

UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

D.E.A. d'Océanologie Biologique et Environnement Marin

Option; Exploitation des Systèmes Aquatiques

**DETECTION EN OTOLITHOMETRIE ASSISTEE PAR
ORDINATEUR DE L'INFLUENCE DU CYCLONE HUGO SUR
LA CROISSANCE DE POISSONS DU REEF CORALLIEN
DE GUADELOUPE**

Par Nicolas DIAZ

septembre 1991

Stage réalisé à l'U.A.G. Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, sous la direction de M. Max LOUIS.

à l'antenne ORSTOM de Brest, sous la direction de M. François CONAND.

UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

D.E.A. d'Océanologie Biologique et Environnement Marin

Option; Exploitation des Systèmes Aqualiques

**DETECTION EN OTOLITHOMETRIE ASSISTEE PAR
ORDINATEUR DE L'INFLUENCE DU CYCLONE HUGO SUR
LA CROISSANCE DE POISSONS DU RECIF CORALLIEN
DE GUADELOUPE**

Par Nicolas DIAZ

septembre 1991

Ce rapport concerne un stage d'initiation à la recherche, accompli dans les laboratoires de l'U.A.G. Pointe-à-Pitre et de l'antenne ORSTOM Brest dans le cadre d'un Diplôme d'Etudes Approfondies d'Océanologie Biologique. Il ne constitue pas une publication scientifique.

- SOMMAIRE -

INTRODUCTION: SITUATION ET DEFINITION DU STAGE -----	p. 1
1. PRESENTATION DU CADRE D'ETUDE -----	p. 1
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE -----	p. 1
1.2. CLIMATOLOGIE -----	p. 1
1.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES -----	p. 2
1.2.2. LE CYCLONE HUGO ET SES EFFETS SUR LE MILIEU MARIN ----	p. 2
2. MATERIEL ET METHODES -----	p. 3
2.1. ESPECES ETUDIEES -----	p. 3
2.2. SITE D'ECHANTILLONNAGE -----	p. 5
2.2.1. PRESENTATION -----	p. 5
2.2.2. STATIONS D'ECHANTILLONNAGE -----	p. 5
2.3. ENGIN DE PECHE -----	p. 6
2.4. RESULTAT DES CAMPAGNES -----	p. 7
2.5. LES OTOLITHES -----	p. 7
2.5.1. LOCALISATION ET ROLE -----	p. 7
2.5.2. ORGANISATION STRUCTURALE ET COMPOSITION -----	p. 7
2.5.3. UTILISATION DES OTOLITHES EN BIOLOGIE -----	p. 8
2.6. PREPARATION DES OTOLITHES POUR LA LECTURE -----	p. 9
2.6.1. EXTRACTION ET CONSERVATION -----	p. 9
2.6.2. TRAITEMENT DES OTOLITHES -----	p. 9
2.7. LECTURE DES OTOLITHES -----	p. 10
2.7.1. CARACTERISTIQUES DU MATERIEL -----	p. 11
2.7.2. DONNEES RECUEILLIES POUR CHAQUE OTOLITHE -----	p. 12
3. RESULTATS -----	p. 13
3.1. CAPTURES -----	p. 13
3.2. MORPHOLOGIE DES OTOLITHES -----	p. 13
3.3. EFFICACITE DE LA METHODE DE PREPARATION DES OTOLITHES -----	p. 15
3.4. MARQUES DU CYCLONE SUR L'OTOLITHE -----	p. 16
3.5. DONNEES CONCERNANT LA CROISSANCE DES ESPECES -----	p. 16
4. DISCUSSION -----	p. 18
4.1. EFFICACITE DE L'ANALYSE D'IMAGE -----	p. 18
4.2. INFLUENCE DU CYCLONE -----	p. 19
4.2.1. EFFETS IMMEDIATS -----	p. 19
4.2.2. EFFETS RETARDES -----	p. 20
4.3. CROISSANCE DES ESPECES -----	p. 20
4.3.1. HAEMULONS -----	p. 20
4.3.2. SPARISOMA -----	p. 21
4.3.3. ACANTHURUS -----	p. 21
CONCLUSION -----	p. 22
ANNEHES	
BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION: SITUATION ET DEFINITION DU STAGE

La *Guadeloupe* est un Département Français d'Outre-Mer, situé en zone tropicale, dans l'Atlantique Nord, et est, de ce fait, périodiquement soumis à des perturbations météorologiques majeures typiques de ce secteur; les cyclones. Le dernier en date, *Hugo*, a ravagé l'île les 16 et 17 septembre 1989. De nombreux travaux ont été entrepris, depuis, pour tenter de mesurer l'impact d'un tel cyclone sur les écosystèmes marins côtiers de la *Guadeloupe*.

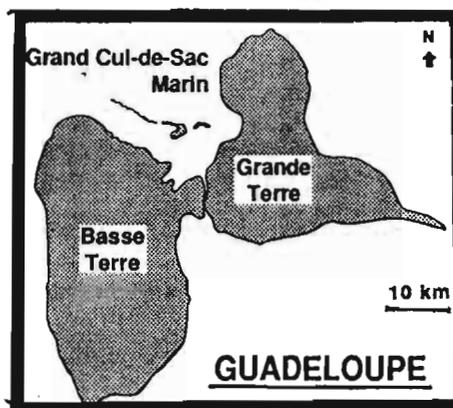
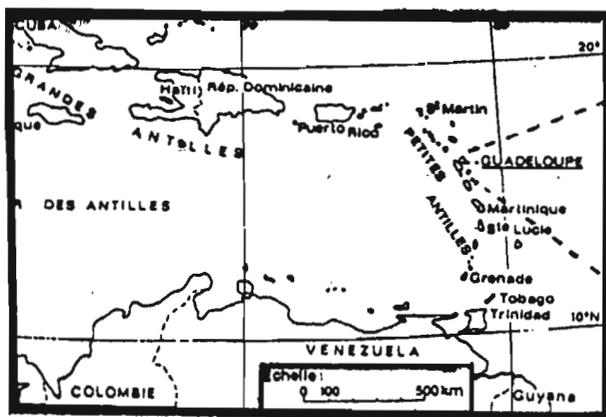
C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui a pour but d'essayer de mettre en évidence un éventuel stress subi par les populations ichtyologiques de l'île, et plus particulièrement celles du récif corallien, suite au passage du cyclone.

Pour ce faire, on a choisi l'otolithométrie qui est, selon BAILLON (1990), une véritable "mémoire enregistreuse" des événements endurés par le poisson au cours de sa croissance. On essaiera par l'observation et l'analyse détaillée des microstries d'accroissement des otolithes, à l'aide d'un logiciel d'analyse d'image approprié, de déterminer si le cyclone et ses conséquences sur l'environnement marin ont induit des perturbations physiologiques affectant la croissance des individus. La méthode employée permettra, d'autre part, d'accéder à des données concernant la croissance des espèces étudiées.

1. PRESENTATION DU CADRE D'ETUDE

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

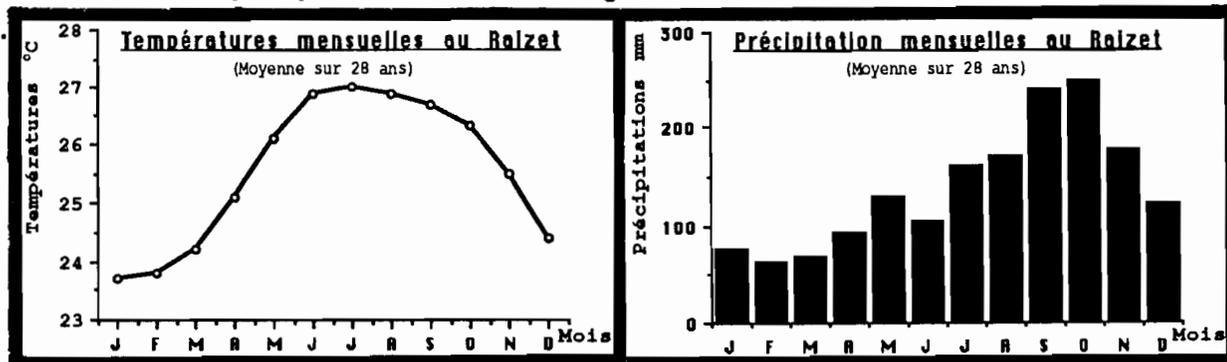
La *Guadeloupe* est située dans l'Atlantique Ouest, en zone tropicale ($16^{\circ}\text{N} - 61^{\circ}\text{O}$), au milieu de l'arc des *Petites Antilles* qui délimite le Sud-Est de la mer Caraïbe. Elle est constituée de deux îles majeures; *Grande Terre* (585 km²) et *Basse Terre* (848 km²) séparées par un chenal étroit : La *Rivière Salée*, qui joint les deux lagons gadeloupéens ; le *Grand Cul-de-Sac Marin*, au nord, et le *Petit Cul-de-Sac marin*, au sud.



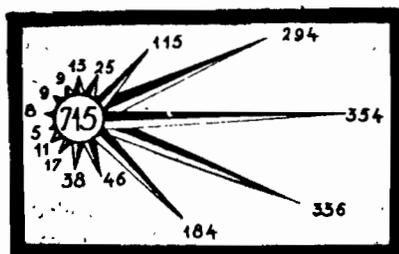
1.2. CLIMATOLOGIE

1.2.1. CARACTERISTIQUES GÉNÉRALES

Le climat guadeloupéen est chaud (température atmosphérique toujours voisine de 25°C) et humide (humidité atmosphérique moyenne de 80%). L'ensoleillement varie autour de 2700 heures par an. On distingue deux saisons toutefois peu marquées en raison du caractère tropical océanique du climat de l'île : Le **Carême**, où les précipitations mensuelles sont inférieures à 100 mm ; de décembre à avril et l'**hivernage**, où les précipitations mensuelles dépassent 180 mm ; de mai à novembre. Il en résulte des précipitations annuelles moyennes de 1840 mm (période de référence : 1951-1978).



Le régime des vents alizés est quasi-constant et établi plus de 300 jours par an.



ROSE DES VENTS

(3 mesures quotidiennes sur 2 ans. Dans le cercle figurent les calmes)
(d'après LASSERRE, 1961)

L'hivernage, et plus précisément les mois d'août et septembre, sont les périodes d'activité cyclonique maximum dans l'Atlantique Nord. On dénombre, dans ce secteur, 5 cyclones par an en moyenne. La *Guadeloupe* s'est, pour sa part, trouvé sur la trajectoire de 9 d'entre eux depuis le début du siècle dont le dernier en date, *Hugo*, a été sans conteste, le plus violent et le plus dévastateur.

1.2.2. LE CYCLONE HUGO ET SES EFFETS SUR LE MILIEU MARIN

Née sur le continent africain dans les premiers jours de septembre, la dépression prit peu à peu, lors de sa progression transatlantique, les caractéristiques d'un cyclone, atteignant la classe 4 sur l'échelle des ouragans de SAFIR-SIMPSON (graduée de 0 à 5). Le cyclone a frappé la *Guadeloupe* le 16 septembre 1989 en soirée, l'œil du cyclone d'un diamètre de 37 km, passant sur *Basse Terre* à une vitesse de 26 km/h. La pression atmosphérique est alors descendue jusqu'à 943 millibars. Le vent s'est établi à 260 km/h, accompagné vraisemblablement de rafales dépassant les 300 km/h. Simultanément, des précipitations de l'ordre de 300 mm s'abattirent sur l'île dans la nuit du 16 au 17. Les chiffres suivants sont basés sur des témoignages et des recoupements, aucune mesure n'ayant pu être effectuée lors de la perturbation.

On estime l'élévation moyenne du niveau de la mer en raison de la chute de pression atmosphérique à 1,5 m, accompagnée d'une houle cyclonique de 5 m d'amplitude. Paradoxalement, le fait que l'île ait subi l'œil même du cyclone a permis d'éviter les pires conditions de houle qui sont

généralement situées à droite de l'œil, dans l'hémisphère Nord.

Après l'ouragan, la température de la mer sur la côte Caraïbe, à -15 m, diminua de 1°C par rapport à la moyenne, probablement en raison d'une remontée d'eau due aux déplacements des masses d'eau de surface. Cette chute de température fut éphémère puisqu'elle était effacée une semaine plus tard. Globalement, les caractères physico-chimiques ont peu varié en mer ouverte.

Aucune modification morphologique majeure de la barrière corallienne du *Grand Cul-de-Sac Marin* n'a été relevée. Globalement, les dégâts causés au récif sont peu importants eut égard à la violence du cyclone. Toutefois, on a pu constater une importante mortalité des coraux, par blanchissement, entre un et trois mois après la catastrophe. Les communautés benthiques les plus touchées furent celles comprises entre 0 et -5 m puisque plus exposées à la houle (BOUCHON, 1990).

L'espèce d'algue *Dictyota sp.*, présente habituellement sur le récif, a laissé place, suite au cyclone, à une explosion de l'algue rouge *Liagora sp.* qui devait s'éteindre trois mois après, alors que *Dictyota* se réinstallait.

Les communautés ichthyologiques récifales, enfin, ne présentent pas de modifications importantes de leur composition qualitative, de leur abondance et de leur structure, suite au cyclone. Cependant, on note une chute importante du taux de juvéniles, après l'ouragan (BOUCHON-NAVARO & LOUIS, 1990).

remarque: Toutes ces observations sont extraites du document n° 25 du Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe.

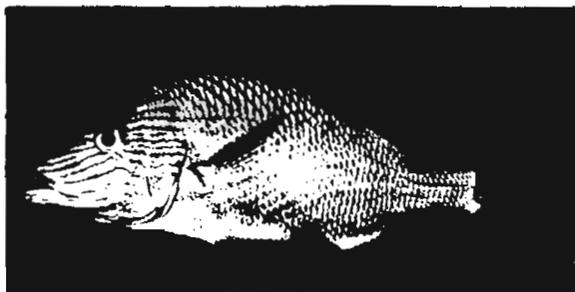
2. MATERIEL ET METHODES

2.1. ESPECES ETUDIEES

L'étude porte sur cinq Ostelchtylens du récif appartenant à trois familles. Le choix de ces espèces a été orienté par plusieurs critères ; elles sont relativement abondantes dans le milieu et dans les captures et présentent un certain intérêt commercial. De plus, lors du choix, on a veillé à sélectionner des carnivores et des herbivores.

Les trois premières espèces appartiennent à la famille des *Pomadasyidae* (ou *Haemulidae*), toutes trois sont carnivores et se nourrissent à partir d'une large variété d'invertébrés benthiques.

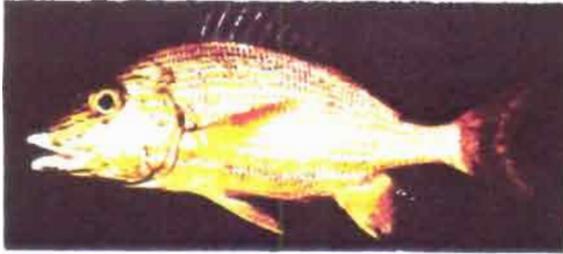
- *Haemulon plumieri* (LACEPEDE, 1802) ; "gueule rouge" ou "goret blanc".



← *Haemulon plumieri*
(26,5 cm, 453 g)
(d'après RANDALL, 1968)

Strié horizontalement de bleu
uniquement au niveau de la
tête, le corps est argenté.

- *Haemulon sciurus* (SHAW, 1803) ; "goret jaune".



← *Haemulon sciurus*
(29,7 cm, 457 g)
(d'après RANDALL, 1968)

De couleur jaune, présente des bandes bleues horizontales sur toute la longueur du corps.

- *Haemulon flavolineatum* (DESMAREST, 1823) ; "goret jaune".



← *Haemulon flavolineatum*
(19,1 cm, 131 g)
(d'après RANDALL, 1968)

Les stries sont jaunes et ascendantes dans la partie postérieure du corps.

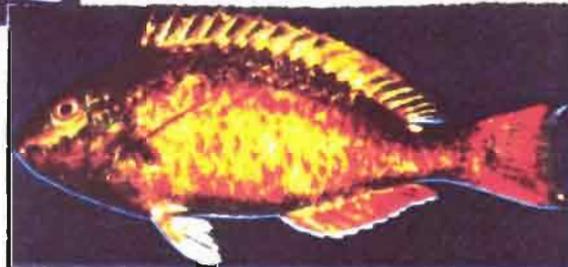
- *Sparisoma aurofrenatum* (CUVIER & VALENCIENNE, 1801) ; "chat à bride". Cette espèce appartient à la famille des Scaridae, communément appelés "poissons perroquets" en raison de leur dentition évoquant un bec (caractère adaptatif les rendant particulièrement efficaces dans le broutage des coraux). Ce sont des herbivores abondants sur le récif.

La tache blanche à la base postérieure de la dorsale est un caractère distinctif de l'espèce. On identifie aisément mâles et femelles en raison d'un dimorphisme sexuel portant sur la coloration; le mâle arbore une ligne ascendante orangée, au dessus de la bouche (d'où le nom vernaculaire).

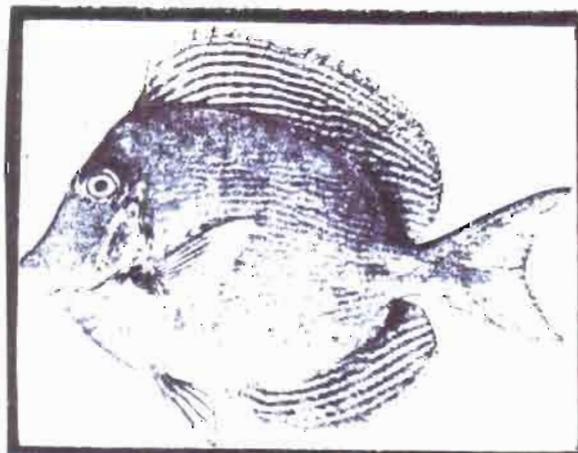


Sparisoma aurofrenatum →
Mâle
(19,0 cm)
(d'après RANDALL, 1968)

← *Sparisoma aurofrenatum*
Femelle
(16,3 cm)
(d'après RANDALL, 1968)



- *Acanthurus caeruleus* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) ; "chirurgien bleu". Cette espèce appartient à la famille des Acanthuridae ou "poissons chirurgiens", ainsi appelés en raison de la présence d'épines très acérées sur le pédoncule caudal. Abondants en bancs dans la zone récifale, ils sont spécialisés dans le broutage des algues filamenteuses du récif et maintiennent une activité diurne exclusivement.



← *Acanthurus caeruleus*
(17,3 cm)
(d'après RANDALL, 1968)

Bleus, fortement comprimés latéralement.

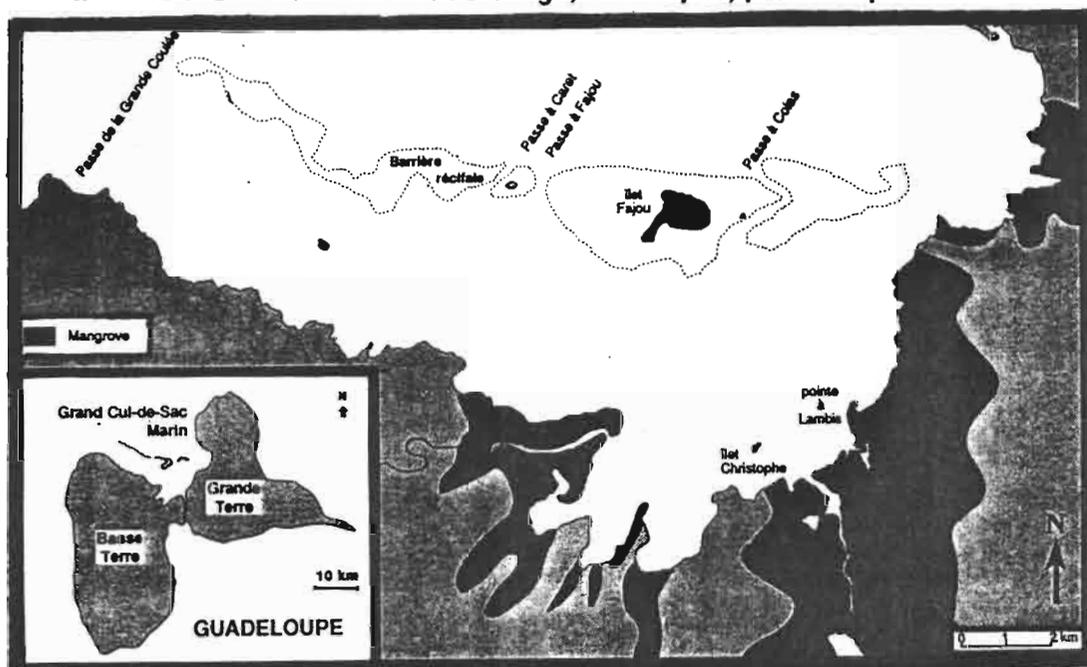
2.2. SITE D'ÉCHANTILLONNAGE

Le site retenu, le *Grand Cul-de-Sac Marin* et plus particulièrement sa zone septentrionale, proche de la barrière récifale, a été frappé de plein fouet par le cyclone.

2.2.1. PRÉSENTATION

Le *Grand Cul-de-Sac Marin* est un lagon d'une superficie de 78,5 km², fermé par une barrière récifale de 29 km de long, orientée est-ouest, située entre 4 et 10 km du rivage. Cette dernière emmerge en deux endroits pour former les îlets *Caret* et *Fajou*. Les côtes sont presque entièrement recouvertes par la mangrove, parcourue de nombreux canaux et rivières.

Le lagon communique avec le large par 4 passes de profondeur supérieure à 15 m présentant des ramifications internes au *Grand Cul-de-Sac marin*. On relève, dans le lagon, un ensemble de haut-fonds dangereux pour la navigation, appelés localement "cayes" ou "secs", qui peuvent émerger et donner naissance à des îlots : *Carénage*, *Christophe*, par exemple.



← LE GRAND CUL-DE-SAC MARIN

(d'après BOUCHON, 1990)

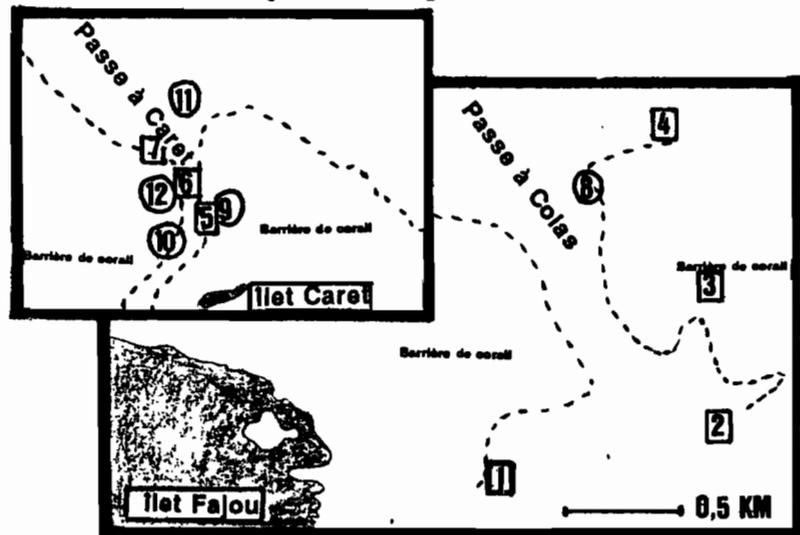
La partie nord du *Grand Cul-de-Sac marin* est soumise à un bon renouvellement d'eau grâce à l'action conjuguée des vagues et courants de surface ainsi qu'à la pénétration, par les passes, d'un diverticule du Courant Nord-Equatorial, qui longe la barrière d'ouest en est, sur sa marge Nord (ASSOR & JULIUS, 1987). La marée est diurne et de faible amplitude ; 50 à 60 cm.

La température de l'eau varie, en ce lieu, entre 25°C, en février, et 29°C, en août (LASERRE, 1961). Si l'on excepte la frange côtière du lagon, soumise aux apports d'eau douce terrestre, la salinité est comprise entre 35,8‰ et 36,4‰ et est homogène selon la profondeur. Les teneurs en oxygène dissous sont proches de la saturation ; 4 ml/l et légèrement supérieures dans la région récifale en corrélation avec un brassage plus intense de l'eau. La quantité de matières en suspension dans l'eau est faible dans la zone septentrionale du Grand Cul-de-Sac Marin.

2.2.2. STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

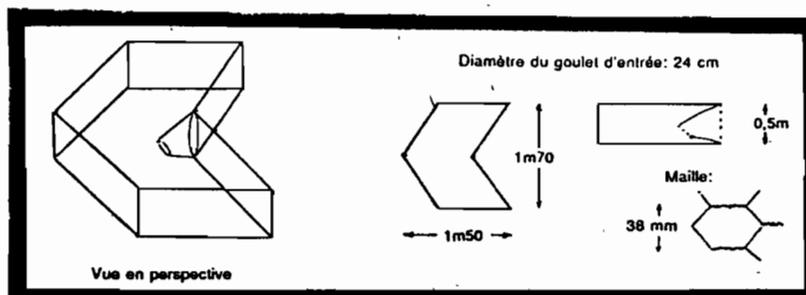
Les prélèvements ont été effectués en 12 stations distinctes, dans les secteurs de la *Passé à Colas* et de la *Passé à Caret*, sur des fonds sableux ou coralliens, à des profondeurs variant entre 2 et 20 m. En outre, quelques poissons furent prélevés lors d'opérations de saisie de casiers en action de pêche illégale dans la réserve marine de l'îlet Fajou, et intégrés à l'échantillon en raison de la proximité des sites.

CAMPAGNE 1990		
STATION	PROFONDEUR	SECTEUR
1	12-20 m	Colas
2	3-4 m	"
3	2-4 m	"
4	9-12 m	"
5	4-12 m	Caret
6	15 m	"
7	6-10 m	"
CAMPAGNE 1991		
STATION	PROFONDEUR	SECTEUR
8	5-8 m	Colas
9	2-10 m	Caret
10	2-4 m	"
11	7-10 m	"
12	2-4 m	"



2.3. ENGIN DE PECHE

Pour les captures, on a utilisé un engin traditionnel ; le casier en flèche guadeloupéen. Cet outil, de fabrication artisanale, est constitué d'une armature en bois couverte d'un grillage métallique dont les mailles mesurent 38 mm. Les casiers sont simples d'emploi, facilement réparables et peuvent être placés n'importe où.



← **DESCRIPTION DU CASIER EN FLECHE** (d'après BELIAEFF, 1987)

Les casiers sont déposés sur les sites d'échantillonnage choisis, puis périodiquement relevés (au minimum tous les trois jours) à l'aide d'une des embarcations de l'Université; le *Codakia*.

- **Efficacité** : Ces nasses possèdent une efficacité de pêche plutôt faible puisque l'on obtient des rendements de l'ordre de 500 à 600 g de prises par casier pour 3 jours d'immersion. Ce rendement varie essentiellement au rythme des périodes lunaires. On constate, par ailleurs, que les nasses doivent "vieillir" et se recouvrir d'épiphytes pour atteindre une efficacité optimum (BELIAEFF, 1987).

- **Sélectivité** : En ce qui concerne la sélectivité, les captures sont spécifiquement très diversifiées ; BELIAEFF (1987) recense 68 espèces dans ses prises. Les herbivores (*Acanthuridae* et *Scaridae* notamment) représentent 86% de la biomasse des prises.

Pour la taille, le maillage (38 mm) permet aux plus petits individus de s'échapper alors que le diamètre de l'entonnoir (240 mm) empêche les plus grands d'entrer.

Le fait d'immerger les nasses attachées à une bouée comme repère de surface permet aux

plaisanciers ou aux pêcheurs locaux des relevés clandestins ou des "emprunts". Pour pallier à ces inconvénients, la majorité des nasses a été immergée sans repère de surface, ce qui impliquait une visite en plongée. Après localisation, les casiers étaient remontés à bord à l'aide d'un grappin et vidés. Là, s'effectuait un premier tri des espèces ciblées.

2.4. RESULTAT DES CAMPAGNES

Deux campagnes d'échantillonnage ont été effectuées :

- La première : par P. LUU, du 10/03/90 au 08/06/90, soit moins de 10 mois après le cyclone, à l'aide de 10 nasses (dont 3 "disparurent") réparties entre les stations 1 à 7, a permis la capture de 2 *H.sclurus*, 7 *H.plumieri*, 11 *H.flavolineatum* ainsi que 70 *A.ceruleus* et 58 *S.aurofrenatum* (dont 18 mâles et 40 femelles).

- La seconde : par N. DIAZ, du 03/04/91 au 22/05/91, soit plus de 18 mois après le cyclone, à l'aide de 21 casiers (des 30 prévus initialement, 9 disparurent avant le 1er relevé) réparties entre les stations 8 à 12, a permis la capture de 4 *H.sclurus*, 16 *H.plumieri*, 4 *H.flavolineatum* ainsi que 37 *A.ceruleus* et 36 *S.aurofrenatum* (dont 5 mâles et 31 femelles).

Après identification, au laboratoire, chaque poisson a été pesé et mesuré (longueur à la fourche : LF et longueur totale : LT). Les résultats de ces campagnes figurent en Annexes 1 et 2.

Pour chaque espèce, on a établi un histogramme des effectifs par classe de taille où sont consignées les tailles maximum et minimum rencontrées dans les captures (Annexe 3).

2.5. LES OTOLITHES

2.5.1. LOCALISATION ET ROLE

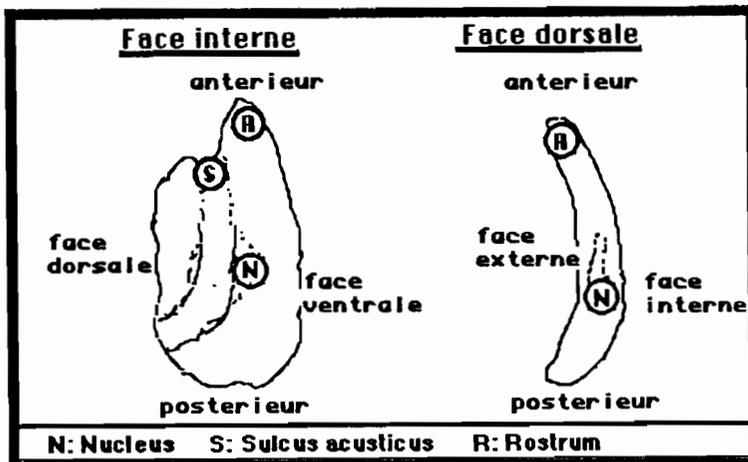
Les otolithes sont des concrétions calcaires localisées dans les sacs membraneux de l'oreille interne des poissons Osteichthyens. On en dénombre 3 paires : *Lapillus*, *sagitta* et *asteriscus*, situées respectivement à l'intérieur de l'utriculus, du sacculus et de la lagena, reposant sur un épithélium innervé, La macula. L'utriculus joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre postural des poissons alors que sacculus et lagena semblent plutôt destinés à l'enregistrement des stimuli acoustiques. Ceci est rendu possible grâce aux propriétés piezoélectriques des otolithes qui, en répondant aux forces de gravité et d'inertie ou aux vibrations sonores, exercent une excitation des cellules ciliées mécanoréceptrices de la macula. Le message est ensuite transmis au cerveau par le nerf auditif.

Au cours de la présente étude, on a choisi de s'intéresser uniquement à la *sagitta* dont la taille permet un prélèvement et un traitement aisé. On s'attachera désormais, à détailler essentiellement cette paire d'otolithes.

2.5.2. ORGANISATION STRUCTURALE ET COMPOSITION

Les otolithes en général, et la *sagitta* en particulier, possèdent une grande variété de tailles et de formes selon les espèces et même selon les conditions environnementales de vie d'un poisson (GAEMERS & CRAPON, 1986).

Les otolithes sont constitués d'aiguilles ou de prismes d'aragonite orientés radialement à partir du nucleus. L'ultrastructure de ces aiguilles révèle une multitude de microcristaux enrobés dans une matrice protéique organisée en fibres serrées ; l'otoline.



← SCHEMA DESSCRPTIF DE LA SAGITTA

La sagitta, fréquemment plus volumineuse, est une ellipse comprimée latéralement en forme de croissant, la face distale ou externe étant concave et creusée d'un sillon ; le sulcus acusticus. On distingue, par transparence, une tache plus opaque au centre ; le nucleus.

Les otolithes croissent par dépôt de matière nouvelle en surface. Ces dépôts sont cycliques et dépendent du métabolisme du calcium et des acides aminés. Ceci conduit à la formation de stries composées de deux parties distinctes :

- Une zone d'acrétion, large et riche en carbonate de calcium correspondant à une phase active de calcification.

- Une zone de discontinuité, plus étroite, formée de fibres protéiniques correspondant à une interruption, ou tout au moins un fort ralentissement de la calcification (CAMPANA & NEILSON, 1985).

On constate chez la plupart des espèces, que chaque strie est la conséquence d'un dépôt journalier de matière, en liaison avec le rythme circadien du métabolisme des poissons (PANNELLA, 1971). Il est important, néanmoins, de valider cette hypothèse, trop généralement admise lors des expériences, pour chaque espèce et pour chaque secteur géographique. Pour ce faire, différentes méthodes sont employées, visant à connaître l'âge du poisson étudié ou le temps écoulé entre des marques induites naturellement ou artificiellement sur l'otolithe (marquage à la tétracycline notamment).

2.5.3. UTILISATION DES OTOLITHES EN BIOLOGIE

L'étude des otolithes peut fournir au biologiste des informations multiples. Ces pièces calcaires sont utilisées en taxinomie, paléontologie, étude des contenus stomacaux etc... Mais elles sont particulièrement précieuses, par observation et comptage des stries annuelles ou journalières, pour la détermination de l'âge et des paramètres de croissance indispensables à la gestion des stocks et en dynamique des populations exploitées. C'est ce que l'on appelle otolithométrie.

En zone tempérée ou froide, on observe, sur l'otolithe, une alternance d'anneaux clairs (ou hyalins) et d'anneaux sombres (ou opaques), l'association des deux formant un annulus. La zone hyaline correspond à une période de croissance ralentie (période hivernale), alors que la zone opaque atteste d'une intense calcification reflétant une forte croissance (période estivale). Ces annuli sont d'une grande utilité pour la détermination de l'âge des poissons. En secteur tropical, ces structures sont le plus souvent inexistantes ou confondues avec des marques d'aspect semblable dues à l'activité reproductrice (PANNELLA, 1974).

Enfin, l'analyse structurale détaillée des stries (densité, largeur, discontinuités...), permet d'accéder à de multiples données sur la vie du poisson. En effet, toutes les perturbations biologiques ou écologiques affectant l'individu vont modifier sa physiologie et son métabolisme, celui du calcium entre autres. Il sera donc possible de retrouver des "empreintes" de ces perturbations au niveau des microstructures de l'otolithe.

On peut ainsi détecter, chez certaines espèces :

- La durée de vie larvaire (RADTKE, 1985).
- Le moment de la métamorphose (GJOSAETER, 1987).
- Le passage d'un habitat à un autre (BROTHER & MAC FARLAND, 1981).
- Les périodes de reproduction (CAMPANA & NEILSON, 1985)...

C'est pour ces raisons que l'otolithométrie a été choisie comme méthode pouvant attester d'une éventuelle influence des perturbations écologiques engendrées par le cyclone sur le métabolisme des poissons. On s'attache donc, ici, à essayer de déceler une modification microstructurale des otolithes consécutive au cyclone, afin de comprendre dans quelle mesure les poissons ont été physiologiquement affectés par l'ouragan et ses conséquences sur le milieu marin.

2.6. PREPARATION DES OTOLITHES POUR LA LECTURE

2.6.1. EXTRACTION ET CONSERVATION

- Pour les Pomadasyidae : Chez cette famille, les otolithes sont de grosse taille (plus de 8 mm pour un poisson de 20 cm) et la capsule otique facilement accessible par la fente branchiale. Cette dernière est incisée et l'otolithe est prélevé à l'aide de pinces. La manipulation ne nuit donc absolument pas à l'aspect du poisson et pourrait intervenir avant commercialisation éventuellement.

- Pour les Acanthuridae et Scaridae : Pour ces familles, les otolithes sont petits (moins de 5 mm pour les individus échantillonnés) et fragiles. Ils sont, de plus, difficiles à localiser. On procède donc, dans ce cas, à une section de la tête des individus pour accéder aux capsules otiques.

Ensuite, les otolithes sont nettoyés et séchés puis conservés à sec, dans des sachets en papier jusqu'à inclusion.

On procède conjointement à des prélèvements d'écailles, sous la nageoire pectorale des Perroquets et des Goret en vue d'une analyse scalimétrique ultérieure, afin d'essayer de corroborer éventuellement les informations apportées par l'otolithométrie.

2.6.2. TRAITEMENT DES OTOLITHES

L'analyse microstructurale se fait par observation de lames minces de sections d'otolithes préalablement inclus dans de la résine. Avant le coulage dans cette résine on fait subir des traitements différents à deux lots d'otolithes :

- Le premier lot a été préparé à l'inclusion selon des méthodes d'histologie (bien que l'otolithe ne soit pas un tissu mais uniquement une pièce calcaire), consistant en une déshydratation par différents bains successifs (méthode employée par CHAUVELON, 1990) ;

- 3 bains d'éthanol 95° de 24 h.
- 3 bains d'éthanol absolu de 24 h.
- 3 bains d'acétone pure de 24 h.

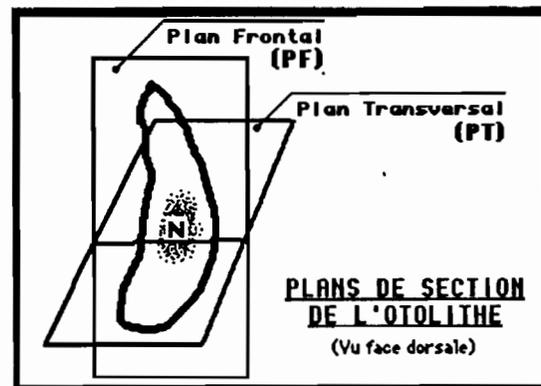
- Le second lot ne suit pas ce pré-traitement (méthode employée par BAILLON, 1990).

L'emploi de ces deux procédés permettra, ultérieurement, une comparaison de ces derniers et de juger de l'utilité et de l'efficacité d'un traitement de type histologique.

Pour l'inclusion, on a employé une résine polyester 4+1 (4 volumes de résine pour un volume de catalyseur), utilisée en construction et réparation navale. Une première couche de mélange est coulée dans le fond d'un moule. Après séchage partiel (Environ une heure), on y dépose les otolithes préalablement imprégnés de résine pure. Enfin, on recouvre ces derniers d'une nouvelle préparation de résine. Le séchage s'effectue sans précaution particulière, dans l'atmosphère déshumidifiée du laboratoire. Chaque moule contient 24 otolithes. Pour chaque poisson les deux otolithes sont inclus. La plaque de résine ainsi obtenue est, après démoulage, débitée en 24 cubes contenant chacun un otolithe. A l'aide d'une scie diamantaire à vitesse lente (Isomet Low Speed Saw 11 1180 BUELHER), on opère une section de ces cubes passant par le nucleus de l'otolithe, ce dernier étant repéré à la loupe binoculaire par transparence.

SECTION DE L'OTOLITHE →

Pour chaque poisson, le premier otolithe (généralement le droit) est sectionné selon un plan frontal, le second selon un plan transversal. Lorsque l'on ne possède qu'un seul otolithe, l'autre étant brisé ou n'ayant pu être extrait, la section frontale est privilégiée.



La face sciée est polie manuellement, afin de gommer les traces d'attaque de la lame, grâce à du papier de verre grain 1000, dans un premier temps. Puis on affine ce polissage par abrasion à l'alumine grain 3 microns, sur feutre.

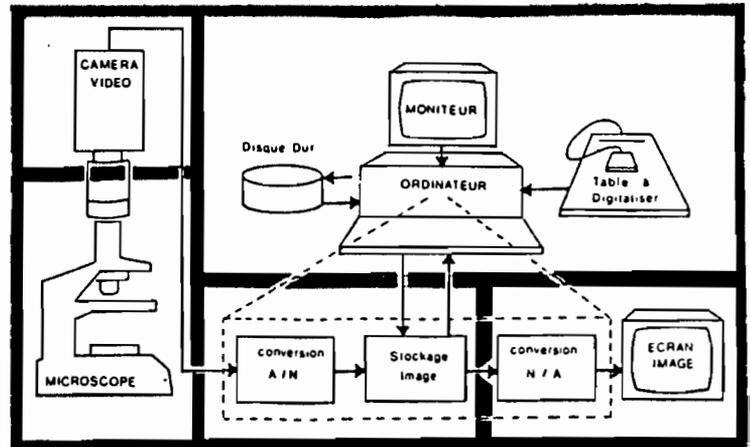
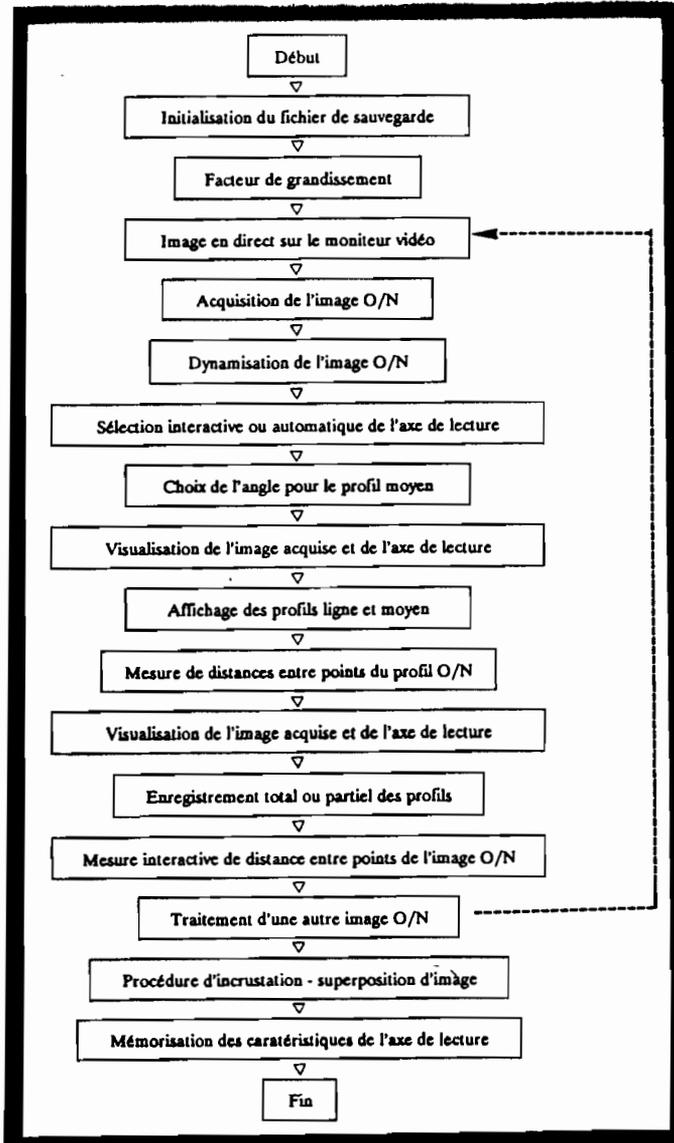
Le demi cube est alors collé sur une lame pour microscopie à l'aide d'une colle cyanoacrylate (Super-glue 3). La lame fixée sur un porte-lame, on effectue une coupe fine du demi bloc, au niveau de l'otolithe (épaisseur ; 150 à 300 micromètres), ceci toujours à l'aide de la scie diamantaire à vitesse lente. La deuxième face de la lame mince est, à son tour, polie selon la même méthode; l'otolithe est prêt pour la lecture. Le même protocole a été suivi pour tous les otolithes. Le second demi bloc est conservé pour être monté en cas d'illisibilité du premier. L'obtention d'un degré de polissage convenable pour la lecture nécessite plus de 30 minutes de manipulation par lame.

2.7. LECTURE DES OTOLITHES

La lecture des lames minces se fera à l'aide d'un microscope couplé à un logiciel d'analyse d'image. Cette technique connaît un essor important dans le domaine de l'âgeage des poissons (PANFILI, 1989) et consiste à numériser, par informatique, les images obtenues au microscope en une matrice de points ou pixels, auxquels on associe un niveau de gris variant entre 0 et 255 (respectivement du noir au blanc). En sélectionnant un axe sur une image numérisée, on peut alors extraire un profil de cet axe par restitution de la valeur d'intensité de niveau de gris de chaque pixel constituant l'axe.

2.7.1. CARACTERISTIQUES DU MATERIEL

Le logiciel utilisé a été conçu par C. GRIL (U.S.T.Languedoc). Son fonctionnement a été détaillé par CHAUVELON (1990). Le principe en est résumé dans l'organigramme suivant :



↑ SCHEMA DU MONTAGE UTILISE POUR LA LECTURE DES LAMES MINCES

- **Microscope** : LEITZ Diaplan. Grossissement 100 à 4000.
- **Camera** : PANASONIC CDD WV BL 200.
- **Ecran vidéo** : VGA, 640x400 pixels
- **Microordinateur** : HEWLETT-PACKARD Vectra QS 16S. Carte couleur Adaptation Graphique Vidéo VGA.
- **Disque dur** : 20 Mo.

← ORGANIGRAMME DE PRINCIPE DU LOGICIEL D'ANALYSE D'IMAGE EN OTOLITHOMETRIE DE C. GRIL (d'après CHAUVELON, 1990)

Initialement exploité en scalimétrie et pour la lecture d'annuli d'otolithes, le programme a été amélioré et permet, désormais, en outre l'obtention de profils d'axes fixes ou moyennés et la mesure de distance d'un point à un autre :

- De mesurer les distances de chaque point sélectionné par rapport au précédent mais aussi par rapport à un point initial, que l'on peut, par exemple, choisir sur le bord de l'otolithe ou en son nucleus.

- De redynamiser (renforcer ou atténuer les contrastes de chaque plan de lecture) autant de fois que cela est nécessaire pour obtenir l'image la plus nette possible.

- De lire en continu plusieurs plans successifs de l'otolithe selon un angle constant en mémorisant l'extrémité droite de l'écran et en la faisant apparaître en incrustation, à gauche de l'écran. Il ne reste plus qu'à effectuer une translation de la lame mince grâce aux vis micrométriques de la platine du microscope et de se caler sur cette incrustation. Cette manœuvre astucieuse permet de se dispenser de platine de microscope à commande numérique et permet de conserver un axe de lecture constant d'un plan à un autre.

- De pouvoir choisir le noir et blanc ou les fausses couleurs à tous les stades du traitement.

2.7.2. DONNEES RECUEILLIES POUR CHAQUE OTOLITHE

Pour chaque lame, on collecte les mesures suivantes (le facteur de grossissement donné est le rapport entre l'image à l'écran et l'objet observé) :

- A faible grossissement au microscope (x100) :

- Mesure de la longueur totale de la section d'otolithe.
- Mesure de la longueur du plus grand axe, du nucleus à la marge de l'otolithe.
- Mesure de l'épaisseur de l'otolithe dans sa partie la plus fine.
- On repère l'axe de lecture le plus favorable sur l'otolithe, en essayant de se rapprocher au maximum du grand axe où les stries sont plus espacées et donc plus facilement discernables
- On mesure le ou les axes choisis. En effet rien n'interdit si cela est nécessaire en raison d'une lisibilité médiocre de la coupe, de sélectionner plusieurs axes de lecture.

- Au fort grossissement (x1600 ou x4000) sur l'axe de lecture choisi :

- A partir de la marge de l'otolithe, on établit les profils des différents morceaux d'axe successifs
- On compte un nombre de stries équivalent au nombre de jours écoulés entre la date du cyclone et la date de capture du poisson. On se situe théoriquement dans la zone de l'otolithe élaborée au moment de l'ouragan.

On admet donc que la fréquence d'apparition des stries est journalière sans validation de ce postulat, une telle expérimentation étant difficile à mettre en œuvre dans le cadre d'un stage de D.E.A. Toutefois, certains travaux tendent à conforter cette hypothèse: PANNELLA (1974), a démontré que la périodicité de dépôt des stries est journalière chez *H. sciurus* dans les eaux portoricaines. Dans le même secteur, MIRANDA (1981) note, par comptage de stries entre deux marques induites sur l'otolithe, que celles-ci sont très probablement journalières pour *S. aurofrenatum*. Enfin, on sait que les cas reconnus de déviations par rapport au dépôt journaliers sont rares en milieu tropical (GJØSAETER et al, 1984).

En raison des difficultés de lecture sur la marge de l'otolithe, il est possible que le calage sur le point supposé élaboré au moment du cyclone ne soit pas parfait et varie, à quelques stries près.

Dans ce secteur de l'otolithe, on mesure, sur les profils, les distances séparant le sommet des stries, ceci pour une vingtaine de stries en amont du "point cyclone" (entre ce point et le nucleus) et pour une cinquantaine de stries en aval de ce point (entre celui-ci et la marge de l'otolithe). Puis, pour chaque otolithe, un diagramme est tracé où figurent, en abscisse le numéro de la strie par rapport au "point cyclone" et en ordonnée l'espacement entre deux stries successives. Sur ce diagramme sont tracés la largeur moyenne d'une strie et la régression linéaire du nuage de points.

3. RESULTATS

3.1. CAPTURES (Voir Annexes 1,2 et 3)

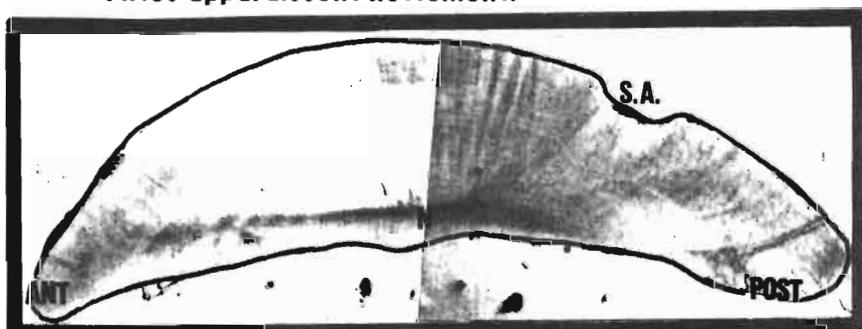
Les tailles des *H. plumieri* capturés sont comprises entre 16,2 et 27,0 cm de longueur à la fourche, avec une moyenne de 22,1 cm. On observe une répartition bimodale des effectifs par classe de taille. Pour *H. sciurus*, les tailles des captures varient entre 19,8 et 24,2 cm avec une moyenne de 22,6 cm. *H. flavolineatum*, espèce plus petite, présente des longueurs à la fourche allant de 14,4 à 19,6 cm pour une moyenne de 16,3 cm et une classe de taille modale 16-18 cm bien marquée.

Les femelles de *S. aurofrenatum* ont des longueurs totales comprises entre 14,8 et 26,7 cm pour une taille moyenne de 19,4 cm, alors que, pour les mâles, dont la taille oscille entre 18,9 et 25,2 cm, la moyenne est de 20,9 cm.

Enfin, pour *A. caeruleus*, les longueurs à la fourche des captures s'échelonnent de 9,0 à 20,0 cm pour une taille moyenne de 15,6 cm.

3.2. MORPHOLOGIE DES OTOLITHES

Pour les 3 espèces de *Pomadasyidae*, les otolithes ont une morphologie tout à fait semblable: Les sagitta sont de grande taille ; 10,3 mm pour un *H. plumieri* de 19,2 cm, épaisses et solides. Les stries apparaissent nettement.

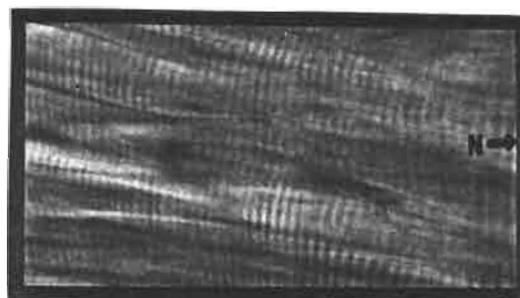


VUE D'ENSEMBLE D'UN SECTION FRONTALE DE SAGITTA DE *H. flavolineatum*

X 14
(référence : PL 140)

DETAIL DE STRIES AU MICROSCOPE → X40 CHEZ *H. sciurus*

(référence : ND 16)



Les sagitta de *S. aurofrenatum* sont de petite taille; 4,9 mm pour un individu de 20,4, cm et d'une grande fragilité. Ceci s'explique par leur très faible épaisseur ; le rapport longueur/épaisseur au niveau du nucleus est de 9,9. De plus, le sulcus acusticus est très creusé ; l'épaisseur de l'otolithe, au niveau de ce dernier peut descendre jusqu'à 250 um, ce qui crée un plan de fracture privilégié. Malgré toutes les précautions, de nombreuses pièces ont ainsi été cassées au cours des manipulations, notamment pendant le stockage. Il serait sans doute préférable d'effectuer ce stockage en piluliers, dans de l'alcool. Aucune différence morphologique notable n'est relevée entre les mâles et les femelles.



← VUE D'ENSEMBLE D'UNE SECTION FRONTALE DE SAGITTA DE *S. aurofrenatum* FEMELLE

X20
(référence : PL 18)



← VUE D'ENSEMBLE D'UNE SECTION FRONTALE DE SAGITTA DE *S. aurofrenatum* MALE

X 20
(référence : ND 94)

On remarque, en zone médiane, une ligne sombre sur toute la longueur de la sagitta. Cette ligne apparaît, à fort grossissement, comme une cassure qui empêche une bonne lecture selon le grand axe de l'otolithe. Pour cette espèce, une bonne lisibilité des stries est rare.

DETAIL DE STRIES AU MICROSCOPE →
X 40 CHEZ *S. aurofrenatum*

Femelle
(référence : ND 75)



Les sagitta d' *A. caeruleus* sont aussi de petite taille ; 4,1 mm pour un individu de 16,8 cm, mais, plus épais, ils sont nettement moins fragiles. Les stries supposées journalières sont distinctes.

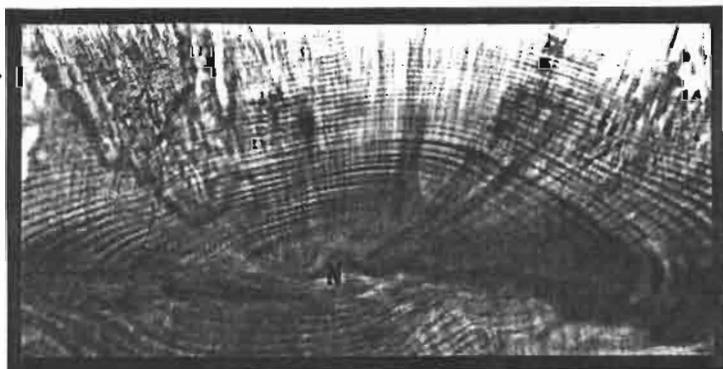


← VUE D'ENSEMBLE D'UNE SECTION FRONTALE DE SAGITTA D' *A. caeruleus*

X 20
(référence : PL 42)

DETAIL DE STRIES AU MICROSCOPE →
X 40 CHEZ *A. caeruleus*

(référence : PL 148)



Après essais, la section frontale a été la seule retenue car, pour les otolithes de *S. aurofrenatum* et d'*A. caeruleus*, de petite taille, la section transversale, effectuée dans la plus petite longueur de la sagitta, l'espacement des stries devient inférieur au pouvoir de résolution du microscope optique, ce qui rend le comptage impossible. De même, pour les sections frontales d'otolithes de perroquets et de chirurgiens, la lecture selon le plus grand axe est obligatoire ; sur les autres axes, l'espacement entre les stries descend sous le micron ce qui rend les structures illisibles.

3.3. EFFICACITE DE LA METHODE DE PREPARATION DES OTOLITHES

Les différentes étapes du traitement des otolithes ; extraction, stockage, manipulations, inclusion, coupe occasionnent certains accidents aboutissant à la réforme d'une partie d'entre eux. Enfin, une observation rapide au microscope, permet d'éliminer les préparations illisibles.

Il apparaît utile ici de rappeler que le nettoyage minutieux, à l'eau savonneuse, des pièces dures, au moment du prélèvement, est indispensable : Les échantillons de la campagne 1990 n'avaient pas subi ce traitement. Les déchets organiques séchés, à la surface de l'otolithe, ont parasité la lecture et souvent entraîné la réforme des coupes. De même, il est important de veiller à ne pas traiter les deux otolithes d'un poisson simultanément mais d'en conserver toujours un "en réserve".

Pour chaque espèce, le pourcentage de coupes lisibles par rapport au nombre d'individus échantillonné est calculé, en distinguant les deux méthodes de préparation précédant l'inclusion.

ESPECE	TRAITEMENT PRE-INCLUSION			PAS DE TRAITEMENT			ECHANTILLON TOTAL		
	Echantillon	Lectures	%	Echantillon	Lectures	%	Echantillon	Lectures	%
<i>H. sciurus</i>	2	2	100%	4	3	75%	6	5	83%
<i>H. plumieri</i>	7	7	100%	16	6	37%	23	13	56%
<i>H. flavolineatum</i>	11	8	73%	4	1	25%	15	9	60%
<i>S. aurofrenatum m</i>	11	1	9%	12	1	8%	23	2	9%
<i>S. aurofrenatum f</i>	30	1	3%	40	3	8%	70	4	6%
<i>A. caeruleus</i>	70	29	41%	37	8	22%	107	37	35%

← **TABLEAU DU POURCENTAGE DE COUPES LISIBLES PAR ESPECE**

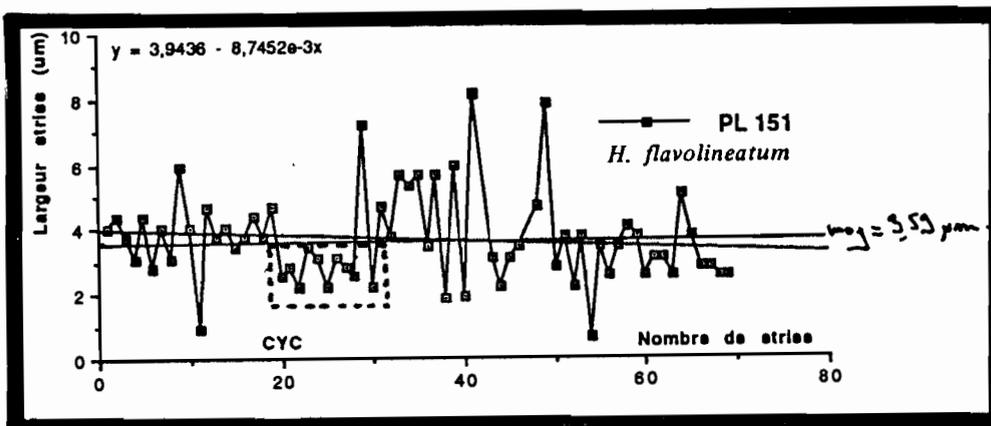
Ce tableau laisse apparaître que de forts pourcentages de lisibilité sont obtenus pour les *Haemulons*. Les otolithes plus résistants aux manipulations, moins de pertes sont à déplorer au cours de la préparation des coupes. De plus, à la lecture, tous les axes sont utilisables. Pour les chirurgiens bleus, on atteint environ 30 % de coupes interprétables, ce qui reste satisfaisant. Par contre, des taux d'acceptabilité des coupes inférieurs à 10 % pour les perroquets font que l'otolithométrie ne semble pas une méthode satisfaisante dans ce cas. Ceci est lié essentiellement à la fragilité des sagitta qui résistent mal aux manipulations. De plus, en raison de la faible taille de ces dernières, il est impossible d'effectuer plusieurs coupes successives passant par le nucleus afin de multiplier les opportunités de lecture. Pour cette espèce et pour les *Scaridae* en général, il semblerait intéressant d'essayer plutôt la scalimétrie. En effet, les perroquets possèdent de longues écailles translucides laissant apparaître des stries de croissances nettement visibles.

La déshydratation de type histologique précédant l'inclusion semble être un facteur d'amélioration du pourcentage de coupes interprétables. Par exemple, des otolithes de goret n'ayant subi aucun traitement ont été perdus lors de l'inclusion ; après séchage, un halo de résine mal polymérisé, sorte de pâte collante, entourait l'otolithe le rendant impropre à la coupe. Ce phénomène est peut-être dû à un relargage de l'eau contenue dans l'otolithe lors de la polymérisation qui est très exothermique.

Par ailleurs, pour limiter l'apparition de bulles dans la résine, qui parasitent la lecture, il serait sans doute préférable de réaliser le séchage sous vide.

3.4. MARQUES DU CYCLONE SUR L'OTOLITHE

A faible grossissement, au microscope, en lumière transmise, aucune bande plus sombre n'apparaît dans la plage de l'otolithe élaborée au moment du cyclone. Il est donc nécessaire d'observer l'ultrastructure de l'otolithe pour essayer de trouver une trace éventuelle de l'ouragan. Sur les diagrammes, on essaie de repérer, dans la zone critique, une série de points atypiques par rapport à la séquence enregistrée. Une observation minutieuse permet de relever chez quelques individus, un resserrement des stries proches du "point cyclone". Cela concerne 8 *Haemulon* pour 20 diagrammes analysés, 6 *Acanthurus* pour 20 diagrammes et 1 *Sparisoma* pour les deux seuls diagrammes établis. Dans tous les cas, ces resserrements ne concernent que quelques stries (5 à 10) et l'espacement entre les stries n'est pas extrême ; on rencontre des stries présentant un espacement aussi faible ailleurs sur l'otolithe.



← EXEMPLE DE DIAGRAMME
OU APPARAÎT UNE LÈGÈRE
DISCONTINUITÉ DANS
L'ESPACEMENT DES STRIES

(référence : PL 151)

Donc, cette marque sans doute liée au cyclone, lorsqu'elle existe, est tout à fait atténuée. Ceci amène à penser que le métabolisme du calcium chez ces poissons a donc été peu perturbé et que la physiologie des espèces du récif corallien n'a pas été profondément modifiée par l'impact du cyclone Hugo sur le milieu marin. Il en résulte que les poissons, dans ce secteur du Grand Cul-de-Sac Marin ont, semble-t-il, été peu affectés par l'ouragan.

3.5. DONNÉES CONCERNANT LA CROISSANCE DES ESPÈCES

Il est apparu, au comptage des stries pour rechercher le "point cyclone", que la grande majorité des poissons capturés lors de la deuxième campagne n'était pas née à la date du passage d'Hugo. Ceci a abouti à un comptage de la totalité des stries, de la périphérie des sagitta au noyau et donc à une estimation de l'âge des individus, toujours sous l'hypothèse d'une élaboration journalière des stries.

Cependant, pour de nombreux otolithes, on note la présence d'une sorte d'auréole péri-nucléique floue qui empêche la distinction des stries. Dans le cas de coupes extrêmement fines (inférieures à 100 µm d'épaisseur), le discernement des stries devient possible dans cette zone. Malheureusement une telle finesse de section entraîne généralement l'éclatement de l'otolithe en périphérie.

Afin d'estimer le nombre de stries recouvertes par ce halo on a recours au calcul suivant :

- On compte, au 1/2 plan de lecture près, le nombre de plans recouverts par ce flou.
- On calcule le nombre moyen de stries enregistré par plan de lecture, sur l'axe.
- On multiplie ce nombre moyen par le nombre de plans périnucléiques illisibles.

Le nombre total de stries estimé, de la marge au noyau, devient :

$$N_{tot} = N + N / P \times H$$

avec; \square N_{tot} ; nombre total de stries estimé.

\square N ; nombre de stries comptées jusqu'à la zone floue.

\square P ; nombre de plans nécessaires à la lecture des N stries.

\square H ; nombre de plans flous autour du noyau.

Il faut noter que ce calcul aboutit vraisemblablement à une légère surestimation de ce nombre de stries invisibles puisque l'on sait que la croissance des poissons n'est pas constante et diminue avec l'âge et que, donc, les stries se resserrent et leur densité augmente plus l'on s'éloigne du nucleus. Cette surestimation resterait minime, dans le cas présent, en raison de la faible grandeur de H (H reste toujours inférieur à 3) et des différents paramètres. Par conséquent, l'estimation de l'âge de l'animal demeurerait satisfaisante à quelques jours près. Cependant, les zones floues correspondent peut-être à des périodes de croissance ralentie ou accélérée ce qui est un facteur d'incertitude supplémentaire.

On a ainsi pu accéder à des couples de données taille-âge estimé pour 6 *H. plumieri*, 3 *H. sciurus*, 5 *S. aurofrenatum* et 30 *A. caeruleus*.

ESPECE	REF	TAILLE (cm)	AGE ESTIME	
			MOIS	ANNEES
<i>A. caeruleus</i>	PL 43	13,5	10,4	0,87
"	PL 49	16	13,4	1,12
"	PL 50	14,9	12,5	1,04
"	PL 68	16,2	13,8	1,15
"	PL 72	12,1	8,9	0,74
"	PL 83	18,6	13,7	1,14
"	PL 108	18,3	13,9	1,16
"	PL 116	17,6	12,1	1,01
"	PL 117	15,8	11,3	0,94
"	PL 119	19,3	14,1	1,17
"	PL 125	18,3	13,1	1,09
"	PL 130	13,6	10,7	0,89
"	PL 143	15,9	11,7	0,97
"	PL 144	14,1	10,7	0,89
"	PL 146	18,8	13,5	1,12
"	PL 149	12,7	11,4	0,95
"	PL 172	16,6	12,3	1,02
"	PL 173	17,1	13	1,08
"	PL 178	14	10,4	0,87
"	PL 183	12,6	10	0,83
"	PL 184	12,5	10	0,83
"	ND 20	20	17,1	1,42
"	ND 122	19,4	15,7	1,31
"	ND 42	16,3	11,5	0,96
"	ND 123	14,8	12	1
"	ND 152	16,8	13	1,08
"	ND 157	15,5	12,6	1,05
"	ND 159	15,2	11,9	0,99
"	ND 168	16,9	12,6	1,05

← TABLEAUX REGROUPANT LES
DONNEES TAILLE-AGE ESTIME

ESPECE	REF	TAILLE (cm)	AGE ESTIME	
			MOIS	ANNEES
<i>H. sciurus</i>	ND 78	21,7	21,2	1,76
"	ND 16	21	18,2	1,52
"	ND 17	20,9	19,5	1,62
"	ND 78bis	21,7	20,6	1,72
<i>H. plumieri</i>	ND 55	18,7	16,6	1,38
"	ND 25	22,8	24,3	2,02
"	ND 8	21,8	19,6	1,63
"	ND 39	23	21,2	1,77
"	ND 38	26,5	23,4	1,95
"	ND 24	19,9	17,8	1,48
<i>S. aurofrenatum m</i>	PL 79	19,8	15,5	1,3
"	ND 94	20,8	14,9	1,24
<i>S. aurofrenatum f</i>	ND 118	22	16,2	1,35
"	ND 132	19,6	14,3	1,19
"	ND 75	17,5	13,5	1,12

Pour *H. sciurus*, une taille de 21 cm est atteinte au bout d'une vingtaine de mois environ et pour *H. plumieri*, il faut presque deux ans pour atteindre la taille de 26,5 cm.

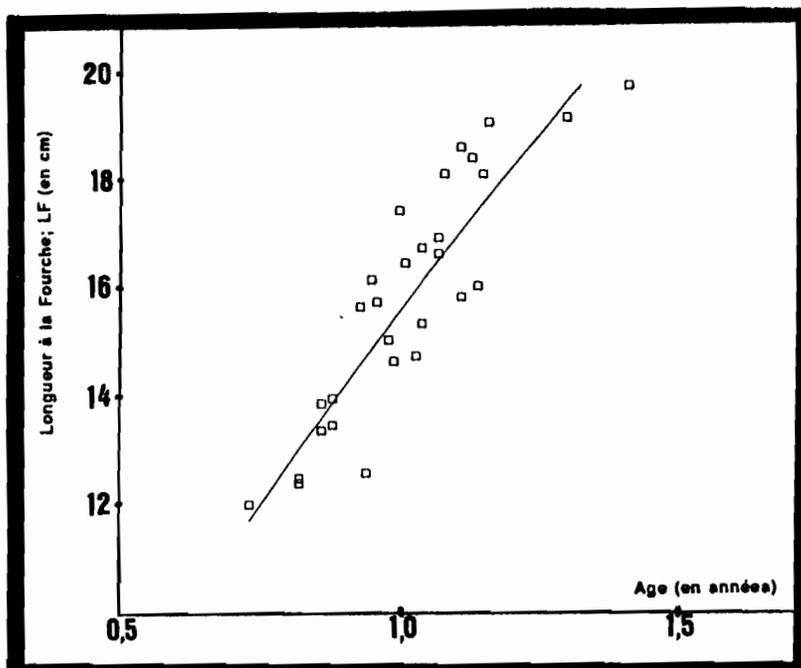
Les *S. aurofrenatum* présenteraient les croissances les plus rapides avec une taille de 22 cm pour seulement 16 mois. La faiblesse de l'échantillon ne permet pas de mettre en évidence une différence entre mâle et femelle.

Pour les *A. caeruleus* en revanche, l'effectif autorise l'ajustement par une equation de croissance. Le modèle choisi est l'equation de von Bertalanffy, qui est de la forme :

$$L_t = L (1 - E^{-K(t - t_0)})$$

- avec; □ L_t ; longueur à l'instant t.
 □ L ; longueur asymptotique.
 □ K ; facteur de croissance.
 □ t ; âge.
 □ t_0 ; âge théorique où $L = 0$.

Pour les chirurgiens bleus, on obtient la courbe de croissance suivante, sur la portion couverte par les tailles des captures :



← COURBE DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY POUR *A. caeruleus*

$L = 59,52$
 $K = 0,32$
 $t_0 = 0,04$

4. DISCUSSION

4.1. EFFICACITE DE L'ANALYSE D'IMAGES

L'analyse d'image permet, par redynamisation, traitement en fausses couleurs et donc épuration de l'image, de lire avec fiabilité des préparations de qualité moyenne et permet de révéler des stries non discernables au microscope optique sur certaines plages de lecture. C'est grâce au logiciel de C. GRILL que la lecture en continu sur un axe a été rendue possible.

Il faut savoir qu'un tel logiciel est parfaitement adapté à la lecture de toutes les pièces dures et qu'il peut ainsi être utilisé en scalimétrie, ostéochronologie, lecture d'épines, de becs (pour les céphalopodes) ou de coquilles (pour les bivalves).

Ces montages et ces logiciels sont donc d'un grand secours pour l'âgeage de nombreux organismes marins. En France, outre C. GRILL, PLANES & LAVAL (1990) ont développé un logiciel pour l'étude et l'analyse des otolithes de larves juvéniles de bar. ANDERSEN & MOKSNESS (1988), aux Etats-Unis, ont, pour leur part, conçu un logiciel pour le comptage des stries journalières de larves et juvéniles de poissons exploitable sous microordinateurs Apple Mac Intosh.

4.2. INFLUENCE DU CYCLONE

4.2.1. EFFETS IMMEDIATS

Il est nécessaire de rappeler ici que, pour avoir la certitude que les légères marques observées sont imputables au cyclone, une validation de la périodicité de dépôt des stries est indispensable.

L'absence de marques franches dues au cyclone laisse à penser que ce dernier a eu peu d'influence sur les communautés de poissons du récif corallien du *Grand Cul-de-Sac marin*.

Des études menées sur les communautés ichtyologiques récifales de l'îlet Pigeon, en Guadeloupe, ont montré que la richesse spécifique et la densité de poissons n'avait pas varié significativement suite au cyclone (BOUCHON et al., 1990). Des observations analogues avaient été faites par LASSIG (1983), suite à une tempête violente sur la *Grande Barrière de Corail* australienne.

Ceci tend à prouver que le cyclone n'a pas eu une influence majeure sur les poissons de ce site. D'ailleurs, aucune mortalité massive de poissons n'a été enregistrée à l'issue de l'ouragan comme ça a pu être le cas dans d'autres secteurs côtiers de Guadeloupe (dans la mangrove notamment). Toutefois, il faut savoir que l'îlet Pigeon est situé à la côte sous le vent, et n'a pas subi le cyclone de plein fouet.

Les observations scientifiques concernant l'influence des cyclones sur les populations ichtyologiques récifales sont peu abondantes et contradictoires. A *Puerto Rico*, suite au passage de l'ouragan Edith, GLYNN et al. (1964) mentionnent une forte mortalité des poissons récifaux alors que WALSH (1983), suite à une forte tempête sur Hawaï n'a constaté qu'une très faible mortalité de poissons.

On sait, d'autre part, qu'au delà de 15 mètres de profondeur, le cyclone n'a engendré que très peu de dégâts à l'environnement marin (BOUCHON et al., 1990), offrant ainsi aux poissons un refuge possible.

Dans les jours qui ont suivi le cyclone, il n'a pas été observé, non plus, de troubles comportementaux et de modification des habitats chez les poissons, comme WOODLEY et al. (1981) l'avaient noté, suite au cyclone Allen en Jamaïque. Là, des phénomènes d'agressivité intraspécifique avaient été observés, les bancs étaient dispersés et les espèces cryptiques nageaient en pleine eau.

4.2.2. EFFETS RETARDES

La mortalité des coraux et la prolifération d'algues *Liagora* ne semble pas avoir induit de perturbation chez les populations d'herbivores étudiés. Des chirurgiens ont été observés broûtant les *Liagora* (BOUCHON-NAVARO, com. pers.). Ceci a sans doute permis d'éviter un stress alimentaire que l'on pouvait craindre. De plus, PHLEGER (1988) a démontré qu'il chez *A. bahianus*, espèce proche de *A. caeruleus*, un mécanisme physiologique permettant à ces poissons de faire face à un stress alimentaire tel que peut en provoquer un cyclone. En cas de jeûne provoqué on a noté chez cette espèce un relargage et une mise à disposition pour l'organisme des lipides très énergétiques du neurocrâne, ce qui permet de limiter et de contrer les effets du stress sur la croissance. Cette explosion d'algues n'a pas non plus induit d'augmentation de la densité des espèces herbivores comme ça avait été le cas en *Jamaïque* après le passage d'*Allen* (WILLIAMS, 1984).

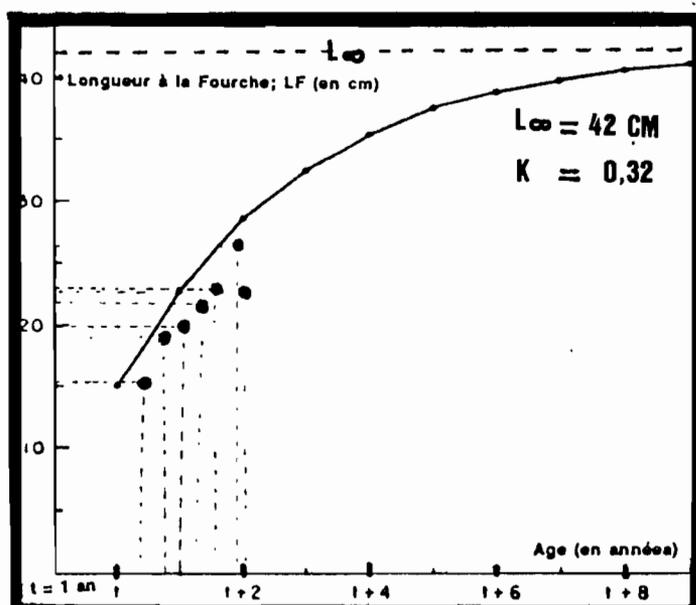
Toutes ces observations concordent et tendent à prouver, qu'en *Guadeloupe*, le cyclone *Hugo* a eu peu d'effets sur les poissons récifaux, tant au niveau des populations que de la physiologie des individus.

4.3. CROISSANCE DES ESPECES

4.3.1. HAEMULON

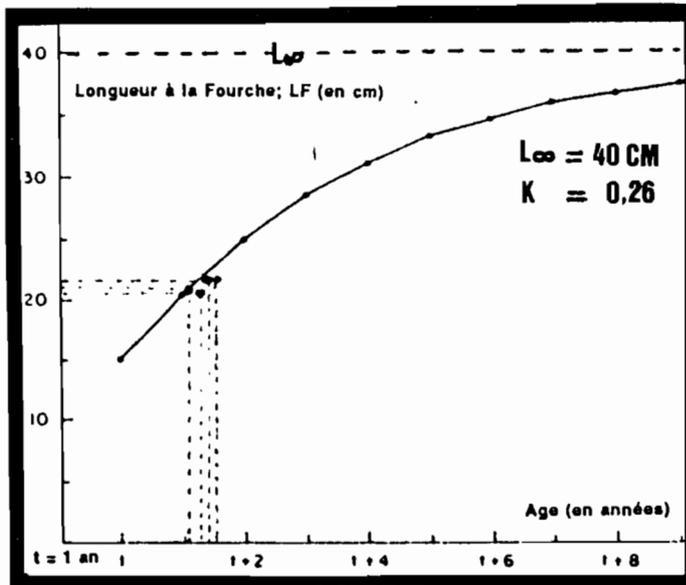
Par analyse de la progression modale des fréquences de taille, GAUT & MUNROE (1974), ont établi des courbes de croissance pour des *H. sciurus* et *H. plumieri* de *Port-Royal*, en *Jamaïque*.

Si l'on reporte respectivement les 4 points taille-âge obtenus pour *H. sciurus* et les 6 obtenus pour *H. plumieri* sur ces graphes, on s'aperçoit qu'ils se situent tous sous les courbes. Ceci laisse à penser que, dans le *Grand Cul-de-Sac marin*, la croissance de ces deux espèces est de peu inférieure à celle observée en *Jamaïque*, bien qu'il s'agisse de deux secteurs géographiquement proches et que les températures de l'eau soient comparables pour ces sites ; la température de l'eau oscille, à *Port-Royal*, entre 26,5 °C et 29,5 °C (BEERS et al., 1968).



← COURBE DE CROISSANCE DE
H. plumieri A PORT ROYAL,
JAMAÏQUE
(d'après GAUT & MUNROE, 1974)

En pointillé, figurent les couples taille âge déterminés lors de la présente étude.



← **COURBE DE CROISSANCE DE**
H. Sciurus A PORT ROYAL,
JAMAÏQUE
 (d'après GAUT & MUNROE, 1974)

En pointillé, figurent les couples taille age déterminés lors de la présente étude.

En revanche, la croissance observée pour *H. plumieri*, en *Guadeloupe*, apparaît supérieure à celle calculée par MANOCH (1976) en *Caroline du Sud* par comptage d'annuli sur les écailles et les otolithes. Pour cet auteur, une longueur totale de 23,0 cm est atteinte vers 2 ans alors que seulement 1,62 ans sont nécessaires pour que *H. plumieri* atteigne une taille équivalente en *Guadeloupe*. Il est vrai que la *Caroline du Sud* est située au delà de 30 ° de latitude nord.

4.3.2. SPARISOMA

Pour la croissance de l'espèce considérée, aucune référence bibliographique n'est disponible. RANDALL (1962) signale à l'issue d'une campagne de marquage-recapture aux *Iles Vierges* (nord-est de *Porto-Rico*), que les taux de croissance des *Scaridae* sont très élevés. Pour une espèce proche de *S. aurofrenatum*, *S. viride*, il mesure des croissances allant de 3,3 à 7,7 mm par mois pour des individus dont les tailles varient de 18,7 à 23,6 cm, donc déjà adultes. Par la même méthode (marquage-recapture), il détermine, pour *S. viride*, à *Saint John's (Antigue)*, les paramètres de croissance de von Bertalanffy suivants :

- L = 29,0 cm
- K = 0,963 + 0,095.

De tels facteurs de croissance permettent de justifier des tailles de 22,0 cm pour 16 mois comme on en a relevées en *Guadeloupe*.

Des recherches complémentaires restent cependant nécessaires, d'autant que les *Scaridae*, font l'objet, dans les lagons guadeloupéens, d'une pêche intense. Un échantillon plus important pourrait permettre de déterminer s'il existe des différences de croissance entre mâles et femelles, puisque l'on a noté la disparité des taille moyenne entre les sexes dans les captures.

4.3.3. ACANTHURUS

Après une campagne de marquage-recapture aux *Iles Vierges*, RANDALL (1962), détermine, d'après 10 individus, les paramètres de la courbe de croissance de von Bertalanffy suivants :

- L = 36,9 cm
- K = 0,112 + 0,105
- to = 1,18

Ceux obtenus pour la présente étude sont nettement supérieurs :

- L = 59,52 cm
- K = 0,32
- to = 0,04

et sans doute sujet à caution. En effet, une taille asymptotique aussi élevée ne semble pas en accord avec les tailles maximales de chirurgiens bleus observées en plongée ; les individus dépassant 30,0 cm sont très rares. De plus, la courbe a été élaborée pour des individus ne couvrant qu'une plage de taille restreinte ; de 11,8 à 20,0 cm. Il serait souhaitable de pouvoir déterminer l'âge de poissons plus grands afin de compléter la courbe vers le haut.

CONCLUSION

Le matériel utilisé pour la lecture des otolithes a permis de stabiliser et d'accélérer l'acquisition des données. On a noté la polyvalence du logiciel qui pourra facilement être appliqué à la majorité des méthodes d'âge des organismes marins à partir des pièces dures et le grand développement en cours de l'analyse d'image assistée par ordinateur dans ces domaines.

Les résultats concernant l'influence du cyclone Hugo sur la croissance d'espèce du récif corallien du *Grand Cul-de-Sac Marin* en *Guadeloupe* (3 espèces d'*Haemulidae* ; *H. sciurus*, *H. plumieri*, *H. flavilneatum*, *S. aurofrenatum* et *A. caeruleus*) ont montré que l'ouragan n'a que peu altéré le dépôt des stries de croissance sur la sagitta. On en déduit que le cyclone n'a vraisemblablement eu qu'un faible impact au niveau de la physiologie de ces individus.

Accessoirement, le comptage des stries a permis une évaluation de l'âge des poissons étudiés. Ces estimations d'âge ont été confirmées pour les *Haemulions* par des études antérieures effectuées dans des secteurs géographiques proches (*Jamaïque*). En revanche, pour les autres espèces, très peu de données concernant leur croissance sont disponibles et c'est dans ce domaine de l'âge et de l'analyse des structures démographiques des populations qu'il va falloir, dans un avenir proche, orienter les recherches afin d'établir la base d'une véritable gestion des ressources halieutiques des lagons guadeloupéens et, plus globalement, des récifs coralliens de l'*Arc des Petites Antilles*. Bien entendu, ces travaux devront être accompagnés et étayés par une validation de la périodicité de dépôt des stries de croissance observées sur les otolithes.

ESPECES	REF	LF(cm)	LT(cm)	POIDS(g)	DATE	STATION
Neomula sclurus	5	27,2	29,8	382	13/3/90	1
Neomula sclurus	9	19,8	21,5	162	"	1
Neomula plumieri	6	27	30,5	356	"	1
Neomula plumieri	7	19,6	22,4	158	"	1
Neomula plumieri	12	17,6	20	103	19/3/90	1
Sparisoma eurofronatum f	18	25,2	26,7		25/3/90	1
Neomula plumieri	15	18,1	20		"	1
Sparisoma eurofronatum f	20	19,2	19,6	151	29/3/90	2
Sparisoma eurofronatum f	21	21,2	21,8	182	"	2
Sparisoma eurofronatum f	22	20,5	21,6	179	"	2
Sparisoma eurofronatum f	23	19,2	19,5	146	"	2
Sparisoma eurofronatum f	24	18,9	19,3	131	"	2
Sparisoma eurofronatum f	25	20,2	20,6	155	"	2
Sparisoma eurofronatum f	26	19,3	19,6	141	"	2
Sparisoma eurofronatum f	27	21,1	21,8	193	"	2
Sparisoma eurofronatum f	28	21,1	21,8	192	"	2
Sparisoma eurofronatum f	29	18,9	19,2	127	"	3
Sparisoma eurofronatum f	30	19,6	20	151	"	3
Sparisoma eurofronatum f	31	18,8	19,2	132	"	3
Sparisoma eurofronatum f	32	19,5	19,9	120	"	3
Neomula flavellaeatum	197	16,2	18,4	82	"	3
Sparisoma eurofronatum m	45	19,9	20,7		3/4/90	2
Sparisoma eurofronatum f	44	18,1			"	2
Sparisoma eurofronatum f	46	20,5			"	3
Sparisoma eurofronatum f	47	19,9			"	3
Sparisoma eurofronatum f	48	21,2			"	3
Acanthurus coeruleus	33	13	14,5	66	"	2
Acanthurus coeruleus	34	15,1	17,1	86	"	2
Acanthurus coeruleus	35	12,3	13,6	58	"	2
Acanthurus coeruleus	39	11,7	13,2	42	"	3
Acanthurus coeruleus	40	14,1	15,8	67	"	3
Acanthurus coeruleus	41	18,8	12	41	"	3
Acanthurus coeruleus	42	13			"	3
Acanthurus coeruleus	43	13,5			"	3
Sparisoma eurofronatum m	57	20,8	21,5	184	7/4/90	3
Sparisoma eurofronatum m	58	19,2	19,8	133	"	3
Sparisoma eurofronatum m	59	20,5	21,3	179	"	3
Sparisoma eurofronatum f	54	18,3	18,7	130	"	6
Sparisoma eurofronatum f	55	19,8	19,2		"	6
Sparisoma eurofronatum f	56	21,5	22,5	188	"	6
Acanthurus coeruleus	49	16	18,3	142	"	6
Acanthurus coeruleus	50	14,9	16,6	102	"	6
Acanthurus coeruleus	51	17,3	19,7		"	6
Acanthurus coeruleus	52	10	10,8	29	"	6
Acanthurus coeruleus	53	16,1	18,3	130	"	6
Sparisoma eurofronatum m	78	22,2	23,1	201	11/4/90	4
Sparisoma eurofronatum m	79	19,8	20,3	158	"	4
Sparisoma eurofronatum f	62	20,1			"	6
Sparisoma eurofronatum f	63	23,2			"	6
Sparisoma eurofronatum f	64	21,3			"	6
Sparisoma eurofronatum f	66	19,7			"	6
Sparisoma eurofronatum f	67	20,5			"	6
Sparisoma eurofronatum f	70	20,4			"	6
Sparisoma eurofronatum f	71	19,8			"	6
Sparisoma eurofronatum f	76	18,7	19,2	128	"	4
Sparisoma eurofronatum f	77	18,7	19,2	135	"	4
Neomula flavellaeatum	90	17	19	114	"	4
Acanthurus coeruleus	68	16,2			"	6
Acanthurus coeruleus	69	16,8			"	6
Acanthurus coeruleus	72	12,1			"	6
Acanthurus coeruleus	73	11,2			"	6
Acanthurus coeruleus	74	10,3			"	6
Acanthurus coeruleus	75	14			"	6
Acanthurus coeruleus	82	19,6	22,3	269	"	4
Acanthurus coeruleus	83	18,6	21,1	240	"	4
Sparisoma eurofronatum m	97	19,5			1/5/90	6
Sparisoma eurofronatum m	98	20,5	21	162	"	6
Sparisoma eurofronatum m	99	19,5	19,8	135	"	6
Sparisoma eurofronatum m	100	19,3	20	128	"	6
Sparisoma eurofronatum m	101	21,1	22,1	195	"	4
Neomula flavellaeatum	111	19,6	19,3	106	"	4
Acanthurus coeruleus	102	19,4	21,5	232	"	4
Acanthurus coeruleus	103	17,8	20,2	179	"	4
Acanthurus coeruleus	104	13	14,5	68	"	4
Acanthurus coeruleus	105	11,8	12,8	54	"	6
Acanthurus coeruleus	106	17,5	20,1	178	"	6
Acanthurus coeruleus	107	18	21,1	189	"	6
Acanthurus coeruleus	108	18,3	20,8	200	"	6
Acanthurus coeruleus	109	15,5	17,6	123	"	6
Sparisoma eurofronatum f	120	23,4	23,6	217	5/5/90	6
Sparisoma eurofronatum f	121	24,5	25,5	319	"	6
Neomula plumieri	123	19,2	22	144	"	6
Neomula plumieri	124	18,7	21,5	143	"	6
Acanthurus coeruleus	115	14,8	16,5	90	"	6
Acanthurus coeruleus	116	17,6	20,6	190	"	6
Acanthurus coeruleus	117	15,8	17,9	126	"	6
Acanthurus coeruleus	118	14,5	16,3	90	"	6
Acanthurus coeruleus	119	19,3	22,2	258	"	6

Annexe 1

← CAPTURES DE LA CAMPAGNE 1990

LF; Longueur à la Fourche caudale

LT; Longueur Totale

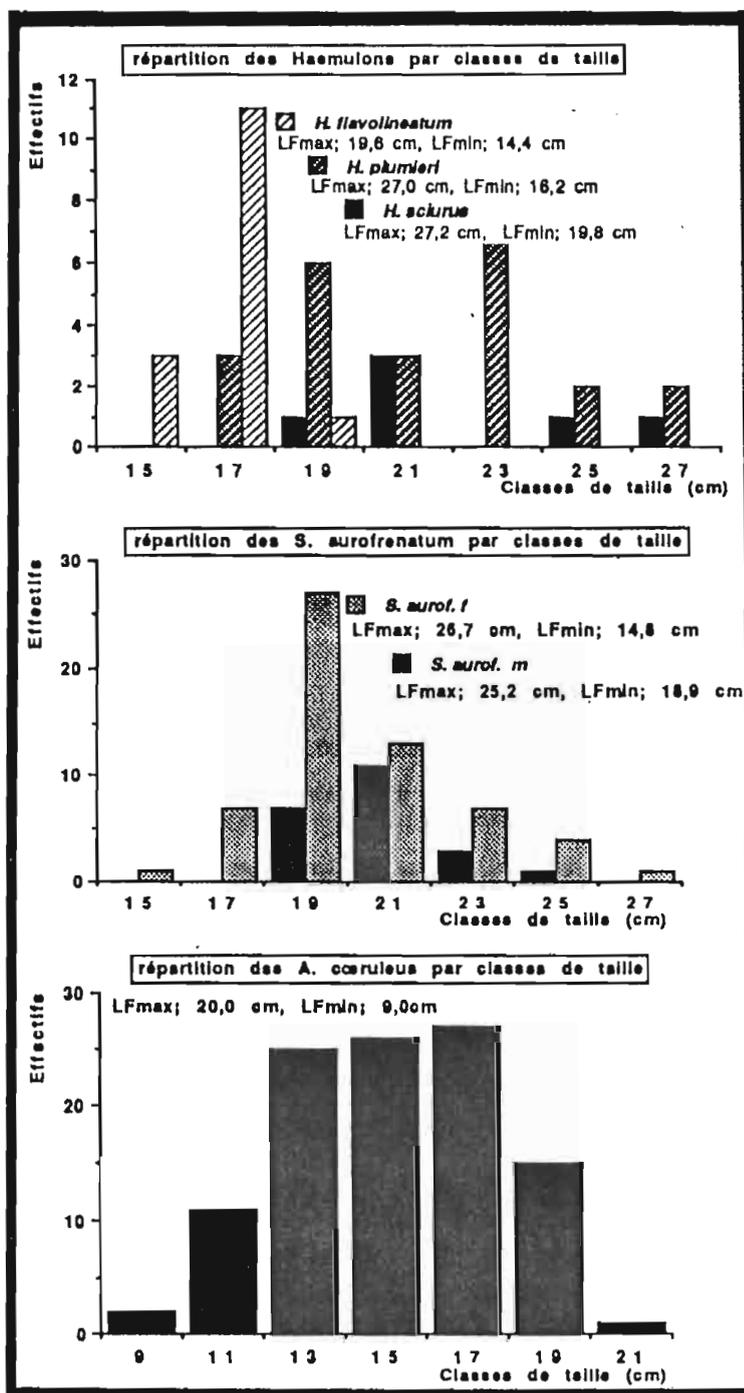
REF; Référence (précédé de PL pour la campagne 1990 et de ND pour la campagne 1991)

ESPECES	REF	LF(cm)	LT(cm)	POIDS(g)	DATE	STATION
Sparisoma eurofronatum m	134	19	19,6	147	7/5/90	4
Sparisoma eurofronatum m	135	21	21,8	189	"	4
Sparisoma eurofronatum f	131	19,3	20,6	151	"	4
Sparisoma eurofronatum f	132	20,4	21,3	171	"	4
Sparisoma eurofronatum f	133	19,3	19,7	142	"	4
Neomula flavellaeatum	136	16,3	18,4	98	"	4
Neomula flavellaeatum	137	14,6	16,6	71	"	4
Neomula flavellaeatum	138	16	18	87	"	4
Neomula flavellaeatum	139	16	18,3	88	"	4
Neomula flavellaeatum	140	17,3	19,2	102	"	4
Acanthurus coeruleus	125	18,3	20,3	199	"	4
Acanthurus coeruleus	126	18,3	19,5	164	"	4
Acanthurus coeruleus	127	17,8	20,2	183	"	4
Acanthurus coeruleus	128	15,4	17,1	118	"	4
Acanthurus coeruleus	129	16,8	18,6	157	"	4
Acanthurus coeruleus	130	13,6	14,7	80	"	4
Sparisoma eurofronatum m	142	18,8	19,4	142	9/5/90	6
Sparisoma eurofronatum f	152	21,3	22	190	14/5/90	4
Neomula flavellaeatum	151	16,7	19	105	"	6
Neomula plumieri	155	25,2	28,7	324	"	4
Neomula plumieri	156	21,2	23,9	220	"	4
Acanthurus coeruleus	143	15,9	18	158	"	5
Acanthurus coeruleus	144	14,1	15,9	93	"	5
Acanthurus coeruleus	145	14,6	15,8	97	"	5
Acanthurus coeruleus	146	18,8	21	217	"	4
Acanthurus coeruleus	147	17,8		155	"	4
Acanthurus coeruleus	148	18,3	20,5	204	"	4
Acanthurus coeruleus	149	12,7			"	6
Neomula flavellaeatum	161	16,9	19,2		18/5/90	4
Sparisoma eurofronatum f	160	20,9	21,5	192	21/5/90	6
Acanthurus coeruleus	163	11,9	13,4	48	"	6
Acanthurus coeruleus	164	17,4	19,7		"	6
Acanthurus coeruleus	165	17,6	20	169	"	6
Acanthurus coeruleus	166	18,1	11,2	32	"	6
Sparisoma eurofronatum m	178	19,2	19,6	178	24/5/90	4
Neomula flavellaeatum	177	16,3	18,5	91	"	4
Acanthurus coeruleus	169	16,6	18,6	157	"	4
Acanthurus coeruleus	170	16,6	18,6	156	"	4
Acanthurus coeruleus	171	15,8	17,6	125	"	4
Acanthurus coeruleus	172	16,6	18,5	158	"	4
Acanthurus coeruleus	173	17,1	19,2	167	"	4
Acanthurus coeruleus	174	16,3	18,4	148	"	4
Acanthurus coeruleus	175	14,5	16	96	"	4
Acanthurus coeruleus	176	14	15,5	86	"	4
Acanthurus coeruleus	179	18,8	11,9	43	"	7
Acanthurus coeruleus	180	12,3	13,6	59	"	7
Acanthurus coeruleus	181	13,6	15,3	81	"	7
Acanthurus coeruleus	182	13,9	15,3	182	"	7
Acanthurus coeruleus	183	12,6	14,2	183	"	7
Acanthurus coeruleus	184	12,5	13,9	60	"	7
Sparisoma eurofronatum m	185	19,4	20,4	146	29/5/90	4
Sparisoma eurofronatum m	186	19,1	19,8	149	"	4
Sparisoma eurofronatum m	187	20,2	21,3	177	"	4
Sparisoma eurofronatum f	188	19,4	19,8	146	"	4
Sparisoma eurofronatum f	189	19,2	19,4	143	"	4
Sparisoma eurofronatum f	190	20,3	21,4	181	"	4
Acanthurus coeruleus	192	13	14,5	67	8/6/90	4
Acanthurus coeruleus	193	15,8	17,4	128	"	4
Acanthurus coeruleus	194	9	10,9	30	"	4
Acanthurus coeruleus	195	13,6	15,3	82	"	4
Acanthurus coeruleus	196	14	15,6	82	"	4

Annexe 2

← CAPTURES DE LA CAMPAGNE 1991

ESPECE	REF	LF(cm)	LT(cm)	Poids(g)	Date	STATION
Sparisoma aurofrenatum f	7		19	130,3	3/4/91	9
Haemulon plumieri	9	21,0	24,7	215,4	.	9
Haemulon sclurus	16	21	23,2	171	6/4/91	10
Haemulon sclurus	17	20,9	23	176,9	.	9
Acanthurus coeruleus	18	16,5	18,7	150,5	.	10
Haemulon plumieri	24	19,9	22,4	126,8	9/4/91	9
Haemulon plumieri	25	22,0	25,5	222,5	.	9
Haemulon flavolineatum	26	15,3	17,3	69,7	.	9
Sparisoma aurofrenatum m	33	20,6	21,5	185	12/4/91	Reserve
Sparisoma aurofrenatum f	34		17,5	105,1	.	Reserve
Sparisoma aurofrenatum f	35		19,5	129,4	.	Reserve
Sparisoma aurofrenatum f	36		17,5	109,8	.	Reserve
Haemulon plumieri	38	26,5	29,1	322,6	.	9
Haemulon plumieri	39	25	26,5	225,3	.	9
Haemulon plumieri	40	25,3	29	332,6	.	9
Acanthurus coeruleus	41	16,2	17,8	147,2	.	9
Acanthurus coeruleus	42	16,3	18,4	146,3	.	9
Sparisoma aurofrenatum m	53	23,5	25,2	236,2	17/4/91	9
Haemulon plumieri	54	22,2	24,7	223,3	.	12
Haemulon plumieri	55	18,7	21,3	153,9	.	12
Acanthurus coeruleus	56	11,1	12,3	45,5	.	9
Acanthurus coeruleus	57	13	14,5	67,5	.	9
Acanthurus coeruleus	58	13	14,5	71,9	.	9
Acanthurus coeruleus	59	12,7	14	67,3	.	12
Sparisoma aurofrenatum m	69	20,0	22,3	164,6	23/4/91	9
Sparisoma aurofrenatum f	70		18,2	107,6	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	71		14,0	69,9	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	72		18,7	113,4	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	73		17,5	108,1	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	74		18,0	124,4	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	75		17,5	109,8	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	76		18,5	122	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	77		18	185,1	.	12
Haemulon sclurus	78	21,7	24	195,8	.	12
Haemulon sclurus	79	24,1	26,6	276,6	.	11
Haemulon plumieri	80	23,1	25,2	227,4	.	12
Haemulon flavolineatum	81	14,4	16,1	63,1	.	12
Haemulon flavolineatum	82	16	17,9	85,7	.	9
Acanthurus coeruleus	83	20	23	262,8	.	9
Sparisoma aurofrenatum m	93	17,3	18,9	101,2	28/4/91	9
Sparisoma aurofrenatum m	94	20,5	21,0	161,4	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	95		18	124,2	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	96		22	202,7	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	97		16,5	85,2	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	98		17,6	98,2	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	99		16,0	84,5	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	100		24,1	254	.	9
Sparisoma aurofrenatum f	101		19,4	139,8	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	102		19,8	152,6	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	103		23,7	259,9	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	110		22	207,8	3/5/91	11
Acanthurus coeruleus	119	9,9	10,7	38	.	11
Acanthurus coeruleus	120	15,9	17,8	138,1	.	11
Acanthurus coeruleus	121	18,7	21,4	198,1	.	11
Acanthurus coeruleus	122	19,4	22	240,7	.	11
Acanthurus coeruleus	123	14,8	16,4	96,6	.	11
Acanthurus coeruleus	124	14	15,6	79,2	.	11
Acanthurus coeruleus	125	16,7	18,4	148,7	.	11
Acanthurus coeruleus	126	12,6	14,1	63,4	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	132		19,6	146	14/5/91	9
Sparisoma aurofrenatum f	133		18,7	133	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	134		20,5	158,8	.	12
Sparisoma aurofrenatum f	135		20,9	162,9	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	136		19,3	141,1	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	137		21,1	179,6	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	138		22,6	217,4	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	139		25,0	318,1	.	11
Haemulon plumieri	140	25,3	26,1	276,4	.	9
Haemulon plumieri	141	16,2	18,4	84,5	.	9
Haemulon plumieri	142	22,2	24,9	239,1	.	9
Haemulon plumieri	143	22,2	24,6	218,9	.	9
Haemulon plumieri	144	20,2	23,1	192,7	.	9
Haemulon plumieri	145	18,3	20,7	119	.	9
Acanthurus coeruleus	146	13,2	14,4	60,7	.	9
Acanthurus coeruleus	147	13,3	14,7	72,5	.	9
Acanthurus coeruleus	148	10	10,7	31,1	.	9
Acanthurus coeruleus	149	19,1	21,4	237,7	.	11
Acanthurus coeruleus	150	17,7	19,8	168,3	.	11
Acanthurus coeruleus	151	16,2	18	133,4	.	11
Acanthurus coeruleus	152	16,8	19,1	154,8	.	11
Acanthurus coeruleus	153	18,2	20,3	168,9	.	11
Acanthurus coeruleus	154	19,1	22	230,4	.	11
Acanthurus coeruleus	155	15,9	18	121,8	.	11
Acanthurus coeruleus	156	13,8	15,5	80,1	.	11
Acanthurus coeruleus	157	15,5	17,5	127,1	.	11
Acanthurus coeruleus	158	16,9	19,1	168	.	11
Acanthurus coeruleus	159	15,2	17,3	116,5	.	11
Acanthurus coeruleus	160	13,8	15,9	84,7	.	11
Acanthurus coeruleus	161	14,8	16,5	96,7	.	11
Sparisoma aurofrenatum f	162		24,5	268,5	22/5/91	11
Haemulon plumieri	163	16,8	19,3	119,9	.	9
Haemulon flavolineatum	164	16,2	18,4	94,2	.	11
Acanthurus coeruleus	165	10,4	11,4	34,8	.	11
Acanthurus coeruleus	166	13,2	14,6	63,3	.	9
Acanthurus coeruleus	167	12,9	14,3	62,6	.	11
Acanthurus coeruleus	168	16,9	19,2	158,6	.	11
Acanthurus coeruleus	169	15,9	17,7	121,9	.	11



Annexe 3

↑ HISTOGRAMME DES EFFECTIFS PAR CLASSE DE TAILLE

Annexe 4



← L'EMBARCATION DE
L'UNIVERSITE
ANTILLES GUYANE :
LE CODAKIA.

LE SITE
D'ECHANTILLONNAGE
DE L'ILET CARET.



← LA CHAINE
D'ANALYSE
D'IMAGES

- M : Microstope
- C : Camera
- PC : Microordinateur
- DD : Disque Dur
- E : Ecran video
- I : Imprimante

-BIBLIOGRAPHIE-

- ANDERSEN T., MOKSNESS E., 1988. Estimation of age in days and daily growth rate in larval and juvenile marine fishes based upon reading daily increments in their otoliths. *The early life history of fish. Third Ices Symposium*, Bergen. Blaxter Ed. : 174-189.
- APPELDOORN R. S., LINDEMAN K. C., 1985. Multispecies assesment in coral reef fisheries using higher taxonomic categories as unit stocks, with an analysis of an artisanal Haemulid fishery. *5th int. coral reef congress*, Tahiti, 5 : 507-514.
- ASSOR R., JULIUS C., 1987. Hydrobiologie et incidences sur la sédimentation et les associations microfauniques. *Le Grand Cul De Sac Marin (Gadeloupe Antilles Françaises) Action CORDET* : 3-60.
- BAELDE P., BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., GUARRIGUE C., LABUBEL J., LOUIS M., PHILIPPOT U., 1987. Etude des biocénoses benthiques du Grand Cul De Sac Marin . *Le Grand Cul De Sac Marin (Gadeloupe Antilles Françaises) Action CORDET* : 221-329.
- BAILLON N., 1990. Otolithométrie en milieu tropical. Application à 3 espèces du lagon de Nouvelle-Calédonie. *Thèse d'Océanologie de l'Université d'Aix- Marseille II* : 379 p.
- BAILLON N., 1986. Croissance de deux espèces de poissons tropicaux à partir de la lecture des otolithes. *Rapport D.E.A. Université Aix-Marseille II* : 46 p.
- BELIAEFF B., 1987. Etude d'un engin de pêche: Le casier en flèche guadeloupéen. *Mémoire d'ingéniorat ISIM Montpellier* : 73 p.
- BELL J. D., GALZIN R., 1984. Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Marine Ecology Progress series*, 15 : 265-274.
- BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., IMBERT D., LOUIS M., 1990. Rapport sur les effets du cyclone Hugo sur les écosystèmes côtiers de la Guadeloupe. *Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe*. Doc. scient. 25 : 39 p.
- BROTHERS E. B., 1979. Age and growth studies on tropical fishes. *Stock assesment for small scale fisheries*. Int. Center For Marine Ressources Development, University of Rhodes Islands, Kingston : 119-135.
- BROTHER E. B., MAC FARLAND W. N., 1981. Correlations between otoliths microstructure growth and life history transition in newly recruited French Grunt *Haemulon flavolineatum*, Haemulidae. *Rapp. P. V. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer*, 178 : 319-374.
- CAMPANA S. E., NEILSON J. D., 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal Fish Aquat. Sciences*, 42 : 1014-1032.
- CHAUDELON P., 1990. Lecture assistée par ordinateur en otolithométrie. Application à l'étude de l'âge de *Lutjanus sebae* aux Seychelles. *Rapport D.E.A. d'océanologie Université Aix-Marseille II* . : 42 p.
- FISHER W., 1978. F.A.O. species identification sheets for fishery purposes. Western central Atlantic; fishery area 31. *Fishery Ressources and Environment Division, F.A.O.*, I, II, III, IV, V : 625 p.
- GAUT U. C., MUNRO J. L., 1974. The biology, ecology and bionomics of the grunts; Pomadasyidae. *Caribbean coral reef fishery ressources. ICLARM Studies and reviews*, 7 : 110-142.
- GJOSAETER J., DAYARATNE P., BERGSTAD O. A., GJOSAETER H., SOUSA M. I., BECK I. M., 1984. Ageing tropical fish by growth rings in the otolith. *F.A.O. Fisheries, Circ.* 776 : 54 p.
- GLYNN P. W., ALMODOVAR L. R., GONZALES J. G., 1964. Effect of the hurricane Edith on the marine life in La Parguera, Puerto Rico. *Caribbean Journal Sciences*, 4 : 335-345.

- LASSIG B. R., 1983. The effect of a cyclonic storm on a coral reef fish assemblage. *Env. Biol. Fish*, 9 : 55-63.
- LETA H., KEIM H., 1982. Lectura de edades en otolitos de peces teleosteos. *Instituto Nacional de Pesca*, Montevideo, Uruguay, Informe tecnico 30 : 36 p.
- LUU P., 1990. Rapport d'étude dans la pêche du Grand Cul-de-Sac Marin. *Mémoire d'ingénieur. ISIM Montpellier* : 41 p.
- MANOOCH C. S., 1976. Age, growth and mortality of the white grunt; *Haemulon plumieri* from North Carolina and South Carolina. *Proc. 30th An. Conf. Southeastern Assoc. Fish. Wild. Agencies* : 58-70.
- MORALES-NIN B., 1988. Caution in the use of daily increments for ageing topical fishes. *Fishbyte*, 6 (2) : 5-7
- PANFILI J., 1988. Etude des populations d'anguilles des lagunes du Languedoc et de la Camargue. Méthodes de lecture d'âge et comparaison des croissances. *Rapport D.E.A. Université de Montpellier II* : 38 p.
- PANNELLA G., 1974. Otoliths growth patterns: An aid in age determination in temperate and tropical fishes. *Proc. of an Int. symposium. Ageing of fish*. Ed. Bagenal T. : 28-40.
- PHLEGER C. F., 1988. The importance of skull lipid as an energy reserve during starvation in the ocean surgeon *Acanthurus bahianus*. *Comp. biochem. Physiol.*, 91 (1) : 97-100.
- RANDALL J. E., 1968. *Caribbean reef fishes*. T.H.F. publications, U.S.A. : 313 p.
- REESON P. H., 1975. The biology, ecology and bionomics of the parrotfishes; Scaridae. *Caribbean coral reef fishery resources. ICLARM Studies and reviews*, 7 : 166-190.
- REESON P. H., 1975. The biology, ecology and bionomics of the surgeonfishes; Acanthuridae. *Caribbean coral reef fishery resources. ICLARM Studies and reviews*, 7 : 178-190.
- WALSH W. J., 1983. Stability of a coral reef community following a catastrophic storm. *Coral reefs*, 2 : 49-63.
- WILLIAMS A. H., 1984. The effects of hurricane Allen on back-reef population of Discovery Bay, Jamaica. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.*, 75 : 233-243.
- WOODLEY J. D., CHORNESKY E. A., CLIFFORD P. A., JACKSON J. B. C., KAUFMAN L. S., KNOWLTON N., LANG J. C., PEARSON M. P., PORTER J. W., ROONEY M. C., RYLAARSDAM K. W., TUNNICLIFFE U. J., WHALE C. M., WULFF J. L., CURTIS A. S. G., DALLMEYER M. D., JUPP B. P., KOEHL M. A. R., NEIGEL J., SIDES E. M., 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reef. *Science*, 214 : 749-755.