29	3339	7262	4091	6081	9584	7239	14152	18005	27000	18344	56159	80870	148137
30	5393	10601	7533	10696	13698	8424	18786	24883	43028	29097	71324	75733	150765
31	5845	9135	9035	13124	17086	12837	19650	27997	58024	41467	82828	66810	144324
32	6001	11945	12412	17440	21103	13176	23575	39073	65991	53958	98889	79884	153247
33	6124	16941	12704	19373	26439	18639	28502	46374	67013	53228	97077	73280	129603
34	8387	17587	14583	21048	26233	20578	31485	48895	75856	53832	105873	70851	133120
35	9223	21686	16263	25385	33520	24928	34382	56994	77579	69558	102765	66785	114642
36	14462	23932	20750	31029	38693	27679	39525	63888	80023	68408	104195	65599	105788
37	12355	26180	20129	34255	48445	28479	41896	62735	78705	74175	102715	66713	100460
38	12931	21931	21697	37044	50390	29253	40748	60909	78543	68306	95648	62788	78315
39	17280	17814	25265	38852	51561	30765	37769	56002	69015	60657	89513	61528	80064
40	17791	20006	26331	37890	46374	32061	38181	54541	65952	61362	78427	64937	60500
41	16659	24773	26680	38025	43363	29558	33396	46423	55555	44924	64671	50311	50747
42	16763	17451	24412	33502	37219	28440	35277	45930	50112	46879	66258	48644	44315
43	12218	18568	27431	36748	40165	25080	29313	35708	42316	43748	63168	40583	40870
44	14813	18092	23656	30447	31340	23772	23066	29747	34386	36757	48211	37665	32774
45	16656	16599	21791	27270	26171	19008	23890	30009	34484	38423	43694	27006	26890
46	15264	19784	22399	28948	29097	20019	19647	26025	23930	30532	33141	20692	20131
47	13274	13521	17733	23397	24085	18880	18351	21570	23414	25081	30215	19392	16967
48	13614	11386	16789	22665	22650	17029	19115	18853	19649	24537	20134	17514	15973
49	10702	7088	16099	19118	17902	13704	15489	14309	16137	22810	20663	18360	10842
50	10172	13268	16853	18136	14632	10643	13050	12981	16902	20371	19567	18253	9746
51	7864	6732	14701	16764	15851	11859	13070	12353	14133	20773	19980	12892	8145
52	9546	5558	11980	14574	14992	9085	10320	10290	12748	14088	18918	11697	7014
53	7785	5823	10968	14439	13813	9621	9778	11222	11033	13111	12815	6921	6995
54	9233	5951	9359	11227	9146	7659	8717	8689	8829	9735	11696	8673	4378
55	6102	4430	9311	11834	12183	10300	9867	6789	8028	11410	14042	7954	4862
56	7050	4899	9761	11872	10869	6750	7018	6900	7144	6033	10231	7622	5443
57	6358	6560	8415	9631	8094	8796	9875	7240	7613	7059	9150	8864	3812
58	7250	4380	7630	8375	6986	6041	5719	5924	5519	6873	8781	7186	4688
59	5532	4988	7324	9398	8062	5691	5110	5247	4378	4388	6060	4868	4202
60	6478	3650	6895	8275	8447	8041	7580	4738	4858	5934	6473	6384	3293
61	5582	5384	6182	7639	7990	5378	6153	4382	3894	3330	6662	3549	2288
62	5887	3315	5739	6805	6936	6079	5217	4945	4193	4129	6706	3763	2903
63	3265	4296	6797	6534	4009	7690	7005	3895	4701	4331	4947	3474	2151
64	3712	3438	6034	6355	5314	7202	4282	4202	2818	2362	5250	4002	3201
65	3372	4093	5770	6541	4696	7247	4020	4235	3682	3799	4868	3441	4233
66	3244	3044	5145	6487	4885	7548	4954	3525	2859	2511	2732	2058	4083
67	3038	2939	5020	5763	4356	7361	4454	4847	3434	2768	3604	3338	3434
68	3265	3011	4082	4660	3457	5163	2574	3136	2700	3455	4257	1824	3346
69	1958	2937	5147	5605	2497	5808	3906	4116	2569	2365	4498	2776	3571
70	2267	2374	4374	5401	3565	4964	3600	3037	877	1426	2632	2155	2707
71	1613	1907	4558	4990	3057	5902	3401	1829	1515	1459	2568	1901	2247
72	1212	1210	3577	4538	2896	4143	2997	1953	1892	2511	2857	3371	1218
73	1022	1406	2866	3805	3556	3697	2258	1256	929	2203	3885	1434	2116
74	912	1369	2548	2631	1448	2947	1846	980	525	911	1901	2190	1384
75	209	882	2255	2327	1282	1928	1203	1150	927	1198	3191	1572	2262
76	436	465	2023	1928	1193	1478	669	312	664	752	1084	1356	1909
77	353	323	1967	2178	865	1312	1215	622	474	986	1260	693	624
78	176	215	786	840	253	1012	577	85	537	267	444	280	423
79	50	28	777	749	199	484	370	277	582	200	1194	1296	1229
80	0	0	586	524	0	149	136	116	99	0	149	152	222
81	0	84	0	181	344	317	150	0	0	0	0	0	128
82	0	84	0	0	0	234	208	112	0	0	0	372	0
83	0	0	72	79	0	289	129	0	0	230	0	0	0
84	58	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
<b>TOTAL</b>	384793	471086	585868	783032	850736	644960	772903	1000835	1266011	1158702	1800389	1456374	2145597

**Tableau XI.** : L'effort de pêche réel estimé correspond à  $(1/0.75)$ \*l'effort de pêche estimé. Cette correction est destinée à prendre en compte les captures réalisées par les vénézuéliens et non débarquées à Cayenne.

Année	Effort estimé	Effort réel estimé
	(heure par bateau)	
1986	12508	16677
1987	27077	36103
1988	24761	33015
1989	42587	56783
1990	39118	52157
1991	36703	48937
1992	35760	47680
1993	35075	46767
1994	35664	47552
1995	39197	52263
1996	57316	76421
1997	51783	69044
1998	56995	75993

**Tableau XII.** : Estimation des captures par unité d'effort de pêche en kg / heure.navire

Année	Captures par Unité d'effort de pêche
	CPUE en 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

## CHAPITRE III ESTIMATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE DU VIVANEAU ROUGE (*Lutjanus purpureus*)

### 1.- MATERIEL ET METHODES

#### 1.1.- Données de captures commerciales

Les données analysées dans ce travail sont les données de captures 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 captures mensuelles ont été additionnées pour obtenir les captures annuelles.

#### 1.2.- Débarquements des ligneurs et captures totales

Ces données de capture ne représentent pas les captures totales de vivaneaux rouges (*Lutjanus purpureus*) de la pêcherie guyanaise. Tout d'abord, l'exploitation du stock guyanais de vivaneaux est essentiellement réalisée par les ligneurs vénézuéliens. L'octroi de la licence de pêche impose aux ligneurs de débarquer au minimum 75 % du produit de leur pêche au port de Cayenne. On peut donc supposer que les débarquements à Cayenne par les ligneurs vénézuéliens représentent 75 % de leurs captures. 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 caseyeurs guyanais. Aussi, des navires de pêche antillais viennent pêcher dans les eaux de la ZEE de Guyane et sont responsables d'une exploitation récente qu'il est encore difficile d'évaluer faute de statistique.

Cependant, cette analyse est fondée sur l'étude de la structure en taille des captures. Si l'on suppose que cette structure est la même pour tous les groupes d'exploitant, les résultats seront inchangés si l'on majore les captures de la même façon pour tous les exploitants.

#### 1.3.- 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 caudale, LF). Les très rares poissons dont la longueur à la fourche dépasse 86 cm sont regroupés dans la classe de taille 84 – 86 cm.

### 2.- L'EQUATION DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY

On trouvera dans Pauli & Moreau (1987) une bonne synthèse concernant l'équation de croissance de Von Bertalanffy, largement utilisée.

$$L(t) = L_{\infty} \cdot (1 - \exp(-K \cdot (t - t_0)))$$

C'est un modèle descriptif de croissance. Puisque la relation entre LF (longueur fourche) et Lt (longueur totale) est linéaire du type  $LF = a Lt$ , alors la relation est la même avec LF ou Lt, au coefficient a prêt. On travaille avec LF.

- t est l'âge du poisson, compté ici en année,
- L(t) est la longueur moyenne d'un poisson d'âge t, en cm,
- 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,  $L_\infty$  est souvent bien supérieure à la longueur maximale observée.
- $T_0$  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 premières données de captures concernent des poissons de petite taille.

Dans les procédures d'ajustement des paramètres de cette relation sur les données taille -âge, il existe une forte corrélation de fait entre les paramètres  $K$  et  $L_\infty$ .

### 3.- ANALYSE DES DONNEES DE CAPTURES BRUTES

Le logiciel utilisé pour conduire les calculs est le logiciel FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool).

La méthode proposée est une méthode d'Analyse de Progression Modale (MPA). L'enchaînement des trois étapes exposées si dessous suit le raisonnement présenté dans le manuel FAO et correspond à la suite logique des procédures de routine de FISAT.

#### 3.1. Identification des cohortes par Slicing (méthode de Bhattacharya)

La première étape consiste, pour chaque année, à décomposer les histogrammes de captures en une somme de distributions normales indépendantes. L'histogramme qui donne une certaine image de la structure de la population, est décomposé en distributions normales qui représentent des cohortes.

Par la méthode de *Bhattacharya*, 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*  $I$ . A l'étape  $i+1$ ,  $I = \frac{(\mu_{i+1} - \mu_i)}{|\sigma_{i+1} - \sigma_i|}$ . Pour que l'on puisse différencier les distributions

$i+1$  et  $i$ ,  $I$  doit être supérieur à 2. Cet indice fournit une aide à la décision lors de la décomposition. Sauf exception, on ne valide pas l'étape  $i+1$  de la décomposition si cet indice est inférieur à 2 (dans le manuel FAO, ce même indice de séparation entre deux cohortes est

défini d'une façon différente  $I' = \frac{(\mu_{i+1} - \mu_i)}{|\sigma_{i+1} + \sigma_i|/2}$ . Le critère de décision est le même : validation

si  $I' \geq 2$ ). 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.

### 3.2.- Remarques sur la méthode de Slicing

La procédure d'ajustement *NormSep* est initialisée par les résultats de la décomposition par la méthode de *Bhattacharya*. Lors de cette initialisation, on impose au modèle le nombre de cohortes sur lequel doit porter l'ajustement de *NormSep*. C'est un point délicat car l'ajustement par *NormSep* n'est pas robuste : 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. Derrière ce problème d'ajustement se cache une question de nature biologique fondamentale. 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 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 (LF) se situent entre 20 et 86 cm. En considérant les paramètres de croissance que l'on peut trouver dans la littérature ( $K \cong 011-0.12$ ,  $L_{\infty} \cong 96$  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 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.

### 3.3.- 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.

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 elle 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. Une première série de données met en relation la taille avec un âge relatif, 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.

## 4.- ESTIMATION DES PARAMETRES DE L'EQUATION DE VON BERTALANFFY

La dernière étape consiste en l'estimation des paramètres de croissance grâce à des méthodes numériques

### **. Analyse des données brutes 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* appliquée aux données de captures brutes. On utilise ici la somme des captures de toutes les années. On trouvera une description de cette méthode numérique dans le manuel F.A.O. Une série de calculs algébriques montrent que sous certaines hypothèses, il existe une relation linéaire de la forme :

$$\boxed{\bar{L} - L' = a + b.L'} \quad [1]$$

$L'$  est n'importe quelle longueur  $LF$  supérieure ou égale à  $Le$ , où  $Le$  représente la longueur (inconnue) à la fourche à partir de laquelle les vivaneaux sont *pleinement exploités*. On dit qu'une classe de taille  $L$  n'est pas en pleine exploitation lorsque sa mortalité par pêche  $F$  est inférieure à celle de la classe la plus exploitée. On considère souvent qu'il existe une taille seuil  $Le$ . Toutes les classes de taille  $L \geq Le$  sont pleinement exploitées alors que les classes de taille  $L < Le$  ne le sont pas. Selon Péroudou (1994),  $Le = 41$  cm.  $\bar{L}$  est la longueur moyenne des poissons dont  $LF \geq L'$ . On devrait donc écrire  $\bar{L}(L')$  car  $\bar{L}$  est ici une fonction de  $L'$ .

Dans cette relation linéaire simple,  $a = -b.L_\infty$ , ce qui donne une estimation de  $L_\infty$ ,  $L_\infty = -\hat{a}/\hat{b}$ .

### **Analyse des données élaborées**

#### **(7) Méthode de Gulland & Holt**

La méthode de *Gulland & Holt* 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*. On ne rappelle pas ici les détails du raisonnement de cette méthode, que l'on pourra trouver dans le manuel FAO. Ce raisonnement établit que

$$\boxed{\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b.\bar{L}} \quad \text{où } a = K.L_\infty \text{ et } b = -K \quad [2]$$

Ici,  $L(t)$  est la longueur à un âge relatif  $t$ ,  $L(t+\Delta t)$  est la longueur à l'âge relatif  $t+\Delta t$ . Dans notre cas,  $\Delta t = 1$  an car on suit les cohortes d'une année à l'autre.  $\Delta L/\Delta t = (L(t+\Delta t) - L(t))/\Delta t$  est une évaluation du taux de croissance entre  $t$  et  $t+\Delta t$  et  $\bar{L} = (L(t+\Delta t) + L(t))/2$ .

L'unité de temps dans cette procédure de FiSAT est le *jour* et 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  $L_\infty$ .

#### **(8) Ajustement direct de la courbe de croissance sur les données taille / âge (méthode du Max de Vraisemblance)**

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 :  $L(t) = L_\infty.[1 - \exp(-K.(t - t_0))]$ . 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 :

$$SSE = \sum_i \left[ L(i) - \hat{L}(t(i)) \right]^2 \quad \text{où} \quad \hat{L}(t(i)) = L_\infty \cdot [1 - \exp(-K \cdot (t(i) - t_0))] \quad [3]$$

C'est sans doute la méthode la plus intéressante.

## 5.- CORRECTION DES DONNEES DE CAPTURE PAR LE FACTEUR DE SELECTIVITE

### 5.1.- Origine du biais de sélectivité

Les histogrammes de captures des années 1986 à 1998 montrent un déficit de captures de poissons dont la longueur à la fourche est inférieure à 30 cm. 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.

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 Pérodou (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 des vénézuéliens.

Il existe une deuxième source de sélectivité. Il semblerait 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. Les poissons les plus gros se trouveraient préférentiellement sur les zones les plus profondes, alors que les petits préféreraient les fonds plus importants. Naturellement, les pêcheurs vénézuéliens recherchent les zones qui abritent des vivaneaux les plus gros possibles pour y pêcher. La combinaison du comportement des poissons et de la technique de pêche des vénézuéliens engendre une sélectivité sur les captures. La structure en taille des captures reflèterait donc 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).

Cette sélectivité peut engendrer un biais important dans l'estimation des paramètres de croissance et dans toute l'évaluation de stock. On appelle cette erreur systématique le *biais de sélectivité*. La méthode ci-dessous, reprise du manuel FAO, est fondée sur une estimation de la sélectivité des captures. Elle permet de corriger en partie ce biais.

### 5.2.- Méthode d'estimation de la sélectivité

#### *Système à paramètres constants*

La méthode développée ci-dessus est basée sur l'hypothèse forte que l'on se trouve dans un système de paramètres constants. C'est-à-dire que la mortalité par pêche  $F$  et la mortalité naturelle  $M$ , dont la somme  $Z = M + F$  est la mortalité totale, sont supposées constantes au cours du temps et égales pour toutes les classes d'âge. Cela suppose entre autres que les efforts de pêche sont constants. Sous ces hypothèses, on peut écrire (Manuel FAO) :

$$\ln \left( \frac{C(L_1, L_2)}{\Delta t(L_1, L_2)} \right) = a - Z \cdot t(L_1, L_2) \quad [4]$$

qui peut aussi se mettre sous la forme  $C(L) = \Delta t(L) \cdot \exp[a - Z \cdot t(L)]$  [5]

où  $C(L) = C(L_1, L_2)$  représente les captures de vivaneaux dans la classe de taille  $L = L_1 - L_2$  (classes de deux centimètres), et où  $t(L) = t(L_1, L_2) = t_0 - 1/K \cdot \ln(1 - (L_1 + L_2)/2 \cdot L^\infty)$  et  $\Delta(L) = \Delta t(L_1, L_2) = 1/K \cdot \ln[(L^\infty - L_1)/(L^\infty - L_2)]$ .

### Notion de Capturabilité

Si l'hypothèse forte des paramètres constant n'est pas réaliste pour toutes les classes, il est raisonnable de penser qu'elle est vérifiée pour toutes les classes de taille  $L \geq Le$ , où  $Le$  est la longueur de pleine capturabilité, inconnue mais que l'on peut estimer par la suite.

La capturabilité, ou coefficient de capturabilité, est le rapport  $CPUE(L)/N(L)$  que l'on peut noter  $q$ , où  $N(L)$  est l'effectif (inconnu) de la classe de taille  $L$  et  $CPUE(L)$  une mesure des captures par unité d'effort de pêche des poissons de la classe de taille  $L$ . La capturabilité traduit en quelque sorte l'habileté de la technique de pêche à capturer du poisson. On fait l'hypothèse qu'elle est constante et maximum pour tout  $L \geq Le$  (pour Pérodou (1994),  $Le = 41$  cm). Pour  $L \geq Le$ ,  $CPUE(L) = q \cdot N(L)$ .

### Estimation de la sélectivité

Pour  $L \geq Le$ , on considère que l'on se situe dans un système à paramètres constants. La relation [1] est bien linéaire dans ce domaine et l'on peut estimer les paramètres  $\hat{a}_{Le}$  et  $\hat{Z}_{Le}$ . Seules les grandes tailles supérieures à celles des poissons pleinement capturables sont prises en compte pour la partie droite descendante de la courbe à partir de laquelle on évalue le paramètre  $a$  et la mortalité totale  $Z$ .

Pour  $L < Le$  la relation linéaire [1] n'est pas vérifiée et les captures observées sont inférieures à celles prédites par la relation

$$\hat{C}(L) = \Delta t(L) \cdot \left[ \hat{a}_{Le} - \hat{Z}_{Le} \cdot t(L) \right] \quad [6]$$

Pour chaque classe de taille, on définit la sélectivité  $s$  comme le rapport entre les captures réelles estimées directement par les statistiques de pêche  $C(L)$  et les captures estimées par la relation linéaire [1],  $\hat{C}(L)$ .

$$\hat{s} = \frac{C(L)}{\hat{C}(L)} \text{ pour tout } L < Le \text{ et } \hat{s} = 1 \text{ pour tout } L \geq Le \quad [7]$$

Dès lors que la capturabilité n'est plus maximum,  $\hat{s} < 1$ . Les sélectivités ainsi calculées sont ensuite lissées par une moyenne mobile sur trois classes.

## 6.- 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 linéarisée, FiSAT sélectionne automatiquement le domaine linéaire en proposant une estimation de  $Le$ . Mais le logiciel laisse le choix à l'utilisateur de modifier ou non cette valeur. Nous avons utilisé l'estimation donnée par FiSAT. Cette méthode d'estimation de la sélectivité conduite ici sur l'histogramme des captures cumulées entre 1986 et 1998, estompe les variations inter annuelles. On obtient une estimation de la sélectivité moyenne sur toutes les années disponibles.

Les calculs nécessitent la donnée des paramètres de croissance  $K$ ,  $L^\infty$  et  $t_0$ . Comme il est préconisé dans le Manuel FAO, 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 :

$$M = \exp [-0.01 - 0.279 \cdot \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.463 \cdot \ln(T)] \quad [8]$$

Enfin, les estimations de  $s$  retenues résultent d'un lissage, par moyenne mobile sur trois classes, des estimations données par FiSAT.

## 7.- CORRECTION DES DONNEES PAR LE FACTEUR DE SELECTIVITE

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  $N(L)$ . Le coefficient de sélectivité  $\hat{s}$  est une estimation du rapport entre les captures observées et les captures que l'on devraient observer si la capturabilité était constante pour toutes les classes de taille. Afin de travailler sur la base de captures commerciales qui reflètent le mieux possible la structure de la vraie population, on peut corriger les données de capture par le facteur de sélectivité calculé pour obtenir des captures corrigées :

$$C_{cor}(L) = \frac{C(L)}{\hat{s}} \quad [9]$$

qui sont ensuite lissées par moyenne mobile sur trois classes.

### ***Reconduction de l'analyse sur les données corrigées par le facteur de sélectivité***

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

## 8.- MORTALITE 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 lorsque il s'agit de stock 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 ici les résultats donnés par plusieurs modèles prédictifs différents :

### ***Le modèle de Pauly (Pauly & Moreau, 1997, Chap. 8.3.5.2)***

C'est une méthode classique d'évaluation de  $M$  par la formule

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

où  $K$  et  $L_{\infty}$  sont les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy et  $T$  la température moyenne de surface de l'eau (en  $^{\circ}\text{C}$ ). On utilisera cette formule en prenant les valeurs  $T = 25^{\circ}\text{C}$ , et la valeur de  $L_{\infty}$  obtenue 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.

### ***Les deux formules de Ralston***

Pour Ralston & Polovina (1987, Chap. 8), les Lutjanidés et les Serranidés vérifieraient d'autres modèles prédictifs d'estimation de  $M$  à partir du paramètre  $K$  seulement :

$$M = 0.0189 + 2.06 \cdot K$$

$$M = -0.0666 + 2.52 \cdot K$$

Ralston & Polovina (1987) 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-dessus 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.

**L'équation de Rikhter & Efanov**

Rikhter & Efanov (Manuel FAO, Chap. 4.7.3) ont suggéré une formule empirique d'estimation de M à partir de l'âge auquel 50 % des individus sont sexuellement matures, noté  $T_{m50\%}$  :

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

On peut évaluer M pour la population de vivaneau en se servant de la taille (LF) à laquelle 50 % des individus sont matures, donnée par Pérodou (1994) :  $T_{m50\%} = 32$  cm.

**9.- RESULTATS**

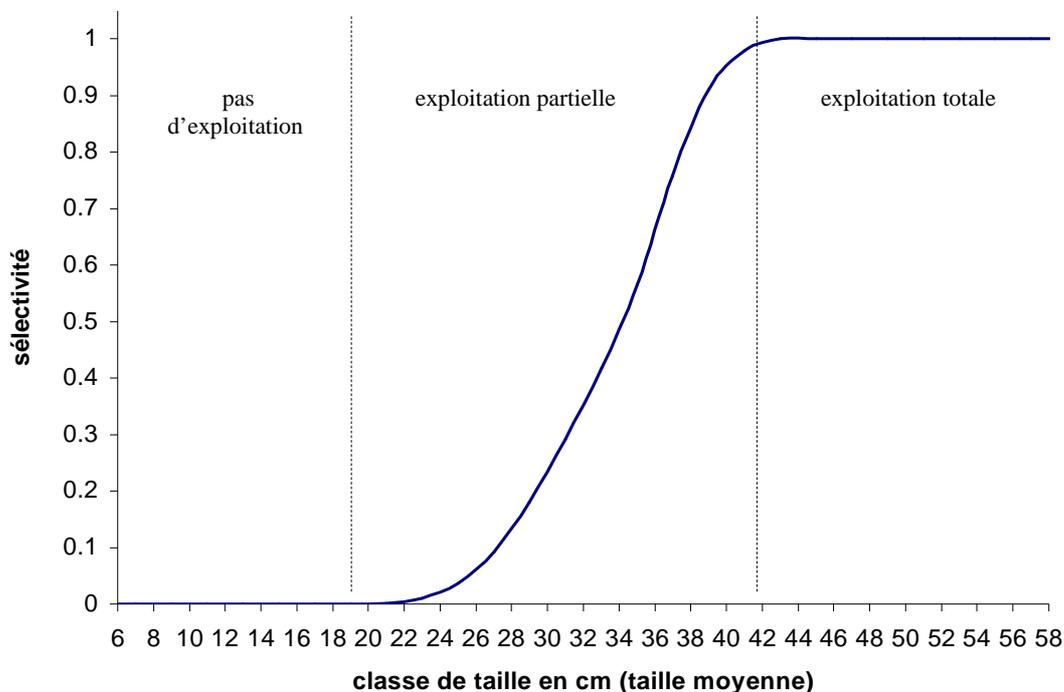
Les résultats des différentes méthodes d'estimation des paramètres appliquées aux données de captures non corrigées et corrigées sont présentées ensembles dans la deuxième partie de ce chapitre.

**9.1.- Estimation de la sélectivité et impact de la correction sur les données de capture**

*Aperçu des histogrammes de captures non corrigés*

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.

*Estimation de la sélectivité et courbe de captures linéarisée*



**Figure 1.-** Estimation de la sélectivité. La sélectivité n'est pas estimée pour les classes de taille  $L < L_e$ . Lissage de la sélectivité 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.

**Tableau XII.-** 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.

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

L'analyse de la courbe de capture  $\ln(C(L)/\Delta(t)) = f(t(L))$  révèle que la longueur de pleine capturabilité la plus probable est  $L_e = 38$  cm, que les vivaneaux atteignent vers l'âge de 4 ans. Le tableau XII donne les résultats de la régression linéaire  $\ln(C(L)/\Delta(t)) = a - Z \cdot t$  pour  $L \geq 38$  cm. La figure 1 montre l'estimation de la sélectivité. 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  $\hat{s} = 0$ , ici  $L = 19$  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  $L_c \geq L_r$ . 19 cm. 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  $Z = 0.70$ , la mortalité naturelle  $M = 0.28$  (formule de Pauly modifiée ans FISAT) et on en déduit la mortalité par pêche  $F = 0.42$  (tableau XIII).

**Tableau XIII.-** 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,  $t_0 = -2.00$ ,  $T = 25$  °C.

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

### **Données corrigées**

Les données corrigées par l'estimation de la sélectivité sont présentées en fin de chapitre. Du fait de l'absence totale de captures pour les classes de taille  $< 19$  cm, les captures même corrigées restent nulles pour  $L < 19$  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.

## **9.2.- Estimation des paramètres de croissance**

### **Méthode de Powell Wetherall**

**Tableau XIV.-** Résultats de la méthode de Powell Wetherall. Données de captures non corrigées et corrigées 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 Pérodou (1994) est  $L_e = 41$  cm, qui correspond ici à  $L' = 40$  cm.

$L'$ (LF en cm) (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
<b>40</b>	<b>104.0</b>	<b>102.9</b>
42	97.9	97.5

### Méthode de Gulland & Holt

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

	$A$ $= K.L_\infty$ (cm . j <sup>-1</sup> )	$b$ $= -K$ (j <sup>-1</sup> )	$K = -b*365$ (année <sup>-1</sup> )	$L_\infty = -a/b$ (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	[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
Écart type	2.168 E-3	4.585 E-5	/	/
Intervalle de confiance	[2.851 E-2 ; 3.718 E-2]	[-3.947 E-4 ; -2.113 E-4]	[0.077 ; 0.144]	/

### Méthode du maximum de vraisemblance (Analysis of Length at age Data)

**Tableau XVI.-** Résultats de la procédure Analysis of Length at Age Data. Données de capture non corrigées et corrigées 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.

	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
Écart type	0.028	16.335	0.344	0.020	9.945	0.162

### Apport de la correction par la sélectivité

Les résultats obtenus avec les données corrigées sont très comparables à ceux obtenus avec les données non corrigées. La méthode semble donc robuste aux variations dans les captures. Si les estimations des paramètres sont très comparables, on retient néanmoins que l'utilisation des données corrigées permet de réduire la dispersion des distributions des estimateurs (réduction des écarts type et des intervalles de confiance) obtenus par les deux méthodes de Gulland & Holt et du Maximum de Vraisemblance.

## 10.- MORTALITE NATURELLE PAR LES MODELES PREDICTIFS

**Tableau XVII.-** 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  $T = 25$  C,  $L_{\infty} = 105$ . La formule de Rikhter & Efanov est utilisée avec  $T_{m50\%} = 3.03$  ans (obtenue avec  $LF_{50\%} = 32$  cm,  $L_{\infty} = 105$ ,  $t_0 = 0$ ).

<b>K</b>	<b>Pauly</b>	<b>Ralston</b> $M = 0.0189 + 2.06 \cdot K$	<b>Ralston</b> $M = -0.0666 + 2.52 \cdot K$	<b>Rikhter &amp; Efanov</b>
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

Pour mémoire, la valeur de  $M = 0.35$  est évoquée par Ralston pour *L. purpureus* (d'après Ménezes & Geisteira, 1974).

### 11.- CONCLUSION SUR LES VALEURS RETENUES POUR LES PARAMETRES ESTIMES

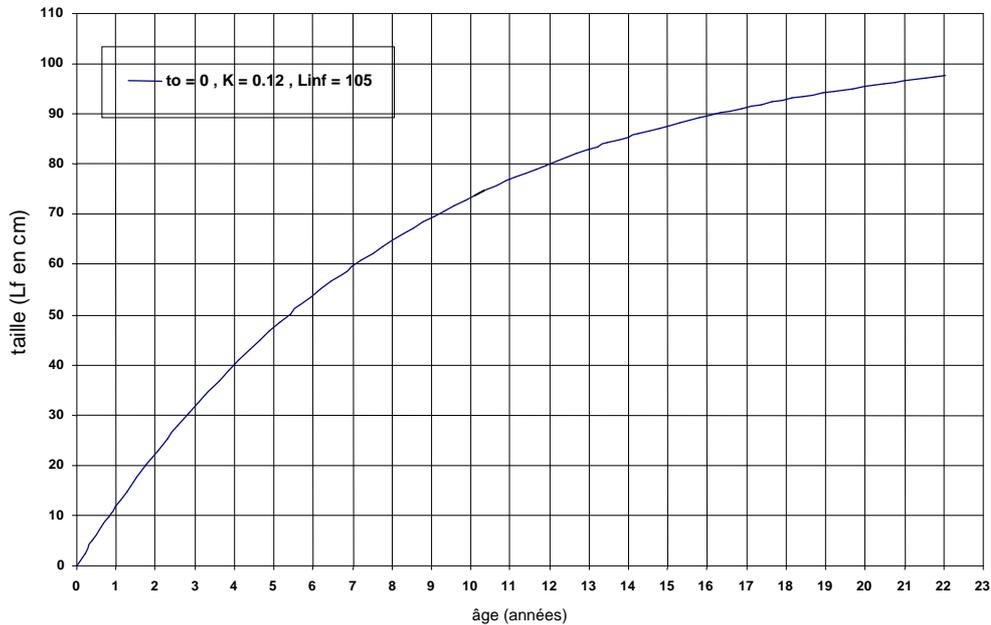
Les données corrigées sont les plus représentatives de la structure de la population. On retiendra les résultats donnés par leur analyse.

**Tableau XVIII.-** Valeurs retenues pour les paramètres de croissance et d'exploitation

$K$	= 0.12
$L_{\infty}$	= 105
$t_0$	= 0
$Le$ = 41 cm	(Longueur fourche de pleine exploitation)
$Lr$ = 19 cm	(Longueur fourche à la première capture ( $\cong Lr$ ))
$L_{50\%}$ = 34 cm	(Longueur fourche à exploitation = 50 %)
$L_{75\%}$ = 36 cm	(Longueur fourche à exploitation = 75 %)
$M$ = 0.29	(Mortalité naturelle)
$Z$ = 0.70 pour $LF \geq 41$ cm	(Mortalité totale)
$F$ = $Z - M = 0.41$ pour $LF \geq 41$ cm	(Mortalité par pêche)
Taux d'exploitation	= 0.60 pour $LF \geq 41$ cm

**Tableau XIX.-** Clef taille – âge pour les vivaneaux rouge des côtes de Guyane, correspondant aux valeurs suivantes pour les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.  $K = 0.12$ ,  $L_{\infty} = 105$  cm,

âge (années)	Taille (LF en cm)	âge (années)	Taille (LF en cm)
1	11.9	11	77.0
2	22.4	12	80.1
3	31.7	13	82.9
4	40.0	14	85.4
5	47.4	15	87.6
6	53.9	16	89.6
7	59.7	17	91.3
8	64.8	18	92.9
9	69.3	19	94.3
10	73.4	20	95.5



**Figure 2.-** : Courbe de croissance de Von Bertalanffy obtenue avec les paramètres estimés.

## 12.- DISCUSSION

### 12.1- Connaissances *a priori* et objectivité dans le sclicing

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 la subjectivité de l'analyste. Ces méthodes ont 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 Shepherd ou le programme ELEFAN. 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.

### 12.2.- Comparaison avec les paramètres de croissance de la littérature

Dans notre analyse, plusieurs méthodes permettent d'arriver à des résultats très proches ce qui donne plus de poids à ces estimations. D'autre part, les estimations des paramètres sont semblables à celles que l'on peut trouver dans la littérature (*tableau XX*).

Les valeurs des paramètres de croissance  $K$ ,  $L_{\infty}$  et  $t_0$  du stock guyanais semblent maintenant connues avec peu d'erreur. On confirme aussi que le stock guyanais est très proche des stocks brésiliens en ce qui concerne sa biologie.

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

**Tableau XX.-** Résultat de l'étude récente de Pérodou (1994) sur le stock guyanais.

	Données expérimentales		Données commerciales	
	$L_{\infty}$	$K$	$L_{\infty}$	$K$
Powell Wetherall			95.5	/
Eude de données Taille / Âge (analyse de cohortes)			/	0.12
Powell Wetherall			95.5	/
Étude de données Taille / Âge (analyse de cohortes)			/	0.12
ELEFAN	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 XXI.-** 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 États-Unis et du GoLFe du Mexique.

Source	Pays	Région	Méthodes	$L_{\infty}$ (cm)	$K$	$t_0$
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 GoLFe Mexique	Ecailles & 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

### 12.3.-Sélectivité

### **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, en l'occurrence l'hameçon et les autres causes de sélectivité (qu'il baptise 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.

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.

### **Évolution de la sélectivité entre 1986 à 1998**

Pour estimer les paramètres de croissance sur des données corrigées (tableau IIII), 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.

**Tableau XXII.-** Estimation de la sélectivité de 1986 à 1998. La méthode de calcul est la même que celle utilisée pour l'estimation de la sélectivité moyenne sur 13 années. 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 lissées par une moyenne mobile sur trois classes.

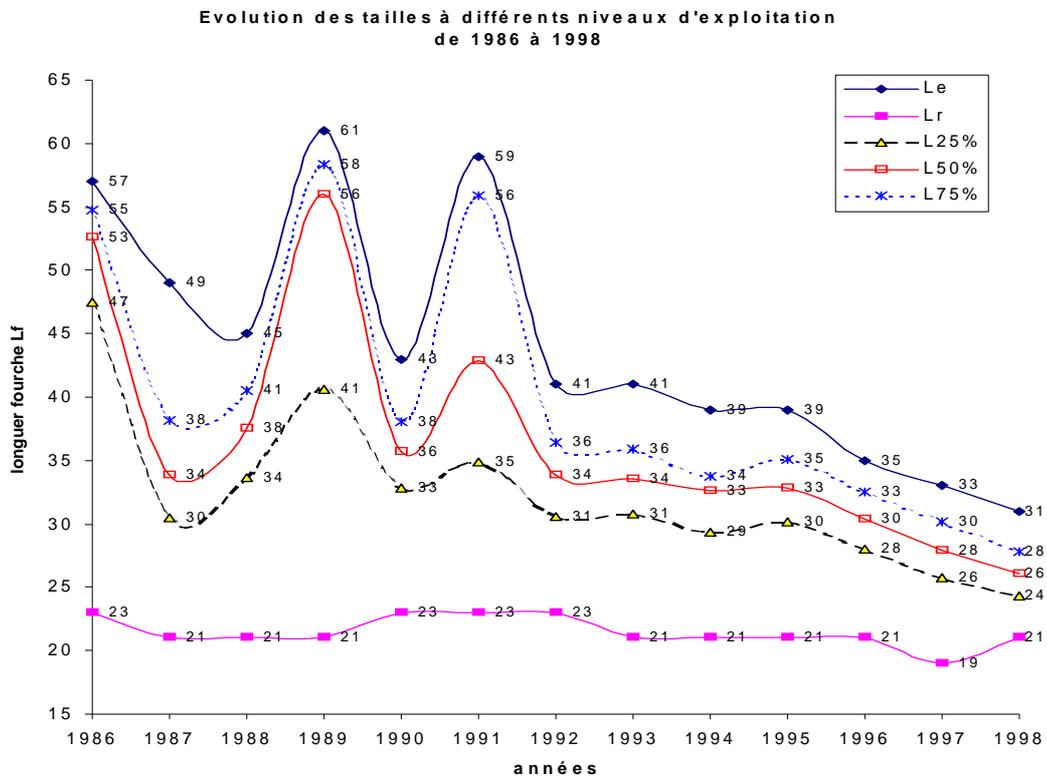
Données issues de Fisat

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Le</b>	57	49	45	61	43	59	41	41	39	39	35	33	31
<b>Lr</b>	23	21	21	21	23	23	23	21	21	21	21	19	21
<b>L25%</b>	47.43	30.48	33.66	40.64	32.82	34.89	30.62	30.79	29.35	30.14	27.99	25.73	24.3
<b>L50%</b>	52.64	33.88	37.57	55.95	35.7	42.82	33.87	33.55	32.63	32.82	30.41	27.88	26.06
<b>L75%</b>	54.76	38.15	40.5	58.33	38.08	55.87	36.42	35.9	33.79	35.11	32.53	30.14	27.8
<b>Z</b>	0.88	0.69	0.57	0.77	0.65	0.6	0.6	0.74	0.73	0.73	0.67	0.65	0.67

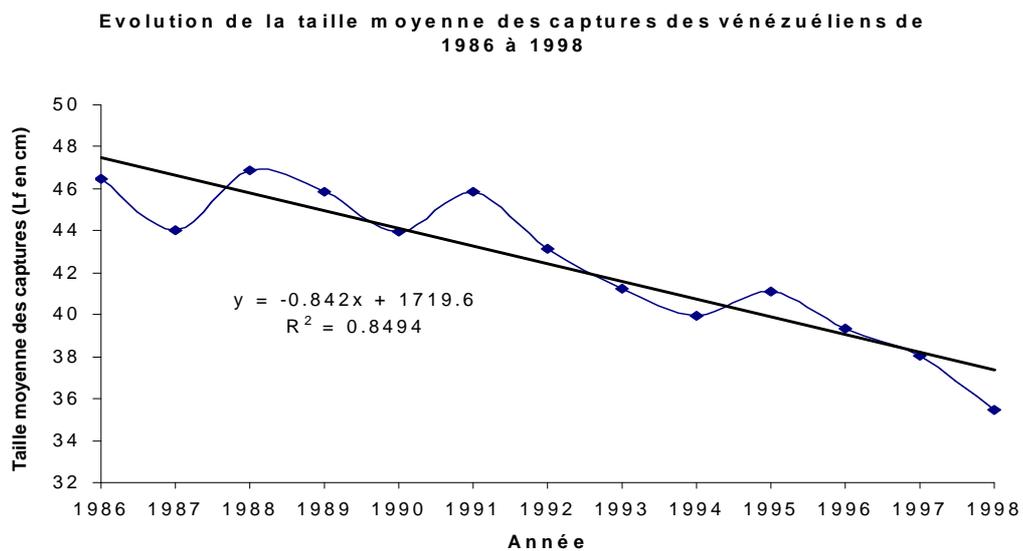
La figure 3 montre l'évolution des longueurs à la fourche à différents niveaux d'exploitation de 1986 à 1998, estimés à partir des courbes de sélectivité calculées pour les 13 années prises séparément. La tendance générale est très nette. Si la taille à la première capture reste constante au cours des 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  $LF = 57 \text{ cm}$  en 1986 et le sont dès  $LF = 31 \text{ cm}$  en 1998. La taille moyenne des captures chute de plus de 10 cm entre 1986 et 1998 (figure). Ce constat amène à faire un diagnostic inquiétant sur l'état de la ressource. Cette baisse de la taille des captures ne peut pas être imputée à un changement de la technique de pêche des vénézuéliens. Elle reflète plutôt le fait que dans la population, les gros vivaneaux sont de moins en moins nombreux, substitués par des vivaneaux de plus petite taille. Ce phénomène est observé par Charuau (1999, non publié), qui l'interprète 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.



**Figure 3.-** Évolution des tailles (longueur à la fourche LF) à divers niveau d'exploitation de 1986 à 1998.



**Figure 4.-** Évolution de la taille moyenne des captures (longueur à la fourche LF) dans les captures vénézuéliennes de 1986 à 1998.

## CHAPITRE IV ÉVALUATION DU STOCK DE VIVANEUX ROUGES (*Lutjanus purpureus*) EN GUYANE FRANÇAISE

### 1.- LA PECHERIE DE GUYANE FRANÇAISE DE VIVANEAU ROUGE

La zone d'aménagement est comprise entre la rivière Maroni, dans la partie Ouest, et la rivière Oyapock, dans la partie Est de la pêcherie (voir carte )

La surface potentielle de la pêcherie de vivaneau rouge couvre approximativement 26000 km<sup>2</sup>, entre les isobathes de 50 mètres et 120 mètres. Elle est exploitée sur les fonds rocheux et récifaux anciens par une flottille vénézuélienne de 41 ligneurs à main, licenciés et immatriculés principalement à Pampatar et Carupaño (Venezuela).

Les licences sont nominatives et gratuites.

Leur nombre est décidé par l'Union Européenne.

Les bénéficiaires sont désignés par l'autorité préfectorale en Guyane. En contrepartie, les patrons vénézuéliens ont pour obligation de vendre 75% de leur capture à deux transformateurs de Cayenne avec lesquels ils passent un contrat au moment de l'attribution des licences.

Une nouvelle pêcherie exploitée par les Antillais de la Martinique et de la Guadeloupe a commencé en 1996. Ils opèrent avec des nasses surtout sur les fonds sablo-vaseux. Cette pêcherie a également pour espèce-cible le vivaneau vermillon ou vivaneau ti yeux (*Rhomboplites aurorubens*) et le vivaneau rayé (*Lutjanus synagris*).

Pour cette évaluation, il est fait l'hypothèse que la nouvelle activité est trop récente et trop modeste pour introduire des tendances particulières sur la pêcherie en 1997 et 1998. Il est vraisemblable que pour les évaluations futures il sera important de tenir compte de ce nouveau "métier" exploitant le vivaneau rouge.

Quand les navires vénézuéliens retournent à leur base, une fois par trimestre, ils quittent les eaux de Guyane française avec dans leurs cales l'équivalent de 25% du total de leur capture effectuée pendant les 3 mois que dure leur campagne. Dans les analyses précédentes, on ne tenait pas compte de cette quantité qui a été intégrée à la présente évaluation. Pour rétablir un niveau cohérent du temps de pêche, une approximation est faite en affectant l'effort global du même coefficient.

Le calendrier de l'activité de cette flottille est marquée par deux évènements:

- D'avril à juin, il y a une diminution de l'effort mensuel (*figure 7*), durant la période maximale des pluies en Guyane française.
- A la fin de novembre et au commencement de décembre, ils retournent au Venezuela et reviennent sur la pêcherie en février suivant.

L'activité des crevettiers est une source très importante de mortalité pour les jeunes vivaneaux rouges. Des évaluations préliminaires du nombre de juvéniles capturés durant des campagnes scientifiques par un crevettier typique donne des nombres très élevés de 1.5 millions à 2 millions d'individus capturés, de 5 cm à 30 cm par la flotte de Guyane française.

Un résumé de l'historique connu de cette pêcherie, de 1986 à 1998, est donné ci-dessous (*figures 5 à 11 et tableau XXIII*).

### 2.- DONNEES ET PARAMETRES BIOLOGIQUES

Les compositions en taille de la production vénézuélienne de vivaneau rouge ont été échantillonnées depuis 1985 (*tableau XXIV*).

Il n'existe pas de données sur les rejets et en fait, les très petits poissons, probablement invendables, sont utilisés comme appâts pour les hameçons. La quantité d'appât (la sardine pêchée dans le Golfe de Paria) est souvent insuffisante pour couvrir leurs besoins durant tout le voyage sur le plateau Guyano-brésilien.

Les paramètres biologiques du vivaneau rouge sont donnés au *tableau XXIV*. Les paramètres de croissance et la valeur de la mortalité naturelle sont de Perodou (un travail non-publié en 1994). Des travaux préliminaires utilisant le programme ELEFAN ont été réalisés en 1998. Ils donnent des évaluations cohérentes avec les valeurs calculées par Perodou.

Du point de vue géographique, ces paramètres sont intermédiaires entre ceux calculés au Venezuela et au Brésil.

Dans ce document, les tailles de poissons se réfèrent à la longueur à la fourche caudale en centimètres.

### **3.- COMMENTAIRES SUR LA QUALITE GENERALE DES PARAMETRES D'ENTREE.**

Les compositions en taille du vivaneau rouge, à partir de 1986, sont disponibles sur une base mensuelle d'échantillonnages. Ils concernent exclusivement les tonnages débarqués à Cayenne, seul point de débarquement en Guyane. Les quantités débarquées pendant le retour au Venezuela ne sont pas échantillonnées.

Aucun programme d'échantillonnage systématique des rejets n'a jamais été programmé, aussi bien sur les crevettiers guyanais que sur les ligneurs vénézuéliens.

Des informations sur la composition des débarquements et les nombres d'heures pêchées par marées sont données par les livres de bord. La situation géographique exacte des captures est donnée par le patron pour une zone et une profondeur donnée (voir carte).

Dans la présente évaluation, les séries 1988 à 1998 ont été retenues pour les analyses de cohortes sur les longueurs (LCA) et la série complète (1986-1998) pour la VPA.

### **4.- DEBARQUEMENTS**

Comme pour les crevettes pénéidés, la capture de vivaneaux n'est pas triée à bord et les productions des trois espèces, *Lutjanus purpureus*, *Lutjanus synagris* et *Rhomboplites aurorubens* sont estimées à travers l'échantillonnage scientifique. (*tableaux XXIV et XXV*).

Les débarquements sont en étroite relation avec l'effort (*figure 6*), mais il n'y a pas de relation entre l'effort et les débarquements par unité d'effort (*figure 8*).

Cependant et en dépit du contrôle de l'utilisation des licences à Cayenne, il est vraisemblable qu'une part de la capture peut être vendue à Paramaribo, au Surinam, et que le pourcentage qui retourne au Venezuela ne correspond pas aux 25% présumés.

Il faut également ajouter les captures des flottilles étrangères non-autorisées. Il est vraisemblable que les quantités de vivaneaux débarquées à Cayenne et incluses dans ce rapport sont sous estimées.

Dans les séries utilisées, trois années sont sujettes à caution et restent atypiques dans les analyses. En 1986 et 1987, la réglementation venait juste d'être instaurée et le système de licences ne fonctionnait pas correctement. En 1996, de la même manière, il y a eu une importante augmentation de l'effort sur la pêcherie de Guyane française. La liste des navires licenciés était révisée tous les quinze jours, ce qui permettait de remplacer les navires quittant périodiquement la pêcherie.

La capture accessoire de cette pêcherie à la ligne comprend une dizaine d'espèces de mérus qui ne sont pas débarqués à Cayenne, des carangidés variés, des requins pélagiques qui sont traités à bord (salés et séchés) et, de façon saisonnière, des tazards (*Scomberomorus* ou king mackerel).

## **5.- EFFORT**

De 1986 à 1998, les chiffres du *tableau XXIII* correspondent à l'effort total des ligneurs vénézuéliens.

Les chiffres annuels utilisés pour l'évaluation de *Lutjanus purpureus* sont donnés au *tableau XXVI* pour la LCA et au *tableau XXVII* pour la VPA.

L'effort total suit exactement le nombre de navires (*figure 5*).

Pour les raisons exposées ci-dessus, les années 1986, 1987 et 1996 sont atypiques. Le calcul de l'effort semble avoir été sous-estimé ces années-là.

## **6.- LPUE (LANDING PER UNIT EFFORT)**

La LPUE de la flottille pêchant le vivaneau rouge montre peu de variations saisonnières. Elle fluctue autour de 28 kg/heure (*tableau XXIII, figure 7*). Elle est cependant plus élevée durant les 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> trimestres.

## **7.- TAILLES MOYENNES DANS LES DEBARQUEMENTS**

Les tailles moyennes dans les débarquements (*figure 10*) sont disponibles depuis 1986 seulement. On constate une diminution très importante de la taille des vivaneaux rouges dans les débarquements depuis 1991.

Mais il n'y a aucune évidence que les petits vivaneaux rouges soient particulièrement recherchés. La taille des hameçons (#5 et #6) a été vérifiée en mer et il n'y a pas eu de modification pour des tailles plus petites. La sélectivité n'a donc pas changé.

## **8.-EVALUATIONS**

Deux méthodes ont été utilisées pour évaluer le stock de *Lutjanus purpureus* de Guyane française.

- L'analyse de cohortes sur les tailles, cette analyse est faite en utilisant la moyenne annuelle des compositions en taille de 1988 à 1998. Une analyse du rendement par recrue est également proposée.
- Des essais sont faits pour fractionner les compositions en taille et les transformer en compositions en âge sur toute la série de données, selon les paramètres biologiques de l'espèce. Les compositions en âge sont utilisées pour lancer une VPA calibrée selon la méthode proposée par le laboratoire de Lowestoft dans le programme VPA95. Une analyse du rendement par recrue  $Y/R$  et de la biomasse de géniteurs par recrue  $SSB/R$  est également proposée grâce au modèle de Thompson et Bell.

### **8.1.- Analyse de cohortes sur les tailles**

La LCA a été lancée sur une moyenne des compositions en taille, de 1988 à 1998.

Les données d'entrée et les résultats figurent au *tableau XXV*.

Le  $F$  terminal choisi est  $F = 0.25$

Les valeurs de  $F$  sont également données sur la *figure 12*.

La courbe Y/R (*figure 13*) montre que le rendement optimal par recrue est dépassé de 25%.

## **8.2- Analyse de cohortes sur les âges**

Les compositions en taille pour les années 1986 à 1998 ont été divisées en 9 groupes d'âges vrais (plus-group à 10 ans), grâce au programme de "slicing" de Lowestoft (1994) (*tableau XXVII*). La VPA a été calibrée également grâce au programme VPA95.

Comme c'est une nouvelle méthode d'évaluation pour ce stock, l'étalonnage a été fait avec les options par défaut sur la série réduite des années 1993 à 1998.

La capturabilité pour tous les âges est définie par hypothèse comme indépendante de la taille du stock.

Il est évident que la nouvelle situation pendant les trois dernières années est une conséquence de l'accroissement de F dû à une augmentation de l'effort en 1996, et qui s'est poursuivie en 1997 et 1998. (*figures 5 et 6*)

Pour modérer la tendance à l'augmentation de la biomasse, le calcul des nombres par âge a été fait de la manière suivante. Il a été décidé de corriger les nombres à l'âge 1 en 1996, 1997 et 1998 (*tableau XXIX*). Pour procéder à cette correction à partir de 1998 et en remontant le temps, les nombres aux âges 1 to 4 de la composition en âges de 1999 (au 1<sup>er</sup> Janvier) ont été remplacés par les nombres aux mêmes âges en utilisant la moyenne arithmétique sur la série 1990-1995. Cet intervalle de temps a été choisi parce qu'il se situe à l'extérieur de la tendance actuelle.

Les résultats corrigés (*table XXIX*) de la VPA finale sont présentés dans les *tableaux XXVIII à XXX* et aux *figures 14 à 20*.

Le F moyen sur les âges 3 à 7 a augmenté de 1986 à 1997 avec l'accroissement de l'effort. Ainsi F est en relation plus ou moins étroite avec la production, avec le rapport entre les débarquements et la biomasse totale et avec le recrutement.

Les tendances à l'accroissement de la biomasse et de F sont importantes et pour les analyser, des VPA rétrospectives ont été faites. La méthode consiste à lancer des VPA multiples avec un nombre minimum d'années pour la première série et d'en accroître le nombre d'une année à chaque analyse.

Pour l'analyse rétrospective en cours, la première série était 1986-1991, la seconde 1986-1992, etc. soient 8 séries jusqu'à 1998. Les résultats sont donnés sur les *figures 21 et 22*.

## **9.-RELATION STOCK RECRUTEMENT**

Le recrutement est représenté en fonction de la SSB de l'année précédente (*figure18*). Cette représentation montre une forte relation entre les deux variables. Mais il est difficile de décider si ce recrutement est un vrai recrutement ou d'une migration de juvéniles et de jeunes individus à partir des fonds sablo-vaseux.

## **10.- LE RENDEMENT PAR RECRUE SELON LE MODELE DE THOMPSON ET BELL**

Des calculs du rendement et de la biomasse par recrue ont été effectués à partir des résultats de la VPA. (*tableau XXXI et figure 23*)

Les résultats (50% de la MSY) sont plus pessimistes que la Y/R calculée avec la LCA. La raison en est probablement la différence dans le calcul du F de référence.

## **11.- COMMENTAIRES GENERAUX SUR LA QUALITE DE L'EVALUATION**

Les paramètres de croissance restent une des sources principales d'incertitude de ces évaluations. Les autres sources d'incertitude sont liées au mode d'estimation des captures et de l'effort et également de la composition en taille annuelle des rejets.

## 12.- CONSIDERATIONS SUR L'AMENAGEMENT DE LA PECHERIE

Les évaluations antérieures de ce stock ont été faites en 1991. Le diagnostic utilisait également l'analyse de cohortes sur les longueurs et la courbe de rendement par recrue, les conclusions allaient dans le même sens que celles auxquelles on arrive actuellement.

Dans les deux cas, on observe des symptômes de surexploitation qui ne se sont jamais vraiment manifestés, puisque la biomasse conserve un niveau quasi constant.

La corrélation de F avec l'effort ou les débarquements (*figures 14 et 16*) peut être interprétée comme évidente.

La relation entre F et le recrutement annuel à l'âge 1 (*figure 15*) n'est pas claire.

Par ailleurs,

\*Il y a une forte relation entre le nombre de vivaneaux rouges de 9 ans pêchés et le nombre de recrues (*Figure 19*).

\*Le nombre de jeunes poissons dans les débarquements (*Figure 9*) a été multiplié par 7 durant la période 1986-1997.

\*Le vivaneau rouge est cannibale et territorial. Ce qui veut dire que lorsqu'un gros vivaneau rouge est pris:

-. une source de mortalité naturelle pour les juvéniles est directement éliminée

-. le récif ou la formation rocheuse où vit la population, peut abriter plus de petits qui migrent à partir des fonds avoisinants.

La stratégie des ligneurs vénézuéliens est très dynamique. Ils recherchent les formations rocheuses et récifales à l'aide du GPS et du sondeur. Ils passent ainsi très rapidement de l'une à l'autre. Lorsqu'ils en ont repéré une, ils tournent très rapidement au-dessus. Ce qui provoque un mouvement du poisson aux abords du rocher et une réaction immédiate vis à vis de l'hameçon.

L'hypothèse d'une migration des petits individus à partir des vasières avoisinantes expliquerait bien cet état de fait. Les petits poissons attendent leur tour pour accéder au récif et de nombreux petits individus se substituent aux individus âgés éliminés du récif par la pêche.

Le pourcentage de petits poissons capturés par les navires de La Martinique et de La Guadeloupe opérant sur les fonds sablo-vaseux est important et il semble que ces fonds doivent être assimilés à des nourriceries pour le vivaneau rouge. La même observation est faite pour les crevettiers qui pêchent sur les vasières côtières une grande quantité de petits vivaneaux.

D'un autre côté, il est très difficile de vérifier si le cannibalisme entre pour une part importante dans la diète du vivaneau rouge. En 1997, des observations ont été faites à la mer, mais les contenus de tous les estomacs étaient en fin de digestion. Ce qui correspond à un état normal pour un poisson qui mord à l'hameçon.

**TABLEAU XXIII.- DEBARQUEMENTS, EFFORT ET CPUE DE *Lutjanus purpureus* SUR LA PECHERIE DE GUYANE FRANÇAISE, DE 1986 A 1997.**

Année	N° de navires licenciés		N° moyens de navires à la mer	Effort en jours	Effort en heures	Débarquements en tonnes	CPUE (kg par heure)
	Venezuela	Barbados*					
1986	20	5	9	1409	15635	677	50.6
1987	25	5	10	2875	33846	716	23.4
1988	25	5	13	2973	30951	1116	36.5
1989	35	5	20	5200	53234	1366	24.8
1990	35	5	18	4559	48898	1278	25.5
1991	35	5	20	4638	45879	1115	24.4
1992	41	5	18	5360	44700	1197	26.4
1993	41	5	19	4516	43844	1383	29.4
1994	41	5	20	4953	44580	1468	31.3
1995	41	5	17	5284	48996	1462	28.4
1996	41	5	27	9001	71645	2110	31.9
1997	41	5	23	7478	64729	1578	24.6
1998	41	5	28	7891	71244	1840	23.0

\* Des licences sont octroyées par l'Union Européenne aux pays ACP, mais n'ont jamais été utilisées par la Barbade

**TABLEAU XXIV.- DONNEES ET PARAMETRES BIOLOGIQUES POUR *Lutjanus purpureus*, EN GUYANE FRANÇAISE**

Échantillonnage	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Flotte/Engin de pêche/ hameçon	Vénézuélienne / Ligne à main / #5 et #6										
Nombres d'échantillons	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
N° moyen de vivaneaux par échantillon	324	602	288	282	575	426	374	291	270	175	388
<b>Biométrie</b>											
Paramètres	<b>valeurs</b>						<b>sources</b>				
Croissance - <b>K</b> année <sup>-1</sup>	0.12						Pérodou 1994				
Croissance - <b>L infini</b>	95.0 cm (longueur à la fourche )										
Mortalité naturelle <b>année</b> <sup>-1</sup>	0.20										
Âge à 100% mature	4 ans										
Relation longueur/poids: <b>a</b>	0.01489						Prevost 1988				
Relation longueur/poids: <b>b</b>	3.01767										
Poids nominal /Poids éviscéré	1.105										
Longueur totale / longueur à la fourche	1.087										

**Tableau XXV.- Captures nominales en tonnes de vivaneaux par la flottille vénézuélien en Guyane française**

	<i>Lutjanus purpureus</i>	<i>Rhomboplites aurorubens</i>	<i>Lutjanus synagris</i>
1986	677	17	1
1987	716	18	1
1988	1116	32	4
1989	1366	35	3
1990	1278	51	3
1991	1115	19	1
1992	1197	94	3
1993	1383	135	1
1994	1468	60	4
1995	1462	119	4
1996	2110	137	10
1997	1578	117	10
1998	1840	179	2

**Table XXVI .- Paramètres d'entrée et résultats de l'analyse de cohortes sur les longueur (LCA)**  
*Lutjanus purpureus* en Guyane française

1988-1998 <i>Lutjanus purpureus</i> en Guyane française		L. infini= 95 cm					K= 0.12		
longueur à la fourche caudale en cm	Nombres capturés	M	dT	FdT	F	Z	ZdT	survivants	
20	182	0,2	0,1119	0,0001	0,0008	0,2008	0,0225	2090638	
21	308	0,2	0,1134	0,0002	0,0013	0,2013	0,0228	2044206	
22	1191	0,2	0,1149	0,0006	0,0052	0,2052	0,0236	1998069	
23	2873	0,2	0,1166	0,0015	0,0128	0,2128	0,0248	1951482	
24	6506	0,2	0,1182	0,0035	0,0293	0,2293	0,0271	1903679	
25	12356	0,2	0,1199	0,0068	0,0565	0,2565	0,0308	1852772	
26	19988	0,2	0,1217	0,0113	0,0931	0,2931	0,0357	1796661	
27	31650	0,2	0,1235	0,0187	0,1511	0,3511	0,0433	1733728	
28	39684	0,2	0,1253	0,0245	0,1955	0,3955	0,0496	1660183	
29	49577	0,2	0,1272	0,0323	0,2538	0,4538	0,0577	1579904	
30	55492	0,2	0,1292	0,0384	0,2974	0,4974	0,0643	1491263	
31	59018	0,2	0,1312	0,0437	0,333	0,5330	0,0699	1398447	
32	67795	0,2	0,1333	0,0541	0,4059	0,6059	0,0808	1303976	
33	63030	0,2	0,1355	0,0546	0,4028	0,6028	0,0817	1202772	
34	65930	0,2	0,1377	0,0622	0,4515	0,6515	0,0897	1108438	
35	64699	0,2	0,1401	0,0669	0,4779	0,6779	0,0949	1013298	
36	63602	0,2	0,1425	0,0726	0,5094	0,7094	0,1011	921515	
37	63415	0,2	0,1449	0,0804	0,5546	0,7546	0,1094	832935	
38	57540	0,2	0,1475	0,0814	0,5521	0,7521	0,1109	746641	
39	54116	0,2	0,1502	0,0858	0,5713	0,7713	0,1158	668245	
40	49677	0,2	0,1529	0,0886	0,5791	0,7791	0,1191	595171	
41	39931	0,2	0,1558	0,0799	0,5127	0,7127	0,1110	528326	
42	38431	0,2	0,1587	0,0862	0,5429	0,7429	0,1179	472811	
43	34603	0,2	0,1618	0,0874	0,5401	0,7401	0,1198	420214	
44	28469	0,2	0,1650	0,0808	0,4897	0,6897	0,1138	372788	
45	25575	0,2	0,1684	0,0814	0,4835	0,6835	0,1151	332686	
46	19264	0,2	0,1718	0,0684	0,3979	0,5979	0,1027	296525	
47	17260	0,2	0,1754	0,0679	0,387	0,5870	0,1030	267575	
48	14671	0,2	0,1792	0,0639	0,3563	0,5563	0,0997	241392	
49	13322	0,2	0,1832	0,0641	0,35	0,5500	0,1007	218485	
50	12726	0,2	0,1873	0,0679	0,3625	0,5625	0,1053	197548	
51	11389	0,2	0,1916	0,0675	0,3524	0,5524	0,1058	177798	
52	9670	0,2	0,1961	0,0636	0,3245	0,5245	0,1028	159943	
53	7631	0,2	0,2008	0,0555	0,2761	0,4761	0,0956	144311	
54	6497	0,2	0,2058	0,0519	0,2521	0,4521	0,0930	131152	
55	6944	0,2	0,2110	0,0612	0,2899	0,4899	0,1034	119501	
56	5471	0,2	0,2165	0,0533	0,2461	0,4461	0,0966	107766	
57	5475	0,2	0,2222	0,0589	0,265	0,4650	0,1033	97847	
58	4957	0,2	0,2283	0,0592	0,2592	0,4592	0,1048	88240	
59	3584	0,2	0,2348	0,0473	0,2013	0,4013	0,0942	79457	
60	4041	0,2	0,2416	0,0589	0,244	0,4440	0,1073	72312	
61	2958	0,2	0,2488	0,0478	0,1921	0,3921	0,0976	64958	
62	3254	0,2	0,2564	0,0583	0,2274	0,4274	0,1096	58921	
63	2940	0,2	0,2646	0,0589	0,2224	0,4224	0,1118	52804	
64	2645	0,2	0,2732	0,0593	0,2169	0,4169	0,1139	47220	
65	3003	0,2	0,2825	0,0761	0,2694	0,4694	0,1326	42136	
66	2136	0,2	0,2924	0,0614	0,2101	0,4101	0,1199	36903	
67	2487	0,2	0,3031	0,0815	0,269	0,4690	0,1421	32733	
68	2337	0,2	0,3145	0,0887	0,2821	0,4821	0,1516	28396	
69	2367	0,2	0,3268	0,1056	0,323	0,5230	0,1709	24401	
70	1470	0,2	0,3402	0,0768	0,2257	0,4257	0,1448	20566	
71	1454	0,2	0,3547	0,0884	0,2493	0,4493	0,1594	17793	
plus group	8429	0,2			0,25	0,4500		15172	

**Tableau XXVII.- Données d'entrée de la VPA . Nombres de vivaneaux capturés par année  
*Lutjanus purpureus* en Guyane Française (Flottille vénézuélienne)**

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
AGE 1	9	8	7	7	7	10	21	26	30	27	110	168	334	
2	46	94	79	115	149	104	185	297	439	354	676	587	1105	
3	100	143	159	238	300	189	268	413	477	435	617	430	538	
4	84	97	132	170	174	121	144	186	193	216	268	182	172	
5	49	41	77	89	83	58	71	74	80	105	105	78	51	
6	33	24	43	51	45	37	42	38	37	42	55	40	24	
7	24	18	28	34	32	25	26	23	19	20	30	22	15	
8	13	14	23	24	18	26	20	17	14	13	20	14	13	
9	10	10	16	18	13	20	13	14	10	10	13	9	12	
plus-group	9	12	29	33	20	31	22	15	11	14	25	19	19	
	376	459	593	778	839	620	812	1101	1310	1235	1918	1549	2283	
Poids par âge (kg)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	plus group				
	0,311	0,570	0,966	1,486	2,115	2,821	3,541	4,283	5,016	6,353				
Mortalité naturelle														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	plus group				
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
	0													
Proportion d'individus matures par âge														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	plus group				
	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1				

Tableaux XXVIII to XXX.- Résultats de la VPA sur les âges pour *Luftanus purpureus* en Guyane française

Tableau XXVIII Fishing mortality F (at age)

YEAR	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1996-1998
AGE 1	0,0064	0,0059	0,0050	0,0057	0,0045	0,0053	0,0104	0,0124	0,0149	0,0125	0,0450	0,0574	0,1104	0,0709
2	0,0445	0,0904	0,0749	0,1072	0,1522	0,0892	0,1310	0,1994	0,3002	0,2442	0,4851	0,3577	0,6435	0,4954
3	0,1400	0,1912	0,2177	0,3351	0,4491	0,2953	0,3469	0,4815	0,5683	0,5518	0,8877	0,6644	0,6559	0,736
4	0,1807	0,1940	0,2731	0,3818	0,4395	0,3283	0,3847	0,4330	0,4359	0,5492	0,8101	0,7223	0,6164	0,7162
5	0,1806	0,1263	0,2330	0,2997	0,3252	0,2545	0,3283	0,3471	0,3346	0,4484	0,5683	0,5893	0,4542	0,5373
6	0,1487	0,1271	0,1883	0,2386	0,2437	0,2309	0,2962	0,2903	0,2964	0,2961	0,4510	0,4450	0,3480	0,4147
7	0,1432	0,1130	0,2134	0,2202	0,2316	0,2049	0,2606	0,2556	0,2323	0,2591	0,3513	0,3270	0,2927	0,3237
8	0,1341	0,1112	0,2029	0,2800	0,1731	0,2949	0,2481	0,2632	0,2523	0,2516	0,4315	0,2707	0,3156	0,3393
9	0,1581	0,1349	0,1813	0,2467	0,2334	0,3075	0,2455	0,2802	0,2471	0,2693	0,4139	0,3413	0,4212	0,3921
plus group	0,1581	0,1349	0,1813	0,2467	0,2334	0,3075	0,2455	0,2802	0,2471	0,2693	0,4139	0,3413	0,4212	
Mean F 3-7	0,1586	0,1503	0,2251	0,2951	0,3378	0,2628	0,3233	0,3615	0,3735	0,4209	0,6137	0,5496	0,4734	

Tableau XXIX.- Nombres de poissons dans le stock au début de l'année

Numbers\*10\*\*3

Moy. Arith.

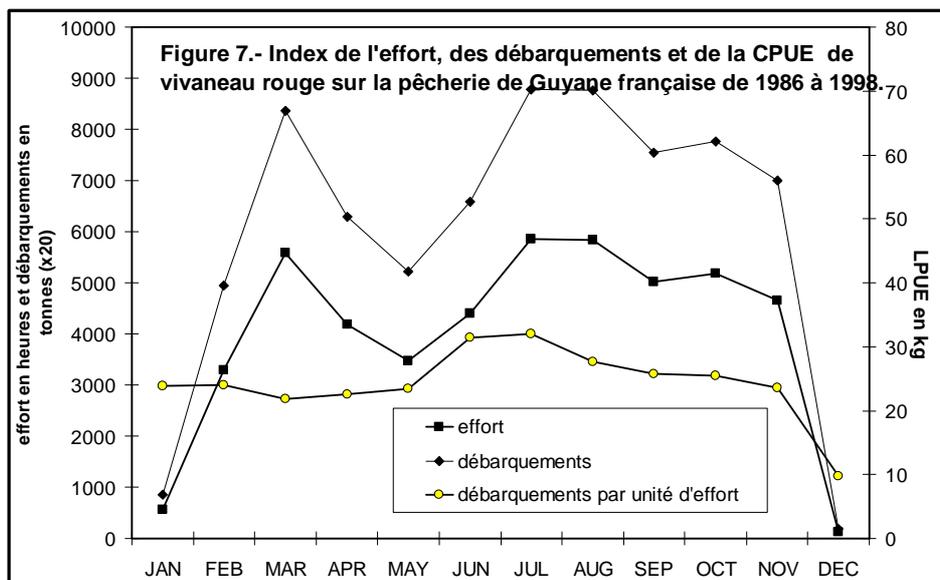
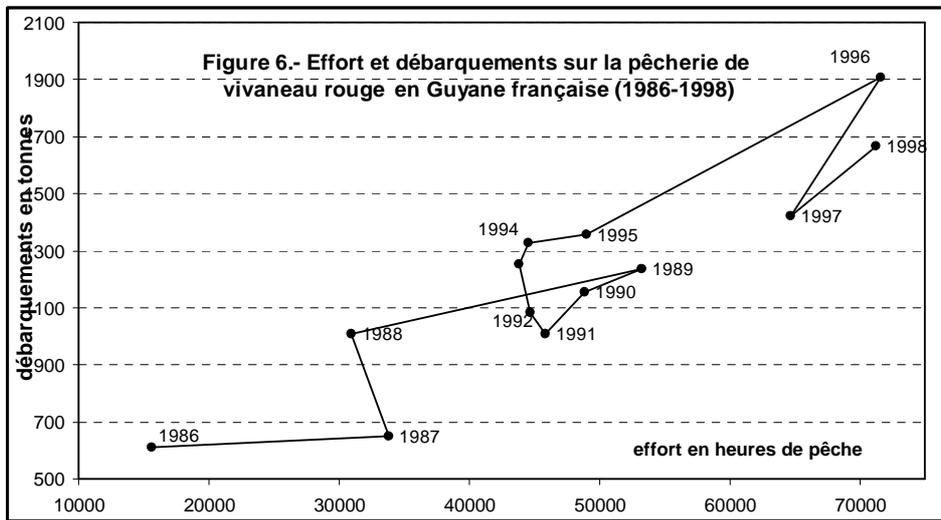
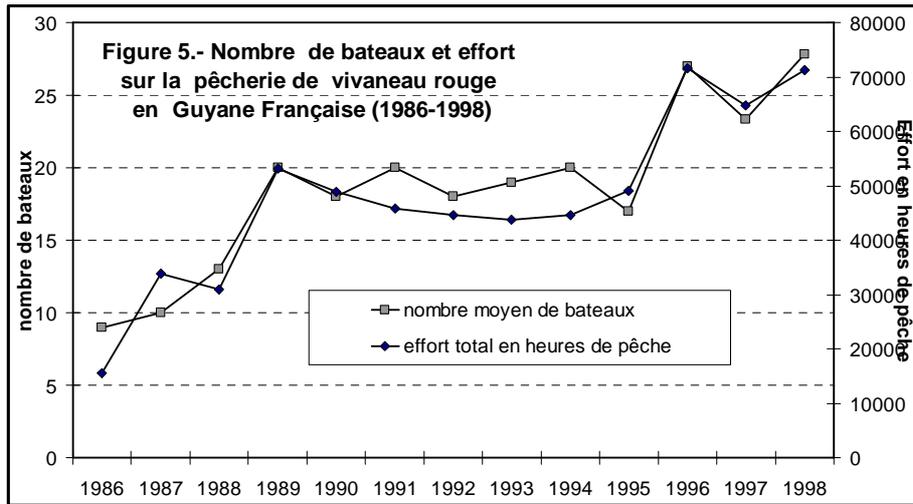
YEAR	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1990-1995
AGE 1	1477	1493	1528	1429	1656	2040	2238	2311	2241	2403	2860	3151	2197	2148	2148
2	1156	1202	1216	1244	1163	1349	1662	1813	1869	1807	1943	2239	2436	1611	1611
3	850	906	899	923	915	818	1011	1193	1216	1133	1159	979	1282	1048	1048
4	560	605	612	592	541	478	498	585	604	564	534	391	413	545	545
5	329	383	408	382	331	285	282	278	311	320	267	195	155	182	301
6	262	225	276	264	232	196	181	166	161	182	167	124	88	81	186
7	201	185	162	187	171	149	127	110	102	98	111	87	65	51	126
8	116	143	135	107	123	111	99	80	70	66	62	64	51	40	92
9	72	83	105	90	66	85	68	63	50	44	42	33	40	31	63
groupe +	68	102	194	164	103	127	109	67	54	64	80	73	62	55	87
TOTAL	5092	5327	5534	5384	5301	5638	6274	6667	6678	6681	7225	7336	6789	5791	6206

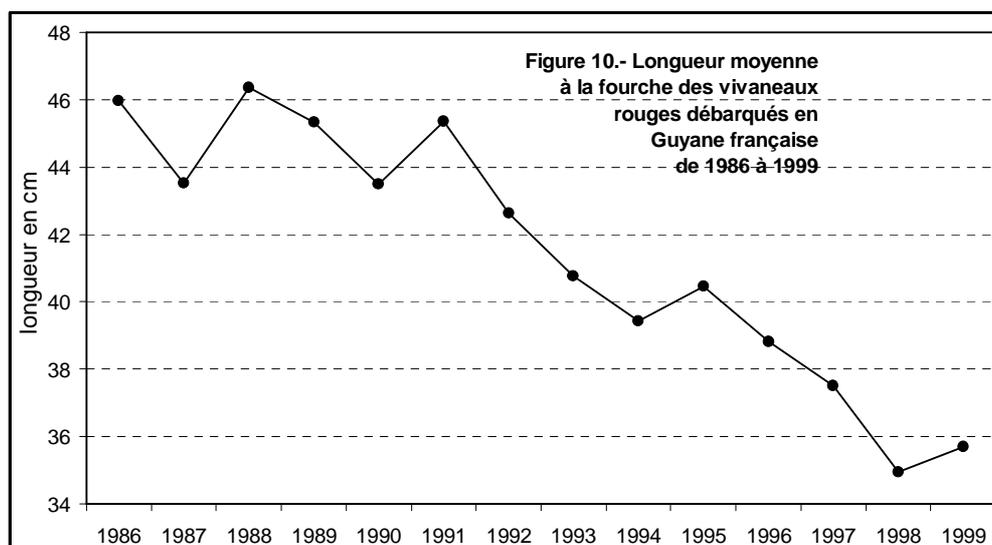
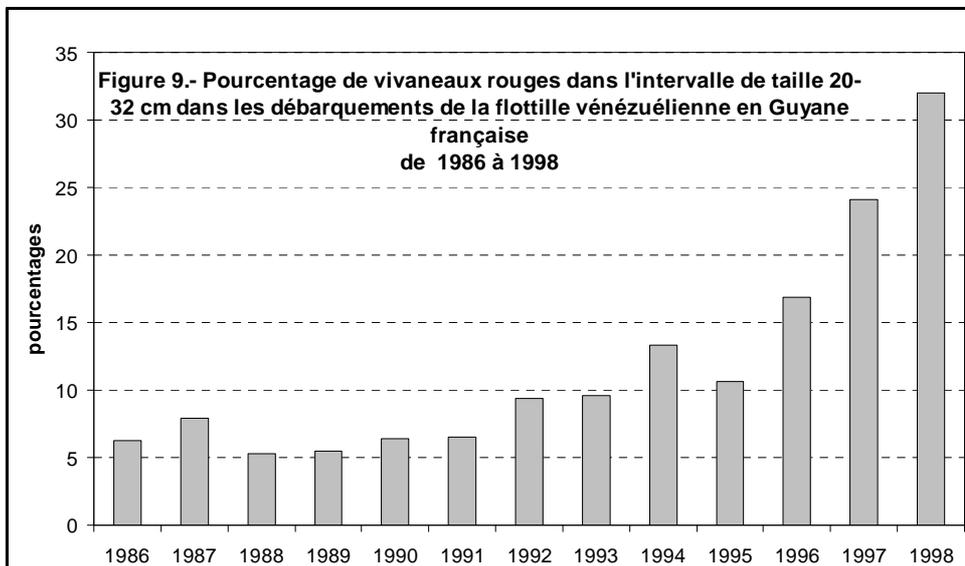
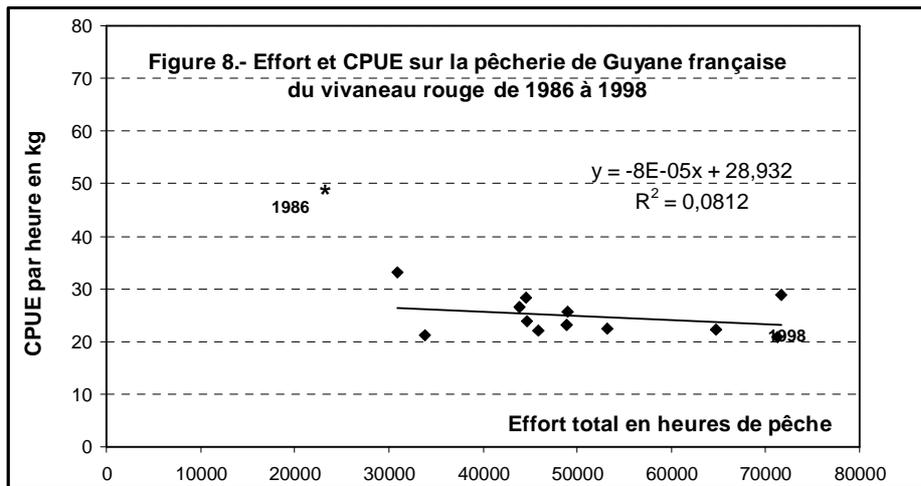
Tableau XXX.- Résumé (avec correction)

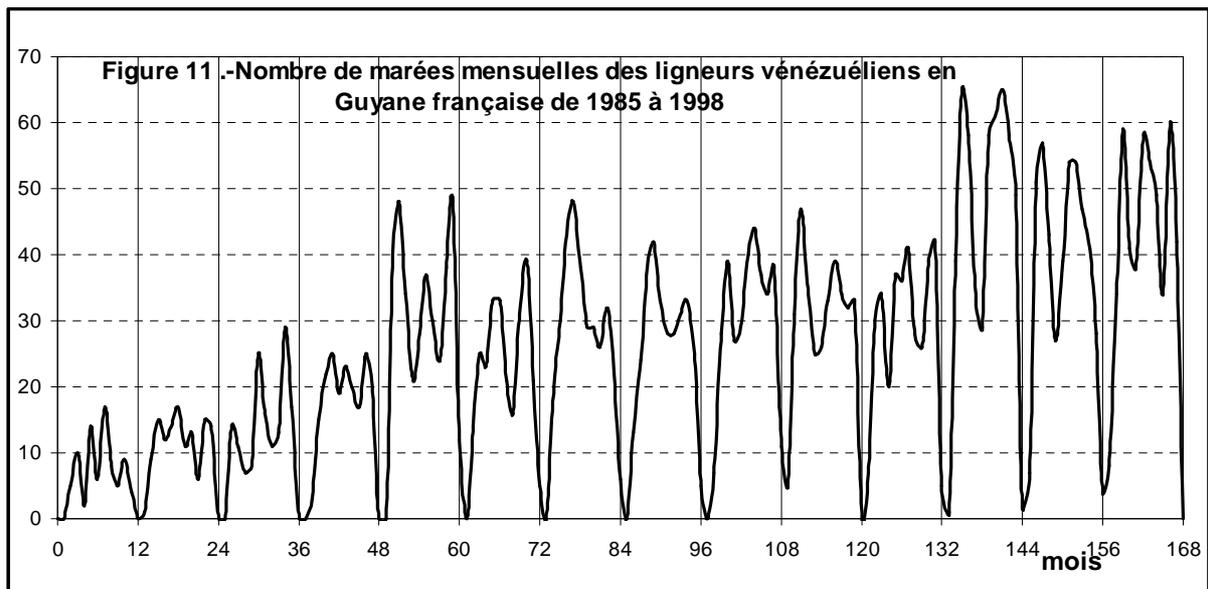
	RECRIE	BIOMASSE	BIOMASSE	parqueme	Y / SSB	SOP Correct	MOYENNE
	Age 1	TOTALE	généteurs		SSB		F(3_7)
1986	1477	6036	4149	677	0,16	0,9704	0,16
1987	1493	6502	4526	714	0,16	0,9677	0,15
1988	1528	7300	5321	1116	0,21	0,9708	0,23
1989	1429	6920	4914	1366	0,28	0,9705	0,30
1990	1656	6193	4145	1278	0,31	0,9693	0,34
1991	2040	6143	3979	1115	0,28	0,9696	0,26
1992	2238	6183	3633	1197	0,33	0,9688	0,32
1993	2311	6111	3281	1383	0,42	0,9683	0,36
1994	2241	5980	3145	1468	0,47	0,9647	0,37
1995	2403	5970	3174	1500	0,47	0,9673	0,42
1996	2860	6323	3097	2110	0,68	0,9661	0,61
1997	3151	5755	2462	1572	0,64	0,9658	0,55
1998	2197	5542	2148	1840	0,86	0,9622	0,47
moyenne	2079	6227	3690	1334	0,40		0,35
arith	milliers	(Tonnes)	(Tonnes)	(Tonnes)			

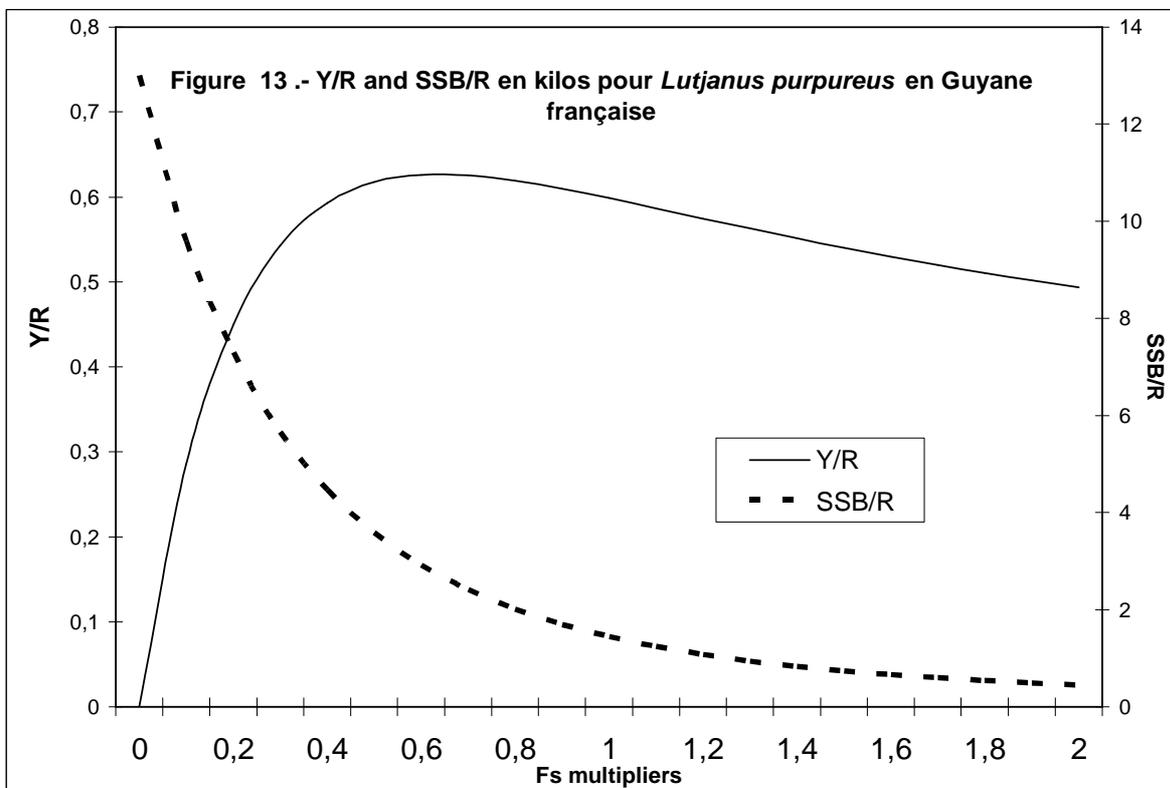
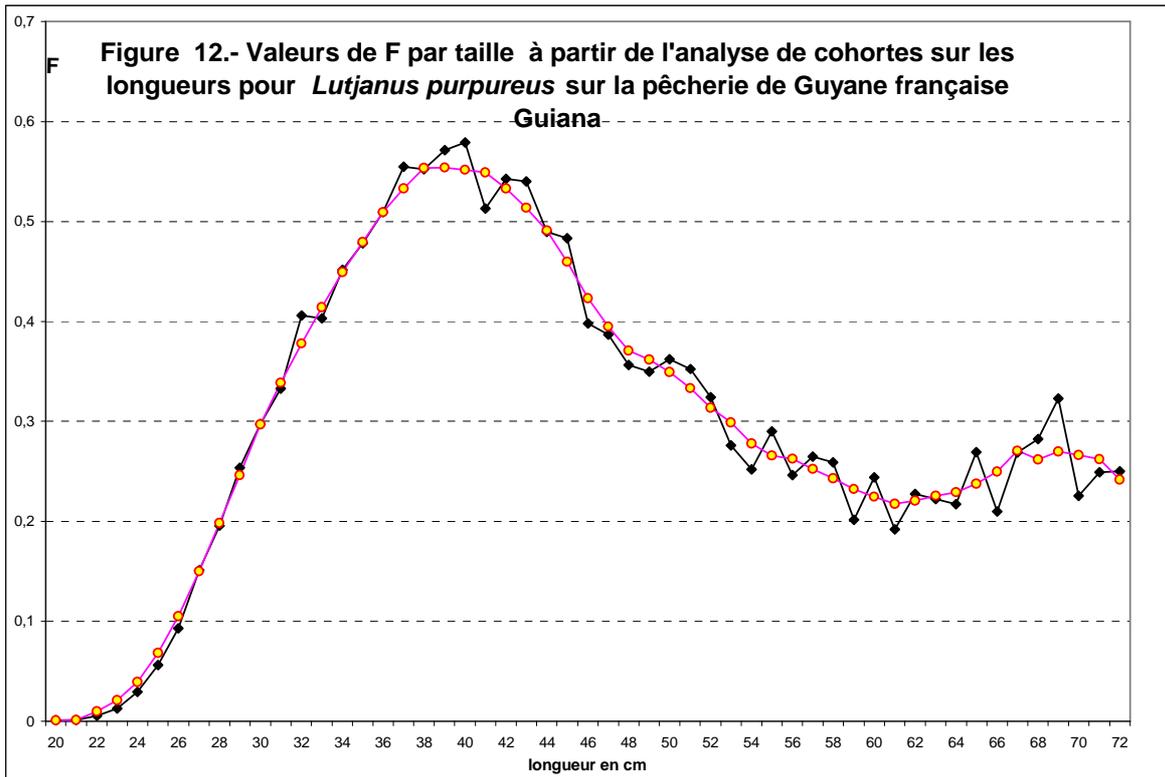
données

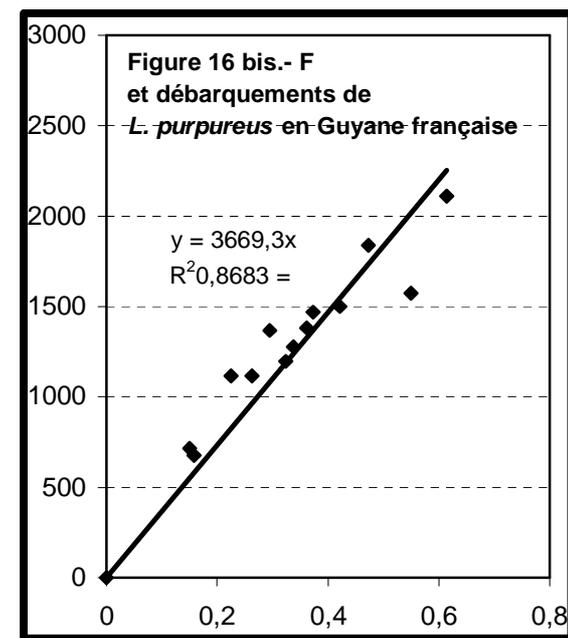
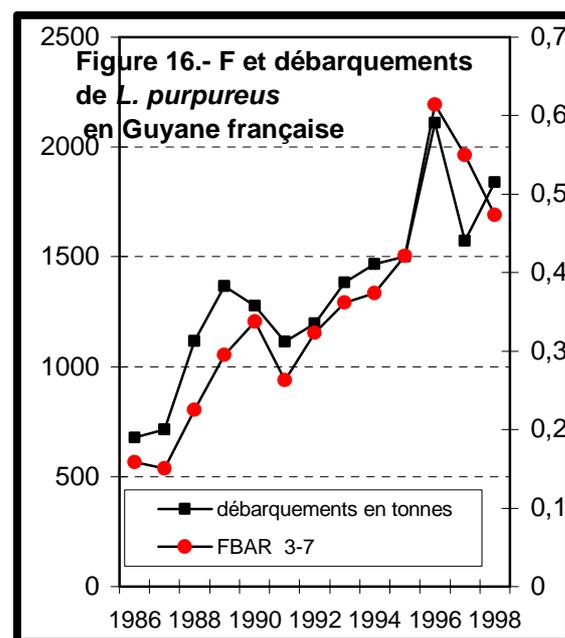
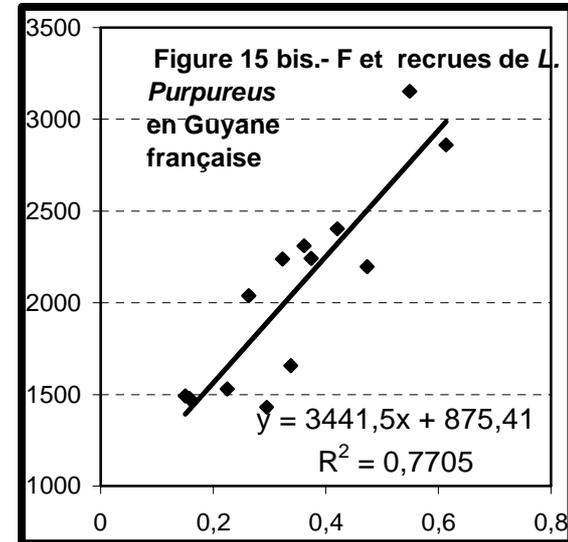
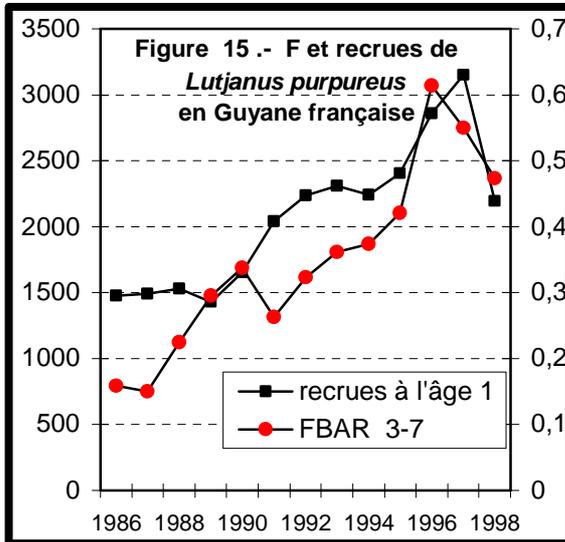
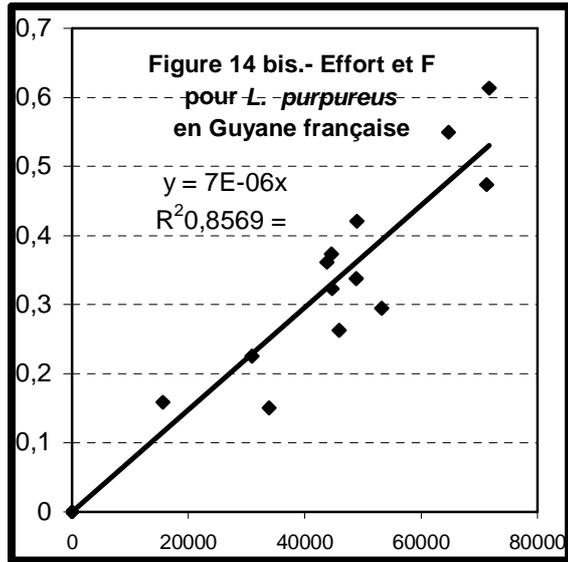
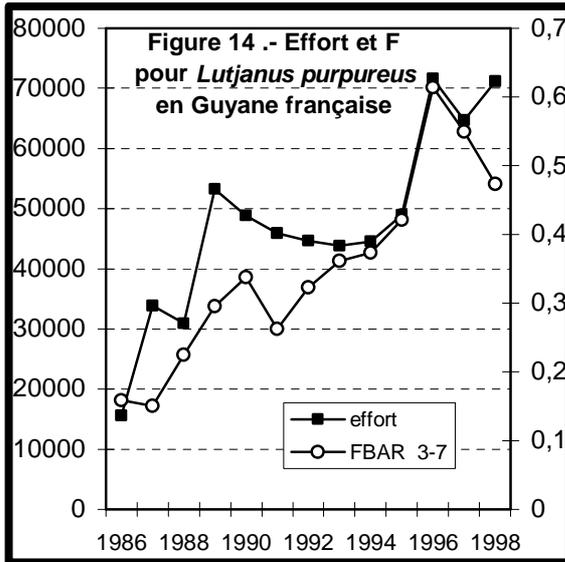
corrigées

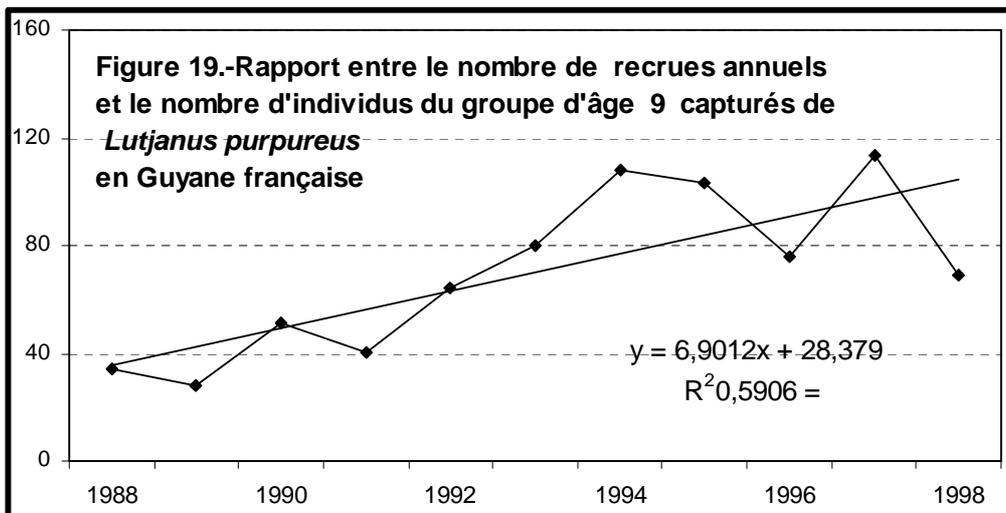
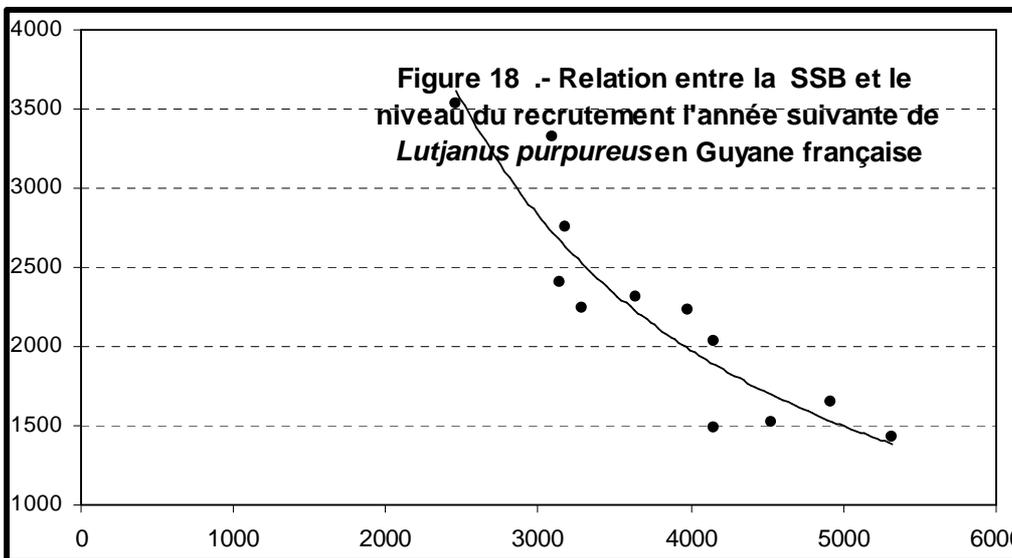
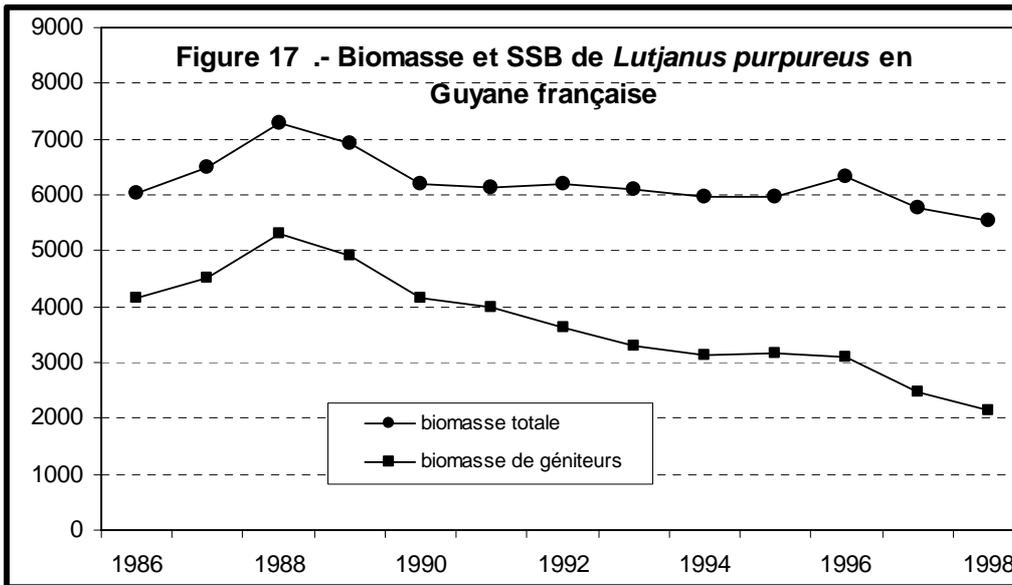


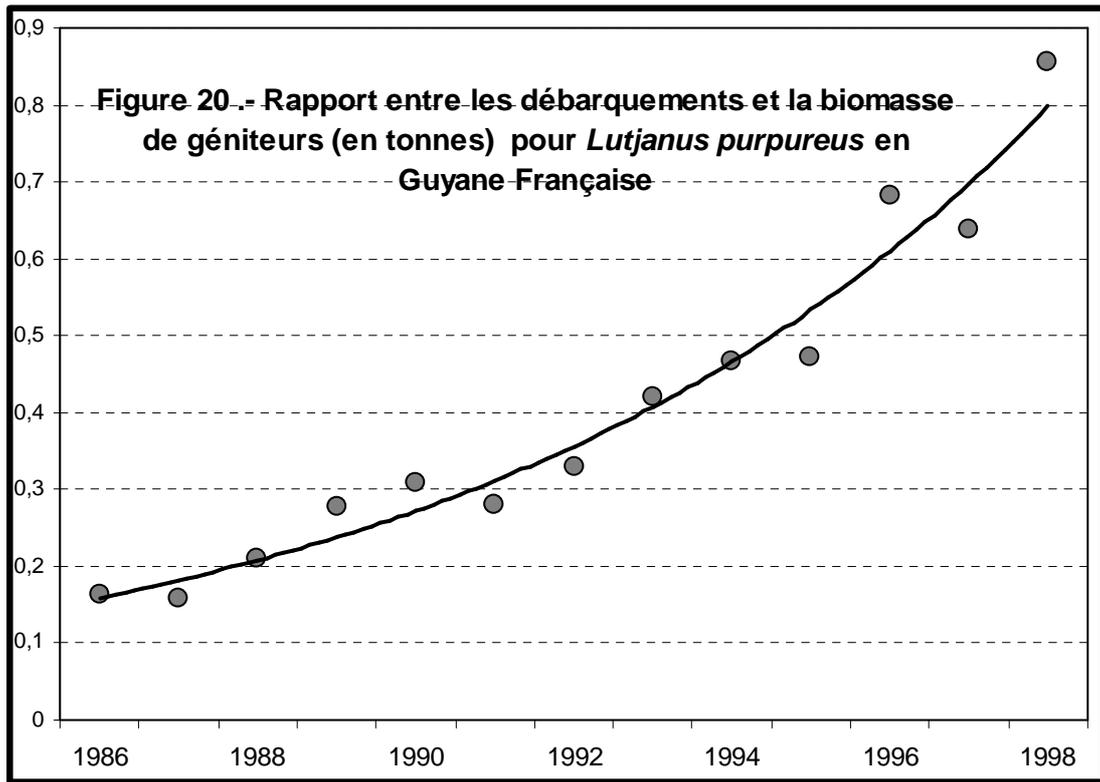












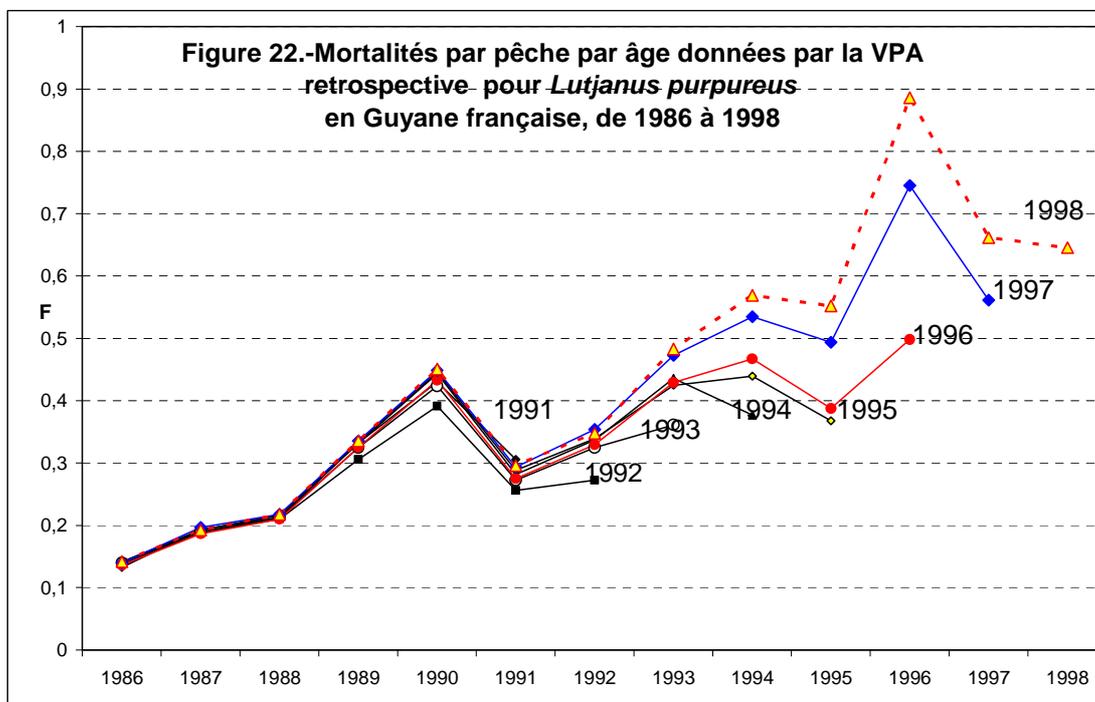
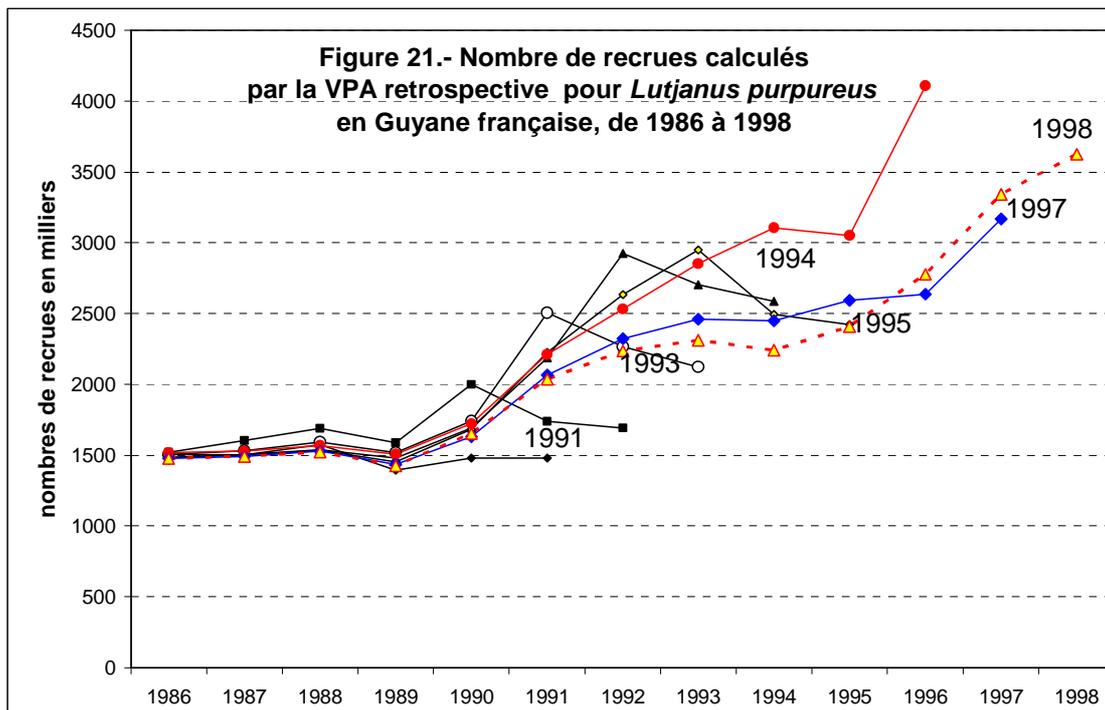


Tableau 31 .- Calcul du rendement par recrue (Y/R) pour *Lutjanus purpureus* en Guyane française suivant le modèle de Thompson et Bell

mult*E	F (3-9)	Y/R en grammes	BIOMASS	SSB/R	PUE	PENTE	mf*Y/Y
0,000	0,000	0,000	13,156	11,732	0,000	5,489	0,000
0,100	0,053	0,377	9,021	7,636	3,768	2,452	0,651
0,200	0,107	0,544	6,518	5,172	2,719	1,063	0,391
0,300	0,160	0,613	4,923	3,613	2,044	0,402	0,197
0,400	0,213	0,635	3,865	2,590	1,589	0,084	0,053
0,500	0,267	0,635	3,139	1,896	1,271	-0,066	-0,052
0,600	0,320	0,625	2,627	1,415	1,042	-0,132	-0,126
0,700	0,373	0,610	2,256	1,073	0,872	-0,156	-0,178
0,800	0,427	0,595	1,981	0,826	0,743	-0,159	-0,213
0,900	0,480	0,579	1,772	0,644	0,643	-0,152	-0,236
1,000	0,533	0,564	1,611	0,508	0,564	-0,141	-0,250
1,100	0,587	0,551	1,484	0,405	0,501	-0,129	-0,257
1,200	0,640	0,539	1,383	0,326	0,449	-0,117	-0,260
1,300	0,693	0,528	1,300	0,264	0,406	-0,105	-0,259
1,400	0,747	0,518	1,231	0,216	0,370	-0,095	-0,257
1,500	0,800	0,509	1,173	0,178	0,339	-0,086	-0,254
1,600	0,853	0,500	1,124	0,147	0,313	-0,078	-0,249
1,700	0,907	0,493	1,082	0,122	0,290	-0,071	-0,244
1,800	0,960	0,486	1,045	0,102	0,270	-0,065	-0,239
1,900	1,013	0,480	1,013	0,086	0,253	-0,059	-0,234
2,000	1,067	0,474	0,984	0,072	0,237	-0,054	-0,229

multiplicateurs: pour Fmax: 0.447, multiplicateurs of F 0.1= 0.27,  
Pente à l'origine: 5.489

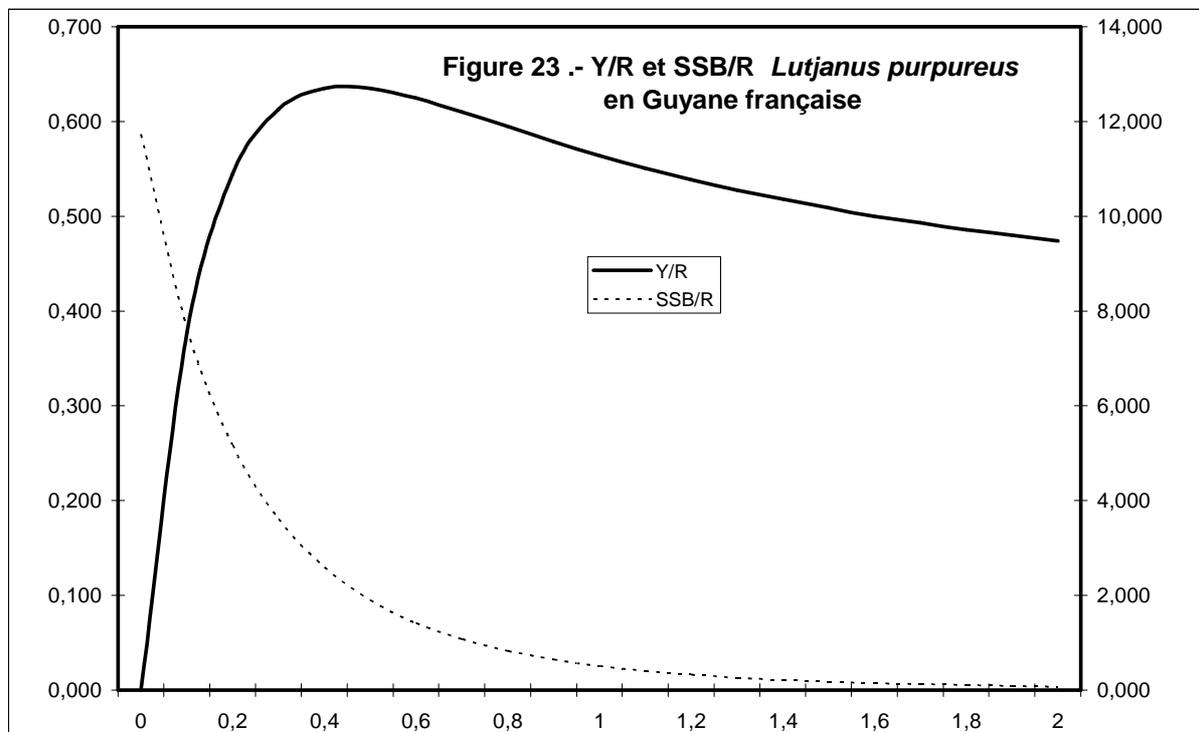


Figure 23 .- *Lutjanus purpureus* en Guyane française  
Rendement et biomasse par recrue (en kilos)



## **CHAPITRE V ETUDE DE LA REPARTITION SPATIALE DE L'EFFORT DE PECHE ET DES CAPTURES DU VIVANEAU ROUGE (*Lutjanus purpureus*) SUR LA PECHERIE VENEZUELIENNE DANS LA ZEE DE GUYANE FRANÇAISE**

Cette analyse innovante montre tout le profit que l'on peut tirer du croisement des deux sources de données indépendantes récoltées en routine : les fiches de pêche et les échantillonnages scientifiques.

Le croisement de ces deux sources de données a permis 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 qu'il existe un gradient positif et continu de la taille des vivaneaux en fonction de la profondeur, entre 40 et 150 m.

### **1.- INTRODUCTION**

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 ligneurs vénézuéliens. Avant l'application effective du "régime de conservation et de gestion des ressources halieutiques des Zones Économiques Exclusives (ZEE) des états membres" en 1983, cette exploitation n'est pas contrôlée et on ne dispose pas de statistiques permettant d'évaluer l'impact de cette pêcherie sur les ressources du plateau. En 1983, l'application des règlements de la Commission Européenne se généralise à la Guyane française. Cela s'accompagne de la mise en place d'un réseau de statistiques de pêche, qui, par l'intermédiaire d'un système de fiches de pêche, permet de disposer de données d'effort et de captures spatialisées.

Cette note présente l'origine et la nature de ces données. On propose une première exploitation en vue d'atteindre deux objectifs :

Mieux comprendre la stratégie de pêche des ligneurs vénézuéliens. Pour cela, on représente les données de captures, d'effort et de captures par unité d'effort dans la ZEE en fonction de la zone et de la sonde.

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.

### **2.- MATERIEL ET METHODES**

#### **2.1.- Les données de fiche de pêche**

##### ***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 (*Carte 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 abrupt qui débute à une profondeur d'environ 100 m.

### ***Le régime de fiche de pêche***

Ces 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 navire et une date de débarquement). Ces fiches de pêche permettent de disposer d'informations spatialisées sur l'effort et les captures (cf. le Modèle de fiche de pêche page 62). La ZEE est divisée en 4 zones numérotées de 1 à 4. 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. Les données des années 1991 à 1993 sont incomplètes.

### ***Représentation spatiale des données***

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 heure de chalutage) et du poids capturé estimé par le pêcheur. On en déduit des données de capture (en kg), d'effort (en heure/navire) et de captures par unité d'effort (kg / heure/navire) par zone et par classe de sonde pour l'ensemble des navires. 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 24 à 29.

La représentation spatiale 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 heure/navire 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).

### ***Les données d'échantillonnage scientifique***

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 : Protocole d'échantillonnage scientifique).

Pour tous les navires échantillonnés, on dispose donc d'un échantillon de poissons permettant d'estimer la structure en taille des captures, 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  $k$ ,  $\widehat{N}_{deb}^{jk}$  (en référence à l'annexe,  $j$  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 débarquements, en vue de l'évaluation du stock par une analyse de cohortes.

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

## **2.2.- Croisement des données d'échantillonnage et de fiches de pêche. Structure en taille des captures par zone et par sonde**

### ***Croisement des données***

Pour certaines marées des années 90 et 94 à 98 (une marée est identifiée par un navire 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 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 classe de sonde de 10 m (20 – 29 m ; 30 – 39 m ...) dans chaque zone, de l'effort de pêche (en heure/navire) 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  $\widehat{N}_{deb}^k$  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 et l'estimation de la structure des captures 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 33*).

Pour limiter le nombre de classe 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 32*).

### ***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 structurées en taille (figures 30 et 31). Cette variabilité temporelle n'est pas notre intérêt ici. Dans le cas où l'on s'intéresse seulement à la variabilité spatiale (zone et sonde), cette variabilité temporelle constitue un bruit qui nuit à la compréhension de la structure spatiale des données.

**Tableau XXXII** : Clé de distribution des tailles de vivaneaux en 14 classes.

Classe de taille	Taille mini	taille maxi	Age estimé à la taille maxi
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

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  $a$  l'indice de l'année,  $m$  l'indice du mois,  $l$  un indice de répétition de la donnée de  $CPUE_{am}^k$  pour une classe de taille  $k$ . 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 résidu  $\hat{\xi}_{am} = CPUE_{aml} - CPUE_{am.}$  correspond à une donnée de capture par unité d'effort "transformée" dont on a "extraît 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 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  $\hat{\xi}_{am}$  définies ci dessus (**Tableau XXXII**).

### 3.- RESULTATS

#### 3.1.- Représentation spatiale des captures, efforts et CPUE

### ***Effort de pêche & production***

L'effort de pêche annuel est réparti de façon inégale sur toute la ZEE (*Figure 24*). 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) 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 (*Figures 24 et 27*). Cela semble indiquer que les pêcheurs vénézuéliens ne montrent pas de stratégie de recherche du poissons différente au cours des saisons.

Ces remarques valent pour la production car les représentations spatiales de la production (*Figures 25 et 28*) sont quasiment calquées sur celles de l'effort.

### ***Production et Captures Par Unité d'Effort de Pêche***

La zone de bonne production, correspondant à des CPUE  $\geq 20$  kg / heure/navire, est bien répartie sur toute la largeur de la ZEE à des profondeurs allant de 40 à 140 m (*Figure 26*). 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 (*Figure 29*)

Au cours des années, il n'apparaît pas de grande tendance dans l'évolution des captures par unité d'effort (*Figure 26*). 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.

### **3.2.- Analyse spatiale de la structure en taille des captures**

L'A.C.P. montre que les quatre premiers axes principaux suffisent à expliquer 75 % de la structure du nuage de point (*Tableaux XXXV et XXXVI ; Figures 32 et 33*). Cependant, l'axe 4 n'apporte que peu d'information (*Tableau XXXV*) et est difficilement interprétable (*Tableau XXXVIII; Figure 35*). On ne s'intéresse qu'aux trois premiers axes factoriels.

La figure 34 ainsi que le tableau XXXVIII 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 34 et le tableau XXXVIII montrent que la sonde est corrélée pour cet axe 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 34.

L'axe 3 oppose les marées qui ont eu lieu à des profondeurs importantes et pour lesquelles les CPUE des grades 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 35 ; Tableau XXXVIII).

La projection (représentation graphiques des composantes principales) des individus (les marées) sur le plan factoriel 1 & 2 (Figure 36) et sur le plan factoriel 3 & 4 (Figure 37) 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.

## **4.- DISCUSSION**

### **4.1.- Stratégie de pêche des ligneurs vénézuéliens**

Il apparaît qu'il y a peu de superposition entre les zones à fortes CPUE (en kg / heure/navire) et les zones où les ligneurs concentrent leurs efforts de pêche : 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 navires 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 26 et 29 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 / heure/navire. 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 : soit pêcher très profond en espérant prendre des gros poissons, soit pêcher à des profondeurs plus raisonnables des poissons de taille moyenne mais plus abondants. De plus, 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.

### **4.2.- Indices d'Abondance des vivaneaux**

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) appellent des commentaires.

D'abord, la diminution récente (1997, 1998) des CPUE (en kg / heure/navire) 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 crevette à la ligne.

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 et al. (1995), pour qui le Vivaneau est une espèce démersale hauturière, c'est-à-dire qu'on le trouve 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 ni à 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).

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 tendent à montrer 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 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 36) et sur le plan factoriel 3 & 4 (Figure 37) 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.

## 5.- CONCLUSION

Le croisement de ces deux sources de données a permis de fournir des éléments de réponses à certaines questions que l'on se pose 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.

## 6.- ANNEXE : PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES DEBARQUEMENTS

Il est constitué de deux étapes : **(1) Échantillonnage dans les navires de pêche vénézuéliens** : Chaque mois, durant toute l'année, des ligneurs vénézuéliens sont sélectionnés pour l'échantillonnage. L'échantillonnage a lieu au vieux port de Cayenne. Le nombre de navires échantillonnés représente environ 10 à 20 % des navires qui débarquent. Les quantités échantillonnées représentent 1 à 3 % du poids total débarqué chaque mois. Ce premier échantillonnage est considéré comme aléatoire. **(2) Sous-échantillonnage dans le débarquement d'un navire** : Lors du transfert des poissons des cales des navires de pêche vénézuéliens vers les camions des transformateurs (environ 2 à 4 tonnes), 10 à 20 % de la pêche est interceptée par les agents de l'IFREMER. Les caisses interceptées (env. 30 Kg chacune) sont pesées. Le poids représenté par chaque espèce est mesuré dans chaque caisse. Les poissons sont mesurés individuellement (*LF*) et immédiatement restitués aux vénézuéliens. On considère aussi ce sous-échantillonnage comme aléatoire.

### Indices

- $b$  : indice du navire,
- $i = 1, \dots, n$  : indice de la caisse
- $j$  : 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 %),
- $k$  : indice de la classe de taille de 1 cm.

### Échantillonnage, sur un navire $b$ donné

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

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

$$P_{bi}^j$$

le poids total de la caisse  $i$  :

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

- ◆ Poids total échantillonné pour l'espèce  $j$  :

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

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

$$n_b^{jk}$$

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

$$n_b^j = \sum_k n_b^{jk}$$

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

### Extrapolation à la marée entière

Parallèlement à ces échantillonnages scientifiques, les transformateurs apportent la donnée des poids débarqués de chaque navire à chaque marée. On en déduit le taux d'échantillonnage  $\%_{éch}^b$ . Pour chaque classe de taille  $k$ , on estime alors les captures totales par marée pour

l'espèce  $j$  :  $\widehat{N}_{deb}^{jk} = n_b^{jk} / \%_{éch}^b$ .

**Tableau XXXIII.-** : 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 %).

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 Primera	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	Pepratrina	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	0,3727	0,2727	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	Ademevi 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 Saman	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	0,0000	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 XXXIV.-** : Série de 40 données sur lesquelles on réalise l'Analyse en Composante Principales. Ces données sont les résidus du filtrage des effets croisés mois et années sur les données du tableau 2. 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 ont été conservées (% capt viv >= 75 %).

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	-0,6320
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	Braulifel	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	13,0672	7,1340	4,2154	2,0926	-0,7851	-0,5134	0,1007	0,4571	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	-0,0486	-2,9442	1,5094	1,4826	1,3626	1,2418	0,9734	0,6746	1,3578	0,7586	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	Braulifel	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 XXXV .-** : Pourcentage d'explication de la structure du nuage de points par chaque axe factoriel dans l'A.C.P sur les résidus.

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%

**Tableau XXXVI.-** : Pourcentage cumulé d'explication de la structure du nuage de points en fonction du nombre d'axes factoriels pris en compte dans l'A.C.P sur les résidus.

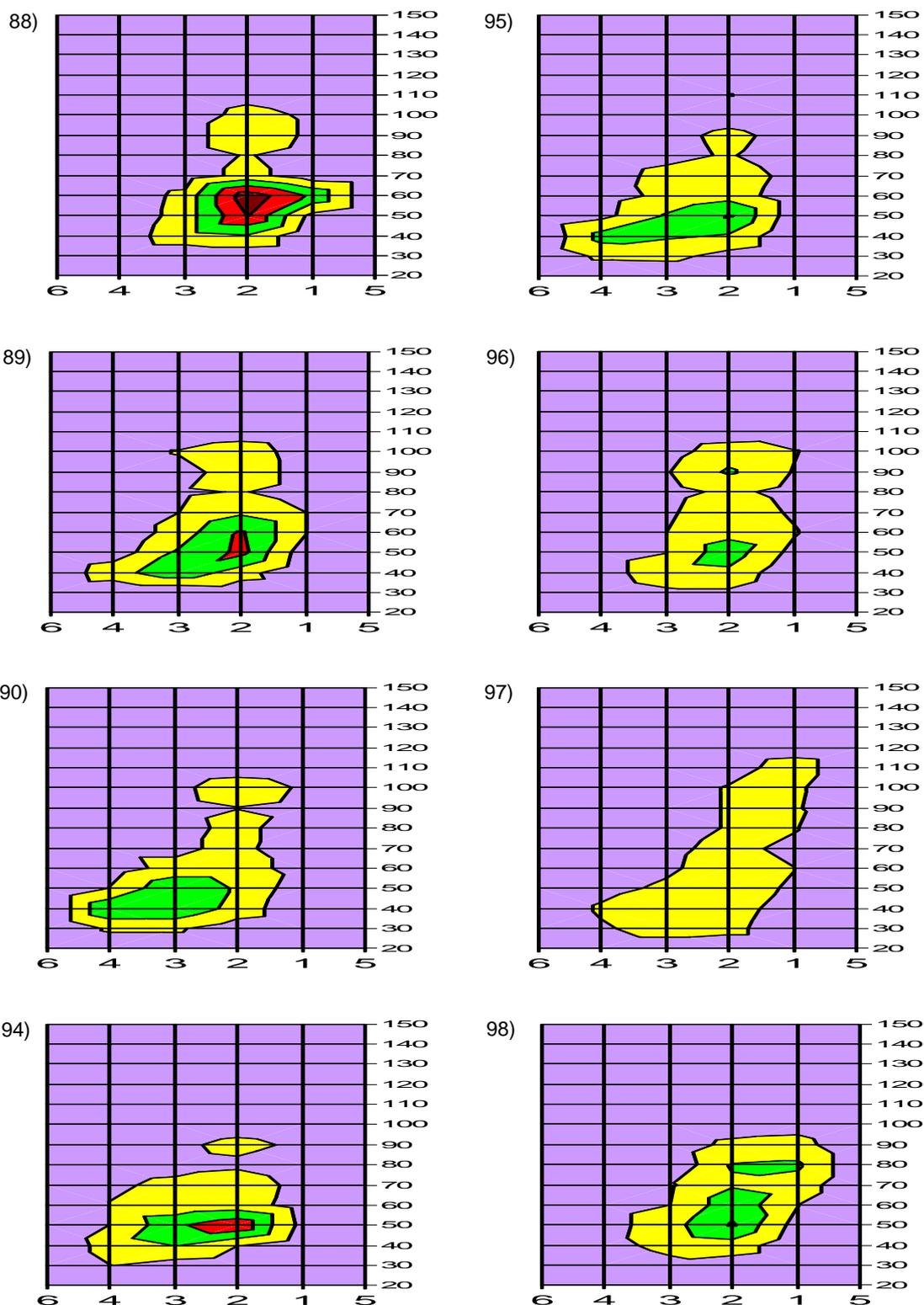
Axes principaux														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41,4%	58,6%	68,3%	74,8%	80,6%	85,8%	89,7%	93,4%	95,7%	96,9%	98,0%	98,8%	99,3%	99,8%	100,0%

**Tableau XXXVII.-** Matrice des corélations des 15 variables quantitatives de l'A.C.P sur les r sids.

	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 C	-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 C	-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 C	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 C	-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 C	-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 C	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 C	-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 C	-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 C	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 C	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 C	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 C	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 C	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 C	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 XXXVIII.-** Coordonn es des axes principaux (ou axes factoriels) de l'A.C.P sur les r sids dans la base des variables quantitatives initiales.

	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	-0,60	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	



**Figure 24** : 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 :**

<p>■ : 0 à 3 % (ou absence de données)</p> <p>■ : 3 à 6 %</p>	<p>■ : 6 à 9 %</p> <p>■ : 9 à 12 %</p>	<p>■ : 12 à 15 %</p>
---	--	----------------------

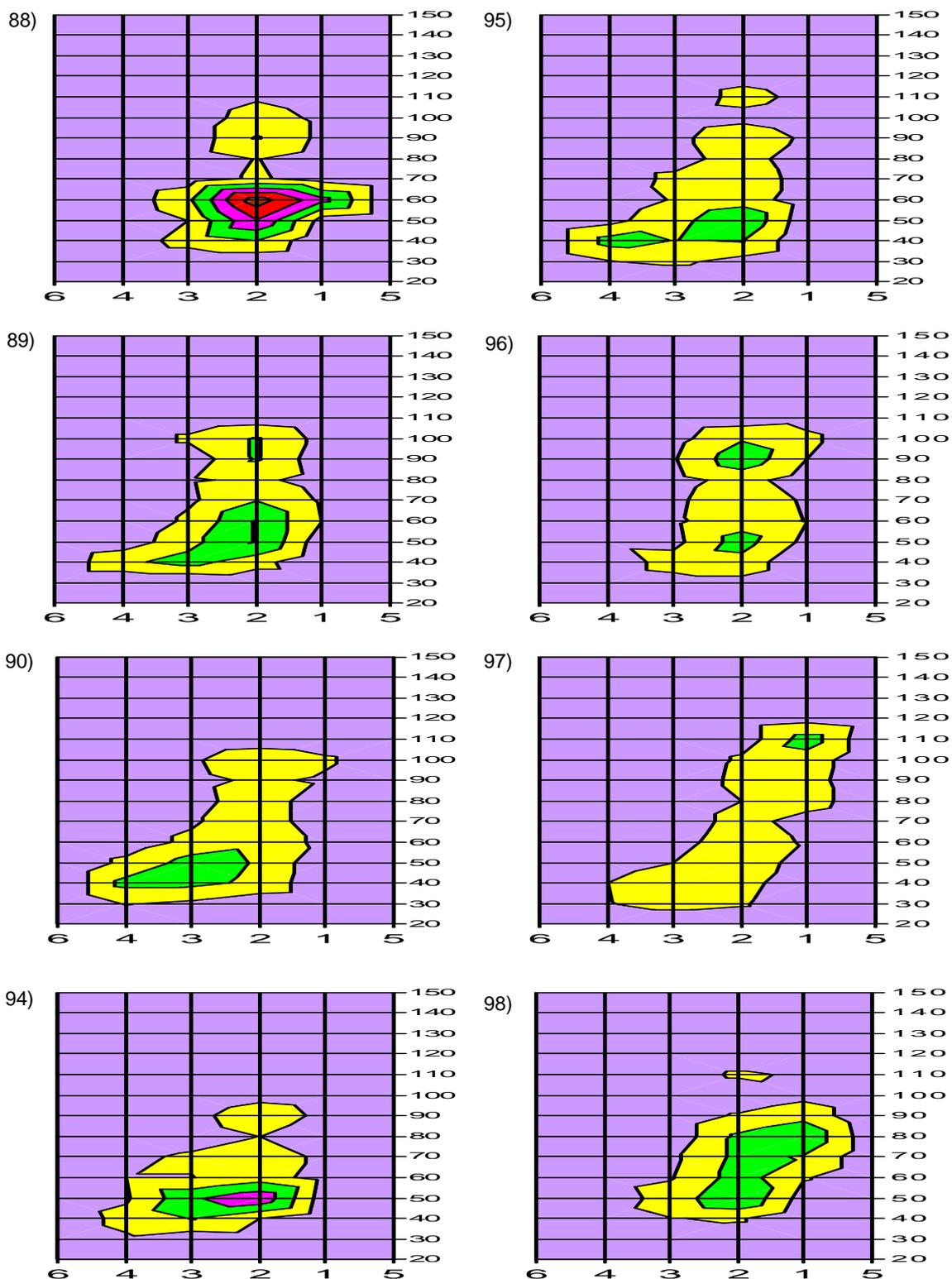
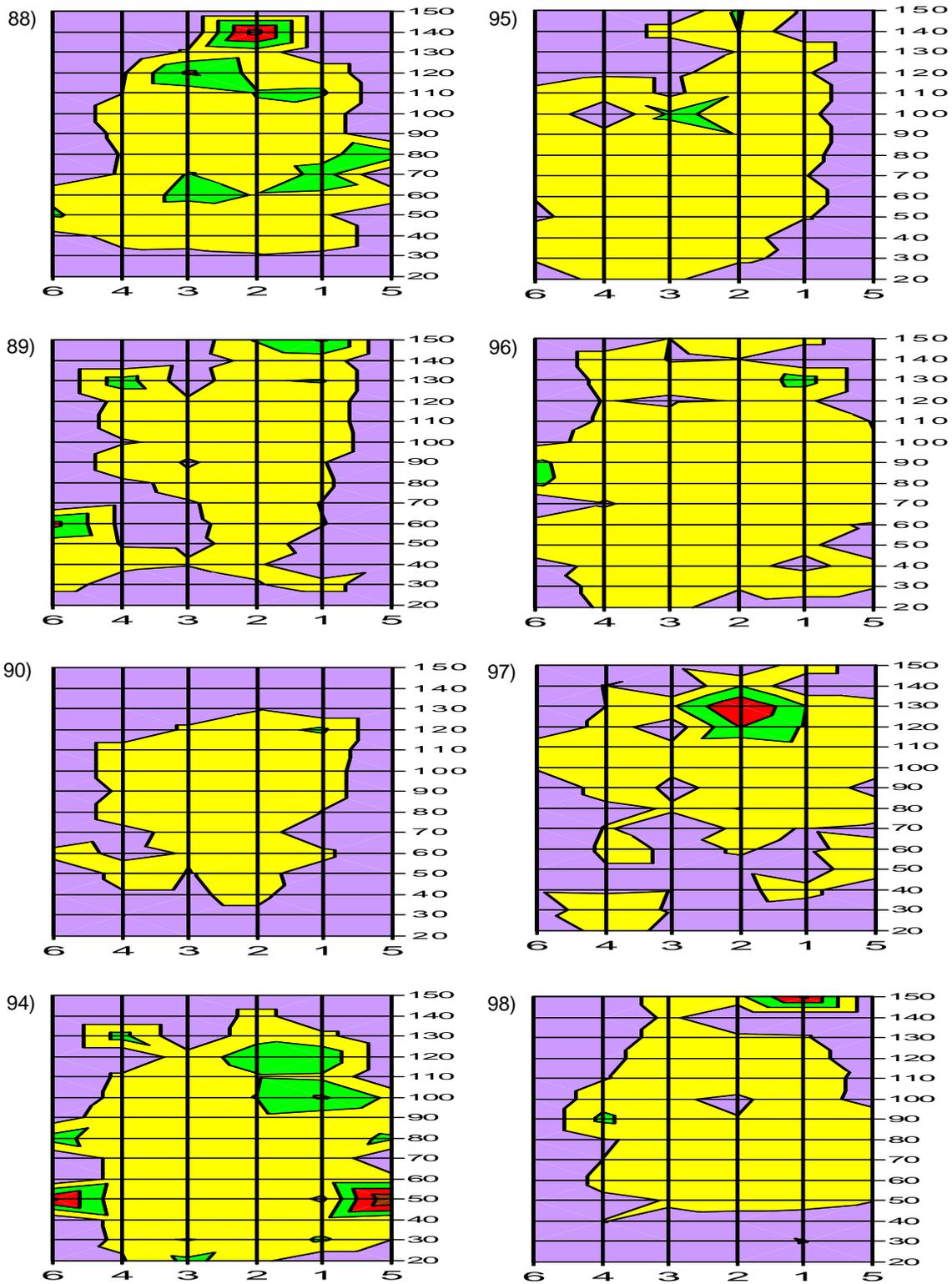


Figure 25 : Répartition de la production des ligneurs vénézuéliens (en % du poids des captures) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes annuelles pour les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

<p>0 à 3 % (ou absence de données)</p> <p>3 à 6 %</p>	<p>6 à 9 %</p> <p>9 à 12 %</p>	<p>12 à 15 %</p> <p>15 à 18 %</p>
---	--------------------------------	-----------------------------------



**Figure 26** : 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 :**

 : 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)

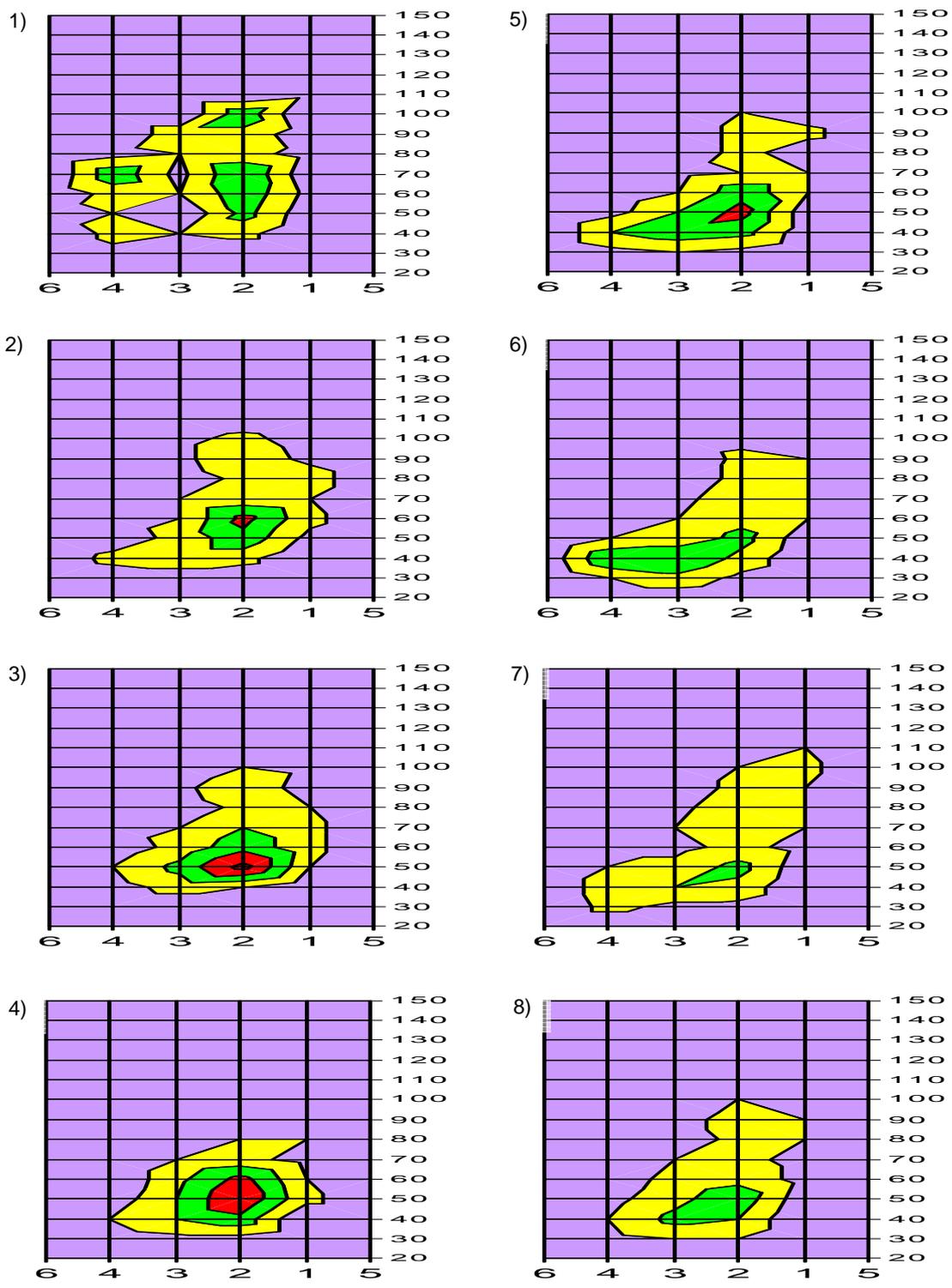
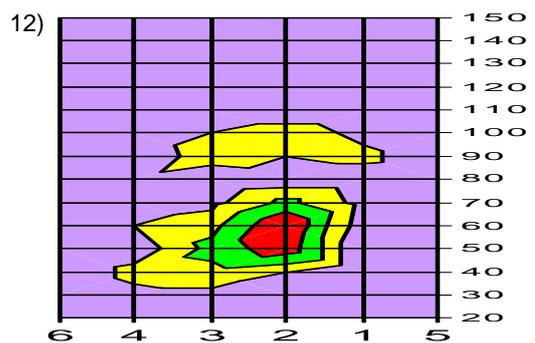
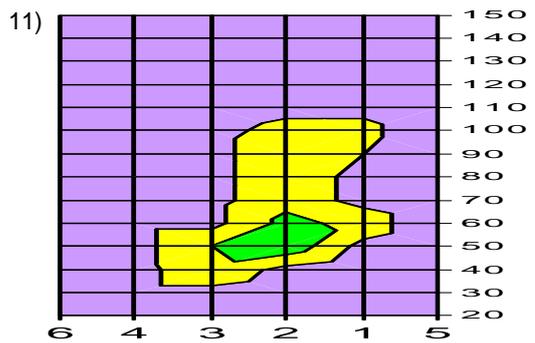
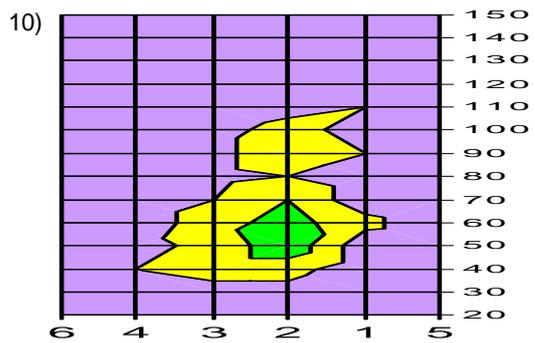
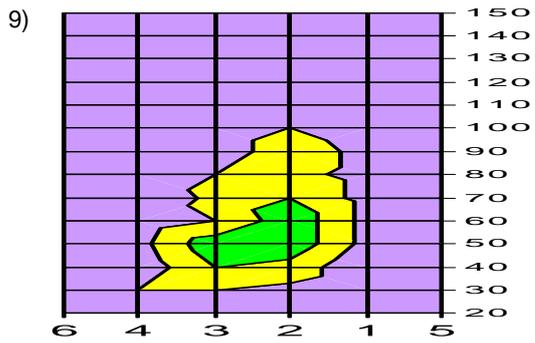


Figure 27 : Répartition de l'effort de pêche des ligneurs vénézuéliens (en % de l'effort calculé en h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv.,..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

Légende :

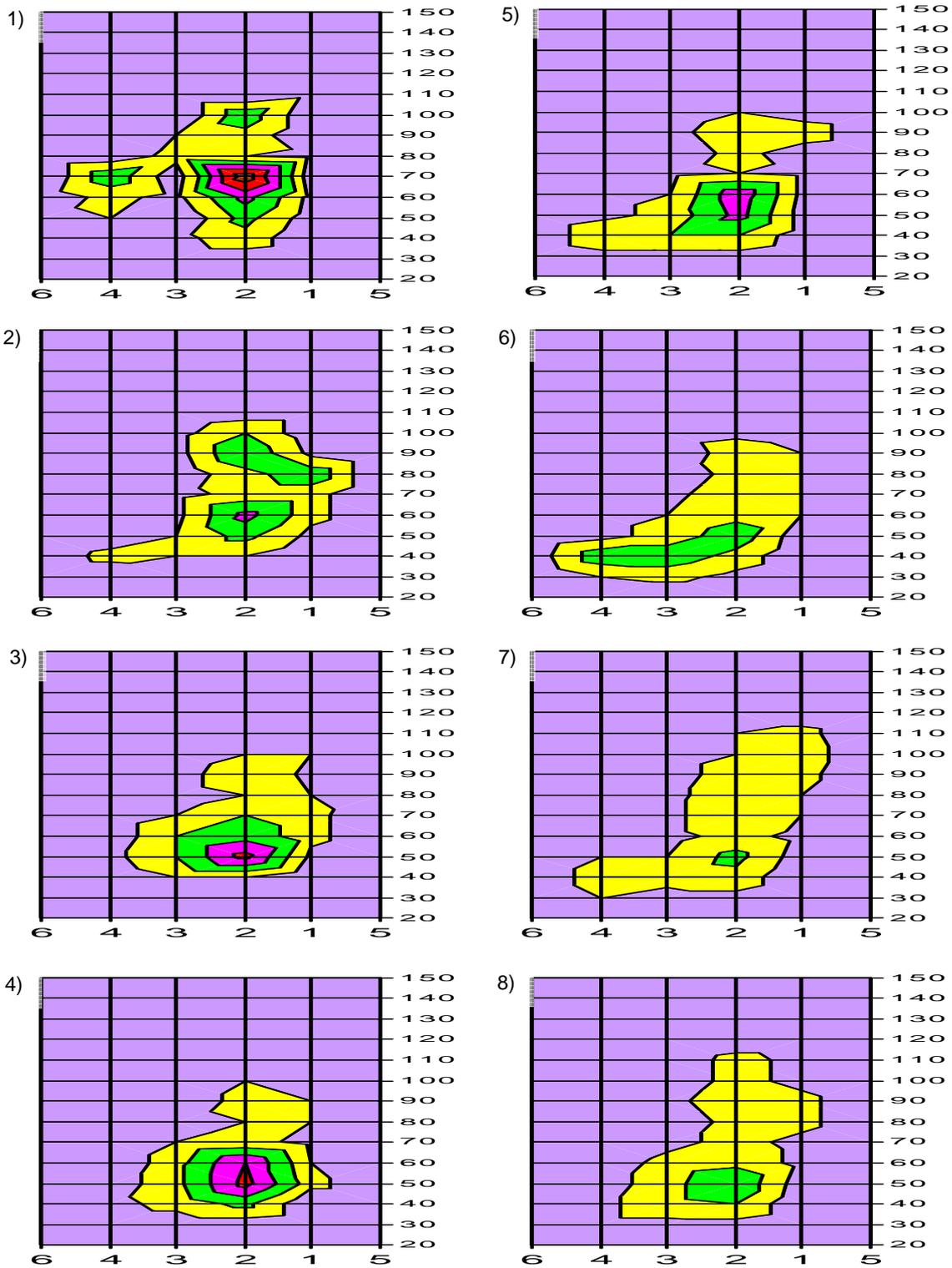
	: 0 à 3 % (ou absence de données)		: 6 à 9 %		: 12 à 15 %
	: 3 à 6 %		: 9 à 12 %		



**Figure 27 (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 :**

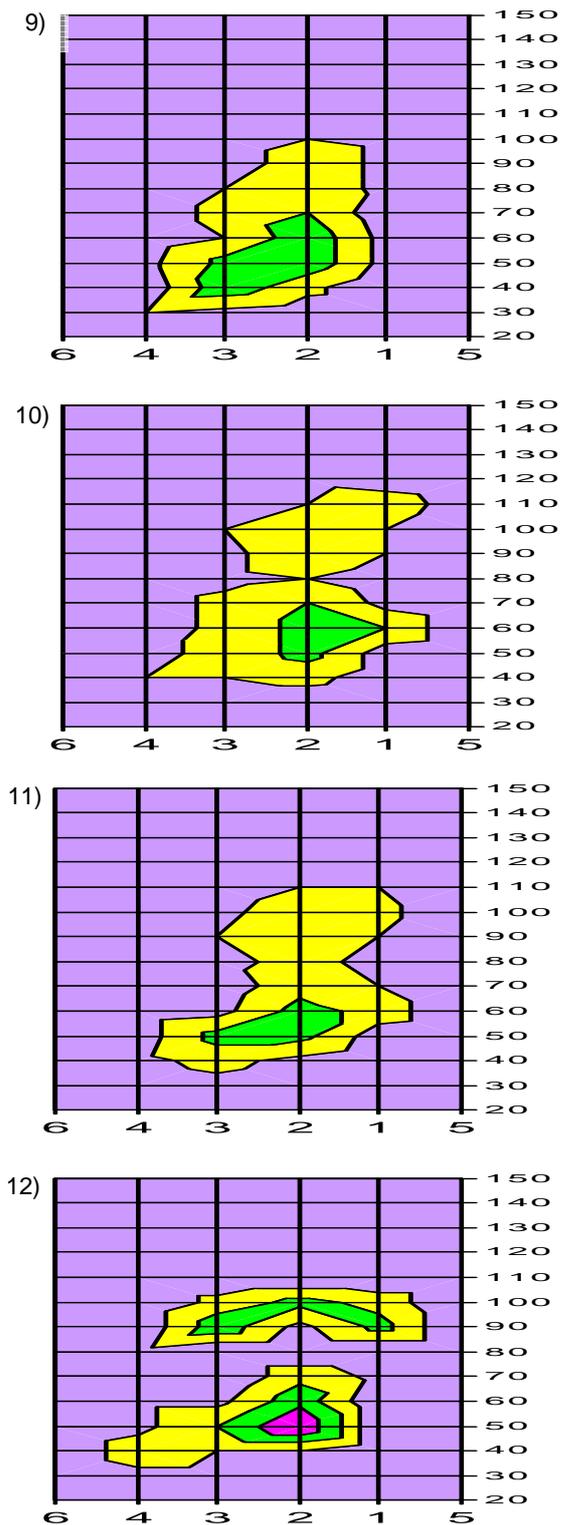
 : 0 à 3 % (ou absence de données)	 : 6 à 9 %	 : 12 à 15 %
 : 3 à 6 %	 : 9 à 12 %	



**Figure 28** : 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 :**

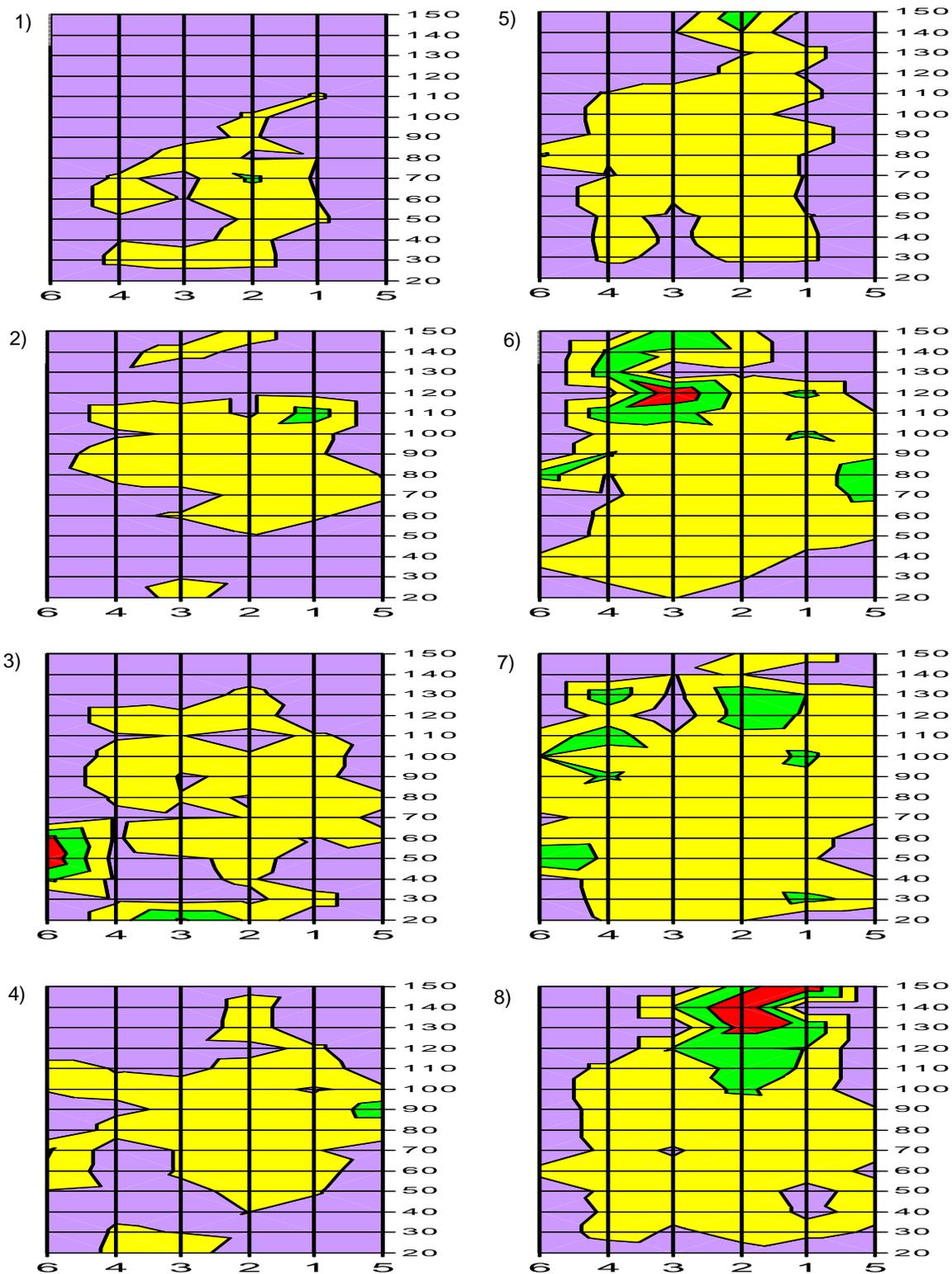
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ccccff; border: 1px solid black;"></span> : 0 à 3 % (ou absence de données)	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black;"></span> : 6 à 9 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black;"></span> : 12 à 15 %
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> : 3 à 6 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ff00ff; border: 1px solid black;"></span> : 9 à 12 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #800000; border: 1px solid black;"></span> : 15 à 18 %



**Figure 28( suite) :** 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 :**

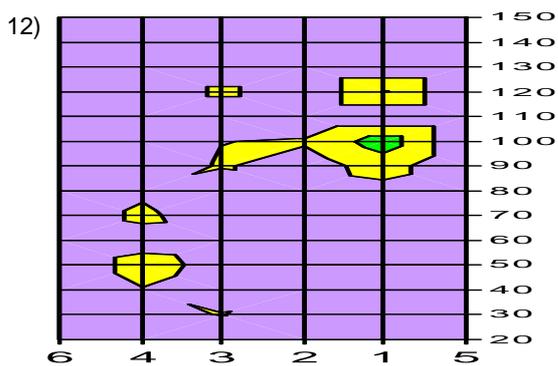
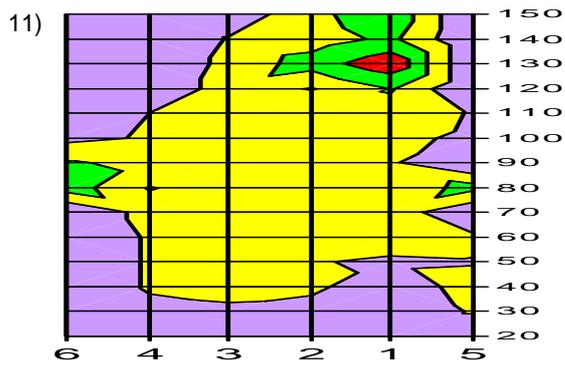
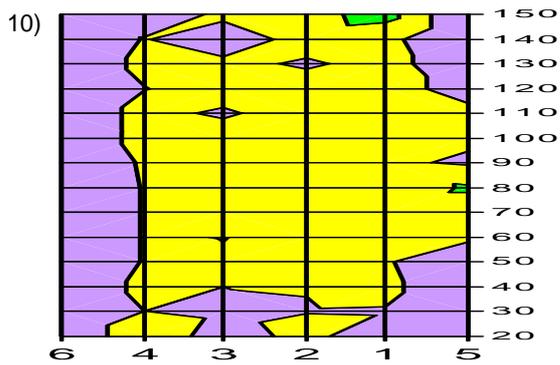
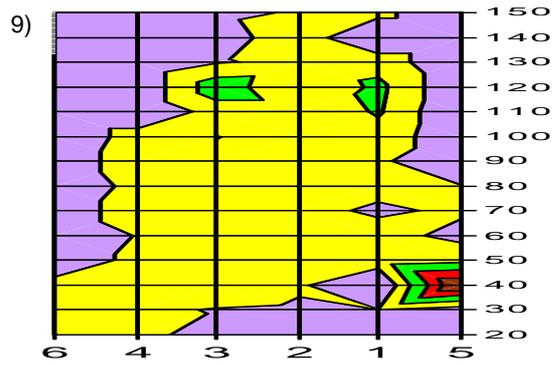
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> : 0 à 3 % (ou absence de données)	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> : 6 à 9 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> : 12 à 15 %
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> : 3 à 6 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: magenta; border: 1px solid black;"></span> : 9 à 12 %	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: brown; border: 1px solid black;"></span> : 15 à 18 %



**Figure 29** : 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 (ou absence de données)		: 40 à 60 kg/h	: 60 à 80 kg/h	: 80 à 100 kg/h

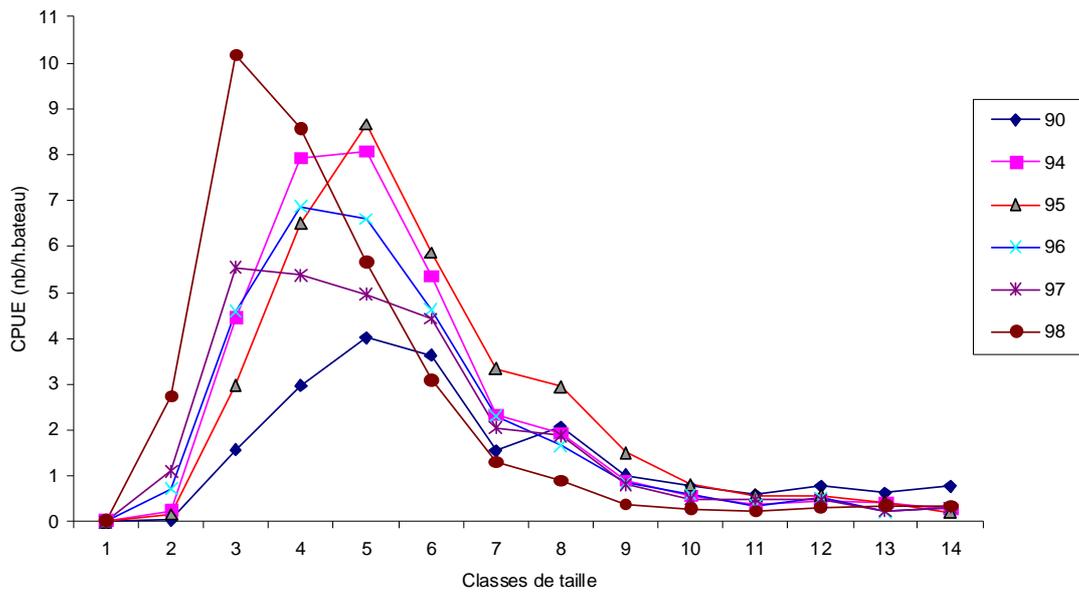


**Figure 29 suite**) : Répartition des captures par unité d'effort des ligneurs vénézuéliens (en kg / h.bateau) par zone et par classe de sonde de 10 m (par exemple, la classe de sonde 10 m regroupe les données entre 10 et 19m). Les moyennes par mois [ 1) = janv.,..., 12) = déc. ] sur les années 88,89,90,94,95,96,97,98 sont représentées.

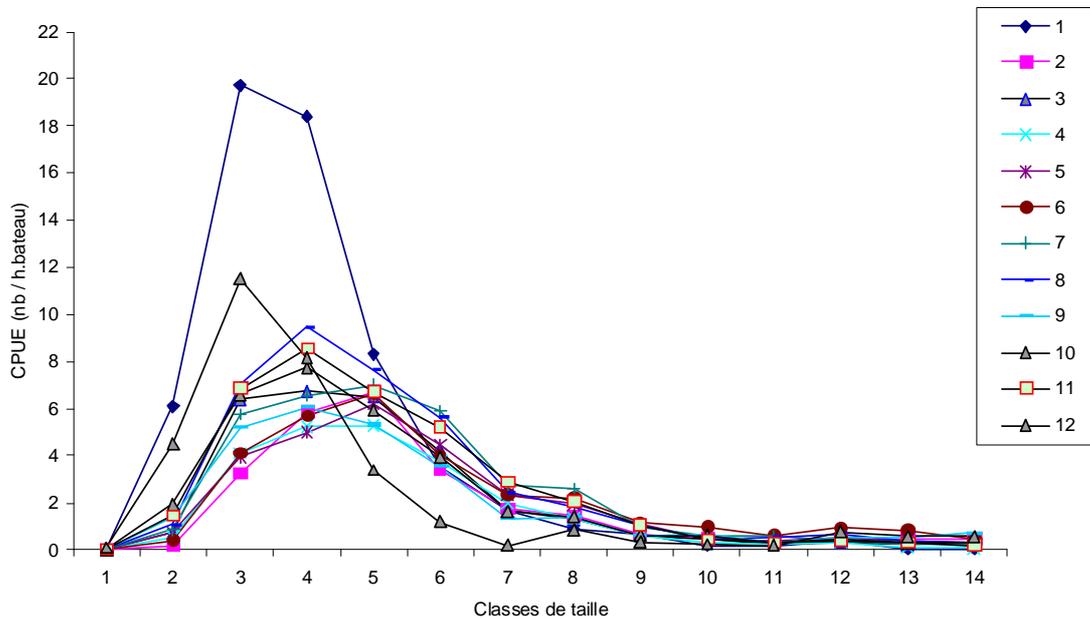
**Légende :**

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

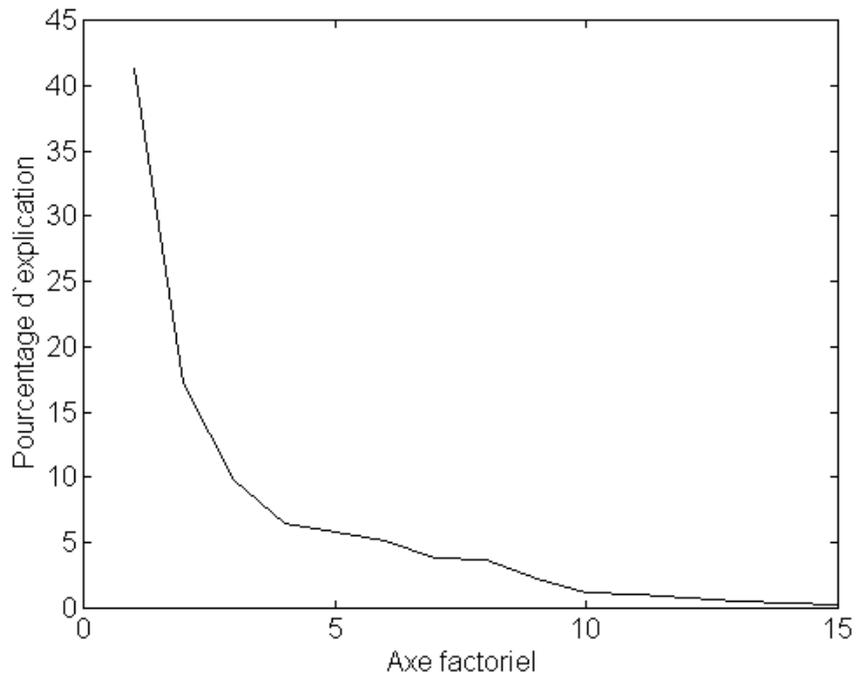
(ou absence de données)



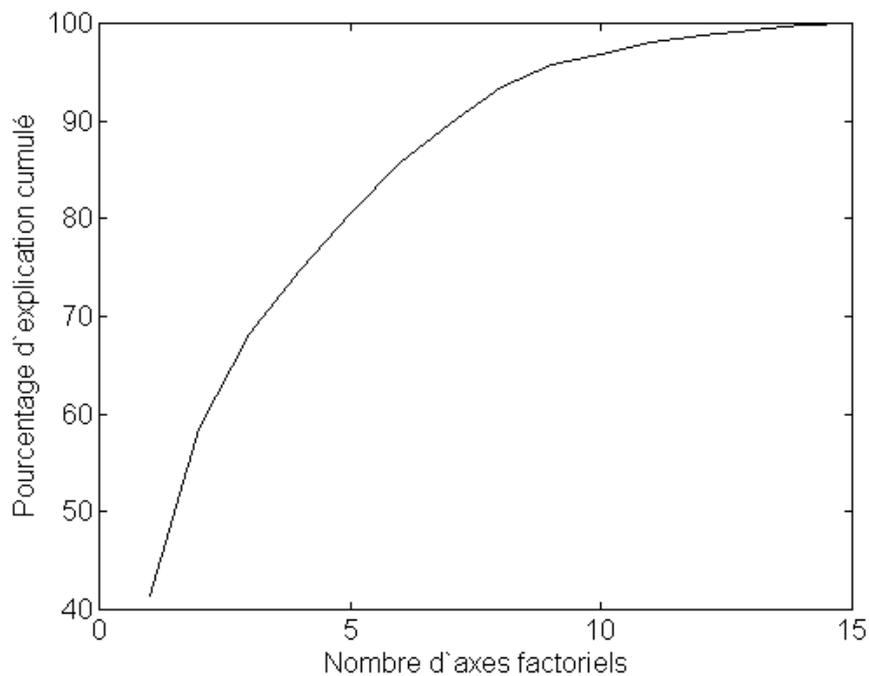
**Figure 30.-** Moyennes annuelles des captures par unité d'effort de pêche (nb / h.bateau) par classe de taille pour tous les échantillonnages. Les 14 classes de tailles indiquées sont explicitées au Tableau 1.



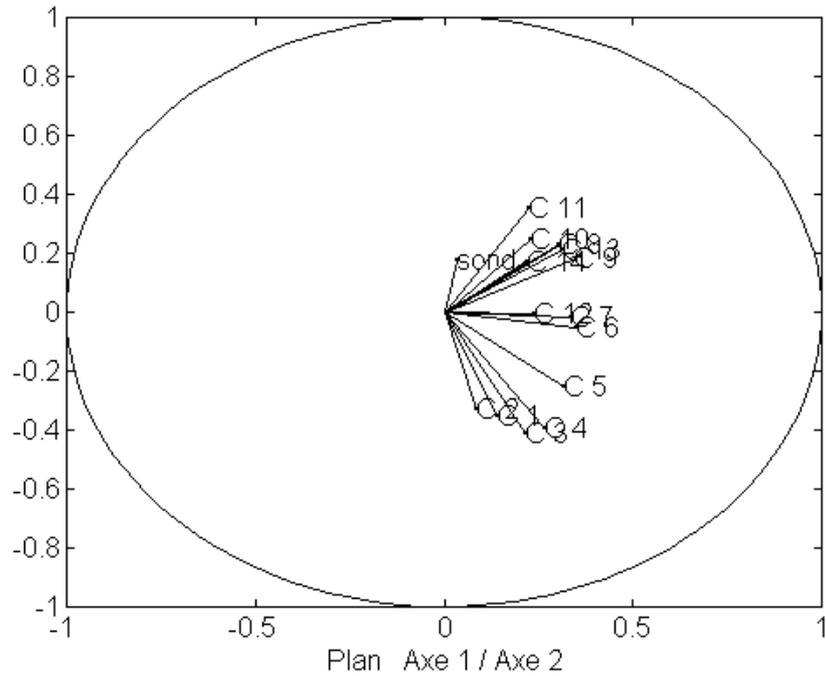
**Figure 31.-** : Moyennes mensuelles des captures par unité d'effort de pêche (nb / h.bateau) par classe de taille pour tous les échantillonnages. Les 14 classes de tailles indiquées sont explicitées au Tableau 1.



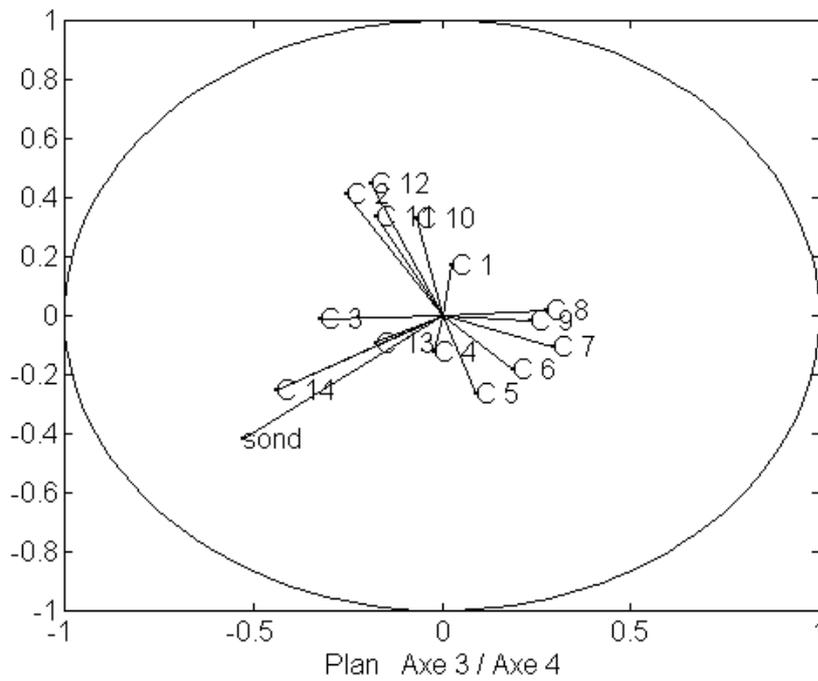
**Figure 32** .- Pourcentage d'explication de la structure du nuage de point par chaque axe factoriel de l'Analyse en Composante Principale sur les résidus.



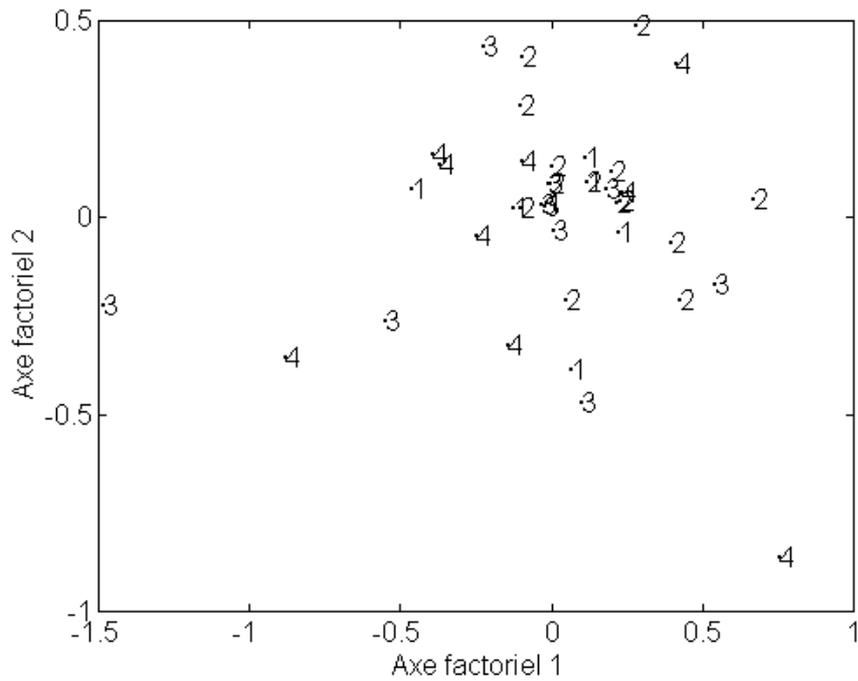
**Figure 33**.- Pourcentage d'explication cumulé de la structure du nuage de point en fonction du nombre d'axes factoriels pris en compte dans l'Analyse en Composante Principale sur les résidus



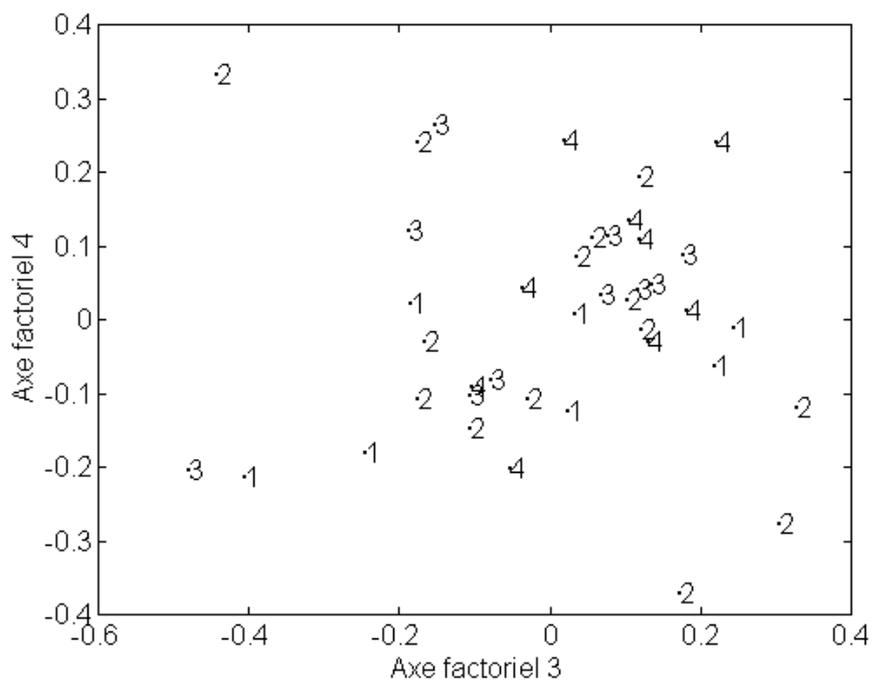
**Figure 34.-** Projection des variables quantitatives initiales (Sonde, C1, ..., C14) dans le plan factoriel 1 & 2 formé par les deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les résidus.



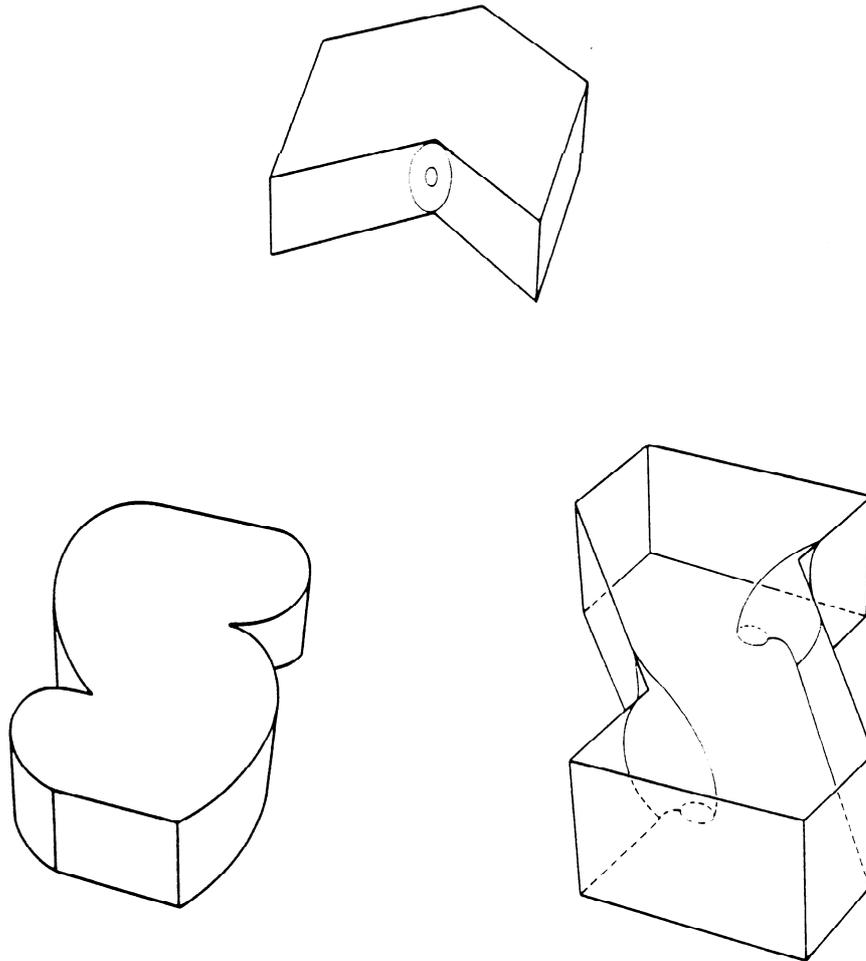
**Figure 35.-** Projection des variables quantitatives initiales (Sonde, C1, ..., C14) dans le plan factoriel 3 & 4 formé par les axes factoriels 3 et 4 de l'ACP sur les résidus.



**Figure 36.-** Projection des individus (les résidus) dans le plan factoriel 1 & 2 formé par les deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les résidus.

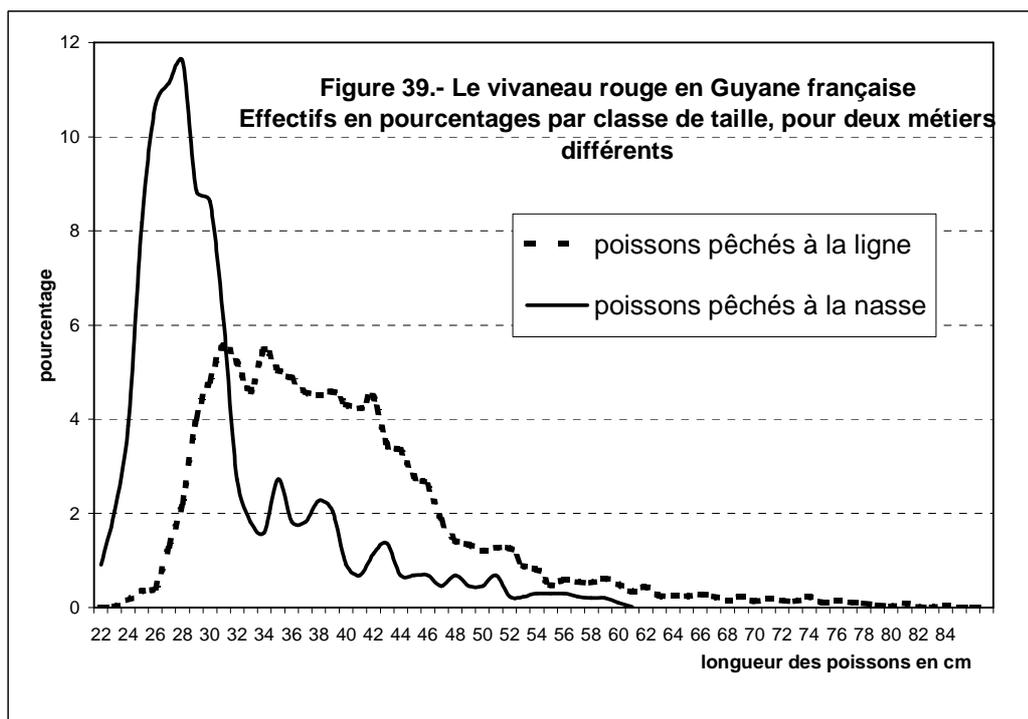


**Figure 37.-** Projection des individus (les résidus) dans le plan factoriel 3 et 4 formé par les axes factoriels 3 et 4 de l'ACP sur les résidus.



nasses

**Figure 38.-** Types de nasses à poissons employées aux Antilles. La nasse du haut, en forme de pointe de flèche est la plus employée sur la pêche de Guyane.



## CHAPITRE VI SÉLECTIVITÉ DES NASSES DANS LA PECHE DES VIVANEAUX ROUGES.

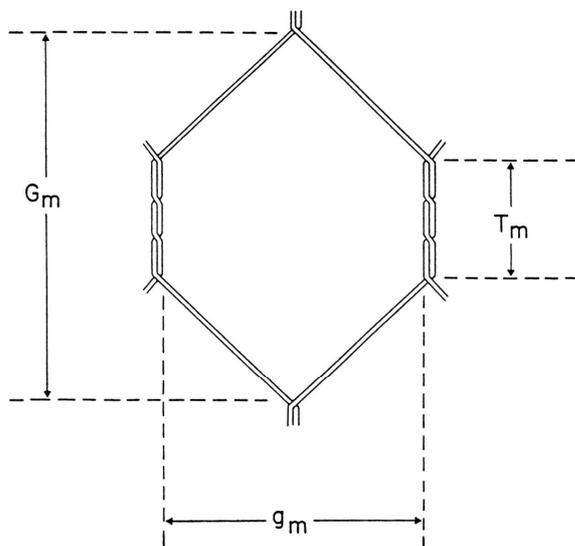
### 1.- INTRODUCTION.

La nasse (ou casier) est un métier très pratiqué pour la capture des espèces récifales. Elle assure des apports réguliers et surtout elle ne nécessite pas, pour les bateaux qui l'utilisent, d'équipage trop important.

En Guyane, un consensus général en a limité l'utilisation, en accord avec les pêcheurs vénézuéliens qui eux ont adopté la ligne à main. La pêche à la ligne nécessite des équipages nombreux et bien entraînés, ce qui correspond bien à la tradition de pêche des marins de l'île de Margarita, au Venezuela.

Ces nasses (*figure 39*) sont accusées de nombreux maux, en particulier de capturer des poissons de petite taille (*figure 40*) et surtout de continuer à pêcher lorsqu'elles ont été perdues, par auto-amorçage avec les cadavres de poissons accumulés.

C'est aussi le seul métier sur la pêcherie guyanaise pour lequel se pose le problème du contrôle du diagramme d'exploitation par le choix de la longueur à la première capture. Ces nasses à poissons sont construites avec du grillage galvanisé à mailles hexagonales, tendu sur un support en ferrailles. (*figure 41*). La connaissance de la sélectivité de la maille est très importante pour la fixation de la taille de première capture.



**Figure 40.-** Schéma d'une maille hexagonale de grillage utilisé pour la construction des nasses à poisson.

$g_m$  : ouverture minimale servant de référence à la dimension de la maille.

$G_m$  : ouverture maximale

$T_m$  : longueur du côté torsadé

### 2.- CHOIX DU MODELE.

La sélectivité décrit les variations de la capturabilité en fonction de l'âge. Dans la pratique et en raison d'un pas de mensuration beaucoup plus fin, celles-ci sont mieux décrites par une fonction dépendant de la taille des poissons.

Pour un engin donné, et à stratégie d'exploitation fixée, les facteurs régissant la capturabilité peuvent être dissociés en deux groupes :

- des facteurs liés à l'espèce,
- et des facteurs liés à la taille du poisson.

Les premiers conditionnent le comportement de l'espèce vis-à-vis de l'engin. Ils dépendent de son éthologie, de son régime alimentaire, de la stratégie d'utilisation de l'engin et dans le cas des nasses de l'utilisation d'appât sélectif, de la durée de la calée, du type de fond, de la position de la nasse par rapport au récif, etc.

En dessous d'une certaine gamme de taille, les poissons entrent et sortent librement de la nasse. Or seul ce dernier point de vue est intéressant pour évaluer le pouvoir de capture de l'engin.

Les variations de la capturabilité en fonction de la taille des poissons traduisent un phénomène physique. Elles dépendent du rapport entre la dimension des poissons et celle des mailles de l'engin. Ce rapport peut être considéré comme indépendant de l'espèce (sous réserve d'un choix pertinent de la dimension des mailles et de la taille des poissons prises en compte).

Dans les conditions où elles ont été étudiées, les variations observées de capturabilité en fonction de la taille des poissons ont été supposées indépendantes des phénomènes de recrutement des espèces sur les zones récifales ou rocheuses exploitées. En effet, sur d'autres pêcheries à la nasse, on s'est rendu compte que les espèces colonisaient en général très tôt les récifs à des tailles inférieures aux longueurs moyennes de première capture des nasses utilisées par les pêcheurs.

En première approche, la probabilité d'entrée d'un poisson dans la nasse a été supposée indépendante des dimensions des goulottes. L'ouverture des goulottes peut être assimilée à une ellipse. Sur les nasses utilisées sur la pêcherie guyanaise, les deux axes de cette ellipse mesurent 35 cm et 15 cm. Le périmètre de l'entrée est supérieur à celui des plus gros poissons rencontrés. Cependant, il est possible que certaines nasses utilisées par les professionnels aient des goulottes de plus petites dimensions. Quoi qu'il en soit, les mesures techniques de gestion ne concerneront pas la dimension minimale des goulottes, ce qui ne présenterait aucun intérêt ; il n'est donc pas nécessaire d'en modéliser l'effet, au moins dans un premier temps.

On notera cependant qu'il y a danger à utiliser des goulots trop grands, ce qui inciterait les requins à forcer l'entrée.

Le mécanisme de la sélectivité de l'engin intervient lorsque les poissons entrés dans la nasse tentent de s'échapper par les ouvertures des mailles, il s'agit donc d'étudier la probabilité de rétention des individus dans la nasse.

Le taux de rétention est défini comme la probabilité qu'un poisson de taille  $x$  d'être retenu, à partir du moment où il est entré dans la nasse. Cette probabilité est le rapport entre le nombre de poissons de taille  $x$  retenus et le nombre de poissons de même taille entrés dans la nasse.

Comme le suggèrent POPE *et al.* (1975), le taux de rétention dans les nasses peut être modélisé par une fonction logistique. Cette probabilité s'écrit alors  $p(x)$  où  $x_{50}$  est la taille pour laquelle cette probabilité est 0.5.

$$p(x) = \frac{1}{1 + \exp[-a.(x - x_{50})]}$$

en dérivant  $p(x)$ , on montre que:

$$a = \frac{2.Ln(3)}{x_{75} - x_{25}}$$

par définition, le Facteur de Sélectivité (FS),

$$FS_{hm} = \frac{h_{50m}}{G_m}$$

Le Facteur de Sélectivité (FS) est par définition le rapport entre la hauteur du poisson de longueur  $x_{50}$  pour lequel la probabilité de fuite, à travers un grillage d'ouverture  $G_m$  maximale des mailles, est 0.5.

Pour une espèce donnée, il existe une relation linéaire entre la longueur totale  $L_t$  et le hauteur  $h$  du poisson:

$$L_t = \alpha_s \cdot h + \beta_s$$

$$L_{50m,s} = \alpha_s \cdot h_{50m} + \beta_s$$

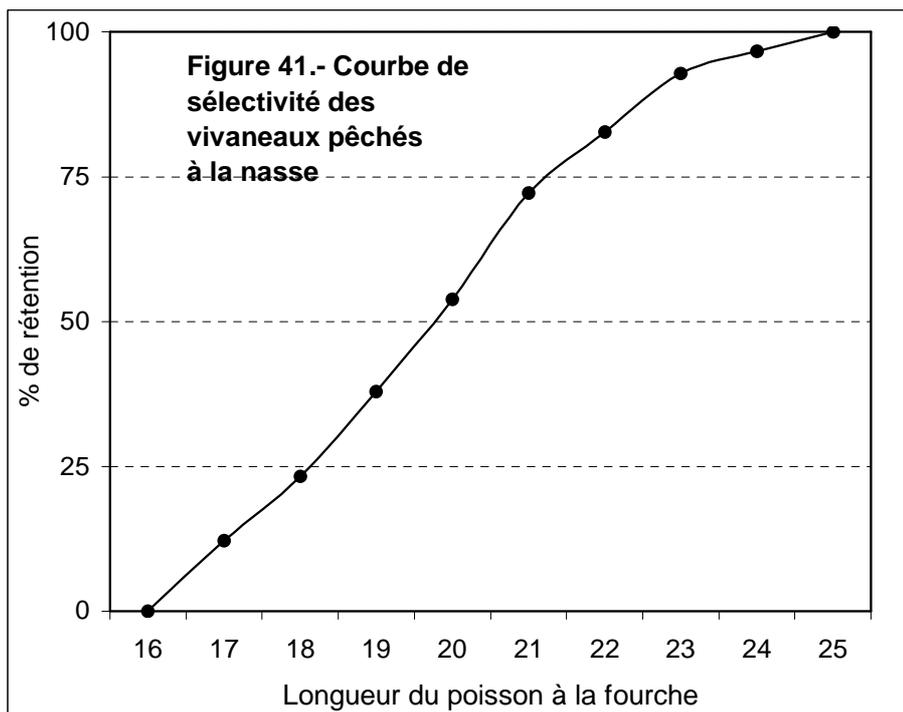
$$a_{m,s} = \frac{2 \cdot \text{Ln}(3)}{L_{75} - L_{25}} = \frac{2 \cdot \text{Ln}(3)}{\alpha_s \cdot (h_{75} - h_{25})} = \frac{a_m}{\alpha_s}$$

$$FS_{m,s} = L_{50m} / G_m$$

### 3.- ESTIMATION DES PARAMETRES DE SELECTIVITE

La détermination du taux  $p(x)$  de rétention suppose que le nombre de poissons de taille  $x$  entrés dans l'engin soit connu. Cette donnée est inaccessible pour un maillage donné puisque tous les poissons de petite taille se sont échappés suivant leur sélection par rapport à la maille utilisée.

En fait, il faudrait mouiller côte à côte une autre nasse dont les mailles sont très petites et ne laisserait échapper aucun individu. La probabilité de rétention  $p(x)$  pour un longueur  $x$  du poisson serait donnée par le rapport entre les nombres de poissons pris dans la nasse à tester et ceux retenus dans la nasse destinée à tout pêcher (appelé maillage de référence). Ces nasses ont par ailleurs rigoureusement les mêmes caractéristiques physiques sauf la dimension des mailles du grillage.



Ce genre d'expérimentation n'a pas pu être effectué que de façon imparfaite. Pour cela on a comparé les captures d'un chalut opérant dans une zone voisine des caseyeurs et celle d'un caseyeur de la flottille antillaise. Ce calcul a donné une valeur  $L_{50}=20.05$  cm cohérente avec les données de la littérature. Le chalut n'a aucune sélectivité vis à vis de la plupart des espèces commerciales en raison de son maillage et

On part du principe que la taille du poisson remplissant juste la maille de la nasse correspond à la  $L_{50}$ .

Pour éliminer de nombreuses sources d'incertitudes et d'erreurs de mensuration, on préfère comparer l'ouverture maximale à la hauteur maximale du poisson, plutôt que la circonférence maximale du poisson à la circonférence de la maille de la nasse.

La relation biométrique qui lie la hauteur  $h$  du poisson à sa longueur totale  $L_t$  est:

$$L_t = \alpha \cdot h + \beta$$

Dans le cas du vivaneau rouge, cette relation s'écrit  $L_t = 0.3394 \cdot h + 0.7778$

Dans le cas particulier de la longueur à 50 % de retenue, pour une maille donnée  $m$

$$L_{50,m} = \alpha \cdot h_{50} + \beta$$

$$FS = \frac{L_{50}}{G_m}$$

Le taux de rétention dépend du rapport entre l'encombrement du corps du poisson et l'ouverture de la maille. Pour les poissons de forme commune, qui constituent la quasi-totalité des espèces récifales exploitées, il dépend du périmètre maximum de leur corps. Cependant, la mesure de ce paramètre est peu fiable et il a semblé plus précis d'exprimer le taux de rétention en fonction de la hauteur maximale du corps, notée  $h_{50}$ .

Le paramètre de sélectivité a été déterminé à partir des distributions des hauteurs maximales des poissons dans les nasses.

Il est alors possible de calculer le facteur de sélection, exprimé en fonction de la hauteur des poissons

La dénomination commerciale et réglementaire française des mailles de grillage fait référence à l'écartement entre les côtés torsadés. Il s'agit donc de la plus petite ouverture des mailles,  $G_m$ . (figure 41). La maille utilisée pour la confection des casiers est de 41-45mm, les mesures effectuées ont donné une valeur moyenne de 45.2 mm

La différence entre l'ouverture réelle des mailles, observée sur les nasses, et la dénomination commerciale du grillage peut s'expliquer par la technique de montage de l'engin : le grillage est fortement tendu sur l'armature de la nasse et les mailles sont légèrement déformées. Cette déformation est d'autant plus forte que les mailles sont grandes et que le diamètre du fil est faible.

Les ouvertures maximales correspondantes ( $G_m$ ), qui conditionnent plus étroitement la rétention des poissons dans les nasses, ont été mesurées au pied à coulisse sur les nasses utilisées au cours de l'expérimentation.

Le grillage utilisé pour la confection des nasses est construit avec du fil de 6 mm de diamètre. Une enquête informelle auprès de professionnels avait montré qu'il s'agissait du matériel le plus fréquemment utilisé, bien que certains pêcheurs construisent aussi des nasses avec du grillage de 8 mm.

#### 4 - RESULTATS.

Les calculs de sélectivité, tels qu'ils ont été calculés pour la maille utilisée sont donnés au tableau XXXVIII.

L'expérience ayant été unique, ces résultats doivent être considérés comme préliminaires.

**Tableau XXXVIII**

Caractéristiques des mailles utilisées (mm)	$g_m$	$G_m$	Périmètre	$H_m$
		45.2 mm	54.7 mm	164 mm

Paramètres de sélectivité du vivaneau rouge, vis à vis la nasse de 45 mm	$L_{50}$	$L_{75}-L_{25}$	a	$(L_{75}-L_{25})/L_{50}$	FS
		21.8	1.22	1.80	0.056

#### 5.- CONCLUSIONS

L'étude de la sélectivité des nasses à poissons, telle qu'elle a été conduite, a permis de fournir une première estimation des paramètres de sélectivité pour le vivaneau rouge. Il s'agit d'un exercice particulièrement périlleux et difficile qui pour être précis devrait être accompagné de plongées pour observer le nombre de poissons entrant et sortant des nasses à étudier.

Pour le vivaneau rouge, les nasses ne semblent pas être l'engin de capture idéal. Compte tenu de l'étroitesse du goulot pour éviter l'échappement des poissons dont la taille est située dans la partie supérieure de l'intervalle de sélection, la nasse pêche, comme ses détracteurs le soutiennent, beaucoup de petits poissons (figure ).

On notera également que les zones où les nasses sont mouillées se situent généralement sur la plaine sédimentaire, surtout pour prévenir les risques d'accrochage avec le récif et ces zones sont réputées être le refuge des poissons de petite taille.

Dans les mois qui viennent de s'écouler, et cela n'a pas facilité le travail, il y a eu une désaffection systématique de la pêche par beaucoup de navires antillais.

Le trajet est en effet très long entre les Antilles et la ZEE de la Guyane. Les bateaux sont généralement petits et ne peuvent prendre le risque de traverser en période cyclonique. Compte tenu des décalages des saisons entre la zone tropicale nord et la région équatoriale, la mer est souvent dure en Guyane pendant le premier trimestre, le créneau restant pour venir y travailler est donc très étroit pour les petits bateaux. Seul les caseyeurs antillais d'un tonnage important peuvent fréquenter la ZEE guyanaise de façon régulière.

## VII CONCLUSION GENERALE

Par le passé, ce stock de vivaneaux rouges a subi de violentes agressions. Ainsi, son exploitation au chalut par une flottille espagnole l'avait réduit à néant dans les années 70. Ces pratiques sont actuellement totalement réprouvées, bien que l'on sache que des chalutiers coréens effectuaient encore récemment des raids à partir du Surinam sur la partie ouest de la pêcherie française. Ils y recherchaient le vivaneau rayé, mais pêchaient probablement également du vivaneau rouge de petite taille.

Depuis que le vivaneau rouge de Guyane fait l'objet d'une étude suivie (en 1986), il n'a jamais été confronté à un grave problème d'exploitation. D'une part parce qu'on ne savait pas formuler pour ce stock les critères d'un état de mésexploitation et d'autre part parce qu'il n'y a jamais eu d'attaque de l'intégrité de ce stock, surtout depuis la mise en place des ZEE des pays riverains du plateau guyano-brésilien.

Le vivaneau est un poisson de grande qualité qui ne nécessite pas de moyens de capture sophistiqués. La flottille vénézuélienne est en train de montrer qu'avec un savoir-faire élevé et une motivation socio-économique très forte, on peut, même avec un engin de pêche aussi simple et écologique que la ligne à main, mettre un stock en danger.

Les symptômes constatés sur ce stock sont alarmants et se mesurent à la quantité de petits poissons désormais présents dans les captures. L'analyse des rendements par recrue fait apparaître un grand déséquilibre de la biomasse, avec un rajeunissement important de la capture.

On incrimine, (peut-être un peu rapidement), les vénézuéliens qui repartiraient vers Margarita chargés du gros vivaneau collecté auprès de la flottille restant sur zone pour le monnayer aux Antilles, à des prix plus intéressants que ceux pratiqués à Cayenne. Les calendriers de présence en Guyane des bateaux font en effet apparaître des anomalies non compatibles avec l'utilisation annuelle d'une licence. La base normale des débarquements sur Cayenne est une fréquence de 2 par mois avec, à chaque trimestre, un retour du bateau vers Margarita, soit donc 5 marées de 10-15 jours par période de présence, la sixième étant théoriquement destinée à pêcher les 25% de la capture que la législation leur permet de ramener au Venezuela.

Le poisson, glacé à 0° degré, ne conserve ses qualités que pendant une dizaine de jours, il est donc exclu d'effectuer des marées de plus de 15 jours. Or de nombreux bateaux montrent une fréquence supérieure et, un retour éclair sur Margarita étant exclu, ont peut penser que certains ont l'habitude de vendre leur pêche également au Surinam.

Tant que de nombreuses anomalies sur les statistiques de pêche n'auront pas été élucidées, il sera difficile de produire un avis circonstancié sur cette pêcherie. On peut lister ces manques dont aucun ne reste dans le domaine anecdotique:

[ tonnages effectivement rapatriés vers Margarita au titre des 25% et probablement vendus aux Antilles entre T&T et la Martinique.

[ tonnages des campagnes effectuées par des bateaux vénézuéliens dans la ZEE française et vendus au Surinam, y compris ceux des navires, (ligneurs et caseyeurs) non autorisés

[ tonnages des caseyeurs antillais débarqués en Martinique et en Guadeloupe

[ tonnages des ventes directes au consommateur lors des débarquements à Cayenne

[ tonnages capturés par les crevettiers français comme prise accessoire

[ tonnages des chalutiers coréens et hollandais faisant des incursions dans la ZEE guyanaise

Le diagnostic effectué sur le rendement par recrue est robuste mais peu précis en raison des lacunes en matière de statistiques de pêche. On sait dans quel sens on doit aller, c'est à dire

vers une diminution de l'effort. La diminution de 40% qui est préconisée est un chiffre maximum et ne devrait être atteint que par paliers.

Enfin on notera que le "phénomène nasses" très redouté par les professionnels guyanais est devenu un épiphénomène, dans le sens où les autres sources d'erreurs sont bien plus importantes. Et on voit mal comment revenir à une situation

## VIII BIBLIOGRAPHIE

**Brander, 1974.** The effect of age-reading errors on the statistical reliability of marine fishery modelling. In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 181-191.

**Carlander, 1974.** *Difficulties in ageing fish in relation to the inland fishery management.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 200-205.

**Chevallier P., 1990.** *Méthodes d'étude de la dynamique des espèces récifales exploitées par une pêche artisanale tropicale : les cas de la Martinique.* Thèse de l'ENSAR.

**Ehrhardt N. (1986).** *The biological and economic modelling of the shrimp resources on the Guianas-Brazil shelf. Summary report of the workshops on the biological and economic modelling of the shrimp resources on the Guianas-Brazil shelf.* Miami, Florida, (USA), 26-29 June 1986, 16p. 17 fig., 4 Tables.

**Fagade F.O., 1974.** *Age determination in Tilapia melanotheron (Ruppel) in the Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria (with a discussion of the environmental and physiological basis of growth marking in the tropics.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 71-77.

**FAO, 1992.** *Introduction to Tropical Fish Stocks Assessment.* FAO Technical Papers, Manuel, 306 / 1, Part 1. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

**Frouin P., 1997.** *Revue des connaissances sur la zone côtière de Guyane française.* Publication pour le Programme National D'Océanographie Côtière (PNOC). 85 p.

**Gascuel D., 1994.** *Une méthode simple d'ajustement des clefs taille / âge : application au captures d'albacores (Thunus albacares) de l'atlantique Est.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51 : 723 – 733.

**Gonzales Cabellos L. W., 1990.** *Edad y crecimiento del pargo colorado Lutjanus purpureus e indice de abundancia de la pesquería de media altura pargo-mero en la region oriental de Venezuela.* Universidad de oriente, Nucleo de Nueva esparta, escuela de ciencias aplicadas del mar, departamento de acuicultura marina.

**Grimes C. B. , 1987.** *Reproductive Biology of the Lutjanidae : a review.* in « *Tropical snappers and groupers : biology and fisheries management* ». Edited by J.J. Polovina & S. Ralston. Westview press, Boulder and London.

**Hoftede, A.E, 1974.** *The application of age determination in fishing management.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 206-220.

**Laurec A., 1993.** *Etalonnage des analyses de cohortes en halieutique.* In Biométrie et Environnement. Eds : Lebreton & Asselaire. Masson, Paris, 332p, 1993.

**Le Cren, 1974.** *The effect of errors in ageing in production studies.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 221-225.

**Le Guen J.C., 1976.** *Utilisation des os urohials pour la lectures de l'âge des scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières.* Cath ORSTOM, sér. Océanogr., 14, N°4, 331-338.

**MAAF 1995.** *Virtual population analysis (Version Windows 95 trial )* Directorate of Fisheries Research of MAAF, Lowestoft Sussex

**Manooch C.S., 1987.** *Age and growth of snappers and groupers,* in « *Tropical snappers and groupers : biology and fisheries management* ». Edited by J.J. Polovina & S. Ralston. Westview press, Boulder and London.

**Manickhand Dass Sherry, 1987.** *Reproduction, Age and Growth of the Lane Snapper, Lutjanus Sinagris (Linnaeus), in Trinidad, West Indies.* Bulletin of Marine Science, 40(1) :22-28, 1987.

**Martec limited, 1995.** *Environmental factors affecting Fisheries on the Guyana / Brazil continental shelf area.* Martec report N° : TR 95 21. Prepared for Caricom Fisheries Ressources Assessment and Management Program.

**Maury O. & Gascuel D., 1996.** *Stock-recruitment relationship, minimum biological levels and stock collapse risk : a method of assessment based on production data.* International Council for the Exploration of the Sea . Statistics committee, CM 1996 / D : 5.

**Meunier F.J., Rojas-Beltran R., Boujard T., Lecomte F., 1994.** *Rythmes saisonniers de croissance chez quelques Téléostéens de Guyane française.* Publication de l'ORSTOM. Revue d'Hydrobiologie tropicale, 27 (4) : 299-487.

**Nelson R.S. & Manooch C.S. III, 1982.** *Growth and mortality of Red Snappers in the West-Central Atlantic Ocean and Northern Gulf of Mexico.* Transaction of the American Fisheries Society, 111 : 465-475, 1982.

**Pauly D. & Moreau J., 1997.** *Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques.* Collection Polytech de l'I.N.P de Toulouses, CEPADUES EDITIONS, 1997. 286 p.

**Prévost E., 1989.** *La pêche du Vivaneau en Guyane Française : étude comparative et évaluation des trois techniques (lignes à main, nasse, chalut).* Document interne IFREMER. Laboratoire des Ressources Halieutiques de Cayenne DRV / 89.036-RH/Cayenne, 31p.

**Pannella G., 1971.** *Fish otoliths : Daily growth layes and periodical patterns.* Science, 173, 1124-1126.

**Pannella G., 1974.** *Otoliths growth paterns : an aid in age determination in temperate and tropical fishes.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 28-39.

**Pérodou J-B., 1994.** *Dynamique de la population exploitée de Vivaneau rouge (Lutjanus purpureus) de Guyane. Complémentarités des analyses globales et structurales.* Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille. Non publié.

**Poinsard F., J.P. Troadec, 1996.** *Détermination de l'âge par la lecture des os urohialss chez deux espèces de Scianidés ouest africains (Pseudotolithus senegalensis et Pseudotolithus typus).* J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 30 (3), 291-307.

**Prevost E., (1989)** *La pêche du vivaneau en Guyane française: étude comparative et évaluation des trois techniques (ligne à main, nasse, chalut)* Rapport DRV 89.036-RH/Cayenne 1989 p

**Prost M.T., Lointier M., Pannetier G., 1987.** *Envasement de la côte de Guyane.*

**Ralston S., 1989.** *Size selection of Snappers (Lutjanidae) by hook and line gear.* Can. J. Fish ; Aquat. Sci. 47 : 696-700.

**Rivas R. Luis, 1966.** *Rewiew of the Lutjanus campechanus Complex of Red Snappers.* Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences. 298 (2).

**Sych R. 1974.** *The source of errors in ageing fish and considerations of the proofs of reliability.* In « *the ageing of fish* ». Edited by T.B. Baguenal. 1974. Urwin Brothers Limited, The Grisham Press, Old working, Surrey, England. 79-86.

**Thompson R ; and Munro JL., 1974.** *The biology, Ecology and Biomics of the Snappers, Lutjanidae.* In «ICLARM shnd Rev., 7, 1983 », Chap 9.

**Tous P.H., 1988.** *Perspective d'exploitation d'Espèces Nouvelles : la pêche au vivaneaux.* Direction des Ressources Vivantes. Département Ressources Halieutiques. Rapport final de la convention IFREMER / Région Guyane, mars 1988. Contrat N° 86/1210446/F.

**US Department of the Interior, 1988.** *Specific profile : Life Histories and environmental Requirement of Coastal Fishes and Invertebrate. Gulf of Mexico. Red Snappers.* Fish and Wild Life Service, Biological report 82(11.83) TR EL-82-4, 1988.

**Vendeville p., 1984.** *La pêcherie de crevettes tropicales de Guyane française. Le problème des captures accessoires. Estimations et implications.* Thèse de l'Institut Polytechnique de Toulouse pour l'obtention du Diplôme de Docteur Ingénieur.