

RÉPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE  
MINISTÈRE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**CENTRE DE RECHERCHES  
Océanographiques  
ABIDJAN**

J. P. TROADEC. — Biologie et dynamique  
d'un Sciaenidae ouest-africain *Pseudotolithus*  
*senegalensis* (V)



DOCUMENTS SCIENTIFIQUES  
Vol. II, n° 3, Décembre 1971

5606 ex 2 2

21 AOUT 1972



BIOLOGIE ET DYNAMIQUE D'UN SCIAENIDAE OUEST- AFRICAIN

PSEUDOTOLITHUS SENEGALENSIS (V.) °

par

Jean-Paul TROADEC °°

Océanographe O.R.S.T.O.M.

- ° Etude présentée à la Faculté des Sciences de l'Université d'Aix-Marseille II (Centre Universitaire de Luminy) comme thèse de Doctorat d'Etat, le 27 novembre 1970, elle a obtenu la mention très honorable et les félicitations du jury.
- N.B. - Certaines observations présentées dans cette étude ont déjà été publiées. Comme ces observations ont été confrontées à celles réalisées ultérieurement, il a été jugé préférable de les incorporer de nouveau, solution qui permettait une présentation homogène des résultats obtenus.
- °° Sous-Division de la Biologie et du Milieu marins  
Division des Ressources Halieutiques - FAO - ROME.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 5606 ex2

Coté A

S O M M A I R E

Résumé	p. 1
<u>INTRODUCTION</u>	p. 5
1 - <u>LE PROGRAMME D'OBSERVATION ET SA REALISATION.</u>	p. 14
2 - <u>LE MILIEU PHYSIQUE</u>	p. 16
2.1 - Hydrologie générale du plateau continental ouest africain.	
2.1.1. - Les masses d'eau.	
2.1.2. - Upwelling et thermocline.	
2.1.3. - Les saisons marines au large du Congo et de la Côte d'Ivoire.	
2.1.4. - L'oxygène dissous.	
2.2 - Précipitations et débit des fleuves.	
2.3 - Sels nutritifs, productivités primaire et secondaire.	
2.4 - Nature du fond.	
3 - <u>ABONDANCE ET REPARTITION DES PSEUDOTOLITHUS SENEGALENSIS - RELATIONS AVEC L'HYDROCLIMAT.</u>	p. 34
3.1 - Variations saisonnières de l'abondance du stock sur le plateau continental.	
3.2 - Influence des conditions de milieu.	
3.3 - Conclusions.	
4 - <u>LA PONTE.</u>	p. 74
4.1 - Stades sexuels.	
4.2 - Sex ratio.	
4.3 - Taille à la première reproduction.	
4.4 - Périodes de ponte.	
4.5 - Localisation de la ponte.	

- 5 - DETERMINATION DIRECTE DE L'AGE PAR LA LECTURE p. 89  
DES OTOLITHES.
- 5.1 - Technique de lecture.
  - 5.2 - Périodicité d'apparition des anneaux.
  - 5.3 - Lecture des otolithes.
  - 5.4 - Précision de la lecture - comparaison des résultats obtenus par la lecture de l'âge et par la méthode de Petersen.
  - 5.5 - Discussion.
  - 5.6 - Conclusions.
- 6 - LA CROISSANCE. p. 109
- 6.1 - Matériel et méthodes.
  - 6.2 - Influence de la saison de naissance sur la croissance.
  - 6.3 - Influence du sexe sur la croissance.
  - 6.4 - Courbes de croissance (longueur).
  - 6.5 - Discussion - Conclusions.
- 7 - RELATION LONGUEUR/POIDS - CROISSANCE EN POIDS - p. 141  
FACTEUR DE CONDITION - REGIME ALIMENTAIRE.
- 7.1 - Relation Longueur/Poids.
  - 7.2 - Equations de croissance en poids.
  - 7.3 - Facteur de condition.
    - 7.3.1. - Formulation.
    - 7.3.2. - Variations saisonnières du facteur de condition.
  - 7.4 - Régime alimentaire.
    - 7.4.1. - Matériel et méthodes.
    - 7.4.2. - Composition des contenus stomacaux.
    - 7.4.3. - Variations saisonnières du régime alimentaire (composition et indice de réplétion).
    - 7.4.4.- Conclusions.

8 - <u>MORTALITE.</u>	p. 169
8.1 - Données nécessaires et données disponibles.	
8.2 - Traitement des données - résultats.	
8.2.1. - Courbe de prise : mortalité totale.	
8.2.2. - Mortalité totale et effort de pêche : hypothèse sur la mortalité naturelle.	
8.3 - Conclusions.	
 <u>CONCLUSIONS.</u>	 p. 185
 <u>ANNEXES</u>	 p. 198
 <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	 p. 202

## R E S U M E

En fonction de l'hydroclimat qui règne devant le Congo (B) et la Côte d'Ivoire, les variations synchrones de l'abondance et de la répartition bathymétrique des Pseudotolithus senegalensis (V.) sont décrites. Bien qu'il préfère la couche chaude de couverture, ce poisson particulièrement recherché par les flotilles locales de chalutiers, se montre tolérant vis-à-vis des conditions hydrologiques ; en effet on peut le rencontrer également dans la thermocline jusqu'aux niveaux supérieurs de l'Eau Centrale Sud Atlantique. L'oxygène dissous joue un grand rôle dans sa répartition. Les valeurs basses liées à l'upwelling limitent sa distribution.

Les principales fonctions biologiques, telles que la ponte, le recrutement, le régime alimentaire, le facteur de condition et la périodicité d'apparition des anneaux sur les otolithes, suivent aussi des cycles synchrones de celui de l'hydroclimat. leur connaissance permet une interprétation sûre des anneaux que l'on peut mettre en évidence par brûlage sur les otolithes préalablement meulés. Ainsi une méthode précise de détermination directe de l'âge est-elle disponible chez une importante famille de poissons tropicaux.

A partir de ces déterminations d'âge, la croissance et la mortalité totale du stock congolais sont étudiées. Parallèlement à une croissance rapide, on observe une mortalité élevée. Une influence de l'effort de pêche, qui a triplé pendant la période d'exploitation des individus échantillonnés, peut-être décelée sur ces deux fonctions. Une évaluation de la mortalité due à la pêche peut en être tirée.

Les constantes dynamiques obtenues pour le stock congolais sont ensuite incorporées dans le modèle de Beverton et Holt. Les résultats permettent d'espérer une augmentation appréciable annuelle si la maille utilisée est élargie et l'effort de pêche restreint.

Enfin certains caractères, en particulier l'absence de migrations importantes et la faible durée de la phase exploitée, ne semblant pas particuliers à ce poisson, mais doivent se retrouver chez beaucoup d'espèces démersales du Golfe de Guinée en particulier chez celles qui composent le peuplement côtier de fonds vase sableux ; certaines hypothèses sur la bionomie et les principes d'exploitation des stocks de poissons démersaux de cette région intertropicale s'en dégagent.

## S U M M A R Y

In relation to the hydroclimate prevailing off Congo (B) and Ivory Coast, synchronic variations are described in abundance and distribution of Pseudotolithus senegalensis V., economically the most important species in the west african trawl fishery. Although this fish prefers the warm surface layer, it is relatively indifferent to hydrological conditions, since it may also occur in the thermocline down to the higher levels of "Central South Atlantic Water". The oxygen concentration appears to have an important effect upon their distribution, especially the low concentrations occurring with the upwelling.

The main biological functions, such as spawning and recruitment times, condition factor, diet and ring appearance on otoliths, also follow cycles which are parallel with the hydroclimate one. So the ring-shaped structures revealed by burning previously ground otoliths could be easily interpreted. Thus an accurate method for ageing tropical fish is now available.

From the age determinations for the congolese stock it appears that growth is fast and total mortality rate high. An influence of fishing effort, which increased three times during the exploited phase of sampled specimens, appears both in growth and total mortality. From there an estimate for the fishing mortality could be given.

The estimates of dynamic parameters for the congolese stock are then used in the Beverton - Holt model. A valuable increase of the yield could be expected, if mesh size is widened and effort restricted.

Some features, such as the non-migratory habits and the shortness of the exploited phase in this species, seem to be common to many species of demersal fish in the Gulf of Guinea, specially in the "coastal soft deposits community" ; some assumptions are set forth about the bionomics of demersal stocks and their fishery management in this tropical area.

## I N T R O D U C T I O N

La pêche au chalut est d'introduction relativement récente sur le plateau continental du Golfe de Guinée puisque l'effort de pêche n'y a atteint un niveau appréciable qu'après la seconde guerre mondiale. Pourtant les apports annuels se stabilisent un peu partout à des niveaux qui ne sont pas particulièrement élevés ; c'est le cas sur les fonds inférieurs à 50 mètres, les plus riches en espèces commercialement intéressantes et de ce fait les plus exploités par les chalutiers basés dans les ports ouest africains. Il apparaît comme très probable, en Côte d'Ivoire par exemple, que sous les conditions actuelles d'effort et avec le maillage utilisé, la zone de l'équilibre maximal de capture soit déjà atteinte (Fonteneau, 1970). Au Nigéria les chiffres de prises et d'efforts publiés pour la dernière décade suggèrent que ce point d'équilibre aurait même été dépassé, entraînant le désarmement ou le départ de plusieurs navires. A partir de 1965, cette réduction de l'effort de pêche a permis au stock de se régénérer partiellement la production annuelle s'est relevée en 1967 par suite d'un redressement des rendements et non par une augmentation de l'effort de pêche (Bayagbone, 1965,2 - 1968 ; FAO, 1968,2).

L'étroitesse du plateau continental et la productivité en principe plus faible des eaux tropicales expliquent que les fonds de pêche ne puissent supporter qu'un effort modéré. Il en résulte qu'actuellement l'augmentation des prises que suscitent les besoins en protéines des pays riverains sera obtenue plus par une rationalisation de l'exploitation que par une augmentation de la taille des flotilles. On conçoit donc l'intérêt que présentent les études chiffrées sur la productivité des stocks et sur les facteurs qui l'affectent, en particulier sur ceux qui dépendent de l'homme : le volume global de l'effort de pêche et la taille de la maille des chaluts utilisés.

Pourtant ces études ne sont encore qu'à leurs débuts : avant d'entamer l'étude mathématique ultime il est nécessaire, pour évaluer les paramètres entrant dans les modèles, de mettre au point les méthodes indispensables à leur estimation. Pour cela un simple transfert des techniques élaborées dans les régions tempérées n'est pas, à priori, suffisant.

En effet, par comparaison aux régions tempérées, les zones tropicales se caractérisent classiquement par la faible amplitude que présentent les cycles saisonniers de l'hydroclimat. D'après ce schéma, une telle uniformité même relative des conditions hydrologiques au niveau des couches supérieures de l'océan doit se répercuter sur les différents domaines de la vie océanique puisque les variations saisonnières du milieu induisent au moins indirectement celles que l'on observe dans l'abondance des peuplements comme les divers cycles biologiques des espèces.

Lorsque l'on se trouve en présence d'une telle situation, l'analyse quantitative des populations et en particulier celle des paramètres qui déterminent la taille et la productivité des stocks : croissance, recrutement, mortalités se révèle particulièrement délicate. En effet, ces analyses reposent essentiellement sur l'identification et la mesure des diverses strates, en particulier d'âge ou de taille qui composent une population. Si les variations climatiques sont trop faibles pour que la ponte soit périodiquement interrompue ou du moins sérieusement ralentie, les pyramides d'âge ou de taille n'apparaissent pas sous la forme de distributions polymodales classiques : l'évaluation de la croissance par la méthode de Petersen par exemple, comme celle de la mortalité par dissection des distributions polymodales est alors difficile et imprécise. De même, si la croissance reste tout au long de l'année assez uniforme pour qu'aucune zonation périodique ne soit identifiable sur les structures osseuses, l'âge ne peut être directement déterminé

sur les individus échantillonnés. Dans ce cas l'étude dynamique d'une population devra faire appel à d'autres méthodes, moins analytiques et généralement moins précises.

Sur la côte occidentale d'Afrique, si une telle situation se rencontre au moins en partie dans les deux régions où les eaux chaudes et dessalées occupent en permanence la surface de l'océan, c'est-à-dire en Sierra Léone et au Libéria d'une part, et au Nigéria, au Cameroun et au nord du Gabon d'autre part, ce schéma est loin d'être aussi généralisé que l'on pourrait s'y attendre en se basant sur la seule position géographique. En effet, encadrant ces deux régions de permanence où les variations de l'hydroclimat restent faibles, on trouve trois autres régions où le régime hydrologique présente des fluctuations d'une amplitude comparable à celle que l'on observe sur les côtes de l'Europe occidentale par exemple : sur les côtes de Mauritanie, du Sénégal et de Guinée au nord, sur celles de Cote d'Ivoire, du Ghana et du Togo, Dahomey au centre et enfin devant le sud du Gabon, le Congo et le nord de l'Angola au sud, les eaux chaudes et dessalées caractéristiques des régions de permanence sont périodiquement repoussées par un phénomène d'upwelling et remplacées en surface sur le plateau continental par les eaux plus froides et plus salées sous-jacentes. Dans ces régions, la température de l'eau de surface peut varier de plus de  $10^{\circ}$  au cours de l'année, amplitude comparable à celle que l'on observe en mer d'Irlande par exemple.

Aussi, n'est-il pas étonnant que d'importantes variations synchrones de l'hydroclimat aient été décrites dans plusieurs domaines de la vie dans l'océan, entre autres dans les densités et les peuplement planctoniques, l'abondance et la répartition saisonnière des poissons pélagiques comme les sardinelles et les albacores, dans les quantités de crevettes et de poissons démersaux débarqués par les chalutiers.

Il est donc intéressant de vérifier si l'amplitude des cycles biologiques chez les poissons démersaux est suffisante pour que les méthodes classiques d'analyse des populations leur soit applicables. Plusieurs tentatives dans ce sens, en particulier pour ce qui est de la détermination directe de l'âge, n'avaient pas toujours réussi, au point que certains avaient tendance à admettre que les difficultés inhérentes aux régions tropicales étaient insurmontables. Il est pourtant primordial d'y parvenir si l'on veut être en mesure d'entreprendre des études précises de dynamique des populations et par ce moyen d'élaborer de meilleures règles d'exploitation.

Parmi la multiplicité des espèces qui caractérise les peuplements démersaux des côtes ouest africaines, plusieurs étaient susceptibles de justifier une telle étude. Les Pseudolithus senegalensis (V.) ont été retenus tout d'abord parce que leur abondance et leur valeur commerciale élevée en font l'espèce la plus recherchée par les chalutiers locaux. En outre, cette espèce appartient à la famille des Sciaenidae, famille typique des régions tropicales, qui comprend également plusieurs autres espèces dont l'intérêt économique est de tout premier ordre. Longhurst (1966) estime à 25 000 tonnes (en 1964) la production annuelle de Sciaenidae dans le Golfe de Guinée, dont 11 à 12 000 tonnes par les chalutiers, le reste étant produit par la pêche artisanale.

Les données sur la composition spécifique de l'ichtyofaune benthique fournies par des pêches expérimentales systématiques d'une part, et l'analyse des prises débarquées par les chalutiers d'autre part, mettent en évidence ce rôle prépondérant joué par les Sciaenidae et en particulier par les Pseudolithus senegalensis dans l'économie de la pêche de ces régions. Ces données seront comparées aux valeurs équivalentes obtenues pour les pomadasydae, seule famille dont l'abondance sur les mêmes fonds se rapproche de celle des sciaenidae. Comme estimations de la composition pondérale des peuplements démersaux, nous

possédons les résultats de campagnes de chalutages systématiques réalisés régulièrement pendant au moins un an à différentes immersions sur deux radiales de référence choisies comme particulièrement représentatives des fonds de pêche les plus communs sur le plateau continental ouest-africain : la radiale de Pointe Noire (Congo) et celle de Grand Bassam (Côte d'Ivoire). Cette dernière est plus homogène par la périodicité des observations (une fois toutes les trois semaines) et par le nombre des immersions chalutées (onze) à chaque sortie. Les pêches réalisées sur ces deux radiales permettent de préciser la place tenue par ces deux familles et par les espèces qui les composent sur les fonds meubles, sablo-vaseux ou vaso-sableux, dégagés de l'influence directe des apports fluviatiles. Ce type de biotope n'est pas le seul exploité par les chalutiers : une proportion appréciable des prises débarquées provient en effet, soit des zones d'estuaires au peuplement caractéristique (Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus, gros Pseudotolithus sp., Arius spp., etc) soit de substrats plus durs où les sparides sont abondants. Mais celui étudié ici est de loin le plus important par son étendue comme par l'exploitation qu'il supporte.

	Radiale de Grand Bassam (0 à 100 m)
Pomadasydae, dont :	17,4 %
- <u>Brachydeuterus auritus</u>	16,7 %
Sciaenidas, dont :	21,3 %
- <u>Pseudotolithus senegalensis</u>	5,8 %
- <u>Pseudotolithus typus</u>	0,5 %
- <u>Pteroscion peli</u>	8,0 %
- <u>Pentheroscion m'bizi</u>	6,5 %
- autres Sciaenidae	0,5 %

Tableau 1 - Importance relative en poids des principales espèces commercialisées de Pomadasydae et de Sciaenidae présentés sur le plateau continental devant Grand Bassam (Côte d'Ivoire).

Bien que d'après ces chiffres les deux familles paraissent tenir une place comparable, elles ne jouent pas en fait le même rôle dans l'économie de la pêche. Dans les pays comme le Congo où la pêche est encore limitée par un manque de débouchés, les Brachydeuterus auritus, comme la majorité des espèces de petite taille, n'ont qu'une valeur marchande minime et sont dès leur capture rejetés dans leur presque totalité (fig. 1) : les pomadasydae ont dans ce pays une importance économique très faible

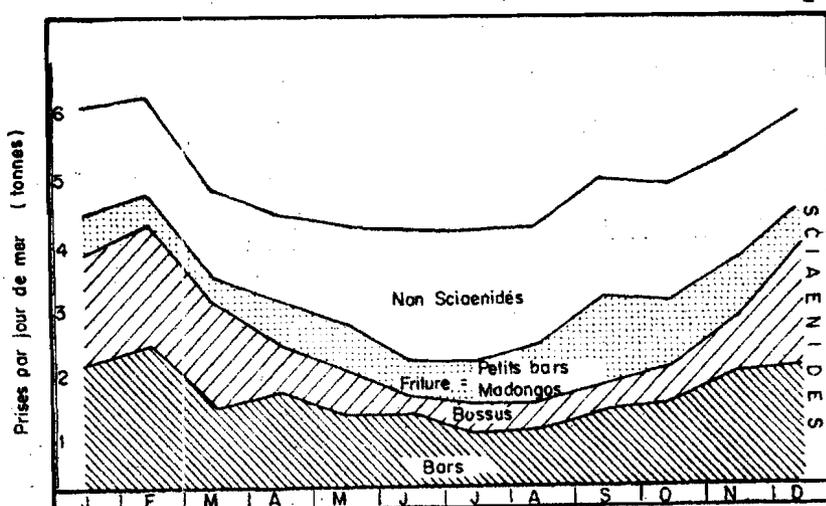


Figure 1 - Importance des scianidés dans les prises : fluctuations saisonnières du rendement d'un chalutier de Pointe-Noire.

Par contre dans les pays comme la Côte d'Ivoire où la demande en poisson est élevée, les Brachydeuterus auritus capturés sur le plateau continental sont en partie conservés. Mais leur valeur marchande n'atteint jamais et de loin celle des Pseudotolithus sp. : les chalutiers qui pêchent à proximité d'Abidjan conservant les Brachydeuterus auritus, lorsque les apports des sardiniers ne sont pas élevés au point de faire baisser les cours.

Classes • LT cm	GSC 64				PSC 63				GSC 63				PSC 62				GSC 62				Σ
	♂	♀	I	Σ	♂	♀	I	Σ	♂	♀	I	Σ	♂	♀	I	Σ	♂	♀	I	Σ	
25,0	1	2		3																	3
,3	1	4		5																	5
,6	8	6	1	15																	15
,9	16	22	3	41																	41
26,2	21	26	3	50	2			2													52
,5	26	29	1	56		1		1													57
,8	13	20	1	34	4	3		7													41
27,1	18	20		38	3	4		7													45
,4	14	16		30	3	4	2	9													39
,7	10	12	1	23	9	6		15													38
28,0	8	11	1	20	10	8		18													38
,3	4	8		12	19	12		31													43
,6	3	5		8	24	6		30													38
,9	1	1		2	24	17	1	42					1	1	2						46
29,2		2		2	18	24		42	1	1		2									46
,5					21	17		38	1	1		1									39
,8					26	22		48	1	1		2									50
30,1					15	17		32	5	1		6									38
,4					18	17	1	36	5			5									41
,7					11	8		19	9			9									28
31,0					9	18		27	8	5		13									40
,3					8	10		18	22	8		30									48
,6					6	8		14	15	3		18	1			1					33
,9					4	2		6	18	10		28									34
32,2						4		4	8	6		14									18
,5									12	9		21	2			2					23
,8					1			1	17	9		26	1			1					28
33,1						1		1	12	5		17	2	1		3					21
,4									6	4		10	2			2					12
,7									8	2		10	2			2					12
34,0					1			1	3	8		11		1		1	1		1	2	15
,3									5	2		7	1	2		3		1		1	11
,6									2	4		6	1			1	1			1	8
,9									2			2	3			3					5
35,2									1	3		4	2			2					6
,5									3	4		7	3	4		7					14
,8										1		1		1		1		1		1	3
36,1									1			1	1	1		1	1		1	1	3
,4									1			1	1	2		3	1	1		1	6
,7														2		2					2
37,0																					0
,3										1		1	2	1		3					4
,6																					0
,9														1		1					1
				339				449				253				41				8	1090

Tableau 13 - Normalité des classes d'âge : clés âge-longueur des poissons pêchés en baie de Pointe Noire (14 à 17 m) les 25 et 26 janvier 1966.

En règle générale l'importance relative des Sciaenidae dans les prises débarquées diminue lorsque la pêche industrielle se développe dans un pays. Ceci est dû sans doute à une diminution d'abondance consécutive à la pêche des représentants particulièrement recherchés de cette famille, mais aussi à la commercialisation progressive d'espèces de plus petite taille rejetées tant que la demande reste limitée.

D'autre part si parmi les Pomadasyidae, seuls les Brachydeuterus sont abondants au moins sur les fonds étudiés ici, chez les Sciaenidae cinq espèces ont une taille commerciale intéressante et se trouvent en abondance appréciable :

- les "bars" ou "ombrines" : Pseudotolithus senegalensis V. et P. typus Blkr., dont la morphologie et la biologie sont voisines, le second vivant dans des eaux plus côtières et plus dessalées,

- le "bossu" ou "bobo" : Pseudotolithus (Fenticulus) elongatus (Bowditch), limité aux eaux dessalées des embouchures des lagunes ou des fleuves (Congo par exemple),

- le "madongo" ou "friture argentée" : Pteroscion peli (Blkr.), espèce abondante mais de petite taille,

- le "madongo du large" ou "friture argentée du large" : Pentheroscion m'bizi (Poll), espèce abondante mais peu exploitée car elle se conserve mal en glace et vit à des profondeurs supérieures à 50 mètres moins visitées par les chalutiers.

Cette concentration des Sciaenidae économiquement intéressants dans la bande littorale apparaît nettement dans les pêches réalisées sur les radiales de Pointe-Noire et de Grand Bassam (Tableau 2).

Profondeur en mètres	Pseudotolithus senegalensis		Total Sciaenidae	
	Pointe- Noire	Grand Bassam	Pointe- Noire	Grand Bassam
15	11,8 %	10,3 %	43,4 %	25,9 %
20	-	9,4 %	-	30,5 %
25	-	9,4 %	-	25,4 %
30	18,3 %	11,4 %	35,4 %	24,6 %
35	-	9,5 %	-	21,2 %
40	14,8 %	4,3 %	23,4 %	8,8 %
50	4,5 %	1,4 %	13,6 %	6,1 %
60	-	0,0 %	-	22,4 % °
70	0,8 %	-	29,5 % °	-
80	-	0,0 %	-	23,1 % °
100	0,0 %	0,0 %	8,8 % °	18,5 % °

° essentiellement Pentheroscion mbizi peu exploité

Tableau 2 - Importance des Sciaenidae et de Pseudotolithus senegalensis en fonction de l'immersion sur les radiales de Pointe-Noire et de Grand Bassam. (Les chiffres concernant la radiale de Pointe-Noire sont cités par Durand, 1967).

Or les chalutiers ouest africains exploitent surtout les fonds inférieurs à 40 mètres car les rendements globaux en espèces d'intérêt commercial y sont presque toujours les plus élevés. Il en résulte que les Pseudotolithus senegalensis tiennent dans l'économie de la pêche au chalut sur le plateau continental du Golfe de Guinée une place prédominante encore supérieure à celle qu'ils tiennent dans la biomasse de l'ichthyofaune benthique.

L'étude des Sciaenidae et particulièrement celle de Pseudotolithus senegalensis est donc primordiale. Déjà J. Collignon (1960) avait entamé des recherches sur leur biométrie, leur systématique et sur certains aspects de leur biologie dans la région de Pointe-Noire. Les pêches réalisées dans le cadre de la radiale de Pointe-Noire allaient fournir les échantillons nécessaires à la poursuite de ce travail. Celui-ci

a été orienté plus spécialement vers l'écologie et la dynamique, secteurs où le besoin de connaissance est le plus évident. Nos premières recherches ont porté sur la mise au point d'une méthode sûre pour la détermination directe de l'âge, méthode sans laquelle les études dynamiques, sur la croissance et la mortalité par exemple, ne peuvent être que difficilement abordées.

A. R. Longhurst en Sierra Léone et au Nigéria, puis E. O. Bayagbona au Nigéria également ont étudié la même espèce. Ces travaux permettent des comparaisons intéressantes car ils ont été réalisés dans des régions de permanence des eaux libériennes ou guinéennes, chaudes et dessalées.

#### R E M E R C I E M E N T S

Le programme initial de cette étude a été élaboré en collaboration très étroite avec Monsieur Francis Poinard qui a également participé. Ainsi que Monsieur Jean Claude Le Guen aux mesures sur le plateau continental congolais - qu'ils trouvent ici l'expression de mes très vifs remerciements

## I - LE PROGRAMME D'OBSERVATION ET SA REALISATION.

Pour mettre en évidence les corrélations possibles entre la distribution bathymétrique des Pseudotolithus senegalensis et le régime hydrologique, et surtout pour déceler les cycles biologiques probables et leurs synchronismes, les observations furent limitées géographiquement à l'échantillonnage sur une radiale visitée régulièrement pendant un cycle annuel. Ce travail fût commencé au Congo (radiale de Pointe-Noire), mais les indisponibilités chroniques de l'"Ombango", chalutier du Centre, perturbèrent grandement le déroulement régulier des sorties. Aussi le même programme fut-il repris, plus étoffé, sur la radiale de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire).

La localisation de ces deux radiales ainsi que celles des point chalutés (immersion et position), le déroulement des sorties et la méthodologie (chalutage, observations physiques et observations biologiques en mer et au laboratoire) ont été décrits dans deux articles déjà parus :

- radiale de Pointe-Noire (Poinsard et Troadec, 1967),
  - radiale de Grand Bassam (Troadec, Parro et Bouillon, 1969)
- Aussi ces descriptions ne seront-elles pas reprises ici.

Ces deux radiales de référence furent tracées perpendiculairement à la côte suivant l'axe de plus grande variation des phénomènes. Sur un tel espace laboratoire, le risque d'échantillonner plus d'un stock homogène se trouvait réduit, surtout si notre supposition concernant le caractère très sédentaire de l'espèce était ultérieurement vérifié.

La position des modes sur les histogrammes de fréquence dressés à partir d'échantillons capturés en différents points de la côte ont démontré ce caractère sédentaire de l'espèce. Sur une radiale, l'homogénéité du stock est évidente tout au long de l'année, et ceci même sur la radiale de Pointe-Noire

où, en fait, les chalutages ont été réalisés sur une bande de 30 milles perpendiculaire à la côte. Une seule fois le plus proche échantillon qu'il ait été possible d'obtenir provenait de la Pointe Banda à 75 milles au NNW de Pointe-Noire : sur la distribution dressée alors, les modes étaient très légèrement décalés par rapport à la position qu'ils auraient dû avoir d'après les échantillons précédemment recueillis devant Pointe-Noire. C'est là un indice de modifications géographiques progressives dans les périodes de ponte ou le taux de croissance et du brassage limité des individus. Des différences importantes ne s'observent que lorsque la distance parallèle à la côte, entre les prélèvements, devient grande ; c'est ce que l'on constate sur les histogrammes établis le long du Golfe de Guinée au cours de la Campagne G.T.S. (Williams, 1968, 1, 2, 3,).

Bien que seulement 17 individus aient été recapturés, les expériences de marquage de Pseudotolithus senegalensis et de Pseudotolithus typus réalisées devant Sassandra (Côte d'Ivoire) confirment directement ce caractère chez les deux espèces :

a - Pseudotolithus senegalensis (6 recaptures) :

- distance moyenne à vol d'oiseau parcourue par jour (ensemble des recaptures) : 61 milles/134 jours = 0,5 mille/jour.
- plus grande distance parcourue en ligne droite et plus grande durée de libération : 27 milles en 55 jours.
- plus grande vitesse (à vol d'oiseau) : 11 milles en 15 jours = 0,7 mille/jour.

b - Pseudotolithus typus (11 recaptures) :

- distance moyenne parcourue par jour (ensemble des recaptures) 63 milles/297 jours = 0,2 mille/jour.
- plus grande distance parcourue en ligne droite : 14 milles.
- plus grande vitesse : 14 milles en 4 jours = 3,5 milles/jour.
- deux individus ont été repris à 2 milles seulement de leur point de libération 37 jours après le marquage.

Les deux stocks de Pseudotolithus senegalensis étudiés devant Pointe-Noire et devant Grand Bassam peuvent donc être considérés comme homogènes à l'échelle de la précision des mesures. La dispersion aurait pu être élargie sans que les résultats n'en soient altérés.

L'examen concomittant du climat hydrologique devait bénéficier de la même homogénéité. Des considérations identiques avaient conduit physiciens, planctologistes et benthologues à visiter régulièrement les mêmes radiales. La localisation de nos prélèvements nous faisait donc bénéficier des connaissances acquises simultanément ou précédemment.

En restreignant les observations à un seul biotope choisi comme le plus commun et le plus exploité, seules les fluctuations saisonnières de l'hydroclimat et de leurs influences seraient suivies. L'action des facteurs variant avec l'espace, comme ceux liés à leur nature du fond ou apports fluviatiles, facteurs difficilement saisissables dans le cadre de cette étude, a donc été négligée.

## 2 - LE MILIEU PHYSIQUE.

L'analyse des cycles saisonniers que l'on se propose de déceler dans l'écologie et la biologie des Pseudotolithus senegalensis ne peut se concevoir sans une description préalable du contexte physique, tout particulièrement des saisons marines, de leur enchaînement et de leurs caractéristiques. L'hydroclimatologie des régions tropicales, surtout le long des côtes occidentales des continents, présente en effet par rapport aux schémas des régions tempérées, des particularités qu'il est indispensable de connaître.

Bien que l'étude de l'influence de la nature du substrat sur la répartition des Pseudotolithus senegalensis ne soit pas abordée ici, les conditions au niveau des deux radiales seront décrites afin de délimiter le cadre de ce travail.

## 2.1. - Hydrologie générale du plateau continental.

Des caractéristiques des masses d'eau qui baignent le plateau continental et de l'alternance de leurs mouvements verticaux découle le climat au niveau du fond. Les régions de Pointe-Noire et d'Abidjan pourtant éloignées géographiquement connaissent un régime d'alternance similaire, que ce soit par la nature des masses d'eau en présence ou par le cycle de balancement. Aussi les deux séries de données peuvent-elles être traitées conjointement.

### 2.1.1. - Les masses d'eau.

Schématiquement deux couches d'eau séparées par une thermocline nette recouvrent le plateau continental ouest-africain. La couche superficielle dont la présence n'est pas constante atteint une épaisseur de l'ordre de 30 mètres et sa température est élevée, supérieure à 24° C. Elle peut-être salée, d'une salinité supérieure à 35‰, et les eaux sont dites tropicales, ou dessalées : il s'agit alors d'eaux guinéennes ou libériennes, voisines dans leurs caractéristiques quoique d'origine géographiques différentes. La présence d'eaux tropicales dans les régions étudiées ici est généralement rare et fugace. Cette couche de couverture est presque toujours homogène en ce qui concerne la température et la salinité.

La transition entre la couche de couverture et la masse d'eau sous-jacente se fait par une couche thermocline et halocline, dont l'épaisseur peut varier de quelques mètres à une trentaine et où la température passe de 26° à 18° C environ.

La répartition verticale des salinités à ce niveau est caractérisée par un maximum variant entre 35,7 et 35,9‰ suivant les régions et les saisons et qui se situe au niveau inférieur de la thermocline.

Sous la thermocline commence l'eau centrale sud atlantique froide et salée tout au moins aux niveaux supérieurs qui nous intéressent. Cette eau est bien connue par la relation TS qui la caractérise :

$$S\text{‰} = 33,83 + 0,113 T^{\circ} \text{ (Perrit, 1964).}$$

Suivant que la couche de couverture est présente ou absente, on distingue :

- dans le premier cas, un faciès équatorial ou tropical,
- dans le second cas, un faciès tempéré avec des eaux de surface de température inférieure à 24° c. On peut dans ce faciès trouver encore en surface la couche à fort gradient thermique correspondant à la thermocline.

Les régions congolaise et ivoirienne appartiennent à deux zones distinctes où la couche de couverture chaude disparaît saisonnièrement. Ces deux zones d'alternances sont séparées, de la frontière occidentale du Nigéria au Cap Lopez (Gabon), par une zone de permanence : là, les eaux guinéennes chaudes et dessalées restent présentes en surface toute l'année (Berrit, 1961 - 1962, 1 et 2 - 1969 ; Longhurst, 1962).

### 2.1.2. Upwelling et thermocline.

D'après deux notes de Berrit et Donguy (1962, 1964) l'upwelling évident en saison froide se produit en fait toute l'année sur les côtes congolaises. Cet upwelling s'explique par le régime des vents à la côte : le vent souffle pendant la plus grande partie de l'année du secteur SW - SE presque parallèlement à la côte dont l'orientation est SSE - NNW. En fait les

variations saisonnières que l'on observe dans la force et la direction du vent ne peuvent expliquer à elles - seules les fluctuations plus importantes du développement vertical de l'upwelling, fluctuations dont il faut rechercher également l'origine dans la dynamique générale de l'Atlantique tropical.

Selon le faciès, tempéré ou équatorial, les modalités du phénomène sont différentes :

- en saison froide, l'upwelling n'est pas limité par une zone à stabilité élevée. Il peut donc se développer sur toute l'épaisseur de la couche d'eau qui recouvre le plateau continental, c'est-à-dire sur l'eau centrale sud atlantique.
- en saison chaude au contraire, la zone de stabilité maximale correspondant à la thermocline limite l'extension vers le bas de l'upwelling. La situation est typiquement celle d'un océan à deux couches, la zone de contact entre les deux jouant le rôle d'un "faux fond". Le transport vertical est limité à la couche de couverture dont le gradient vertical de température est faible ou nul. L'upwelling se décèle surtout par une légère augmentation de la salinité à la côte.

Sur le plateau continental ivoirien les phénomènes sont voisins. Le vent souffle du secteur SW - WSW. La seule différence appréciable provient du fait que la côte n'est pas rectiligne mais suit schématiquement trois axes principaux :

- le 248 du Cap des Palmes à Sassandra.
- le 264 de Sassandra à Abidjan.
- le 281 d'Abidjan au Cap des Trois Pointes.

Le vent fait donc avec la côte un angle d'autant plus fermé que le secteur est plus occidental. En accord avec la théorie on observe bien un renforcement de l'upwelling de l'est vers l'ouest.

### 2.1.3. - Les saisons marines devant les côtes congolaises et ivoiriennes.

Le climat marin dans les deux régions étudiées s'interprète dans le contexte décrit ci-dessus.

#### 2.1.3.1. - Congo.

Les saisons marines devant Pointe-Noire ont été décrites d'après les observations régulières effectuées de 1953 à 1957 sur une station côtière située devant Pointe-Noire sur les fonds de 16 mètres (Ferrit, 1956). Les données recueillies ultérieurement dans la baie de Pointe-Noire, sur l'étendue de la radiale et au large ont confirmé la validité de ce schéma.

Conformément à la position géographique entre les deux tropiques on observe un cycle annuel à deux saisons chaudes correspondant à l'arrivée en surface des eaux guinéennes et deux saisons froides correspondant à l'extension vers le nord du système du courant de Benguela.

Ces quatre saisons alternativement chaudes et froides ont une durée et une intensité inégales. Elles sont souvent séparées par des périodes de transition au cours desquelles les masses d'eau oscillent avant d'atteindre l'équilibre qui marque l'établissement définitif de la saison. Au cours de l'année la succession suivante se manifeste :

- du mois de janvier au début mai, la grande saison chaude (G.S.C.) ° est établie, le critère étant la permanence à 15 mètres d'eaux guinéennes à plus de 24° C.
- du début juin à la fin août, s'étend la grande saison froide (G.S.F.) °. On la considère comme établie lorsque la température à 15 mètres est inférieure à 20° C.

---

° - abréviations qui seront utilisées ultérieurement.

- du début octobre à la mi-novembre se situe la petite saison chaude (P.S.C.) ° qui présente les mêmes caractères que la grande saison chaude, mais en général atténués.

- enfin en décembre - janvier, nous trouvons la petite saison froide (P.S.F.) °. Elle est moins marquée que la grande saison froide.

Suivant les années l'intensité des saisons varie de même que leur position dans le temps, la fidélité des petites saisons en position comme en intensité étant moindre que celles des grandes.

Pendant la période de nos observations, les conditions ont été quelque peu différentes de la normale (fig. 2) :

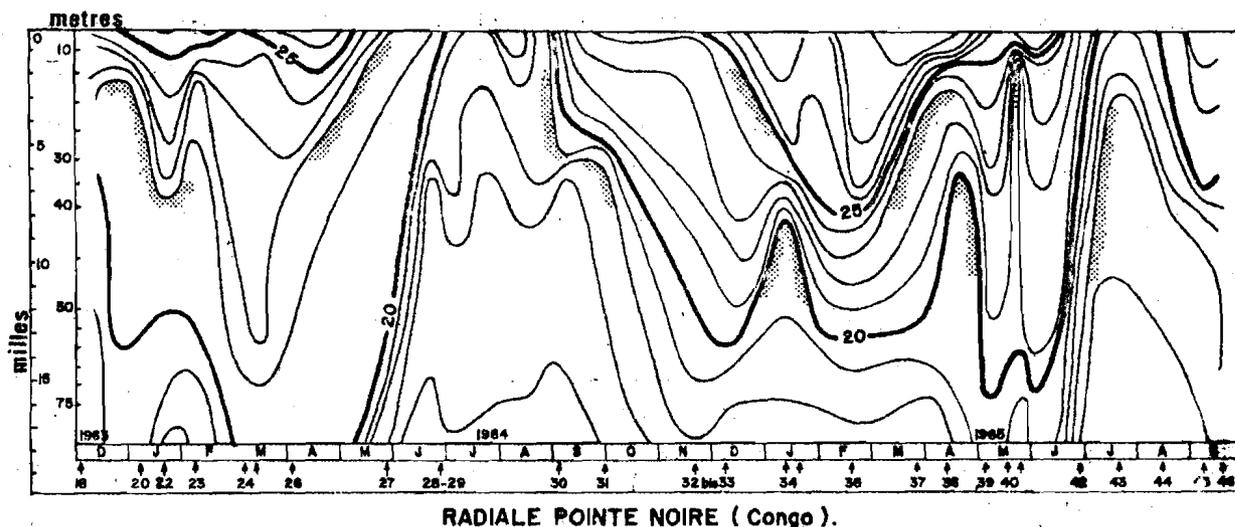


Figure 2 - Température sur le fond de la radiale de décembre 1963 à septembre 1965. Les parties ombrées indiquent les zones où la thermocline fut bien marqué.

La petite saison froide est apparue du 4 décembre 1963 au 7 janvier 1964. Elle a été très marquée en intensité

° - abréviations qui seront utilisées ultérieurement.

La grande saison chaude a duré du 11 janvier au 27 avril. Elle a été dans son ensemble beaucoup moins marquée que la normale, du fait surtout qu'elle a été coupée du 1er février au 24 mars par un refroidissement inhabituel se terminant à la mi-mars par des conditions presque identiques à celles de saison froide. Cette anomalie n'avait jamais été observée auparavant sur une période de 10 ans.

La grande saison froide était établie le 19 juin. Elle a été moins marquée que la normale et a pris fin le 31 août

La petite saison chaude a commencé le 2 décembre 64

Il n'y a pas eu de petite saison froide caractérisée mais un passage progressif à la grande saison chaude 1965. De ce fait il n'est pas possible de dater d'après les critères usuels le début de la grande saison chaude. Elle s'est étendue jusqu'au 9 avril. Cette saison a été très marquée, la température atteignant 30° C en surface et 28°9 à 15 mètres.

#### 2.1.3.2. - Côte d'Ivoire.

Les premières descriptions de l'hydroclimat sur le plateau continental ivoirien ont été données par Varlet (1958), puis par Donguy et Privé (1964). Les mesures serrées réalisées depuis 1966 sur une station côtière visitée deux fois par semaine (Fig. 3) et sur la radiale de Grand Bassam permettant de préciser le schéma (fig. 4). Une première analyse partant des observations à la station côtière de Vridi a été publiée (Morlière, 1970).

La similitude entre les régimes ivoirien et congolais est évidente :

- les masses d'eau quoique d'origine parfois différentes (eaux libériennes et eaux guinéennes) et leur répartition sont, ainsi que l'upwelling, très semblables.

- Malgré la latitude de la Côte d'Ivoire, le régime climatique y est comme à Pointe Noire, intertropical à dominance australe : la grande saison froide s'y situe de juillet à octobre.

Les différences secondaires portent sur les points suivants :

- Le cycle ivoirien est légèrement décalé par rapport au régime congolais : suivant les saisons le retard varie entre 15 jours et un mois et demi.

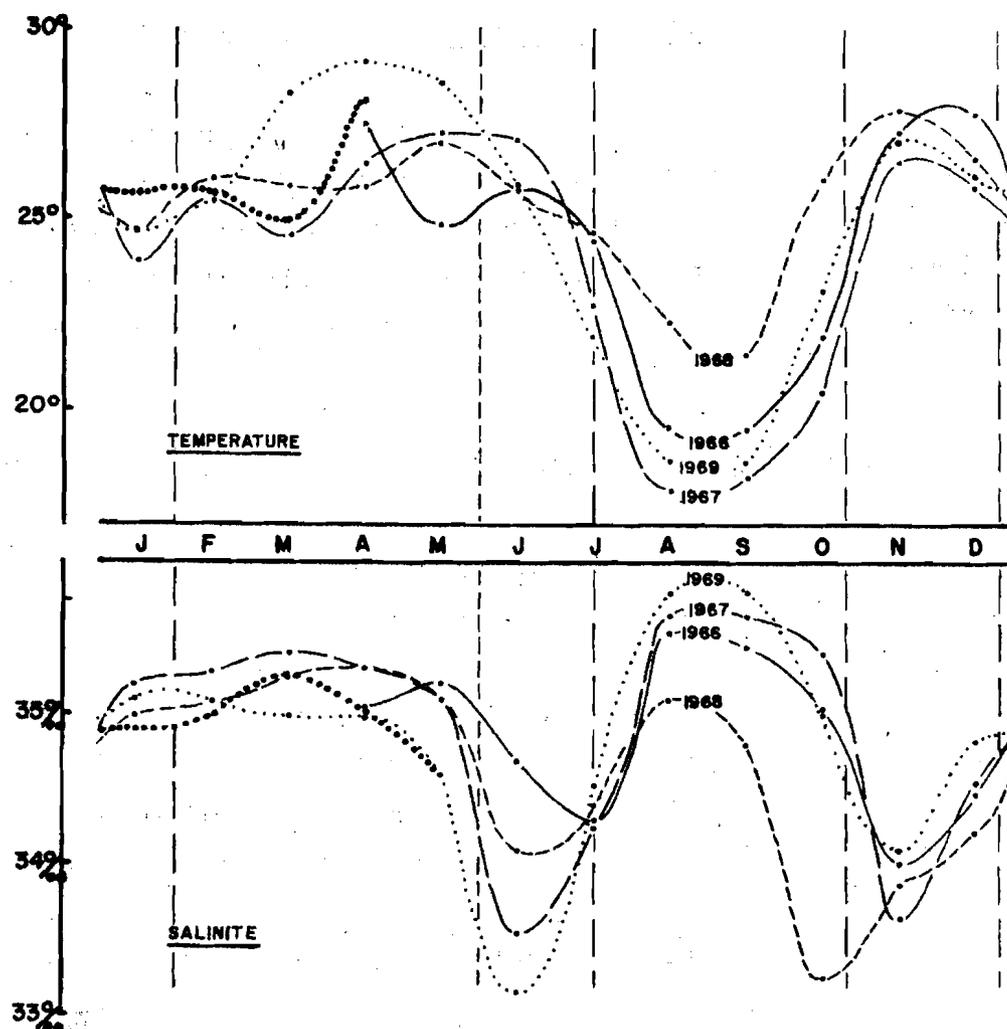


Figure 3 - Station côtière (Vridi) : Evolution des moyennes mensuelles de température et de salinité à 10 mètres (avril 1966 - avril 1970).

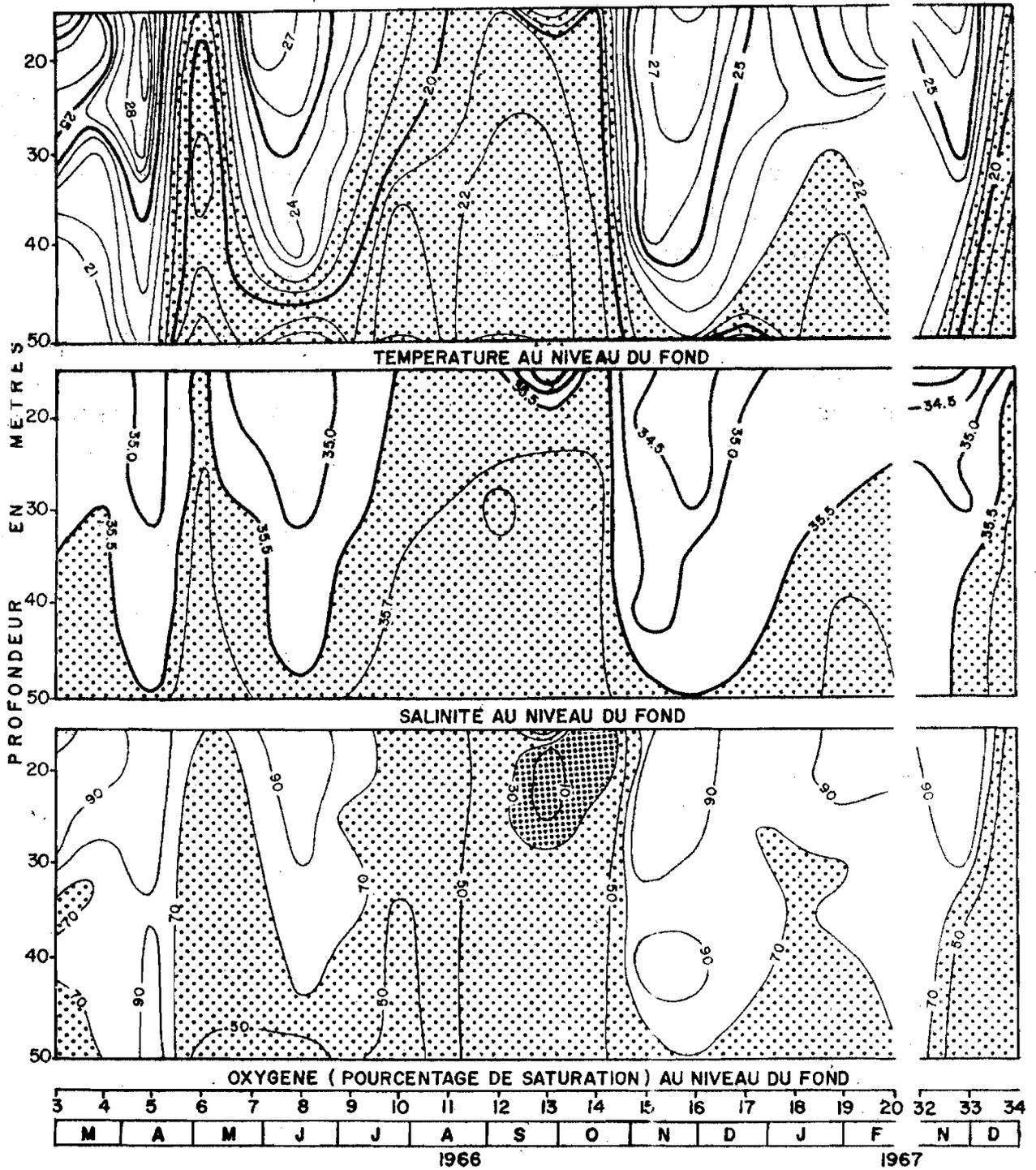


Figure 4 - Conditions de température, salinité et oxygène enregistrées sur la radiale de Grand Bassam pendant la période d'observation.

- Alors que les deux saisons froides et la petite saison chaude restent très semblables dans les deux régions, la grande saison chaude est nettement différente. D'une part, alors qu'au Congo, les eaux chaudes de surface sont pratiquement toujours dessalées (eaux guinéennes), on observe en Côte d'Ivoire pendant la première partie de la grande saison chaude, du début février à la fin mai, l'apparition d'eaux tropicales chaudes et salées. D'autre part, pendant cette même période, un ou deux refroidissements pouvant parfois être intenses (avril - mai 1966) se produisent presque chaque année de manière semble-t-il apériodique.

Au mois de juin, pendant la seconde partie de la grande saison chaude ivoirienne, les eaux tropicales de la couche de couverture sont rapidement remplacées par des eaux chaudes et dessalées semblables à celles de la petite saison chaude (novembre - décembre). Alors qu'au Congo les périodes de dessalure de la couche de surface coïncident bien avec les périodes chaudes, devant la Côte d'Ivoire on enregistre en surface une inversion de cette relation de février à mai.

#### 2.1.4. - Oxygène.

Les mesures systématiques de la teneur en oxygène réalisées sur la radiale de Grand Bassam permettent une bonne description du cycle annuel de ce gaz sur le plateau continental ivoirien (fig. 4). Devant Pointe-Noire les observations n'ont été qu'occasionnelles et ne permettent pas la même analyse détaillée. Toutefois les valeurs mesurées aux différentes saisons dans les diverses masses d'eau (Poinsard et Troadec, 1967) correspondent bien au schéma décrit dans les eaux ivoiriennes.

En se bornant à la province néréitique, on constate en règle générale une corrélation positive entre la température de l'eau et sa teneur en oxygène :

- En surface il y a toujours saturation, parfois même sursaturation en oxygène résultat de l'activité photosynthétique et de l'équilibre des concentrations entre l'eau superficielle et l'atmosphère.
  - L'extension en profondeur, jusqu'à 50 mètres au maximum, d'eaux riches en oxygène résulte de l'épaississement de la couche superficielle chaude. Ces teneurs élevées sont le résultat de l'activité photosynthétique dans la zone euphotique : conformément au schéma classique, la profondeur du point de compensation augmente lorsque les eaux sont pauvres en phytoplancton et peu turbides, c'est-à-dire lors des saisons chaudes.
  - En saison froides au contraire, l'eau centrale sud atlantique moins riche en oxygène (pourcentage de saturation en oxygène inférieur à 50 %) recouvre peu à peu le plateau continental. Ce phénomène peut survenir brutalement pendant les périodes de transition : nous aurions là peut-être l'explication des "coupures", terme utilisé par les pêcheurs pour désigner les baisses de rendements plus ou moins importantes, mais toujours brutales, observées de façon épisodique à certaines immersions. Baudin-Laurencin (1967) a observé le phénomène inverse sur la radiale de Pointe-Noire entre le 30 septembre et le 1er octobre. Sur les fonds de 40 mètres l'évolution suivante a été constatée (tableau 3) : à l'arrivée d'une eau plus superficielle décalée par l'élévation de la température et la baisse de la salinité correspond une augmentation importante de la teneur en oxygène.
- Enfin en saisons froides, lorsque la couche de couverture a disparu, l'enrichissement par activité photosynthétique se limite à une couche superficielle plus mince, le point de compensation se situe plus près de la surface dans ces eaux riches et plus turbides.

Heure	11	16	19	23	04	09	11
Température	17°16	17°45	17°78	19°09	20°71	21°41	21°45
Salinité	35,62	35,60	35,57	35,33	35,06	34,96	34,95
O <sub>2</sub> ml/l	1,11	1,30	1,55	2,30	3,62	3,76	3,87
O <sub>2</sub> % saturation	21	25	32	45	73	77	77

Tableau 3 - Evolution en 24 heures de la température, de la salinité et de la teneur en oxygène, observée sur la radiale de Pointe-Noire (fonds de 40 mètres) entre le 30 septembre et le 1er octobre 1965 (chiffre cités par Baudin Laurencin - 1967).

A ce canevas général il faut ajouter un phénomène particulier dont l'influence sur la répartition de nombreuses espèces d'émersales, en particulier sur les Pseudotolithus senegalensis et certaines de leurs proies, est indéniable. A la fin de la grande saison froide lorsque l'upwelling a été puissant (1966, 1967, 1969), il apparaît près de la côte au voisinage du fond (15 à 40 mètres) une couche dont la teneur en oxygène peut-être très faible, inférieure à 1 ml/l et 20 % de saturation. Ce phénomène résulte sans doute d'une importante réduction bactérienne consécutive à la floraison planctonique de saison froide, car il ne peut-être expliqué par la simple remontée de l'eau centrale sud atlantique : les teneurs en oxygène de cette eau, bien que faibles, ne sont jamais inférieures à 2 ml/l. Cette diminution importante de l'oxygène disponible en fin d'upwelling a été observée sur la plupart des côtes où des remontées massives d'eaux se manifestent. C'est en particulier le cas en régions tropicales sur les côtes du Bengale (Jayaraman et Cogate, 1957 - Carruthers et al., 1959).

## 2.2. - Précipitations et débit des fleuves.

L'importance de ces deux phénomènes s'explique par le fait qu'ils provoquent dans les zones côtières et surtout aux débouchés des lagunes et des fleuves une forte dessalure superficielle susceptible de jouer un rôle dans la détermination de la ponte.

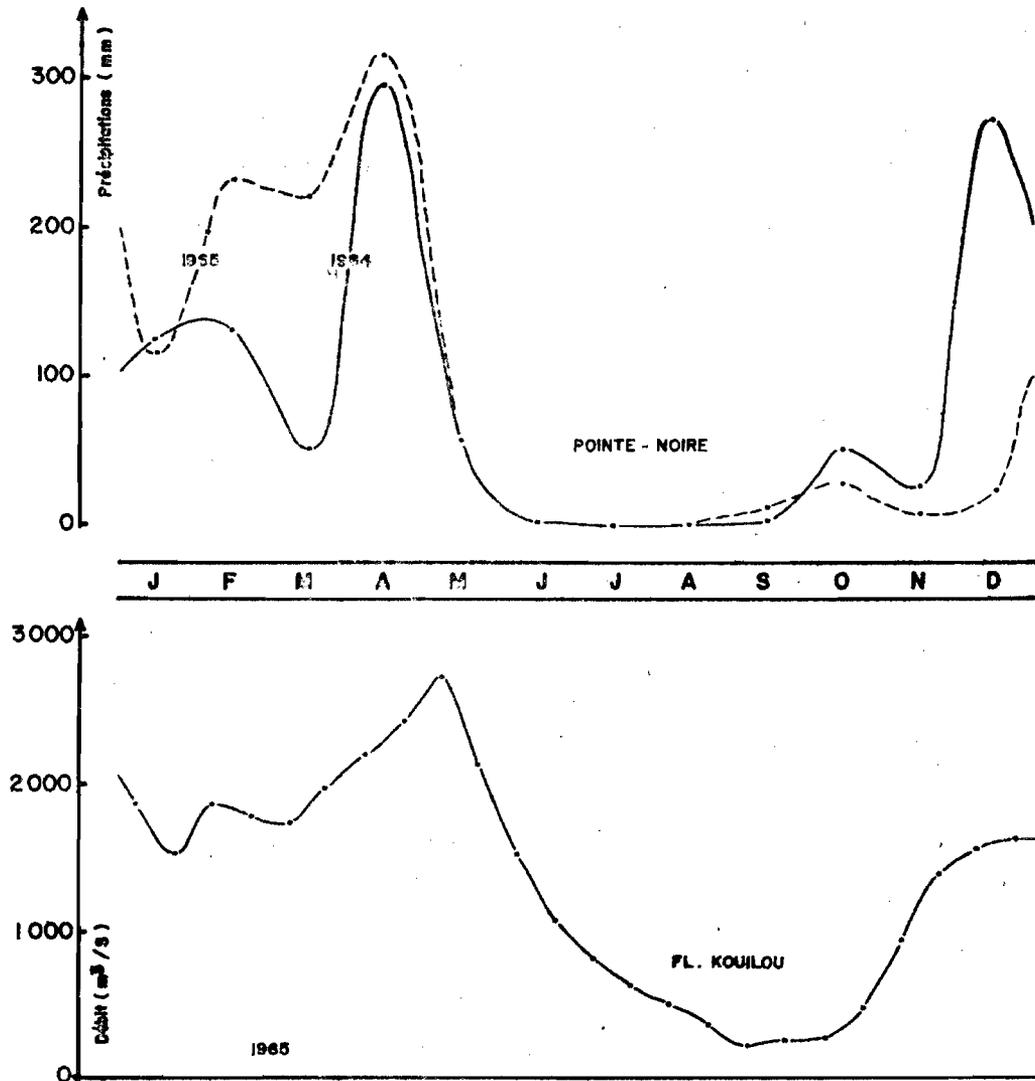


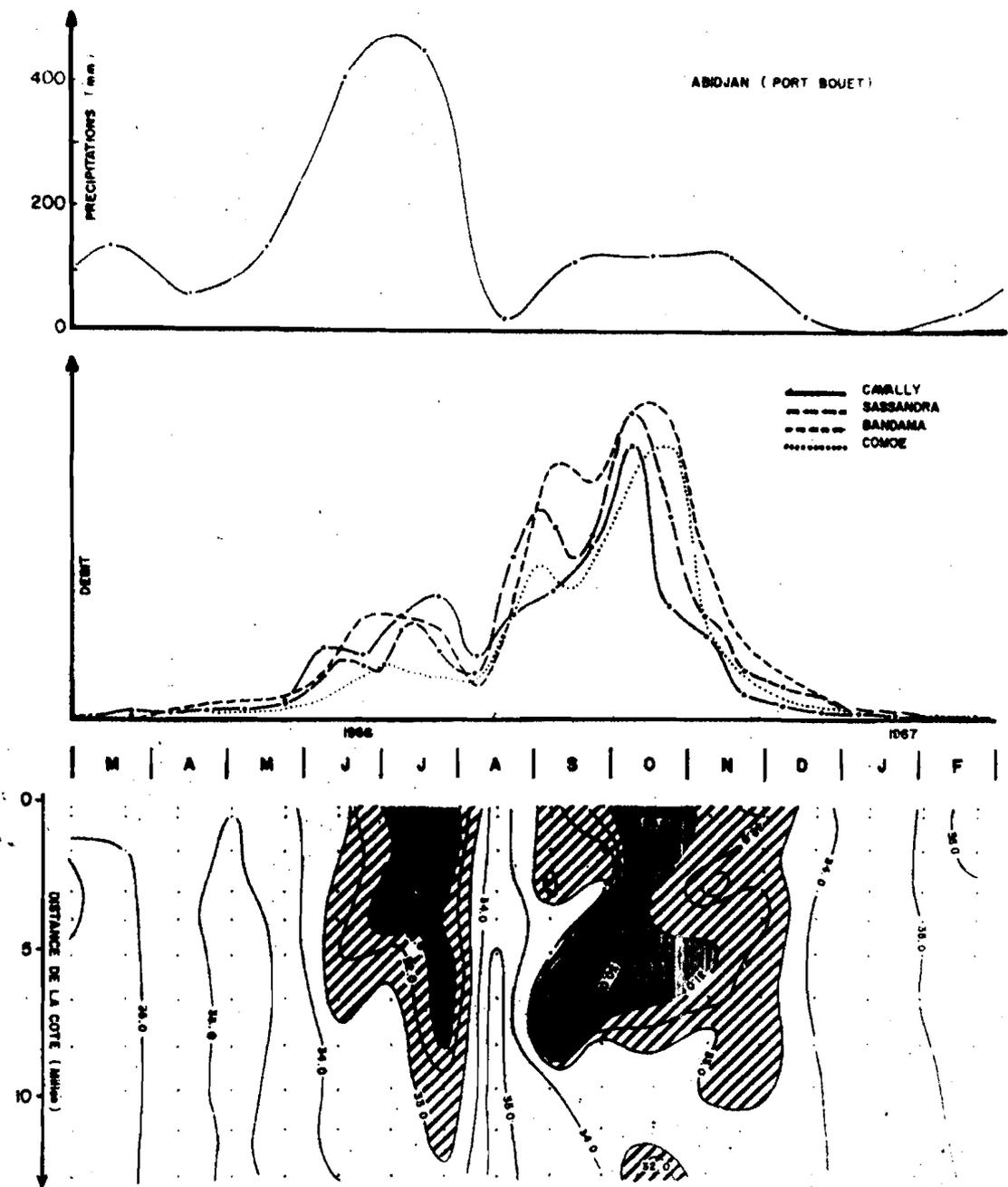
Figure 5 - Précipitations à Pointe-Noire (Congo) et débit du Kouilou (moyenne par quinzaines du débit journalier).

En général on observe une corrélation positive entre la pluviosité à la côte et la température de l'eau superficielle. Au Congo (Fig. 5) les saisons des pluies coïncident avec les saisons hydrologiques chaudes. Les refroidissements périodiques (saisons froides) ou même occasionnels comme celui qui s'est produit pendant la grande saison chaude en mars 1964 s'accompagnent d'un arrêt complet ou d'une diminution appréciable de la pluviosité. D'autre part, le Kouilou, seul fleuve dont l'influence dans la zone d'où proviennent les échantillons est notable, est en crue de novembre à juin avec un maximum en avril - mai. Les dessalures superficielles aux embouchures ou le long de la côte se produisent donc en saisons hydrologiques chaudes et dessalées et ne peuvent que renforcer le cycle hydrologique déjà décrit.

En Côte d'Ivoire ce schéma n'est que partiellement exact. Les saisons des pluies comme les périodes de crues des quatre principaux fleuves, la Comoé, le Bandama, le Sassandra et le Cavally, se situent au cours des mêmes périodes. La grande saison des pluies (mai - juin - juillet avec 60 % des précipitations annuelles en 1966 dont 53 % en juin - juillet) coïncide avec la première crue la plus faible qui se produit en juin - juillet. La seconde saison des pluies en septembre, octobre et novembre (22 % des précipitations tombées en 1966) accompagne la seconde crue plus forte (fig. 6).

Il en résulte deux périodes de dessalure superficielle et côtière, que l'on constate par exemple au niveau de la radiale de Grand Bassam :

- au mois de juillet, et alors cette dessalure s'ajoute à celle des eaux chaudes et dessalées présentes sur le plateau continental.
- de la mi-septembre à la fin octobre, c'est-à-dire lorsque les eaux superficielles sur le plateau continental sont froides et salées. On observe alors près de la côte l'existence en surface d'une couche mince d'eau froide et dessalée.



**RADIALE BASSAM - SALINITE DE SURFACE**

Figure 6 - Précipitations à Abidjan, débits des 4 principaux fleuves ivoiriens près de leur embouchure (échelles non respectées) et salinité de surface sur la radiale Bassam au cours de la même période

### 2.3. - Sels nutritifs, productivités primaire et secondaire.

Si un processus d'upwelling peut-être décelé tout au long de l'année, l'enrichissement en sels nutritifs n'est appréciable que lorsque la couche de couverture a disparu : affectant alors l'eau centrale sud atlantique ces remontées d'eau entraînent une fertilisation continue de la couche superficielle. Ce n'est donc qu'au cours des saisons froides que se produisent des développements planctoniques importants (Berrit et Troadec, 1960 - Binet, 1968 - Reyssac 1966, 1 et 2 - 1969 - Corcoran et Mahnken, 1969 - Zeitschel, 1969).

Un maximum secondaire dans les densités phytoplanctoniques peut survenir en dehors des saisons froides lorsque les apports (cf.2.2.) terrigènes liés aux pluies à la côte et aux crues des fleuves entraînent une fertilisation des eaux côtières superficielles. Ce phénomène s'observe devant la Côte d'Ivoire en juin - juillet, lors de la première saison des pluies et de la première crue des fleuves ; il est très variable suivant les années et porte surtout sur un enrichissement en nanoplancton (Dandonneau, comm. pers.). La seconde saison des pluies et la seconde crue des fleuves se produisent en fin d'upwelling, ce type d'enrichissement n'est pas identifiable en septembre - octobre.

Bien que les études quantitatives sur la biomasse des invertébrés benthiques ne soient encore qu'à leurs débuts, plusieurs indices de variations saisonnières synchrones de celles du plancton ont été décelés au niveau de la radiale de Grand Bassam (Le Loeuff et Intès, 1969). Ces fluctuations concordent avec celles de la nourriture consommée par les Pseudolithus senegalensis.

#### 2.4. - Nature du fond.

La description du substrat au niveau des deux radiales répond à deux nécessités :

- parfaire la définition du cadre des conditions écologiques,
- vérifier si les variations existant dans la nature des sédiments aux différentes profondeurs chalutées seraient suffisante pour interférer dans la comparaison des prises.

Sur la radiale de Pointe Noire des échantillons ont été prélevés aux profondeurs chalutées et analysées par Plater - Syberg (Poinsard et Troadec, 1967).

La nature du fond sur le plateau continental ivoirien a été étudiée par Rancurel (1968), puis par Dugas (1968) A partir de la carte publiée par Dugas et de l'analyse d'échantillons supplémentaires, Le Loeuff et Intès (1968) ont établi la carte des sédiments au niveau de la radiale de Grand Bassam.

Le tableau suivant présente ces résultats sous une forme synoptique et condensée :

Radiale de Pointe-Noire		Pro- fon- deur	Radiale de Grand Bassam	
Nature	Fraction fine (%)		Nature	Fraction fine (%)
Sable vaseux (sablon 68 %)	24 %	15 m	Sable fin quartzeux jaune roux ( $\phi=0,13\text{mm}$ ) présence de Pseudotolithus	Faible
		20 m		
		25 m		
Vase typique de plus en plus fluide	94 %	30 m	Vase sableuse coquillière pseudo oolithique et quart- zeuse	25 %
		35 m		50 %
		40 m	Vase sableuse pseudo oolithique	50 %
		50 m		80 %
	99 %	70 m		
	99,5%			

Tableau 4 - Nature du fond sur les radiales de Grand Bassam (d'après Le Loeuff et Intès, 1968) et de Pointe-Noire.

L'analyse de ces données fait ressortir :

- le caractère nettement vaseux des fonds au niveau des deux radiales ; ce caractère est plus marqué devant Pointe-Noire que devant Grand Bassam.
- la granulométrie des sédiments laisse apparaître une diminution continue de la taille des particules lorsque la profondeur augmente.
- cette tendance s'accroît de façon brutale entre 20 et 30 mètres, ce qui permet de regrouper les fonds en deux bandes à l'intérieur desquelles les sédiments sont plus homogènes : une bande côtière de sables plus ou moins vaseux à laquelle succèdent des vases, typiques devant Pointe-Noire, plus sableuses devant Grand-Bassam. Les fonds ne sont donc pas exactement uniformes le long de chaque radiale, mais le sont beaucoup plus à l'intérieur de chacune des deux bandes parallèles à la côte.

Pour Crosnier (1964) qui se base sur des observations faites au Cameroun, Dahomey et Togo, le passage d'une vase typique à une vase sableuse n'entraîne pas de modifications appréciables dans la composition de la faune ichthyologique. Longhurst (1963) décrivant les peuplements de poissons démersaux de Sierra Léone, de Gambie et du Nigéria, les sépare en quatre groupes suivant la nature vaseuse ou sableuse des sédiments et les conditions hydrologiques supra ou infrathermoclinales : l'habitat des Pseudotolithus senegalensis serait caractérisé par la présence de fonds vaseux et des conditions hydrologiques suprathermoclinales. Ultérieurement à partir de l'analyse des résultats de la campagne de chalutage dans le Golfe de Guinée (480 traits de chalut), Longhurst (1966, 1969) ne décèle pas d'influence de la nature du fond sur la répartition des Pseudotolithus senegalensis lorsque les sédiments sont vaseux ou vase-sableux. Par contre leur abondance diminuerait sensiblement d'une part sur les vases putrides, d'autre part sur les sables vaseux et très nettement sur les sables.

En ce qui concerne la nature des sédiments il est nécessaire de distinguer sur la radiale de Pointe-Noire les fonds de 15 mètres des profondeurs suivantes et sur la radiale de Grand Bassam les fonds de 15 à 25 mètres de ceux de 25 à 50 mètres. Par contre de 30 à 70 mètres devant Pointe-Noire et de 25 à 50 mètres devant Grand Bassam, les rendements ne doivent pas être influencés par la nature du fond.

### 3 - ABONDANCE ET REPARTITION DES PSEUDOTOLITHUS SENEGALENSIS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL - RELATIONS AVEC L'HYDROCLIMAT.

Les variations que l'on observe dans l'abondance d'une espèce à l'intérieur d'une aire donnée sont l'indice de déplacements d'amplitudes variées qu'il est difficile, chez les poissons de suivre dans leur ensemble. Pour couvrir dans le temps et dans l'espace tous les mouvements dans l'aire considérée on dispose habituellement de deux sources de renseignements :

- Les statistiques de pêche : elles fournissent des évaluations assez exactes de l'abondance relative et autorisent une vue synoptique des phénomènes, à la condition toutefois que l'exploitation s'étende sur toute l'aire étudiée. Par contre, la localisation des estimations reste lâche ; ces dernières se rapportent à des secteurs plus ou moins larges à l'intérieur desquels les mouvements de la population restent inconnus.

- Les pêches d'un navire de recherche apportent cette précision dans la localisation des mesures. Par contre elles autorisent rarement une évaluation d'ensemble à un moment donné et les estimations fournies souffrent d'une imprécision relative, le temps nécessaire à l'exécution de chaque mesure n'autorisant généralement pas un échantillonnage suffisant.

Quelles que soient les données utilisées, certains habitats particuliers restent parfois inaccessibles aux engins utilisés. Ainsi, il n'est pas possible de chaluter par petite profondeur, dans les embouchures des rivières ou des lagunes en particulier.

Enfin, exprimées en poids (biomasse) ou en nombre d'individus, (effectif), les mesures elles-mêmes posent le problème dans leur signification.

La plus grande partie des données qui ont été collationnées intéressent le plateau continental entre la barre côtière et les profondeurs les plus grandes atteintes par l'espèce. Les densités relatives que l'on observe soit dans les prises par unité d'effort des chalutiers commerciaux, soit dans les pêches expérimentales sur une radiale dépendent de plusieurs facteurs parmi lesquels il faut distinguer :

1 - ceux qui influencent l'abondance globale de stock dans l'espace considéré :

- le recrutement de nouvelles classes d'âge, soit par sélectivité des chaluts, soit par migration des jeunes vers les lieux de pêche, peut apparaître dans l'abondance globale du stock si celui-ci n'est composé que d'un très petit nombre de classes annuelles, cas assez général sur la côte occidentale d'Afrique.
- les migrations saisonnières qui entraînent la population, ou seulement certaines strates de celles-ci, hors de l'aire prospectée vers des zones de concentration particulières. Ceci semble se produire au moment de la ponte qui se localiserait dans les embouchures des fleuves ou des lagunes.

L'apparition au niveau du fond sur le plateau continental de conditions défavorables est susceptible de provoquer le départ partiel des individus vers des zones non affectées par ces conditions contraires.

Si le déplacement est seulement vertical, l'abondance apparente globale diminuera par suite d'une réduction de la disponibilité ( $^{\circ}$ ), sans que l'abondance réelle exprimée par unité de surface soit modifiée.

2 - A l'intérieur de l'aire étudiée, l'écologie de l'espèce peut-être abordée à partir de sa répartition bathymétrique en fonction des diverses situations hydrologiques rencontrées perpendiculairement à la côte et de leur succession au cours de l'année. L'analyse des données hydrologiques et des pêches enregistrées sur la radiale de Grand Bassam doit permettre de distinguer les conditions favorables ou au contraire les facteurs limitant la distribution de l'espèce.

### 3.1. - Variations saisonnières de l'abondance du stock sur le plateau continental.

#### 3.1.1. - Statistiques de pêche.

Plusieurs auteurs signalent en divers points du Golfe de Guinée des fluctuations parallèles dans les apports de Pseudotolithus senegalensis et de Pseudotolithus typus débarqués par les chalutiers : les rendements les plus élevés se situent pendant la période chaude tandis que les prises minimales apparaissent au cours de l'hiver boréal au Sénégal (Arnoux, 1967, Blanc, 1957) ou austral au Congo (Collignon, 1957) et au Nigéria (Longhurst, 1964). Mais tirées des prises débarquées, ces données ne distinguent pas les deux espèces qui ne sont pas triées pour la vente. Il est possible que le cycle d'abondance diffère

$^{\circ}$  - Dans la relation prise/unité d'effort =  $q$ . densité, qui relie le rendement d'une unité de pêche à la densité absolue du poisson sur le fond, la disponibilité ("availability"),  $q$ , exprime la proportion réellement capturée : la fraction  $1 - q$ , échappe par suite de déplacements non liés à la présence de l'engin (migrations verticales, enfouissement ou dispersion nyctémérales par exemple).

entre ces deux espèces. D'autre part comme leur abondance relative se modifie suivant les biotopes, les zones dessalées comme les embouchures étant plus riches en Pseudotolithus typus, des variations artificielles peuvent apparaître si la localisation de la pêche diffère avec les saisons.

### 3.1.1.1. - Le plateau congolais.

Poinsard (1969) a montré que la prise des "bars" par jour de mer capturés par les chalutiers ponténégrins est en saison chaude 2,6 fois plus élevés qu'en saison froide (fig. 1). Pour ne pas tenir compte des pêches à l'embouchure du Congo dont le biotope est particulier, il est préférable de ne considérer que les rendements obtenus par deux petits chalutiers qui à cause de leur faible puissance motrice ne pouvaient exploiter ce lieu de pêche où les courants sont très forts. Les prises par jour de mer (chiffres communiqués par Poinsard) montrent que (fig. 7) :

- les rendements les plus élevés se situent bien pendant la période chaude, de novembre à mai, et les plus faibles au cours de la grande saison froide (juillet), les plus fortes captures par jour de mer étant 2,5 fois en moyenne plus élevées que les plus basses (994 kg en novembre - 413 en juillet).
- cet indice d'abondance diminue légèrement pendant la petite saison froide (décembre).
- Entre le maximum et le minimum, les prises par unité d'effort paraissent varier plus progressivement que les conditions hydrologiques lesquelles se modifient plus rapidement pendant les périodes de transition courtes.

### 3.1.1.2. - Le plateau ivoirien.

En Côte d'Ivoire les statistiques de pêche des chalutiers abidjanais sont collectées et traitées de façon satisfaisante depuis mai 1968 (Fonteneau et Troadec, 1969) :

chaque mois les prises par unité d'effort (Kg/CV x h), ainsi que la localisation de l'effort par zone et profondeur sont

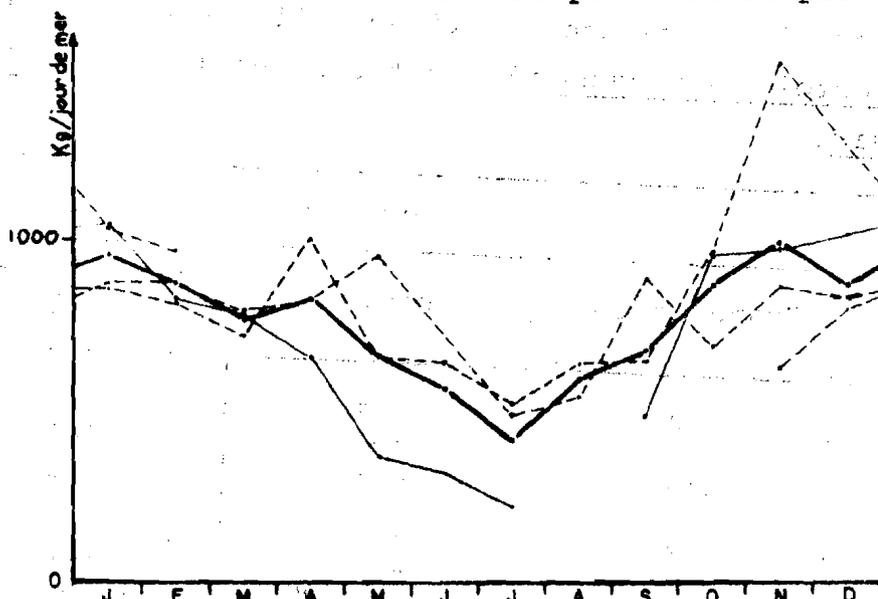


Figure 7 - Prises de "bars" par jour de mer de deux chalutiers de 17 mètres - 130 CV travaillant sur le plateau continental congolais et gabonais (— : Makouala, sept. 59 - juillet 60 ; - - - : Malvaod, nov. 61 - fév. 64 ; ——— moyenne) (chiffres communiqués par F. Poinsard).

enregistrées pour 60 à 90 % des marées. Comme au Congo, dans la rubrique "ombrines", sont enregistrées globalement les débarquements des deux espèces de Pseudotolithus. En choisissant des zones où les Pseudotolithus senegalensis prédominent largement, cette imprécision peut-être réduite. Les secteurs "Assinie" et "Grand Lahou", qui correspondent à la portion de plateau continental comprise entre Sassandra (Côte d'Ivoire) et Eviano (Ghana), répondent à ce souci :

- les fonds meubles favorables aux Pseudotolithus senegalensis y prédominent très largement.
- l'influence des eaux continentales favorables aux Pseudotolithus typus y est très limitée. Sur la radiale de Grand Bassam située dans cette zone la biomasse des Pseudotolithus senegalensis est 12 fois supérieure à celle des Pseudotolithus typus (ensemble des pêches sur une année complète).

- L'interdiction de pêcher aux immersions inférieures à 20 mètres, quoique n'étant pas rigoureusement appliquée, limite encore l'importance des Pseudolithus typus plus côtiers que les Pseudolithus senegalensis.

MOIS	SECTEURS		
	Grand Lahou	Assinie	Grand Lahou + Assinie
Mai 1968	944	655	812
Juin	504	366	469
Juillet	974	528	855
Août	1 087	638	951
Septembre	844	420	620
Octobre	803	1 054	925
Novembre	1 136	1 333	1 199
Décembre	1 458	1 068	1 298
Janvier 1969	1 516	830	1 398
Février	972	1 129	1 002
Mars	814	655	752
Avril	839	464	729
Mai	915	522	869
Juin	1 212	665	1 029
Juillet	1 263	562	783
Août	704	536	640
Septembre	820	685	760
Octobre	692	2 107	1 514
Novembre	1 232	2 132	1 544
Décembre	1 399	2 293	1 810
Janvier 1970	1 761	2 018	1 874
Février	1 741	1 190	1 378
Mars	1 192	923	1 083
Avril	1 271	1 147	1 211
Mai	877	567	959

Tableau 5 - Prises d'"ombrines" par unité d'effort ( $\text{kg} \times 10^4 / \text{Cv} \times \text{H}$ ) enregistrées dans les secteurs "Assinie" (Eviango - Abidjan) et "Grand-Lahou" (Abidjan - Sassandra) entre 0 et 50 mètres, de mai 1968 à mai 1970.

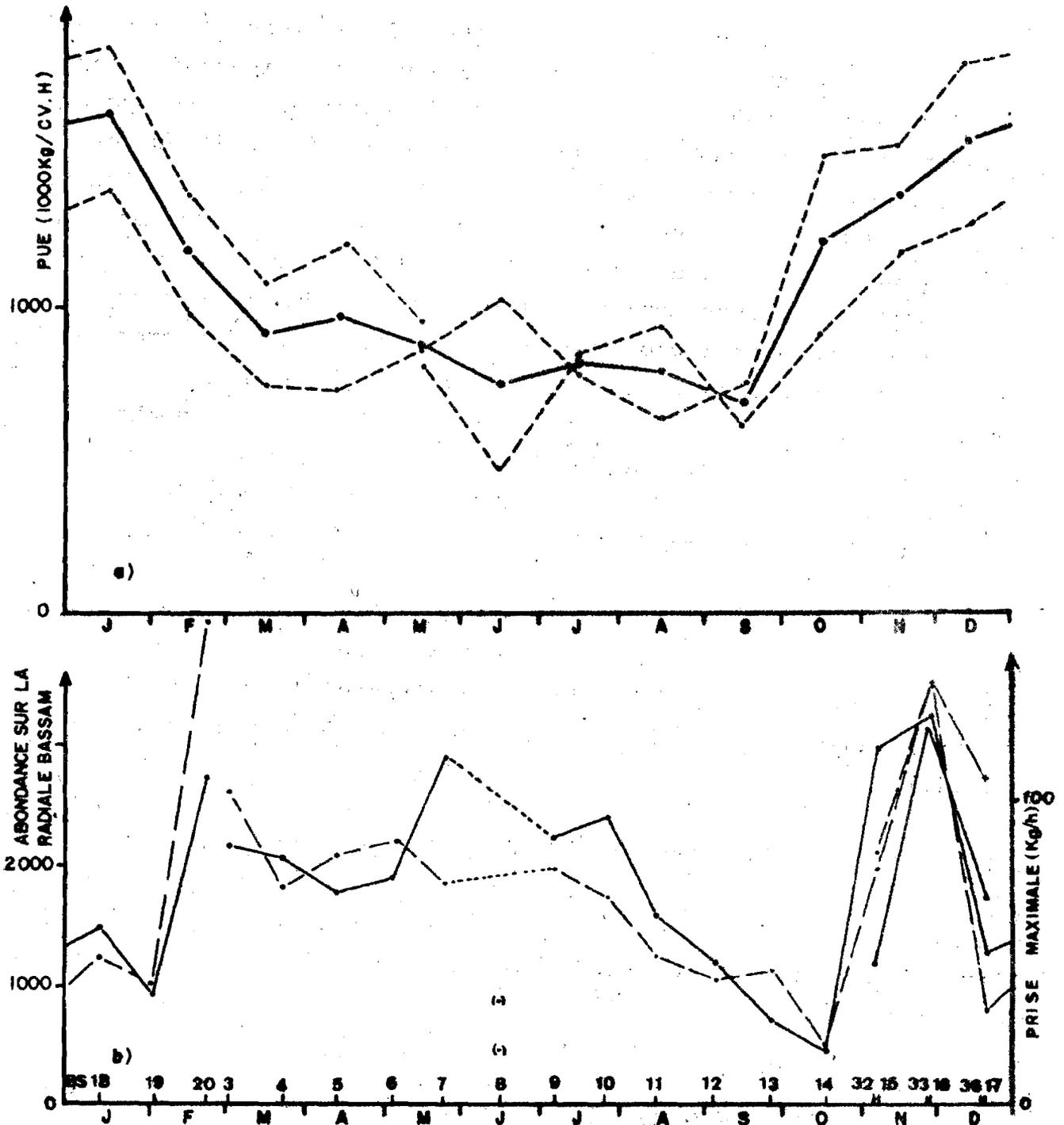


Figure 8 - Variations saisonnières de l'abondance des *Pseudotolithus senegalensis* : - a/ - Prises d'"ombrines" par unité d'effort obtenues par les chalutiers ivoiriens entre le Ghana et Sassandra (Côte d'Ivoire) de mai 1969 à mai 1970 (---). - b/- Pêche sur la radiale de Grand Bassam : —, Indice d'abondance sur l'ensemble de la radiale ; ---, prise maximale obtenue à chaque radiale.

La figure 8 (a) représente les prises d'"ombrines" par unité d'effort obtenues par les chalutiers abidjanais dans ces deux secteurs de mai 1969 à mai 1970 (tableau 5). Le cycle saisonnier d'abondance est très voisin de celui décrit au Congo : les rendements les plus élevés se situent au début de la période chaude, d'octobre à février puis baissent de mai à septembre. Le rapport entre le maximum d'abondance et le minimum est de 2,4. Ici également le synchronisme entre le cycle d'abondance et celui des conditions hydrologiques n'est que partiel. Si l'augmentation des rendements coïncide avec l'arrivée, après la grande saison froide, de la couche de couverture chaude (octobre, novembre, décembre) ceux-ci baissent dès le mois de février. De mars à juin pendant la seconde moitié de la grande saison chaude, les prises par unité d'effort sont à peine supérieures à celles de la grande saison froide.

Il faut encore noter les captures très faibles obtenues en septembre à la fin de la période d'upwelling lorsqu'apparaît au niveau du fond le minimum d'oxygène (voir chapitre 2.1.4.).

Les refroidissements qui apparaissent de décembre à mai (petite saison froide et refroidissements aperiodiques) ne semblent pas influencer sur les rendements. Ceci pourrait simplement être dû au fait que ces rendements sont calculés sur des périodes d'un mois, supérieures à la durée des remontées de la thermocline.

### 3.1.2. - Pêches sur la radiale de Grand Bassam

Les pêches systématiques réalisées en 1966 - 1967 avec la "Reine Pokou" permettent également d'estimer l'abondance relative du stock au niveau de la radiale de Grand Bassam. Cet indice d'abondance sera fourni par la moyenne des captures obtenues au cours d'une radiale, les poids pêchés à chaque station étant

pondérés proportionnellement à l'espacement entre ces stations (tableau 6). Mais si les quantités de Pseudolithus senegalensis capturées à chaque trait ont été mesurées avec précision, le volume faible de l'information (7 traits de chalut d'une heure par radiale), comparé à celui recueilli en enregistrant l'activité de la flotille de chalutiers, pose le problème de la signification de cette méthode de mesure et de son exactitude.

Radiale	Indice d'abondance	Indice de température	Radiale	Indice d'abondance	Indice de température
BS 3	2 147	22,9	BS 14	431	19,0
BS 4	2 035	23,0	BS 15	2 953	25,0
BS 5	1 751	26,6	BS 16	3 218	25,7
BS 6	1 868	18,8	BS 17	1 244	23,3
BS 7	2 852	23,1	BS 18	1 461	22,5
BS 8	949	23,5	BS 19	891	22,2
BS 9	2 215	21,7	BS 20	2 680	22,9
BS 10	1 238	19,0	-----	-----	-----
BS 11	1 554	18,9	BS 32	1 143	23,0
BS 12	1 184	17,7	BS 33	3 127	23,5
BS 13	686	17,7	BS 34	1 718	18,8

Tableau 6 - Indice d'abondance des Pseudolithus senegalensis déduits des pêches sur la radiale de Grand Bassam et températures moyennes pondérées au niveau du fond dans l'aire habitée par cette espèce (0 à 50 mètres).

D'autre part, les prises par unité d'effort d'une flotille et les estimations déduites des pêches sur une radiale ne fournissent pas des mesures exactement comparables. En effet les chalutiers commerciaux s'efforcent de localiser leur effort aux immersions où les densités pour l'ensemble des espèces d'intérêt commercial sont les plus élevées. Suivant que les Pseudolithus senegalensis sont concentrés à certaines immersions privilégiées ou au contraire dispersés dans leur aire de répartition, les prises par unité d'effort peuvent prendre des valeurs différentes de celles de l'abondance réelle calculée sur l'ensemble

de l'habitat. Toutefois il est intéressant de remarquer que la courbe de la prise maximale par trait obtenue à chaque radiale pour les Pseudotolithus senegalensis est voisine de celle de leur indice d'abondance globale des sept traits (fig. 8 (b)).

Comparé à la courbe des prises par unité d'effort des chalutiers dans les secteurs "Grand Lahou" et Assinie", le cycle d'abondance sur la radiale de Grand Bassam (°) présente des similitudes et des différences intéressantes :

- comme sur la figure 8 (a), la densité des Pseudotolithus senegalensis sur la radiale diminue régulièrement pendant toute la grande saison froide (juillet à octobre) pour atteindre un minimum lors de l'apparition au niveau du fond du minimum d'oxygène (octobre) ; les valeurs se relèvent alors brusquement avec l'arrivée de la petite saison chaude (octobre - novembre).
- par contre les pêches de la "Reine Pokou" laissent apparaître une seconde baisse d'abondance en décembre - janvier au moment de la petite saison froide. Cette diminution n'apparaissait pas dans les statistiques de pêche. En outre l'indice d'abondance sur la radiale reste élevé pendant toute la grande saison chaude (février à juin). Un second maximum apparaît même dans la seconde moitié de cette saison.

Le synchronisme entre l'abondance des Pseudotolithus senegalensis sur le plateau continental ivoirien et le régime hydrologique paraît donc être meilleur si l'on considère les estimations déduites des pêches expérimentales. Afin d'analyser plus précisément cette corrélation, un indice de la situation hydrologique moyenne régnant au niveau du fond lors de l'exécution de chaque radiale <sup>a été</sup> calculé. Parmi les divers paramètres susceptibles de caractériser les masses d'eau, la température a été retenue : comme pour les biomasses, la température moyenne régnant

---

° - la radiale de Grand Bassam est située dans le secteur "Assinie"

au niveau du fond dans l'aire couverte par les Pseudotolithus senegalensis, soit de 0 à 50 mètres, a été calculée pour chaque radiale en pondérant les mesures enregistrées à chaque station proportionnellement à l'espacement entre celles-ci (tableau 6).

La dispersion de ces couples de valeurs, indice d'abondance - température moyenne (fig. 9), montre que la corrélation n'est pas simple, ce qui est logique, du fait de sa nature même et que, outre l'imprécision des estimations, les températures moyennes ne peuvent caractériser les masses d'eau présentes que de façon imparfaite : l'utilisation de ce paramètre n'est justifiée que tant que les autres paramètres qui peuvent agir également sur l'abondance des Pseudotolithus senegalensis varient parallèlement. Toutefois l'analyse de cette dispersion permet plusieurs constatations intéressantes.

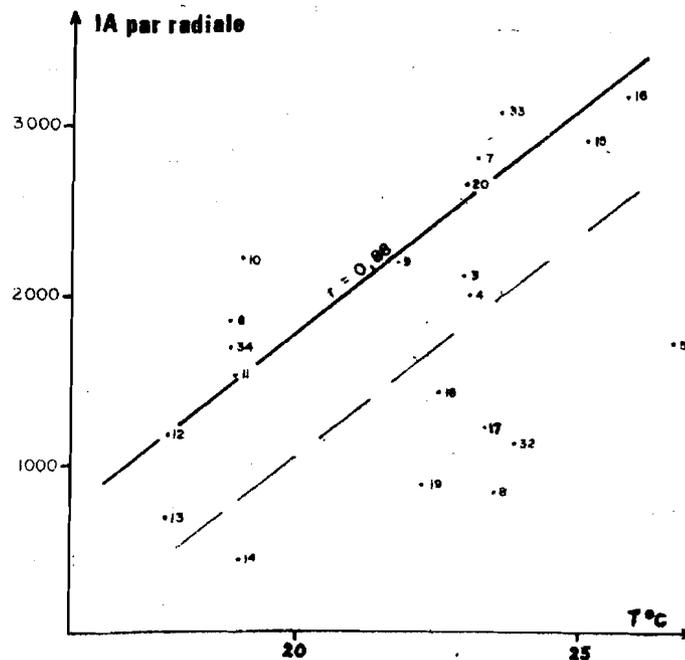


Figure 9 - Radiale de Grand Bassam 1966- 67 : indice d'abondance des Pseudotolithus senegalensis et températures moyennes sur le fond.

Sur les 21 radiales exécutées, 14 fournissent des points liés entre eux par une bonne corrélation positive ( $r = 0,88$ ). Ce sont les radiales 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 20, 33 et 34.

Les sept autres indices d'abondance qui n'entrent pas dans ce groupement le plus commun se situent tous à des niveaux inférieurs. Ces indices correspondent à des radiales qui se placent à des époques au cours desquelles soit un épiphénomène soit des conditions hydrologiques particulières sont apparues :

- radiale 8 (juin) : le mauvais temps au cours de la sortie est certainement à l'origine des pêches très faibles qui ont été réalisées. Le phénomène est d'autant plus net que la profondeur de pêche diminue. Le trait à 15 mètres n'a pu être réalisé lors de cette sortie, la violence de la barre mettant en danger la sécurité du navire. Il a pu être exécuté une semaine plus tard, le temps restant encore dur : la prise totale fut inférieure à 10 kg et aucun Pseudolithus ne fut capturé. Jusqu'à 30 mètres, les prises totales comme celles de Pseudolithus senegalensis furent toujours inférieures aux prises les plus basses obtenues au cours des autres radiales. Cette influence de l'état de la mer sur les captures dans la bande côtière est bien connue des patrons de pêche ; la forte baisse des rendements résulterait d'une disparition au moins partielle du poisson dans les zones turbulentes et de ce que le chalut y travaillerait mal. Ce mauvais temps est général en Juin - Juillet et influence certainement les rendements obtenus par la flotille des chalutiers.

- radiale 5 (avril) : les indices d'abondance déduits des radiales 3 et 4 (mars) montrent déjà un fléchissement par rapport à l'ajustement qui groupe les 14 premières radiales. Ces trois radiales se situent au cours de la première partie de la grande saison chaude caractérisée par la présence fréquente en surface d'eaux tropicales chaudes et salées. C'est à cette période de

l'année que l'on observe une modification de la relation température / salinité en surface : la couche superficielle est presque toujours, soit froide et salée, soit chaude et dessalée (eaux guinéennes ou libériennes). Pendant la radiale 5 la couche de couverture est exceptionnellement chaude et épaisse (28°8 à 30 mètres et 23°5 à 50 mètres) et sa salinité élevée (34,8‰ de 15 à 30 mètres - 35,3 ‰ à 35 et 40 mètres).

- radiale 14 (octobre) : l'indice d'abondance de la radiale 13 est déjà inférieur à la droite d'ajustement. C'est à ce moment qu'apparaissent au niveau du fond des conditions très particulières de teneur en oxygène (pourcentages inférieurs à 20 %), qui sont certainement à l'origine de la raréfaction des Pseudolithus senegalensis observée alors (voir chapitre 3.2.3.).

- radiales 17, 18, 19 et 32 (novembre, décembre, janvier) : aucune anomalie évidente ne peut être avancée pour expliquer les faibles abondances rencontrées à cette période de l'année. Mais ces quatre radiales présentent la particularité de se situer pendant la petite saison froide au moment où survient une diminution de l'épaisseur de la couche de couverture. Il paraît toutefois improbable que la raréfaction de l'espèce observée alors soit une simple réaction aux modifications du milieu : les conditions hydrologiques ont peu varié de la radiale 19 à la radiale 20 et pourtant l'abondance estimée sur le plateau a triplé de l'une à l'autre.

L'abondance de l'espèce sur le plateau continental suit un cycle assez net dans les deux régions prospectées : en saison chaude cette abondance est nettement supérieure à celle observée pendant les périodes d'upwelling. Toutefois les relations décelées entre la biomasse et les conditions de milieu n'impliquent pas de causalités de nature uniquement écologique. L'analyse précédente suggère qu'à des saisons déterminées, peut-être sous la dépendance des conditions hydrologiques ambiantes, le volume global du stock se modifie par suite de déplacements horizontaux (pente) ou verticaux ou de l'arrivée de classes nouvellement recrutées.

### 3.2. - Influence des conditions de milieu sur la répartition des *Pseudotolithus senegalensis*.

#### 3.2.1. Analyse globale des données.

Les exigences et les réactions de l'espèce vis à vis des caractéristiques physicochimiques du milieu peuvent être décelées si au lieu d'envisager la biomasse totale présente au niveau de chaque radiale, l'analyse porte sur les poids ou les effectifs capturés à chaque immersion. Ces données ainsi que les conditions relevées simultanément sont récapitulées dans l'annexe 1.

A première vue les relations écologiques semblent complexes puisque les plus fortes biomasses capturées à chaque radiale (fig. 10) ne se rattachent pas au tracé d'isothermes ou d'isohalines particulières (fig. 8) : les *Pseudotolithus senegalensis* paraissent manifester vis-à-vis de l'hydroclimat une tolérance qui leur permet de subir des variations saisonnières sans modification importante de leur répartition. Toutefois les remontées de la thermocline (août à octobre et janvier - février) s'accompagnent d'une disparition de l'espèce des immersions les plus profondes qu'elle occupe en saisons chaudes.

Mais plutôt que d'analyser la distribution des poids capturés en fonction d'un paramètre choisi arbitrairement, il est préférable, pour vérifier que les *Pseudotolithus senegalensis* ne sont pas strictement inféodés à quelques catégories d'eau particulières, d'envisager la répartition des biomasses en fonction de la nature des catégories d'eau présente telles qu'elles apparaissent sur un diagramme TS par exemple. Pour cela, sans tenir compte de la profondeur des traits, les poids moyens des captures correspondant à chaque classe d'une grille TS (intervalles de 1° C pour la température et de 0,1 ‰ pour la salinité)

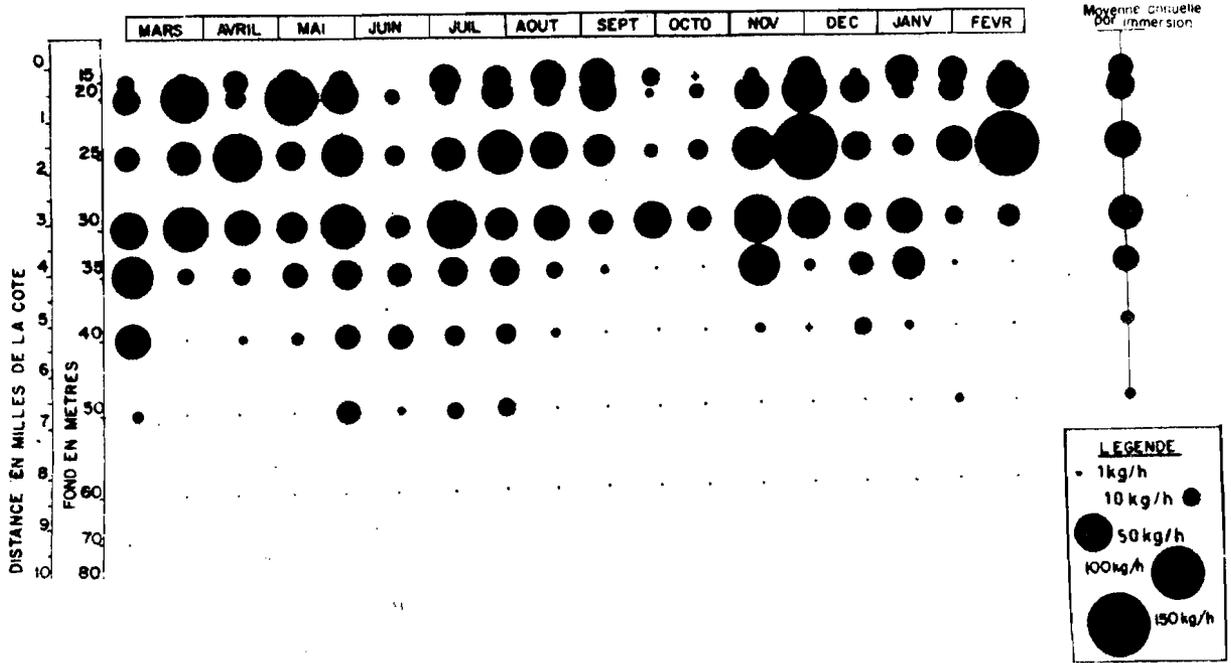
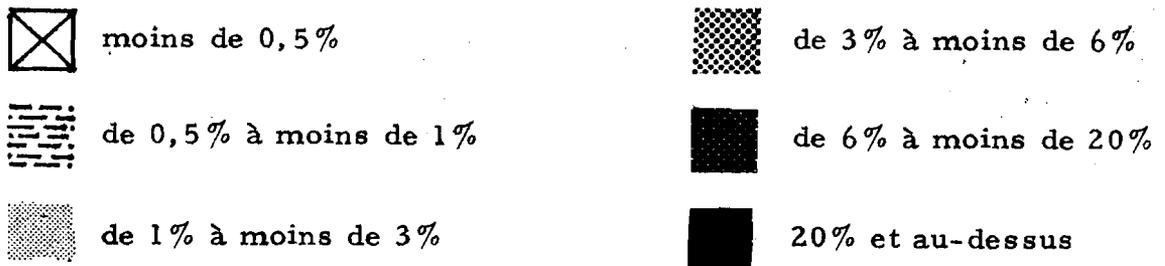


Figure 10 - Radiale de Grand Bassam 1966/67 -  
Pseudotolithus senegalensis - Poids pêchés

sont calculés pour l'ensemble de 208 traits réalisés de 15 à 100 mètres. Ces poids moyens sont ensuite exprimés en pourcentage de la somme des 61 poids moyens figurant dans les 61 classes TS où des captures ont été réalisées. La représentation graphique (fig. 11) regroupe en six classes les pourcentages ainsi obtenus conformément à l'échelle suivante :



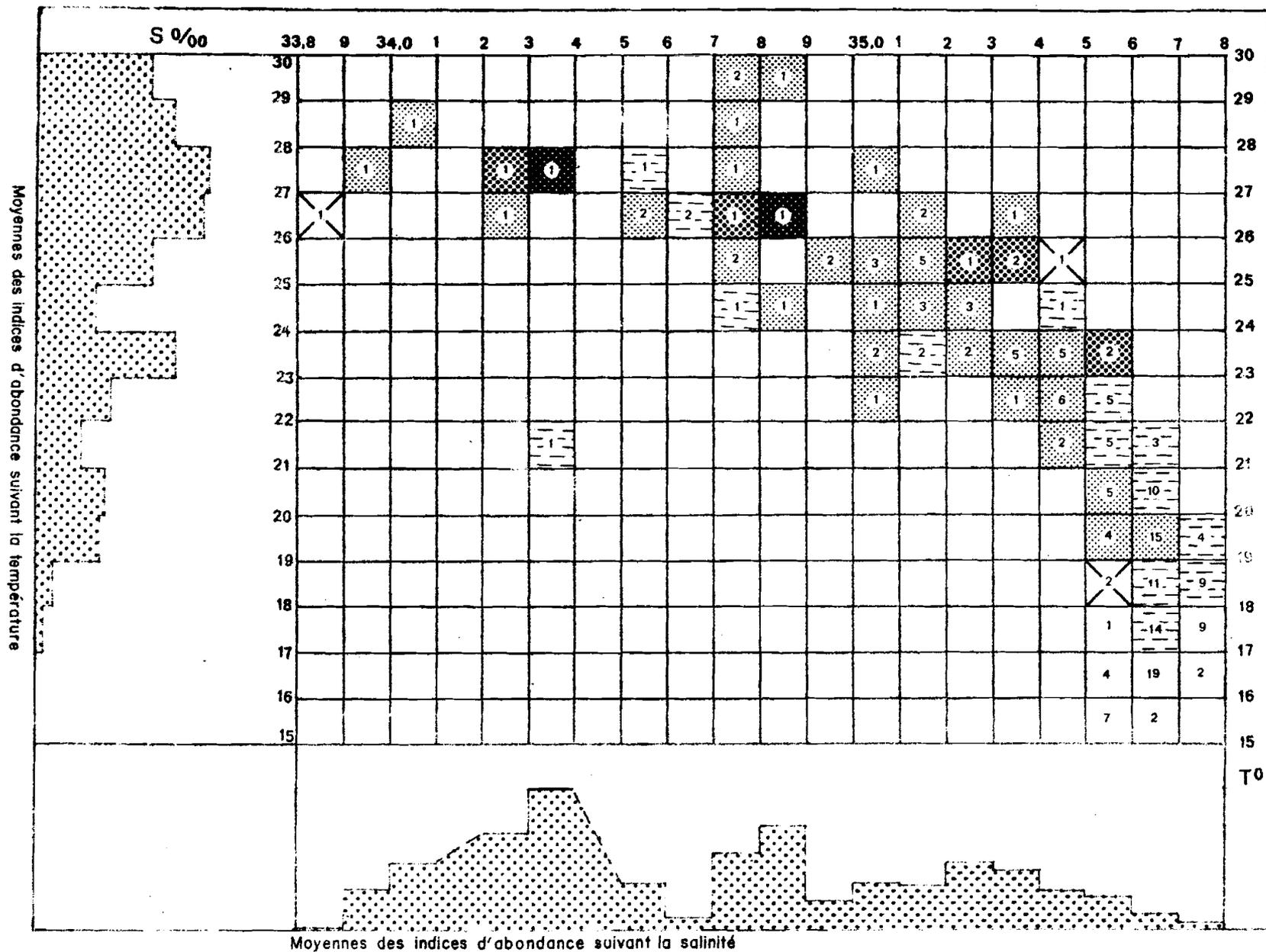


Figure 11 - Radiale Bassam 1966/67 - Prises moyennes en fonction des conditions de milieu (T°, S ‰).

Le nombre de traits effectués pour chaque classe TS est inscrit au centre de chaque carré correspondant. L'évolution des concentrations (moyennes des pourcentages des classes TS) est représentée en ordonnée en fonction de la température et en abscisse en fonction de la salinité.

Vivant aux niveaux où l'amplitude des variations hydrologiques saisonnières est la plus grande, l'espèce apparaît très souple vis à vis du milieu, comme le montre la large gamme des températures (17 à 30° C) et des salinités (33,8 à 35,8 ‰) dans lesquelles elle a été capturée sur la radiale de Grand Bassam. Bien que les concentrations soient plus élevées dans les eaux "guinéennes" ou "libériennes" chaudes (25 - 29° C) et déssalées (34,0 - 34,9 ‰) que dans les eaux plus froides et plus salées, les Pseudotolithus senegalensis ne sont pas cantonnés dans la couche de couverture. La thermocline ne constitue pas une barrière puisque des pêches importantes ont été réalisées jusqu'au point bas de la thermocline, sur et au delà du maximum de salinité.

Par ailleurs les pêches ont toujours été nulles au delà de 50 mètres, même lorsqu'en saisons chaudes (novembre à avril) des eaux, dans lesquelles la présence de Pseudotolithus senegalensis est courante à des profondeurs plus faibles, descendent plus profondément : en avril et en novembre 1965, l'isotherme 20° C atteint les fonds de 70 mètres et celle de 18° C ceux de 100 mètres. La nature du fond ne peut expliquer cette particularité puisque les sédiments sont identiques de part et d'autre de cette limite de distribution.

### 3.2.2. - Analyse des données tenant compte de la profondeur de capture.

Le traitement précédent admettait implicitement que la profondeur de capture ne pouvait influencer la biomasse que par l'intermédiaire de la nature du fond, elle-même considérée

comme suffisamment homogène le long de la radiale pour que son rôle puisse être ignoré. S'il en était ainsi les différences observées dans la répartition bathymétrique des Pseudotolithus senegalensis résulteraient uniquement des modifications des conditions physico-chimiques du milieu consécutives à la stratification verticale des masses d'eau. L'observation précédente montre que la profondeur de capture ne peut-être ignorée et qu'elle peut agir sur les biomasses indépendamment de la nature du fond et des caractéristiques hydrologiques ambiantes.

### 3.2.2.1. - Traitement des données.

Les poids capturés ont été comme précédemment analysés en fonction des catégories d'eau présentes, en considérant cette fois séparément les pêches par tranches de profondeur (tableau 7). Afin d'éviter une trop grande dispersion des observations, les intervalles des classes ont été élargis. Pour la même raison, les profondeurs de pêche ont été regroupées en 4 tranches : 15 - 20 mètres, 25 - 30 mètres, 35 - 40 mètres et 50 mètres. Le choix des limites de température et de salinité (fig. 12) tient compte de deux critères procédant l'un et l'autre de la définition même des catégories d'eau sur un diagramme T.S. :

- ces limites se situant au niveau de variation rapide des conditions hydrologiques. Il en résulte que le nombre de traits de chalut présente un minimum au niveau de ces limites, ce qui facilite la répartition des pêches par catégories d'eau.

- ces limites correspondent d'assez près à celles des catégories d'eau reconnues pour la région :

- o eau 1 = eaux libériennes ou guinéennes,
- o eau 2 = eaux froides et dessalées dont la présence est rare et fugace,
- o eau 3 : eaux tropicales chaudes et salées,
- o eau 4 et 5 = thermocline.

Catégories d'eau	PROFONDEURS			
	15 - 20 mètres	25 - 30 mètres	35 - 40 mètres	50 mètres
1.1	$\bar{n}=2$ $\bar{p}=33,8$	$\bar{n}=2$ $\bar{p}=61,8$		
1.2	$\bar{n}=4$ $\bar{p}=86,4$	$\bar{n}=12$ $\bar{p}=64,6$	$\bar{n}=1$ $\bar{p}=139,0$	$\bar{n}=7$ $\bar{p}=73,1$
1.3	$\bar{n}=6$ $\bar{p}=60,3$	$\bar{n}=4$ $\bar{p}=62,3$		$\bar{n}=7$ $\bar{p}=3,0$
2		$(\bar{n}=1)$ $(\bar{p}=27,0)$		
3		$\bar{n}=5$ $\bar{p}=51,9$	$\bar{n}=5$ $\bar{p}=55,5$	$\bar{n}=4$ $\bar{p}=22,2$
4.1	$\bar{n}=7$ $\bar{p}=60,8$	$\bar{n}=9$ $\bar{p}=40,5$		$\bar{n}=8$ $\bar{p}=9,0$
4.2	$\bar{n}=3$ $\bar{p}=54,3$	$\bar{n}=10$ $\bar{p}=58,9$	$\bar{n}=15$ $\bar{p}=47,5$	$\bar{n}=19$ $\bar{p}=13,2$
5.1	$\bar{n}=7$ $\bar{p}=83,3$	$\bar{n}=6$ $\bar{p}=58,1$	$\bar{n}=11$ $\bar{p}=16,2$	$\bar{n}=3$ $\bar{p}=0$
5.2	$\bar{n}=7$ $\bar{p}=83,3$	$\bar{n}=10$ $\bar{p}=42,9$	$\bar{n}=11$ $\bar{p}=7,9$	$\bar{n}=10$ $\bar{p}=3,5$
		$\bar{n}=7$ $\bar{p}=83,3$	$\bar{n}=12$ $\bar{p}=41,6$	$\bar{n}=18$ $\bar{p}=7,1$
		$\bar{n}=2$ $\bar{p}=35,5$	$\bar{n}=7$ $\bar{p}=5,7$	$\bar{n}=16$ $\bar{p}=3,0$
				$\bar{n}=6$ $\bar{p}=2,2$

Tableau 7 - Radiale Bassam 66/67 : Prises moyennes en Kg/heure de pêche en fonction de l'immersion et des conditions hydrologiques ( $\bar{n}$  = nombre de traits de chalut réalisés dans la catégorie d'eau correspondante :  $\bar{p}$  = prise moyenne).

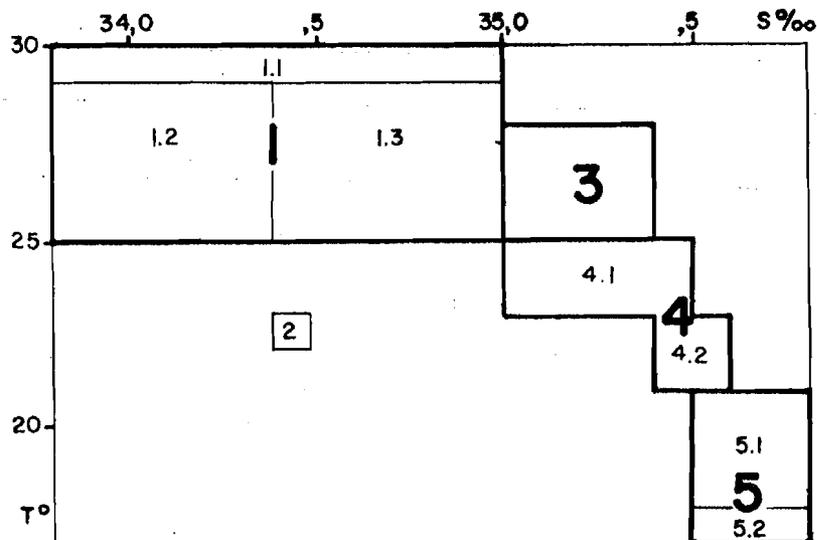


Figure 12 - Limites des catégories d'eau retenues pour l'analyse de l'influence des conditions de milieu sur l'abondance des Pseudotolithus senegalensis.

Enfin tous les traits, pour lesquels des facteurs extérieurs à ceux étudiés ici ont joué de façon certaine, entraînant une baisse anormale des captures, ont été éliminés des calculs. Ce sont respectivement :

Radiale	Stations	Causes
Bassam 8	15, 20, 25 & 30 mètres	mauvais temps
Bassam 13	20 & 25 mètres	minimum d'oxygène
Bassam 14	15, 20 & 25 mètres	minimum d'oxygène
Bassam 20	15 mètres	prises faibles de poissons associées à des captures importantes de méduses.
Bassam 32	15 mètres	

Comme de 15 à 25 mètres les sédiments sont nettement plus sableux qu'au delà et que parallèlement les prises de Pseudotolithus senegalensis y sont plus faibles, l'influence possible de la nature du fond sur les biomasses à 15 et 20 mètres a été marquée en multipliant les prises réalisées sur ces fonds par le rapport :

$$\frac{\text{Prise moyenne annuelle à 25 mètres}}{\text{Prise moyenne annuelle à 15 ou 25 mètres}}$$

Ce facteur d'extrapolation est égal à 3,0 pour les traits à 15 mètres et à 1,5 pour ceux réalisés à 20 mètres.

#### 3.2.2.2. - Résultats.

##### 3.2.2.2.1. - Abondance par tranche de profondeur en fonction des catégories d'eau (fig. 13 a).

Les pêches à 25 - 30 mètres et celles à 35 - 40 mètres montrent que la biomasse de Pseudotolithus senegalensis diminue régulièrement en fonction des conditions hydrologiques. Les rendements sont les <sup>plus</sup> élevés dans les eaux chaudes et dessalées (catégorie 1) et diminuent ensuite progressivement lorsque l'on passe aux eaux tropicales (catégorie 3) puis dans la thermocline (catégories 4 et 5). A 50 mètres cette relation n'apparaît pas évidente d'après ces chiffres. Pourtant le phénomène est identique puisque les Pseudotolithus senegalensis ne sont présents à cette immersion qu'en périodes chaudes (mars, mai-juin - juillet et janvier). Cette préférence pour les eaux de la couche de couverture est en accord avec la relation abondance moyenne sur la radiale / température moyenne, énoncée précédemment.

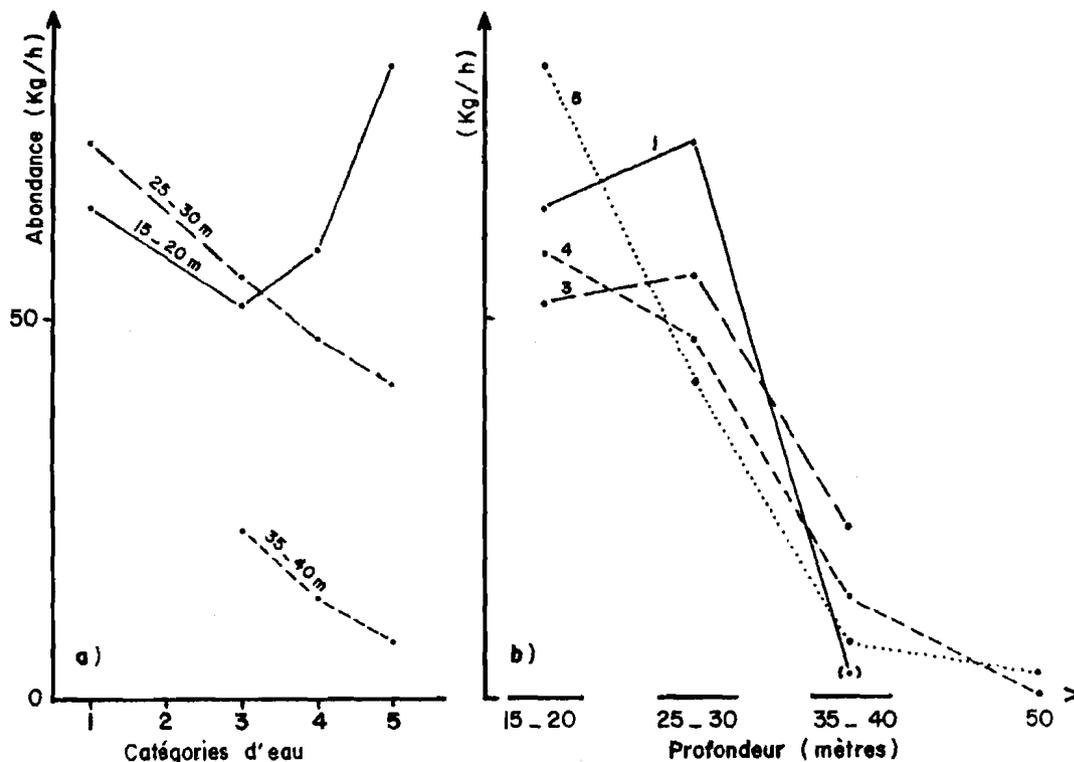


Figure 13 - Influence des conditions de milieu sur l'abondance des Pseudotolithus senegalensis :

- a - Abondance en fonction des catégories d'eau par immersions.
- b - Abondance en fonction de la profondeur par catégories d'eau.

Par contre sur les fonds de 15 - 20 mètres la relation est différente. Si les rendements moyens y sont élevés lorsque les eaux libériennes ou guinéennes (1) sont présentes et diminuent lorsque ces eaux sont remplacées par les eaux tropicales (3), ils augmentent ensuite et cela d'autant plus que les eaux sont plus froides et plus salées : un second maximum d'abondance apparaît lorsque les niveaux inférieurs de la thermocline ( $19^{\circ} < T^{\circ} < 21^{\circ}$ ) atteignent la zone côtière.

La validité de ce second maximum a été testée en comparant les moyennes des rendements ( $\bar{R}$ ) obtenus à 15 - 20 mètres dans les catégories d'eau 3, 4 et 5. Les résultats sont les suivants :

Echantillons comparés	$t = \frac{\bar{R}}{S_d}$	d	Limites $T_v$ du paramètre t		
			30 %	90 %	95 %
$\bar{R}_{(4)} - \bar{R}_{(5)}$	1,4	15	1,34	1,75	
$\bar{R}_{(3)} - \bar{R}_{(5)}$	1,7	10	1,37	1,81	
$\bar{R}_{(3+4)} - \bar{R}_{(5)}$	1,8	20		1,72	2,09

Les valeurs de t trouvées ne sont pas supérieures au seuil de  $T_v$  pour une sécurité de 95 % et on ne peut donc pas conclure que les différences observées soient statistiquement significatives. Toutefois elles n'en sont pas très éloignées, et l'on peut admettre comme très probable l'existence de ce second maximum.

Cette concentration des Pseudotolithus senegalensis près de la côte lors des remontées d'eaux froides est en contradiction avec les résultats des observations aux immersions supérieures. Mais cette contradiction n'est qu'apparente. Le caractère sédentaire de l'espèce a été démontré ; en période d'upwelling, tout se passe comme si après s'être concentrés aux niveaux supérieurs du plateau continental, les Pseudotolithus senegalensis devaient supporter des conditions qu'ils évitent lorsqu'ils en ont la possibilité.

Il faut également remarquer que les limites inférieures de température de distribution de l'espèce semblent être en relation avec la puissance de l'upwelling. Dans les régions où les observations ont été denses et régulières les limites suivantes ont été citées :

- |                                  |      |
|----------------------------------|------|
| ◦ Congo (Trodec, 1968)           | 15°5 |
| ◦ Nigéria (Longhurst, 1964)      | 19°9 |
| ◦ Côte d'Ivoire                  | 16°9 |
| ◦ Sierra Léone (Longhurst, 1963) | 17°5 |

Cette limite thermique de distribution de l'espèce est élevée en Sierra Léone et surtout au Nigéria où les remontées d'eau ont une amplitude très faible.

Peu de traits de chalut ont été réalisés dans des eaux très chaudes supérieures à 29° C (catégorie 1.1), comme dans les eaux froides et dessalées (catégorie 2) car l'apparition de ces conditions au niveau du fond est rare. Il n'est donc pas possible de considérer comme significatives les biomasses plus faibles obtenues dans ces conditions exceptionnelles.

3.2.2.2.2. - Abondance par catégories d'eau en fonction de la profondeur (fig. 13 b).

Les pêches systématiques réalisées sur les deux radiales de référence permettent de préciser la répartition bathymétrique de l'espèce :

Profondeur (mètres)	Pointe - Noire	Grand Bassam (1)
15	866/19 = 46 Kg/h	328,5/17 = 19,3 Kg/h
20		565,4/17 = 33,3 Kg/h
25		884,0/17 = 52,0 Kg/h
30	1430/21 = 68 Kg/h	723,0/17 = 42,5 Kg/h
35		283,7/17 = 16,7 Kg/h
40	1235/16 = 77 Kg/h	35,1/17 = 5,0 Kg/h
50	272/16 = 17 Kg/h	44,7/17 = 2,6 Kg/h
60		0 /17 = 0 Kg/h
70	42/17 = 2,5Kg/h	

(1) La radiale 3 effectuée un peu à l'ouest sur des fonds plus sableux a été éliminée du calcul de ces moyennes.

Tableau 8 - Poids moyen des Pseudotolithus senegalensis capturés et profondeur (radiales de Pointe - Noire et de Grand Bassam).

Les valeurs obtenues sur la radiale de Pointe Noire ne sont qu'indicatives : les sorties n'ayant pu être effectuées avec la même régularité et toutes les stations n'ayant pas été réalisées à chaque sortie, certaines situations hydrologiques ont pu dans le calcul des prises moyennes prendre une importance différente de celle qu'elle ont en réalité au cours de l'année. Au contraire, les sorties sur la radiale de Grand Bassam ont été exécutées avec la même périodicité de trois semaines et à chaque sortie toutes les immersions ont été chalutées.

Ces données montrent :

- le caractère côtier de l'espèce : les biomasses maximales se situent en moyenne sur les fonds de 30 - 40 mètres devant Pointe Noire et sur ceux de 25 - 30 mètres devant Grand Bassam.
- la diminution générale de l'abondance lorsque l'on se rapproche de la côte. Cette baisse des rendements à 15 mètres devant Pointe Noire et à 15 - 20 mètres en Côte d'Ivoire peut avoir plusieurs causes :

1 - La nature de fond - Les sédiments sont nettement plus sableux aux profondeurs inférieures à ces limites (tableau 4). C'est sans doute le facteur primordial de cette baisse des biomasses près de la côte. Ainsi la radiale Bassam n° 3 (mars 1966) a été réalisée plus à l'ouest : les fonds sableux y atteignent la profondeur de 30 mètres ; parallèlement les prises ont été faibles à 15, 20 et 25 mètres et nettement plus élevées à 30, 35 et 40 mètres (voir fig. 10). Cette relation entre les peuplements de Pseudolithus senegalensis et Pseudolithus typus et les fonds à dominante vaseuse était déjà connue (Longhurst, 1963 - Crosnier, 1964).

2 - L'apparition occasionnelle d'épiphénomène dans la bande côtière. Parmi ceux-ci on peut citer :

- le mauvais temps dont l'influence sur les rendements paraît d'autant plus nette que la profondeur est faible (radiale 8).
- la présence à certains moments de l'année de quantités importantes de méduses associées à des pêches faibles de poissons et crevettes.
- l'apparition en fin d'upwelling d'une couche très pauvre en oxygène au niveau du fond près de la côte (radiale 13 - 14).

3 - Un changement qualitatif dans la composition spécifique des peuplements : Cette succession est surtout évidente dans les régions côtières où les arrivées d'eau douce sont importantes (embouchures de rivières et de lagunes).

Lorsque les eaux deviennent saumâtre : les Pseudolithus senegalensis sont en partie remplacés par des Pseudolithus typus, P. (Fonticulus) elongatus et Polydactylus quadrifilis (Durand, 1967 - Fager et Longhurst, 1968). Devant Pointe Noire, les apports d'eau douce restent faibles : les variations de salinité correspondent surtout à la dessalure limitée que l'on observe de la thermocline à la surface dans les "eaux guinéennes". Les Pseudolithus typus faiblement représentés aux profondeurs

supérieures deviennent prépondérantes à 15 mètres (1 047 Kg de Pseudolithus typus contre 866 Kg de Pseudolithus senegalensis pour l'ensemble des traits à 15 mètres). Sur la radiale de Grand Bassam les prises de Pseudolithus typus ont toujours été faibles (1,3 % de la totalité des deux espèces à 30 mètres ; 12,8 % à 25 mètres, 15,5 % à 20 mètres et 9,6 % à 15 mètres).

Les apports d'eau douce limités et la nature des sédiments expliquent sans doute que l'on n'y observe pas de changement de peuplement.

A partir de 40 mètres devant Pointe Noire et de 30 mètres devant Grand Bassam, la biomasse moyenne de Pseudolithus senegalensis diminue fortement, la nature du fond ne peut expliquer cette baisse brutale. En effet sur les deux radiales les sédiments sont très homogènes (tableau 4) aux immersions où cette raréfaction se produit : le pourcentage de la fraction fine augmente même avec la profondeur, les sédiments devenant plus vaseux.

Les conditions hydrologiques régnant au niveau du fond ne peuvent non plus être incriminées. Sur la figure 13 b, les densités moyennes ont été reportées en fonction de l'immersion pour chacune des catégories d'eau retenues : les quantités pêchées dans des conditions hydrologiques voisines diminuent fortement au delà de 45 mètres.

La nourriture disponible pourrait être à l'origine de la raréfaction observée. Les Pseudolithus senegalensis se nourrissent essentiellement de Palaeon hastatus Aurivillius petit caridé abondant surtout pendant la grande saison froide, et secondairement de petits individus de Parapenaeopsis atlantica Balss et de petits crustacés épibenthiques (voir chapitre 8.4). La plupart des espèces rencontrées dans les estomacs des Pseudolithus senegalensis appartiennent au peuplement littoral, décrit par Le Loeuff et Intès (1969) à partir des récoltes

réalisées au chalut sur la radiale de Grand Bassam. La majorité des formes, en particulier Paleomon hastatus font partie de la faune côtière de ce peuplement, fraction cantonnée entre la côte et les fonds de 25 à 30 mètres. D'après Le Loeuff et Intès (op. cit.), la limite entre le peuplement littoral se situant au dessus de l'isobathe 60 mètres. Au delà la richesse en benthos diminue brutalement. D'après ces observations une raréfaction de la nourriture disponible et un changement dans la composition des peuplements d'invertébrés pourraient expliquer que les Pseudotolithus senegalensis ne colonisent pas des profondeurs plus importantes.

### 3.2.3. - Influence de la teneur en oxygène sur l'abondance et la répartition des Pseudotolithus senegalensis.

A cause de la multiplicité des facteurs écologiques qui peuvent agir sur l'abondance de l'espèce étudiée ici, et des interrelations entre les paramètres caractéristiques d'une eau, la définition des rôles propres à chaque facteur est difficile. Ainsi dans la relation entre les rendements obtenus sur la radiale de Grand Bassam et les diverses catégories d'eau retenues, aucune hypothèse n'est avancée sur le ou les facteurs physico-chimiques caractéristiques de l'eau et responsables de la baisse d'abondance observée sur les fonds supérieurs à 20 mètres lorsque l'on considère des eaux de plus en plus froides. A priori tous les paramètres variant avec la température sont susceptibles, indépendamment ou associés, d'être à l'origine de cette raréfaction.

Toutefois du fait de l'interférence de processus biologiques (photosynthèse, respiration, réduction bactérienne), la teneur en oxygène peut présenter, en particulier dans les couches superficielles, une relative indépendance vis-à-vis des autres paramètres physico-chimiques. Cette indépendance permet

de déceler si des concentrations particulièrement basses en oxygène peuvent chasser du moins partiellement les Pseudotolithus senegalensis de certains fonds.

### 3.2.3.1. - Traitement des données.

Pour éliminer les variations déjà observées en fonction de la profondeur et des catégories d'eau, les poids pêchés à chaque station ont été exprimés par leurs pourcentages par rapport à la moyenne des prises, calculée pour chaque classe de profondeur (15 - 20, 25 - 30, 35 - 40 et 50 mètres), et par catégorie d'eau (1, 3, 4 et 5). De ce traitement sont éliminés tous les traits pour lesquels des facteurs autres (méduse, mauvais temps) que ceux retenus ici ont pu entraîner une baisse anormale des prises. Les traits de la radiale 3 située sur d'autres fonds ont été également négligés. Enfin lorsqu'une classe eau - profondeur ne contient qu'une seule pêche, celle-ci a été éliminée. Les pourcentages ainsi calculés peuvent alors être regroupés pour une analyse en fonction des concentrations en oxygène mesurées simultanément (tableau 9, fig. 14).

Ce traitement des données ne permet de déceler que l'influence des teneurs en oxygène dissous particulièrement basses, inférieures à 2,0 ml/l, que l'on rencontre près du fond de 15 à 35 mètres en fin d'upwelling. Mais il est possible que des teneurs légèrement supérieures à cette limite entraînent déjà une raréfaction de l'espèce. En effet, en dehors de phénomènes particuliers (concentrations élevées de poisson près de la côte en eaux froides et enrichissement en oxygène de ces mêmes eaux froides dans les couches superficielles), les concentrations en oxygène diminuent régulièrement (annexe 1) ainsi que les prises de Pseudotolithus senegalensis (fig. 13 a) lorsque l'on passe d'une catégorie d'eau à une autre plus froide. L'expression des poids pêchés par leurs pourcentages par rapport à la prise moyenne pour une catégorie d'eau à une profondeur donnée pourrait

masquer une diminution de biomasse qui accompagnerait la baisse de la teneur en oxygène.

Teneur en oxygène (ml/l)	Ensemble des traits		Traits réalisés à des températures supérieures à 21° C (catégories 1, 3 & 4)	
	Moyenne des pourcentages des captures	Nombres d'observations	Moyenne des pourcentages des captures	Nombre d'observations
0,5 - 1,0	7 %	2	-	0
1,0 - 1,5	20 %	1	-	0
1,5 - 2,0	55 %	13	(123 %)	1
2,0 - 2,5	129 %	14	35 %	2
2,5 - 3,0	110 %	20	51 %	4
3,0 - 3,5	82 %	23	77 %	15
3,5 - 4,0	93 %	25	94 %	21
4,0 - 4,5	114 %	23	116 %	19
4,5 - 5,0	103 %	2	103 %	2

Tableau 9 - Radiale Bassam : teneur en oxygène et importance des prises par rapport à l'abondance moyenne des captures pour une profondeur et une catégorie d'eau données.

Il n'est cependant pas possible d'analyser les variations des poids capturés en fonction de l'oxygène seul, puisque la plupart des autres paramètres physico - chimiques, la température en particulier, varient également régulièrement, ce qui interdit d'affirmer que l'oxygène soit même partiellement responsable des variations de rendement observées. Toutefois, il faut remarquer que l'isoligne 3,0 ml/l suit assez bien l'isotherme 21° C, limite supérieure de la catégorie d'eau 5, et que dans cette catégorie d'eau les concentrations en oxygène dissous sont généralement comprises entre 2,0 et 3,0 ml/l : pour 59 traits réalisés dans cette eau la moyenne des teneurs en oxygène est de 2,43 ml/l. Par contre dans les catégories d'eau 1, 3 et 4, dont la température est supérieure à 21° C, les teneurs en oxygène comprises entre 2,0 et 3,0 ml/l sont anormalement basses : si

de telles concentrations influencent l'abondance des Pseudotolithus senegalensis, il sera possible de le mettre en évidence en éliminant du traitement des données les pêches réalisées dans la catégorie d'eau 5 (tableau 9 - fig. 14).

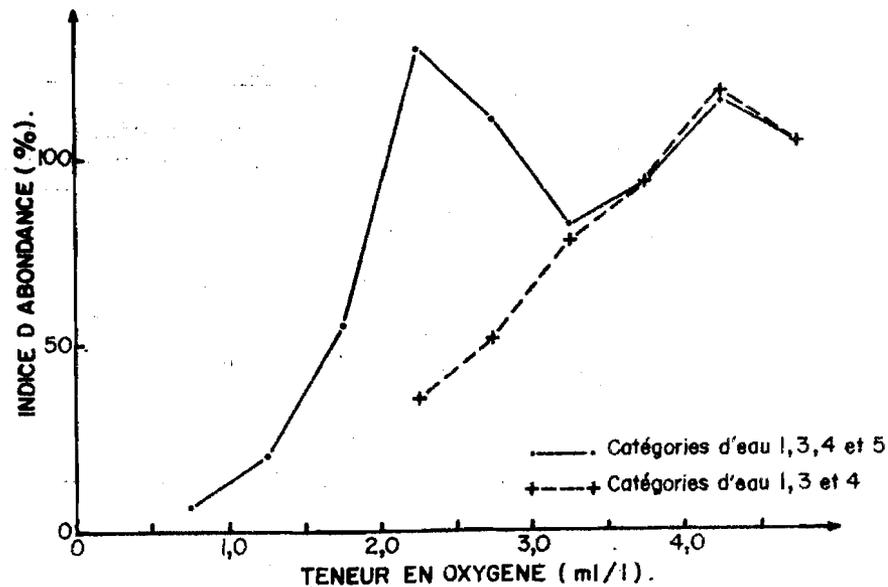


Figure 14 - Radiale Bassam : influence de la teneur en oxygène de l'eau au niveau du fond sur l'abondance des Pseudotolithus senegalensis (l'abondance 100 % correspond au poids moyen pêché pour une classe profondeur - catégorie d'eau donnée).

### 3.2.3.2. - Résultats.

Malgré la relative imprécision de cette analyse dont il ne faut considérer que l'aspect qualitatif, il paraît très probable que la teneur en oxygène joue un rôle important dans la répartition des Pseudotolithus senegalensis.

Avec l'apparition en fin de grande saison froide, d'un minimum d'oxygène bien marqué au niveau des fonds de 15 à 35 mètres, on constate une raréfaction très importante

de l'espèce : à 25 mètres lors de la radiale 14, à 20 mètres et 25 mètres lors des radiales 13 et 14 on a enregistré les captures les plus faibles pour l'immersion considérée (ensemble des 21 radiales).

Radiale	Profondeur	O <sub>2</sub> (ml/l)	<u>Pseudotolithus senegalensis</u>	
			Poids pêché	Pourcentage par rapport à la moyenne des prises à cette immersion.
Bassam 13	20 m	0,6	1,0 Kg/h	3 %
	25 m	0,5	4,5 Kg/h	8 %
Bassam 14	15 m	1,1	0,1 Kg/h	5 %
	20 m	1,1	6,5 Kg/h	20 %
	25 m	1,7	11,0 Kg/h	21 %

La raréfaction ne se limite pas aux seuls Pseudotolithus senegalensis. La plupart des espèces du peuplement côtier de fonds meubles y sont sensibles à un degré plus ou moins grand. Seuls Trichiurus lepturus, Pteroscion peli et Ilisha africana ont été capturés alors en quantité encore appréciables (Troadek, Barro et Bouillon, 1969).

D'après Devold (in Longhurst, 1964, 1) l'apparition de ces conditions défavorables au niveau du fond entraînerait un déplacement vertical des espèces démersales : devant les côtes du Ghana en période d'upwelling, les pêcheurs captureraient les "ombrines" à la ligne à quelques mètres au-dessus du fond, là où la teneur en oxygène redevient normale. Les poissons échappent ainsi aux chaluts : la disponibilité de l'espèce diminuerait sans que sa densité absolue rapportée à l'unité de surface soit modifiée.

Il est probable qu'une diminution des teneurs en oxygène joue également pour des concentrations légèrement supérieures. L'analyse des pêches réalisées dans des eaux de température supérieures à 21° C et dont la teneur en oxygène est habituellement supérieurs à 3,0 ml/l montre que les Pseudotolithus senegalensis paraissent éviter les eaux ne contenant pas 3,0 ml/l d'oxygène. On peut logiquement penser qu'il en est de même dans les eaux de la catégories 5 dont la teneur en oxygène est habituellement inférieure à cette limite. Ceci expliquerait les variations saisonnières de la limite inférieure de répartition bathymétrique de l'espèce (fig. 10) ; cette limite atteint l'isobathe 50 mètres en saisons chaudes et remonte à des profondeurs inférieures à chaque poussée des eaux froides, atteignant les fonds de 30 mètres à la fin de l'upwelling de grande saison froide (septembre).

Les pêches réalisées lors de la radiale 13 illustrent bien l'influence de l'oxygène dissous et des conditions hydrologiques en général sur la biomasse et la répartition bathymétrique de l'espèce étudiée (tableau 7) : plus des 3/4 des individus et des poids capturés se trouvant concentrés à l'immersion 30 mètres à la limite supérieure des eaux froides (17°1 - 17°9), évitant les eaux très pauvres en oxygène présentes à 20 et 25 mètres (0,6 et 0,5 ml/l).

Devant Pointe Noire les dosages d'oxygène n'ont été effectués qu'occasionnellement. Une concentration de 1,0 ml/l a été mesurée le 9 septembre 1965 sur les fonds de 50 mètres. Or ce jour-là la prise de Pseudotolithus senegalensis fut nulle à cette immersion et seuls quelques individus furent capturés à 40 mètres. Si cette observation est insuffisante pour confirmer l'existence du phénomène sur le plateau continental congolais, il faut néanmoins remarquer que les prises minimales de "bars" par unité d'effort se produisent toujours en juillet-août au moment où l'upwelling est le plus intense (fig. 1 & 7) et que comme devant Grand Bassam la limite inférieure de distribution bathymétrique de l'espèce remonte en saisons froides (Trodec, 1968).

3.2.4. - Tolérance de l'espèce vis à vis des variations rapides de l'hydroclimat.

En périodes de transition, les Pseudolithus senegalensis peuvent subir des modifications rapides de l'hydroclimat que l'on peut suivre par un simple relevé de la température. Toutefois sur ces périodes de temps courtes, il n'est pas possible avec un navire de recherche de rassembler un volume d'information suffisant pour autoriser une comparaison statistique des différences éventuellement observées dans les biomasses.

Sur la radiale de Pointe Noire, lors du passage de la grande saison froide à la petite saison chaude, les données suivantes ont été enregistrées :

- les 28 et 29 septembre 1965, 225 kg de Pseudolithus senegalensis furent pêchés au cours de 6 traits d'une heure réalisés en 26 heures sur les fonds de 40 mètres. La température de l'eau est restée comprise entre 18° et 18°5.
- Le surlendemain (30 septembre - 1er octobre), au même endroit, 150 kg de la même espèce étaient ramenés au cours de 6 traits de chalut effectués aux mêmes heures. La température ce jour là est montée régulièrement de 17°2 et 21°5 C.

La baisse de rendement d'un tiers constatée le deuxième jour n'a pas été consécutive à l'élévation de température ; elle existait dès le premier trait avant que la température ne s'élève : la courbe rendement / temps de cette seconde journée d'observations est restée toujours inférieure et parallèle à celle obtenue le jour précédent (tableau 10).

28/29 - IX - 1965	Heure	11 <sup>00</sup>	16 <sup>15</sup>	16 <sup>45</sup>	18 <sup>00</sup>	19 <sup>15</sup>	23 <sup>00</sup>	23 <sup>30</sup>	04 <sup>15</sup>	04 <sup>45</sup>	06 <sup>00</sup>	08 <sup>00</sup>	10 <sup>30</sup>	
	Température	18,3	18,2		18,3		18,0		18,5			18,5	18,3	
	Rendement (kg/h)	52,5		50,5		36,0		20,0		31,0	36,0			
30-IX/I-X/ 1965	Heure	11 <sup>00</sup>	11 <sup>30</sup>	16 <sup>10</sup>	16 <sup>35</sup>	18 <sup>00</sup>	19 <sup>15</sup>	23 <sup>15</sup>	23 <sup>40</sup>	04 <sup>10</sup>	04 <sup>40</sup>	06 <sup>45</sup>	08 <sup>30</sup>	11 <sup>00</sup>
	Température	17,2		17,5		18,0		19,1		20,7			21,4	21,5
	Rendement (kg/h)	44,0			35,0		7,5		13,5		20,0	31,0		

Tableau 10 - Variations des rendements au cours de traits successifs effectués au moment de l'arrivée de la petite saison chaude (chiffres cités par Baudin-Laurençin, 1966).

Par contre, il n'est pas certain qu'un changement brutal survenant dans le sens opposé lors des remontées d'eaux qui marquent l'arrivée d'une saison froide ne puisse pas chasser temporairement les Pseudolithus senegalensis de certains fonds : les pêcheurs signalent fréquemment dans les rendements des "coupures" qui interviennent de façon épisodique et brutale à certaines immersions. Le 31 août 1964, toujours sur la radiale de Pointe Noire, les chalutages ont été réalisés dans des conditions correspondant à cette description. Sur les fonds de 30 mètres nous avons rencontré une lentille d'eau très froide (15°5 et 15°8) peut-être le résidu d'une poussée antérieure, puisque, à 40 et 50 mètres, l'eau au niveau du fond était plus chaude (T° 16°0). Le chalutage et les observations hydrologiques ont été répétés afin de vérifier la situation constatée (station 30 mètres). Ces données sont rassemblées sur le tableau suivant :

Profondeur.....	18 m	30 m		40 m
		1 <sup>er</sup> trait	2 <sup>e</sup> trait	
Heure début trait.....	15.40 h	8.40 h	12.35 h	10.45 h
Température fond.....	20°0	15°5	15°8	16°8
Prise de <i>P. senegalensis</i> .....	3	20	5	120
Prise totale.....	80	45	40	610

Tableau 11 - Observation au moment d'une "coupure" sur les fonds de 18 et 30 mètres.

Parallèlement aux températures basses rencontrées à la station 30 mètres, les biomasses capturées sont très faibles. Bien que la situation soit caractéristique, il n'y a pas eu de disparition totale de l'espèce, la température ayant pourtant atteint les valeurs les plus basses que nous ayons enregistrées dans l'habitat des Pseudotolithus senegalensis. Sur cette radiale aux immersions de 40 à 50 mètres, la situation est tout à fait normale. Malheureusement les concentrations en oxygène n'ont pas été mesurées simultanément, ce qui n'a pas permis de vérifier si ce paramètre n'était pas à l'origine de la raréfaction observée.

### 3.3. - Conclusions.

Les données régulièrement recueillies sur un cycle annuel vérifient, ainsi que l'avait énoncé Longhurst (1963), que les plus fortes biomasses de Pseudotolithus senegalensis se localisent sur les fonds où sont réunies les conditions suivantes :

- sédiments meubles à dominante vaseuse,
- eaux chaudes et dessalées (eaux "libériennes" au nord et "guinéennes" au sud), caractéristiques des régions côtières du Golfe de Guinée, où "les fortes précipitations et les apports fluviaux de la région équatoriale entretiennent ... une masse d'eaux dessalées dont le développement horizontal et vertical varie au cours de l'année" (Berrit, 1969).

D'ailleurs les limites australe et boréale citées pour la distribution géographique de l'espèce, à savoir le Cap Blanc (21° N) et la Baie des Eléphants (13°30' S), correspondent bien aux limites d'extension de ces eaux dessalées lors de leurs poussées estivales (Berrit, 1961 & 1962). Entre ces deux limites l'espèce est caractéristique d'un peuplement ichthyologique auquel correspond un peuplement d'invertébrés benthiques, qui manifestent vis-à-vis du milieu des exigences semblables. Ce peuplement ichthyologique a été étudié en plusieurs points de

la côte entre la Gambie et le fleuve Congo et décrit sous des terminologies diverses par plusieurs auteurs. La liste de ces descriptions par auteur et par région a été publiée par Fager et Longhurst (1968). Parmi les diverses espèces associées dans ce peuplement aux Pseudotolithus senegalensis, on peut citer : Pseudotolithus typus, Pteroscion peli, Cynoglossus browni, Ilisha africana, Vomer setapinnis, Chloroscombrus chrysurus, Dasyatis margarita, Galeoïdes decadactylus, Pentanemus quinquarius, Drepane africana, Brachydeuterus auritus, et la crevette Parapeneopsis atlantica.

Cette relation entre l'abondance des Pseudotolithus senegalensis et les conditions hydrologiques se vérifient également dans le temps sur les rendements obtenus dans une même région en fonction de l'hydroclimat. C'est en saisons chaudes lorsque la couche de couverture atteint son maximum d'épaisseur que les prises par unité d'effort des chalutiers et les estimations de l'abondance totale sur la radiale de Grand Bassam sont les plus élevées. Dans les régions où cette couche de couverture reste en permanence, Sierra Léone et Libéria au nord, Nigéria, Cameroun et Gabon au sud, la thermocline constitue une limite que les Pseudotolithus senegalensis ne dépassent pas (Longhurst, 1963 et 1969).

Par contre dans les régions d'alternance où les eaux chaudes sont, en période d'upwelling, remplacées par des eaux plus froides, les Pseudotolithus senegalensis ainsi que les espèces qui leur sont associées se rencontrent dans des eaux plus froides (Durand, 1967 - Troadec, 1968 - Troadec, Barro et Bouillon, 1969 - Bouillon, Troadec et Barro, 1969). Les pêches systématiques réalisées sur la radiale de Grand Bassam montrent que l'espèce n'est pas strictement inféodée à la couche de couverture. Elle manifeste même une relative tolérance vis-à-vis des variations de l'hydroclimat puisqu'il n'est pas possible de relier les biomasses les plus élevées aux variations d'immersion de

couches d'eau particulières et qu'il n'apparaît pas pour les catégories d'eau de seuils limitant la distribution de l'espèce. Aussi les qualificatifs de "suprathermocline" ou "d'eaux chaudes", souvent utilisés pour désigner le peuplement ichthyologique que cette espèce caractérise sont-ils impropres. Le terme de "peuplement côtier de fonds vaso-sableux" serait plus adéquat.

En période d'upwelling lorsque la couche de couverture s'amincit jusqu'à disparaître complètement, les Pseudotolithus senegalensis ne quittent pas les régions d'alternance. Tout au plus observe-t-on une remontée de leur limite d'extension en profondeur. Sédentaire l'espèce se concentre à la côte : un second maximum de densité apparaît alors sur les fonds de 15 à 20 mètres devant Grand Bassam dans des eaux de 18 à 21° C proches du maximum de salinité.

Le seul facteur qui limiterait nettement la distribution de l'abondance des Pseudotolithus senegalensis serait, d'après nos données, la teneur en oxygène : les concentrations inférieures à 3,0 ml/l paraissent défavorables et celles inférieures à 2,0 ml/l sont nettement évitées.

Ces valeurs très basses ne se rencontrent qu'au voisinage du fond très près de la côte en fin d'upwelling lorsque celui-ci a été intense. Il en résulte une raréfaction brutale des Pseudotolithus senegalensis et de plusieurs autres espèces : Pomadasye jubelini, Galeoïdes decadactylus, Raja miraletus, Dasyatis margarita, Vomer setapinnie, etc...

Les concentrations comprises entre 2,0 et 3,0 ml/l sont plus courantes : on les observe au delà du point bas de la thermocline aux niveaux supérieurs de l'Eau Centrale Sud Atlantique. Leur action n'est sensible que lorsque ces couches recouvrent en période d'upwelling l'habitat des Pseudotolithus senegalensis. Lorsque les remontées d'eau se déclenchent brutalement,

elles pourraient expliquer les raréfactions brusques et occasionnelles des Pseudolithus senegalensis et des autres espèces qui les accompagnent, phénomène désigné par les pêcheurs sous le nom de "coupure".

Mais même pour l'oxygène, à l'exclusion des valeurs très basses, la relation écologique reste souple. Comme nous avons observé un second maximum d'abondance en eaux froides lors de l'upwelling, des biomasses importantes peuvent se rencontrer dans des eaux pauvres en oxygène (radiale de Grand Bassam : 108,5 Kg/h pour 2,0 ml/l à 25 mètres le 1<sup>er</sup> décembre 1967 et 50 Kg/h pour 2,0 ml/l à 30 mètres le 28 septembre 1966). Tout semble se passer comme si en présence de conditions défavorables d'origines diverses les Pseudolithus senegalensis se concentraient de préférence sur les fonds où l'ensemble des conditions présenterait la situation la moins défavorable. On peut alors les rencontrer, lorsqu'un seul facteur écologique est envisagé, dans des conditions qu'ils évitent habituellement lorsqu'il se trouve à proximité des conditions plus propices. Le second maximum d'abondance observé près de la côte pendant l'upwelling s'explique également comme cela.

Malgré leur relative souplesse vis-à-vis des conditions hydrologiques, les Pseudolithus senegalensis manifestent donc néanmoins une certaine préférence pour les couches supérieures les plus chaudes. Parmi les facteurs susceptibles d'expliquer le cycle des rendements obtenus sur le plateau continental (Cf. Ch. 3.1.) et en particulier la baisse supérieure à 50 % qui survient pendant la grande saison froide, cette tendance paraît la plus plausible :

- le recrutement n'est certainement pas seul en cause, bien que le nombre de classes exploitées soit peu élevé et qu'une classe d'âge atteigne sa biomasse maximale rapidement, avant sa deuxième année. Au Congo où l'on n'observe que deux recrutements par an (fig. 21 et 22), si l'augmentation de biomasse observée de

juillet à novembre sur le plateau continental (fig. 7) peut s'expliquer par l'arrivée à partir du mois de juin des individus nés au cours de la grande saison chaude, par contre aucune augmentation comparable des rendements obtenus par la pêcherie ne suit le recrutement en janvier des individus nés pendant la petite saison chaude.

- la diminution d'abondance observée sur les lieux de pêche en saison froide ne peut non plus être imputée à une migration vers les lieux de ponte situés vraisemblablement très près de terre à des profondeurs inchalutables. En effet, la ponte se produit en saisons chaudes.

- dans l'état actuel de nos connaissances, la meilleure explication réside dans un déplacement hors de portée des chaluts d'une fraction de la population au moment de l'arrivée des eaux froides sur le plateau continental. Les distributions de fréquence dressées lors des radiales Bassam montrent la disparition progressive jusqu'à être totale, de juillet à octobre, des individus de taille supérieure à 33 centimètres. La possibilité d'un déplacement vertical entraînant une baisse de la disponibilité et consécutif à l'apparition au niveau du fond de conditions défavorables (oxygène) a été démontrée. Il se pourrait également qu'une fraction de la population gagne, soit des profondeurs très faibles, soit certains points de la côte moins affectés par l'upwelling. Les expériences de marquage, n'ayant été réalisées qu'en saison chaude et les recaptures n'ayant porté que sur un nombre limité d'individus, interdisent d'affirmer que le caractère sédentaire de l'espèce soit absolu.

#### 4 - LA PONTE.

##### 4.1. Stades sexuels.

En abordant cette étude, les particularités que présente par rapport aux poissons des régions tempérées la maturation des produits sexuels chez les poissons tropicaux nous sont apparues : un poisson peut pondre plusieurs fois au cours d'une même période de frai et corrélativement deux stades sexuels peuvent se superposer dans une même gonade (Poinsard et Troadec, 1966).

Ultérieurement, Fontana (1969) et Fontana & Le Guen (1969) ont étudié spécialement le processus de maturation des ovocytes et des spermatozoïdes chez les sardinelles et chez les Pseudolithus (Fonticulus) elongatus de la région de Pointe Noire: l'ovaire en période d'activité sexuelle contient des ovocytes répartis en plusieurs classes de taille (diamètre). Avant la ponte, seule la plus grande classe termine son évolution jusqu'à l'émission des oeufs. Ce n'est qu'après celle-ci que la classe suivante poursuit à son tour la même évolution. Le phénomène se produit plusieurs fois au cours d'une même saison de ponte. Il en résulte que le nombre d'oeufs pondus au cours d'une saison est supérieur au nombre d'ovocytes mûrs présents dans l'ovaire avant la ponte. L'étude de la fécondité doit donc tenir compte de ce nombre d'émissions successives, nombre qui n'a pu être précisé jusqu'à présent. Le processus de maturation chez les mâles paraît identique.

A partir de ces observations, une échelle des stades sexuels conforme à ces particularités est décrite : elle tient compte de l'aspect macroscopique de la glande mais aussi du nombre de classes de taille et des tailles moyennes des ovocytes présents dans l'ovaire. La similitude des phénomènes

observés d'une part chez les sardinelles et d'autre part chez les Sciaenidés, Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus devrait s'étendre à de nombreuses autres espèces tropicales : cette échelle doit être applicable directement aux Pseudotolithus senegalensis

Dans notre travail réalisé à partir d'observations antérieures à cette étude, l'échelle d'Anyà (in Longhurst, 1964,1) a été utilisée. Elle est calquée sur les échelles classiques mises au point chez les poissons des mers tempérées (Hjort, 1911 - Wood, 1930), chez lesquels une seule classe d'ovocytes est présente dans l'ovaire pendant la période de maturation et évolue jusqu'à l'émission qui se produit une seule fois par an. Après un stade I au cours duquel le sexe n'est pas identifiable à l'oeil nu, cette échelle distingue six stades chez les femelles (stade VI au moment de l'émission et stade VII, ovaire épuisé) et quatre stades chez les mâles (stade IV, testicule coulant). Du fait du processus particulier de maturation des produits sexuels, deux stades sexuels de cette échelle peuvent se superposer dans une même gonade. Ceci apparaît principalement lorsqu'au moment ou juste après une ponte une nouvelle classe d'ovocytes entame son évolution ultime : on rencontre alors de nombreux stades VI - IV ou VII - IV chez les femelles ; chez les mâles les stades V sont souvent difficiles à distinguer des stades III. Malgré cette imprécision une telle échelle suffit à fixer sans ambiguïté les périodes de maturation et d'émission des produits sexuels.

#### 4.2. - Sex ratio.

Longhurst (1964,1) a constaté que le sex ratio des Pseudotolithus senegalensis échantillonnés sur le plateau continental nigérian suivait au cours de l'année un cycle qui pouvait être rattaché à celui de la ponte : les captures sur les lieux de pêche contiennent une proportion maximale de femelles

pendant la période de repos sexuel, proportion qui diminue de façon appréciable en période de frai. Cette observation étaye l'hypothèse de la localisation de la ponte en eaux très peu profondes, au voisinage de la côte, où les chalutiers ne peuvent exercer leur activité.

Analysés globalement, les échantillons prélevés devant Pointe Noire conduisent aux mêmes conclusions générales. Toutefois une analyse plus fine permet de mieux comprendre les fluctuations observées dans le sex ratio.

#### 4.2.1. - Influence de la taille moyenne des échantillons.

Si l'on calcule les pourcentages d'individus au stade I, de mâles et de femelles pour chaque intervalle de taille, à partir de l'ensemble de tous les sous-échantillons récoltés pendant un an devant Pointe Noire, les valeurs ainsi obtenues évoluent de la façon suivante en fonction de la taille des individus (fig. 15) :

- le sexe commence à se distinguer à l'oeil nu à partir de 14 cm (LT) et ceci plus tôt chez les mâles que les femelles. Il résulte de cette dernière particularité que jusqu'à 25 cm on observe plus de mâles que de femelles.
- à partir de 25 cm, les sexes étant bien caractérisés, la proportion entre mâles et femelles devient normale : le sex ratio reste voisin de 50 % jusqu'à la taille de 40 centimètres.
- de 40 à 48 centimètres le pourcentage de mâles diminue progressivement jusqu'à s'annuler.
- au delà de 48 centimètres, taille maximale observée chez les mâles, il ne reste plus que des femelles.

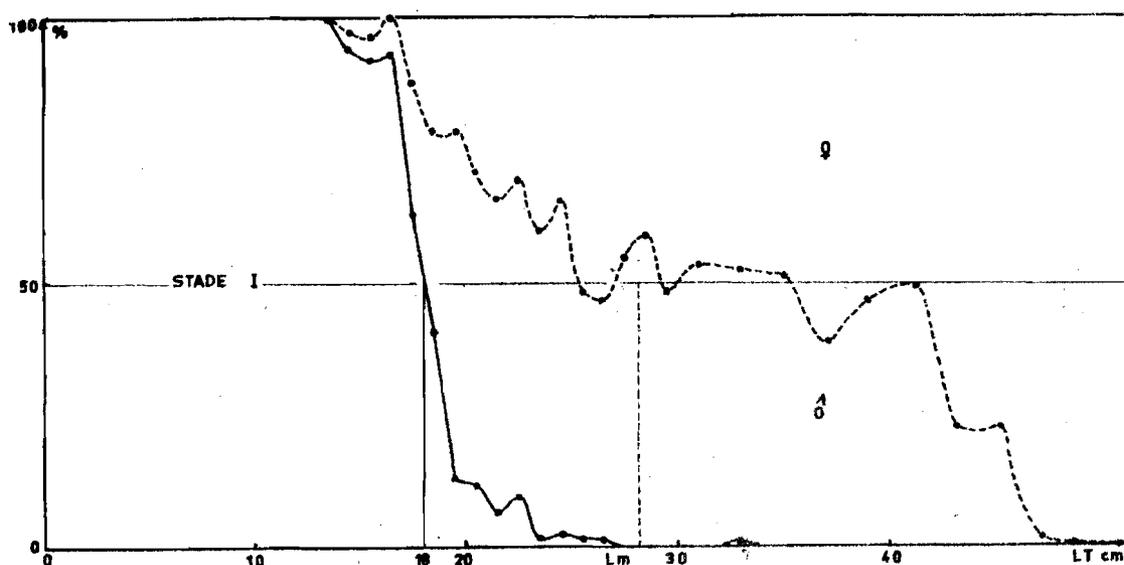


Figure 15 - Pourcentages d'individus au stade I, de mâles et de femelles en fonction de la taille (radiale de Pointe Noire : ensemble des échantillons).

Il en résulte que la taille moyenne d'un échantillon peut influencer de façon appréciable le sex ratio. En effet, les classes d'âge ne sont pas réparties uniformément sur le fond ; au contraire on observe souvent une stratification bathymétrique de ces classes entraînant une variation secondaire du sex ratio avec l'immersion. Pour éviter un biais dû à la détermination plus précoce du sexe mâle chez les jeunes individus, le sex ratio des échantillons a été calculé sans tenir compte des immatures, c'est-à-dire de longueur totale inférieure à 28 cm.

#### 4.2.2. - Résultats.

L'analyse des échantillons capturés devant Pointe Noire dégage les faits suivants :

- Le sex ratio est presque toujours favorable aux mâles à l'immersion de 15 mètres (seulement 30 à 40 % de femelles). Cependant les pêches réalisées sur les fonds de 10 à 15 mètres devant l'embouchure du fleuve Kouilou le 21 janvier et le 3 octobre 1964 contenaient respectivement 51 et 77 % de femelles. Les échantillons mesurés alors étaient composés d'individus de taille nettement supérieure à celle des échantillons recueillis le reste de l'année à ces immersions devant Pointe Noire. Les données de Collignon (1960) confirment ces observations : l'auteur constate tout au long de l'année une nette prédominance des mâles sur les fonds de 15 à 30 mètres devant la côte du Congo et du Gabon. Par contre en saison chaude (décembre et février) les femelles l'emportent sur les mâles devant les embouchures des rivières Animba (Gabon) et Kouilou (Congo).

- En général la proportion de femelles augmente avec la profondeur, lentement jusqu'à 30 mètres, puis plus rapidement au-delà. A partir de 35 mètres les femelles l'emportent presque toujours sur les mâles, le pourcentage pouvant atteindre 80 % à partir de 50 mètres. Ceci reste vrai même en saison chaude pendant la ponte : il reste toujours au large des reproducteurs mâles et femelles.

Ces variations du sex ratio avec l'immersion de capture se comprennent si l'on tient compte de la stratification des classes d'âge ou de taille qui apparaît devant Pointe Noire perpendiculairement à la côte (Trodec, 1968) : les plus jeunes individus se capturent surtout près de celle-ci ; ils s'en éloignent ensuite d'autant qu'ils deviennent plus âgés. Cette répartition est surtout nette en saisons froides lors du repos sexuel. Dans les échantillons la proportion de femelles augmente de la côte vers le large. Cette distribution est moins évidente en saison chaude pendant la ponte. Les reproducteurs quitteraient alors au moins partiellement leur habitat d'hiver pour se rapprocher des lieux de ponte très côtiers. Il en résulterait une augmentation de la densité des grands individus. Les déplacements

saisonniers de la localisation de l'effort de pêche sont à rapprocher de ce schéma : les chalutiers ponténégrins pêchent le plus souvent par petits fonds en saison chaude (de 10 à 15 mètres et jusqu'à 8 mètres devant Bas Kouilou, Loango et la Pointe Indienne) et plus profondément (20 - 25 mètres) en saison froide (Poinsard, com. pers.).

Toutefois les pêches systématiques réalisées devant Grand Bassam ne mettent pas en évidence une stratification bathymétrique aussi nette des classes de taille.

#### 4.3. - Taille à la première reproduction.

Comme il est difficile de distinguer avec certitude parmi les femelles au stade III les individus nullipares de ceux qui ont déjà pondu, et qu'il n'a pas été possible d'identifier des anneaux de ponte sur les otolithes, la taille à la première reproduction a été déterminé de la manière suivante à partir des échantillons recueillis sur la radiale de Pointe Noire : sur ceux récoltés pendant les périodes de ponte, les pourcentages de femelles aux stades VI et VII par rapport au nombre total de femelles sont calculés pour chaque intervalles de taille de 1 centimètre. En dépit de la dispersion appréciable des points l'évolution générale de ces pourcentages en fonction de la taille apparaît (fig. 16) :

- on n'observe pas de femelle VI ou VII avant 24 centimètres ;
- puis le pourcentage de femelles pondant ou ayant pondu augmente ;
- à partir d'une certaine taille (32,5 centimètres environ), on peut considérer que, compte tenu de la dispersion des points, les pourcentages n'augmentent plus avec la taille : nous avons atteint la fréquence maximale observable de femelles au stade VI et VII. Nous admettons que toutes les femelles ont alors atteint la taille à laquelle elles se reproduisent. Ce palier ne coïncide pas avec les 100 % d'observations, car il y a toujours au

moment de l'observation des femelles ayant déjà pondu et en cours d'évolution (stades IV et V). Une confirmation de ce fait peut-être avancée si l'on ajoute aux pourcentages de femelles VI et VII, les pourcentages de femelles prêtes à pondre (stade V) : dans ce cas, le palier est atteint pour une taille comparable à celle observée précédemment, et les pourcentages obtenus sont plus proches des 100 %. Si nous admettons qu'au niveau du palier, toutes les femelles ont atteint la taille de reproduction ( $L_m$  (100 %) = 32,5 cm), nous pouvons déterminer  $L_m$  (50 %) comme la taille à laquelle la fréquence de 50 % du maximum observable sera atteinte et, de la même façon  $L_m$  (10 %). Soit d'après la figure 16 :

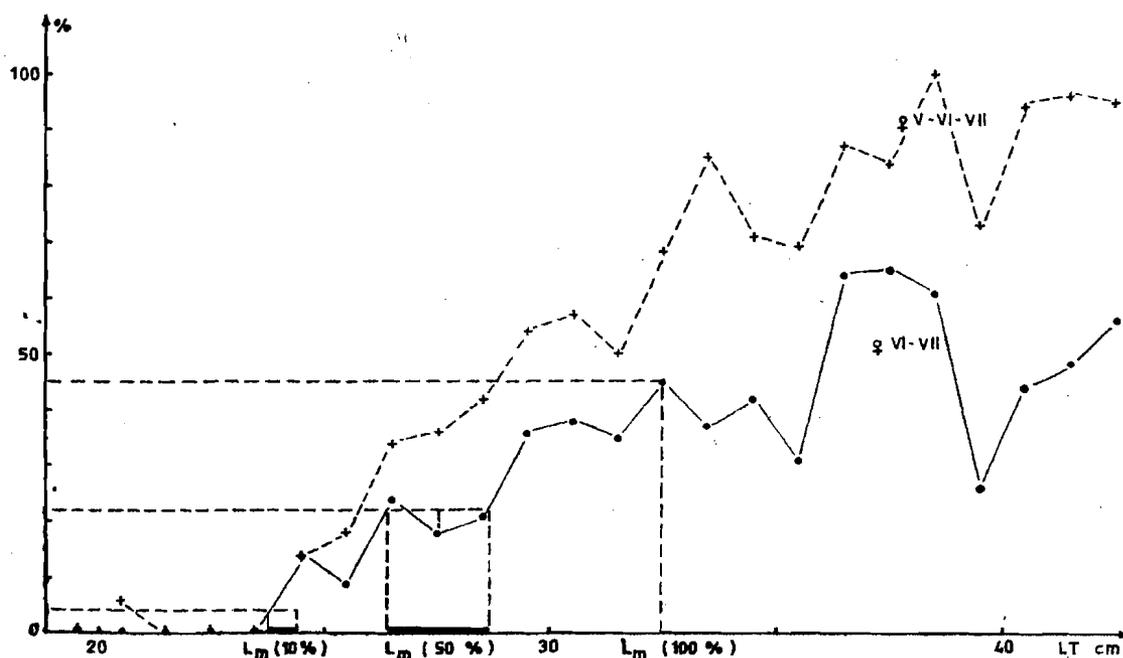


Figure 16 - Taille à la première reproduction : en fonction de la longueur totale, pourcentage de femelles VI et VII d'une part et de femelle V, VI et VII d'autre part, calculés par rapport au nombre total de femelles capturées pendant les périodes de ponte (radiale Pointe Noire).

- $L_m$  (100 %) = 32,5 cm.
- $26,4 \text{ cm} < L_m$  (50 %) < 28 cm.
- $23,8 \text{ cm} < L_m$  (10 %) < 24,4 cm.

Effectué séparément sur les échantillons recueillis en petite et en grande saison chaude, soit au cours des deux périodes de ponte, ce traitement conduit aux mêmes résultats.

Longhurst (1964,1) donne des valeurs légèrement supérieures pour la population pêchée au Nigéria :

- $L_m$  (50 %) = 35,0 cm.
- $L_m$  (10 %) = 25,0 cm.
- $L_m$  (1 %) = 22,0 cm.

D'autre part toujours sur le même stock, Bayagbona (1963,2) a décelé des allométries dans la régression de la longueur des nageoires paires en fonction de la longueur standard, le changement de pente se produisant à la taille de 23,0 cm (LT). Cette taille coïncide avec celles données pour la première maturité.

#### 4.4. - Périodes de ponte.

##### 4.4.1. - Observations sur le plateau continental congolais.

Les pourcentages de femelles au stade VI, calculés par rapport au nombre total de femelles capturées ayant atteint ou dépassé la taille à la première maturité ( $LT \geq 28 \text{ cm}$ ) sont reportés, en fonction du temps et de l'immersion de capture (fig. 17). Le cycle de ponte suivant apparaît :

- les deux saisons de ponte se situent de janvier à mai et de septembre à octobre. Elles correspondent exactement aux deux saisons chaudes du cycle annuel.

- Corrélativement la ponte s'arrête totalement en juin, juillet et août (grande saison froide) et totalement (1964 - 1965) ou partiellement (1963 - 1964) en décembre - janvier (petite saison froide).

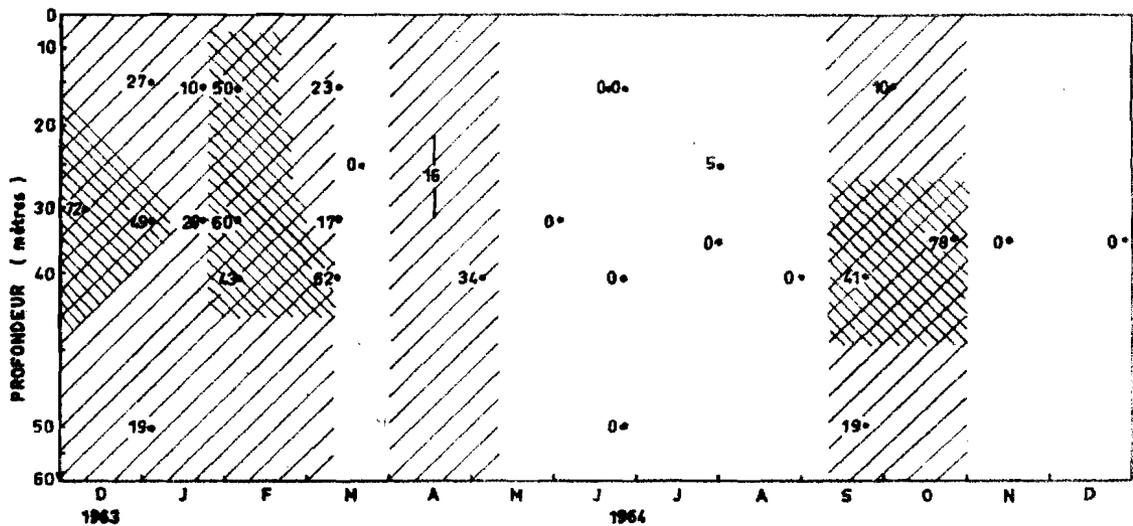


Figure 17 - Périodes de ponte : pourcentages de femelles VI par rapport au nombre total de femelles ayant atteint la taille de première reproduction, dans les différents échantillons récoltés sur le plateau continental devant Pointe Noire. La localisation des captures est indiquée par la profondeur de chalutage.

Sur ce schéma des modifications secondaires peuvent apparaître. Ainsi en mars 1964 un arrêt de la ponte, coïncidant avec le changement hydro-climatique survenu en pleine grande saison chaude, paraît s'être produit : le seul échantillon récolté le 20 mars ne contenait aucune femelle au stade VI. Mais cet incident doit être considéré comme aussi exceptionnel que le refroidissement observé simultanément (voir chapitre 2.1.3.1.).

Les fréquences de femelles au stade V et au stade VII suivant un cycle synchrone mais décalé. Il est moins aisé de déduire le cycle de la ponte des fréquences d'observation des stades sexuels chez les mâles, car les stades III et IV sont difficiles à séparer. Mais les mâles au stade IV caractérisé ne se rencontrent que pendant les saisons chaudes.

Les travaux antérieurs de Collignon (1960) situaient également la ponte entre octobre et avril lorsque la température à 15 mètres dépasse  $22^{\circ}5$  C. Cet auteur ne signale pas à partir de la détermination des stades sexuels de réduction de la ponte pendant la petite saison froide. Pourtant il l'a soupçonnée puisqu'il observe que les classes annuelles sont dédoublées : elles présentent deux modes sur les histogrammes (Collignon, 1957°). La diminution importante de l'intensité de ponte au cours de cette période de l'année ne peut être niée, car deux nouvelles classes d'âge apparaissent chaque année, trois mois environ après l'époque du frai. Ces recrutements ont été observés en janvier et juillet 1964 (fig. 21), en mars (pas d'échantillonnage en janvier et février) et en juin 1965. Les paires de classes annuelles nées antérieurement sont aisément identifiables sur les histogrammes jusqu'à 35 - 40 centimètres (LT) (fig. 21). Au Nigéria Longhurst (1964,1) situe la ponte également pendant la période chaude lorsque la température de surface dépasse  $27^{\circ}5$  C.

Le fait que la ponte se produise lors des saisons marines chaudes n'implique pas obligatoirement que la température soit le facteur qui la détermine. Nous savons que sur le plateau continental congolais la couche de couverture est presque toujours chaude et dessalée (eaux quiniennes) et que sa présence coïncide avec les saisons des pluies et les crues des fleuves (voir chapitres 2.1.3.1. et 2.2.). Au Nigéria, les salinités de surface publiées par Longhurst (1964,2) montrent que le cycle de la salinité superficielle est synchrone de celui plus détaillé que Vincent - Cuaz (sans indication de date) a observé à Cotonou

(Dahomey). Les valeurs recueillies à Lagos restent toujours basses à la côte ( $S^{\circ}/\text{‰} \leq 34,6$ ) et la présence "d'eaux tropicales" y est improbable. Comme à Pointe Noire, en surface les deux minima de salinité correspondent aux températures les plus élevées (en mai-juin et secondairement d'octobre à décembre), tandis que les deux maxima de salinité se produisent lorsque la température de surface est la plus basse (de juillet à septembre et secondairement en février-mars).

Dans ces deux régions, le milieu au moment de la ponte est caractérisé autant par sa dessalure que par sa température élevée. La localisation probable de la ponte près des embouchures des fleuves ou des lagunes suggère comme hypothèse que la dessalure ou tout autre facteur lié à l'arrivée d'eau douce pourrait également jouer un rôle important dans son déterminisme.

#### 4.4.2. - Observations sur le plateau continental ivoirien.

Devant la Côte d'Ivoire la température et la salinité de la couche d'eau superficielle ne sont pas aussi étroitement liées qu'au Congo ou au Nigéria (voir chapitre 2.1.3.2. et 2.2.). L'étude du cycle de la ponte pourrait peut-être permettre, par des comparaisons entre les périodes où ces paramètres sont dissociés, de distinguer leur rôle particulier.

Comme les femelles aux stades V et VI n'ont été capturées qu'en faibles quantités sur la radiale de Grand Bassam, l'évolution du rapport gonadosomatique a été préférée pour situer les périodes de ponte. Ce rapport a été calculé pour l'ensemble des femelles matures ( $LT \geq 30$  centimètres) capturées à chaque radiale et exprimé dans les unités suivante :

R.G.S. = poids des gonades (g)  $\times 10^3$  / poids du corps (g).  
Il est élevé pendant la première moitié de l'année, du début janvier à la fin juillet, diminue fortement pendant l'upwelling de la grande saison froide, puis présente un pic secondaire

avec le retour de la couche de couverture pour redescendre avant la fin de la petite saison chaude (fig. 18).

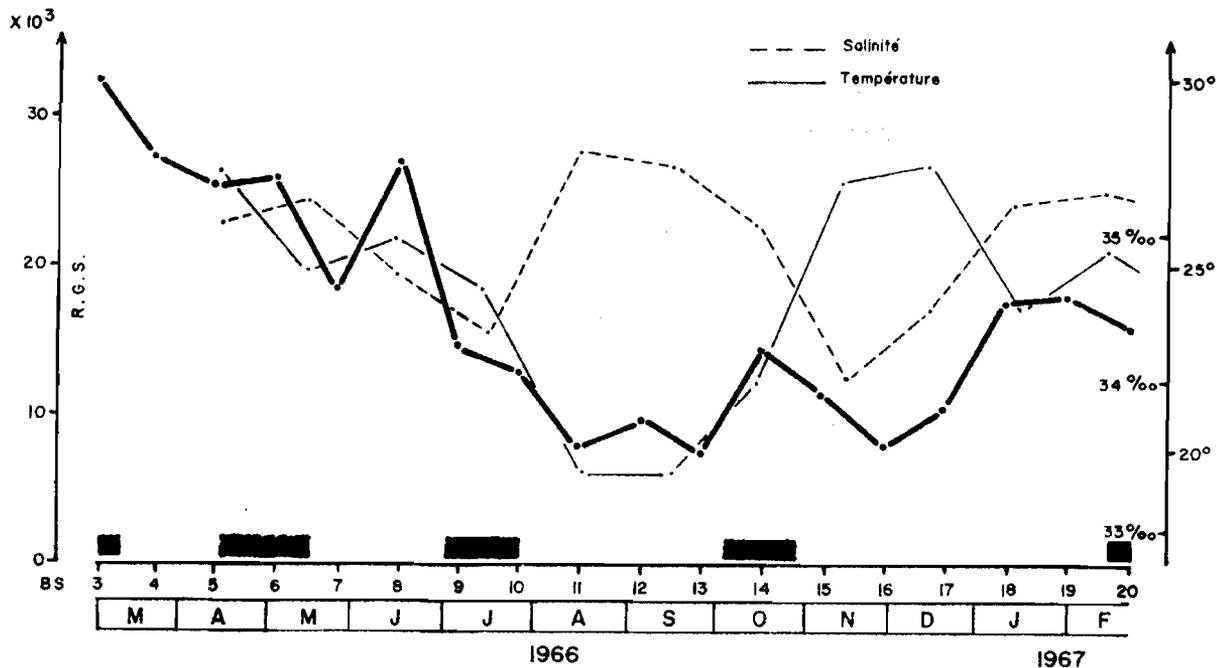


Figure 18 - Radiale de Grand Bassam : évolution saisonnière du rapport gonado somatique (—) et pics de ponte présumés des 4 classes d'âge dont le recrutement a été observé (■), (la température et la salinité moyennes mensuelles observées à la station côtière (10 m) sont également représentées).

Les distributions de fréquence établies à chaque radiale font apparaître quatre recrutements annuels de mars 1966 à mars 1967. Les modes de ces classes passaient par la longueur 15 centimètres (LT) aux dates suivantes : fin février (°) mi-juin, mi-août et mi-novembre. L'extrapolation vers l'origine des courbes de croissance suivies par la méthode de Petersen permet d'avancer les dates de naissance suivantes : fin février, fin avril, mi-juillet et mi-octobre (fig. 18).

(°) - Observé en 1966 et 1967.

Ces données ne sont pas très précises. La rareté des femelles prêtes à pondre au niveau de la radiale de Grand Bassam indique que les lieux de ponte doivent être relativement éloignée de la localisation de l'échantillonnage. Il est donc possible que le cycle du rapport gonadosomatique observé présente des différences ou des décalages par rapport au cycle réel de ponte. Enfin l'extrapolation des courbes de croissance laisse une imprécision d'au moins quinze jours sur les dates de naissance des classes dont le recrutement a été constaté. Cette imprécision ne permet pas de répondre au problème posé avec certitude.

Toutefois il apparaît que les périodes de ponte présumées se situent toute pendant les périodes chaudes : le rapport gonadosomatique baisse rapidement lorsque l'upwelling de grande saison froide se déclenche. Si les dates de naissance de deux classes d'âge se situent au moment des dessalures superficielles consécutives aux crues des fleuves et aux saisons des pluies (juillet et octobre), la température de l'eau est alors encore élevée (début juillet) ou entame une brusque remontée (mi-octobre). Par contre les deux autres dates de naissance présumées (février et fin avril), qui correspondent également à la période où le rapport gonado-somatique est le plus élevé, se placent en saison sèche et pendant l'étiage des fleuves. Pendant cette période (février à mai) la couche de couverture est chaude, mais sa dessalure reste limitée (eaux tropicales). L'apparition de plusieurs classes au cours de la grande saison chaude pourrait résulter de ralentissements de l'intensité de ponte consécutifs aux remontées brusque mais de courte durée de la thermocline à cette époque de l'année.

Malgré l'imprécision des données, cette analyse ne suggère donc pas que la dessalure puisse jouer un rôle dans le déterminisme de la ponte.

#### 4.5. - Localisation.

Les pourcentages de femelles au stade VI rencontrées sur la radiale de Pointe Noire (fig. 17) inciteraient à penser que la ponte se situe à tous les niveaux de l'habitat des Pseudolithus senegalensis. En fait les stades dénommés VI correspondent plus exactement à un état de maturation légèrement antérieur à la ponte réelle, car l'expulsion des oeufs n'était obtenue que sous une assez forte pression sur la paroi abdominale, et que parmi les oeufs expulsés une fraction seulement était translucide.

Par contre lors de l'embarquement du 23 au 25 octobre 1965 sur le chalutier "Trouz ar Moor", en pêche devant l'embouchure du fleuve Kouilou sur les fonds de 10 à 12 mètres, les stades VI rencontrés sur les femelles étaient mieux caractérisés. De plus les prises contenaient une proportion supérieure à la normale de femelles âgées (voir chapitre 8.2.1.). Deux autres sorties réalisées également en saisons chaudes devant Bas Kouilou ont fourni des résultats similaires. Pendant cette période les chalutiers congolais se rapprochent d'ailleurs de la côte près des embouchures où les prises par unité d'effort sont les meilleures (voir chapitre 4.2.2.).

A Victoria Beach près de Lagos (Nigéria) Dowson a signalé que les captures à la senne de plage les plus fortes s'obtiennent de novembre à avril au moment de la ponte (in. Mac Laren, 1948). Ces observations sont confirmées par les statistiques recueillies ultérieurement par le Federal Fisheries Service de ce pays (Longhurst, 1966).

Sur la radiale de Pointe Noire les jeunes individus se capturent surtout près de la côte lors du recrutement et les histogrammes dressés à chaque station suggèrent une migration progressive de ces jeunes vers le large. Parallèlement Longhurst

(1966) note que les jeunes individus sont plus abondants devant le delta du Niger que devant Lagos ou Cotonou.

En Côte d'Ivoire le phénomène est encore plus net : une seule femelle V - VI a été capturée sur la radiale de Grand Bassam (6 700 poissons observés dont 1 480 femelles de longueur supérieure à 30 centimètres) et les femelles V restent peu abondantes. Par contre le 30 mars 1967 au village de Sassandra, nous avons pu observer lors du débarquement des pirogues fanti une femelle de Pseudotolithus senegalensis et plusieurs femelles de Pseudotolithus typus au stade VI caractérisé : les oeufs parfaitement translucides coulaient facilement. Ces poissons avaient été capturés au trémail devant Dagbégo non loin de l'embouchure du fleuve Sassandra et par très petits fonds (4 m).

Toutes ces observations indirectes autorisent à penser que la ponte se localiserait à de faibles profondeurs et sans doute au voisinage des embouchures de rivières ou de lagunes. Longhurst (1964,1) émet la même hypothèse pour expliquer le cycle du sex ratio sur le plateau continental. Cette localisation qui rend la ponte difficilement observable directement semble être une règle assez générale chez les Sciaenidés. Chez les Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus du Congo et du Kouilou, Le Guen (1971) n'a pu capturer de très jeunes individus et des adultes prêts à pondre qu'à l'intérieur de l'embouchure de ces deux fleuves. Dans leur travail sur les Sciaenidés des côtes américaines du Golfe du Mexique et de l'Océan Atlantique, Hildebrand et Cable (1932) indiquent qu'en règle générale les femelles sur le point de pondre ne sont que très rarement capturées en mer ; la ponte a lieu très près de terre ou même dans les eaux intérieures (Cynoscion nebulosus, Menticirrhus americanus), les jeunes restent un certain temps près du rivage avant de gagner l'habitat plus profond des adultes. Enfin Lowe (1962) constate chez la plupart des Sciaenidés de Guyanne Britannique (Macrodon ancylodon, Cynoscion virescens) une migration vers la terre avant la ponte, qui se produit pendant la saison des pluies.

## 5 - DETERMINATION DIRECTE DE L'AGE PAR LA LECTURE DES OTOLITHES °.

Dans les mers tropicales l'existence d'un cycle hydroclimatique annuel comportant souvent plus d'une période, dont l'amplitude reste faible, se répercute sur les cycles de la plupart des paramètres biologiques, en particulier sur ceux, tels que la ponte, le régime alimentaire et le facteur de condition, dont l'observation est à la base de l'analyse des populations de poissons. Il en résulte que l'évaluation des paramètres dynamiques, croissance et mortalité par exemple, qui déterminent la biomasse et la productivité de ces populations se heurtent à de sérieuses difficultés.

Si ces évaluations sont basées sur la détermination directe de l'âge, le décompte et l'interprétation des anneaux sur les structures osseuses se révèlent ardues, car ces anneaux sont à la fois peu contrastés et multiples, ceci en relation avec l'existence de plusieurs périodes chaque année dans les cycles des facteurs qui déterminent leur formation.

Les mêmes causes entraînent des difficultés comparables lorsque sont utilisées des méthodes indirectes basées sur la décomposition en strates élémentaires, classes d'âge par exemple, des histogrammes représentatifs des populations. L'existence d'une période de ponte largement étalée, souvent elle-même fractionnée, se répercute sur ces histogrammes : les modes nombreux et mal individualisés s'estompent vite avec l'âge car parallèlement la variance de chaque classe augmente tandis que la distance qui sépare deux modes successifs diminue. L'étude de la croissance par la méthode de Petersen comme celles des mortalités par analyse des distributions polymodales se révèlent au moins partiellement décevantes. Le recours à des techniques mathématiques, méthode de Cassie (1954) ou de Tanaka (1956), pour

---

° - Travail réalisé en collaboration avec F. Poinard.

ces dissections n'apportent pas toujours, du fait même de la structure des distributions sur lesquelles elles sont appliquées, la clarté que l'on pourrait attendre de leur rigueur.

Chez les Pseudotolithus senegalensis, le brûlage des otolithes suivant une technique voisine de celle employée par Møller Christensen (1964) sur les otolithes des soles de la Mer du Nord, a permis, en accentuant le contraste entre les anneaux, leur décompte et leur interprétation, autorisant ainsi la mise au point d'une méthode de détermination directe de l'âge.

Une étude parallèle des écailles a été abordée. Bien que des anneaux y apparaissent saisonnièrement, leur identification est beaucoup moins aisée que pour les otolithes traités par brûlage. La conclusion donnée par Saetersdal (1953) à son travail sur la détermination de l'âge du Haddock norvégien s'applique parfaitement ici : "the otolith is a more sensitive instrument than the scale and records smaller differences in the condition of the fish than does the scale".

#### 5.1. - Technique de lecture.

Les otolithes (sagitta) de Pseudotolithus sont de très grosse taille : lorsqu'on les observe directement sans traitement préalable, leur épaisseur les rend opaques à l'exception de la zone périphérique. Il est indispensable de les meuler pour pouvoir observer les couches internes. Cette opération se fait sous l'eau avec le matériel classique (Bedford, 1964). Pour des commodités de manipulation et de rapidité opératoire, la moitié interne arrière de l'os est supprimée de façon à obtenir une coupe oblique allant de l'extrémité antérieure interne à l'extrémité postérieure externe (fig. 19). Sous le sillon et le méplat de la face supérieure de l'otolithe se prolonge une structure osseuse différente de celle du reste de l'os. Ces deux structures

se rejoignent au centre, matérialisant ainsi le nucleus par lequel doit obligatoirement passer la coupe : seule la nature de cette partie de l'os la plus tôt formée permet de déterminer avec certitude la date de naissance du poisson.

Après meulage, les otolithes sont chauffés sur une toile métallique disposée au dessus de la flamme d'un bec Bunsen, réduite au minimum ; les otolithes des jeunes individus demandent à rester plus clairs et donc à être moins chauffés que ceux des gros. La coupe obtenue, éclaircie au xylène, s'observe à la loupe binoculaire sous lumière incidente.

On révèle ainsi une série d'anneaux alternativement brun foncé (qui correspondent aux zones hyalines sur l'otolithe non brûlé) et blanc (correspondant aux zones opaques), dont le nombre varie en fonction de la taille du poisson. Ces anneaux apparaissent périodiquement ainsi que cela se produit chez les poissons des mers tempérées. Leur dénombrement ne présente pas de grosses difficultés surtout sur les individus d'une certaine taille, la largeur relative des anneaux étant alors plus évidente. Toutefois, avant d'entreprendre ce décompte, la périodicité d'apparition de ces anneaux doit être impérativement précisée. En effet, dans nos régions, le cycle annuel de l'hydroclimat comme celui déterminant la condition du poisson peuvent présenter plus d'une période, entraînant ainsi la formation de plus d'un anneau de chaque type chaque année.

## 5.2. - Périodicité d'apparition des anneaux.

En vue de préciser cette périodicité, la nature du dernier anneau déposé à la périphérie de l'otolithe a été suivie sur des poissons capturés régulièrement pendant un an. Un synchronisme évident apparaît entre la nature de ce dépôt périphérique et les conditions hydrologiques régnant au moment de la mort

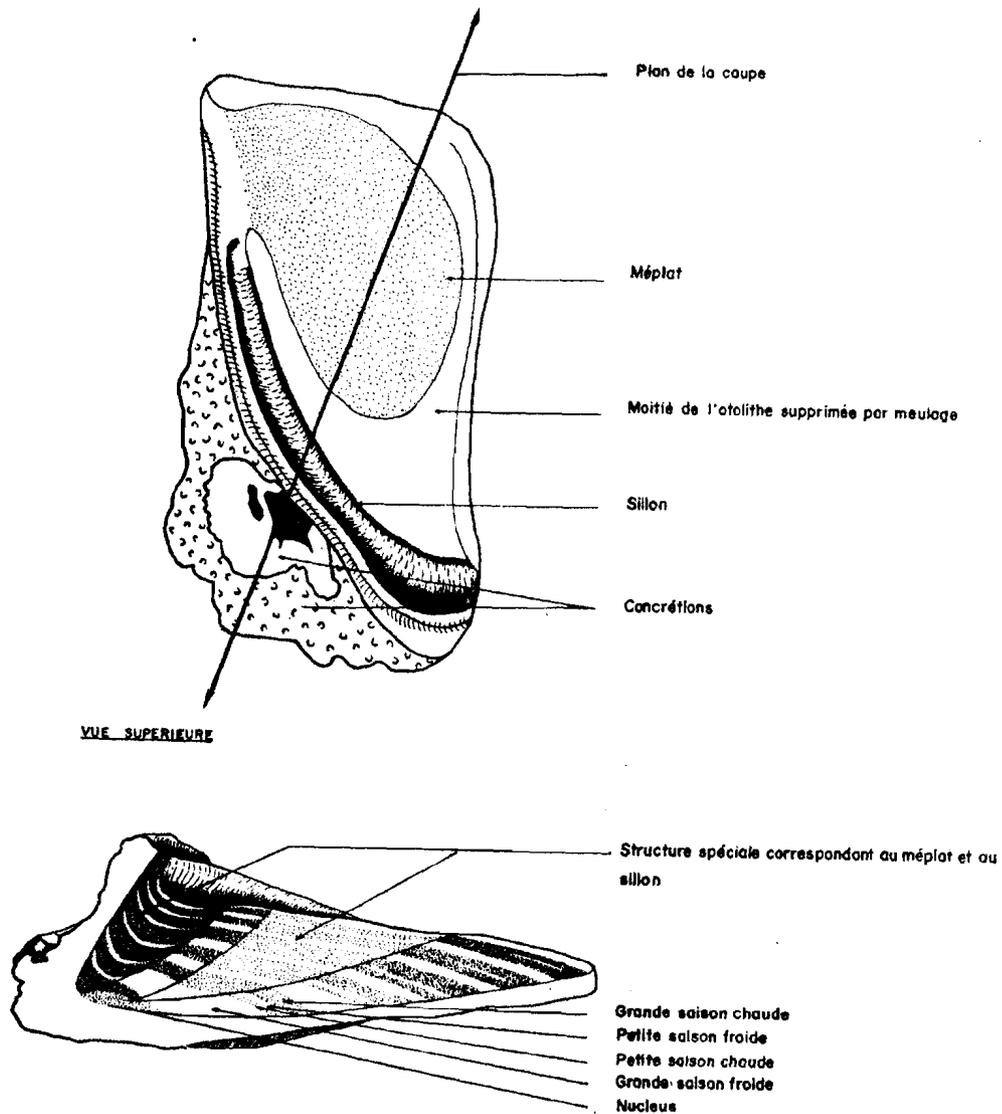


Figure 19 - Otolithe gauche de Pseudotolithus senegalensis : poisson de 5 ans +, né en grande saison chaude 1959 et pêché en grande saison froide 1964.

de l'individu : en saisons froides un anneau blanc opaque se dépose alors qu'en saisons chaudes on observe au contraire à la périphérie un anneau hyalin qui noircit au brûlage (fig. 20). Les phénomènes sont identiques chez les Pseudotolithus typus.

Quatre anneaux se forment ainsi chaque année chez les Pseudo-tolithus des côtes congolaises, deux blancs et deux foncés, ceux des petites saisons, froide ou chaude restant plus discrets en épaisseur et dans leur caractérisation que ceux des grandes saisons. De même, les saisons anormales se reflètent sur les otolithes. Ainsi, chez les poissons nés avant 1958, année exceptionnellement froide, l'anneau de la grande saison froide de cette année est particulièrement bien marqué. Mais un tel synchronisme n'implique aucune hypothèse sur les facteurs déterminant la formation des anneaux.

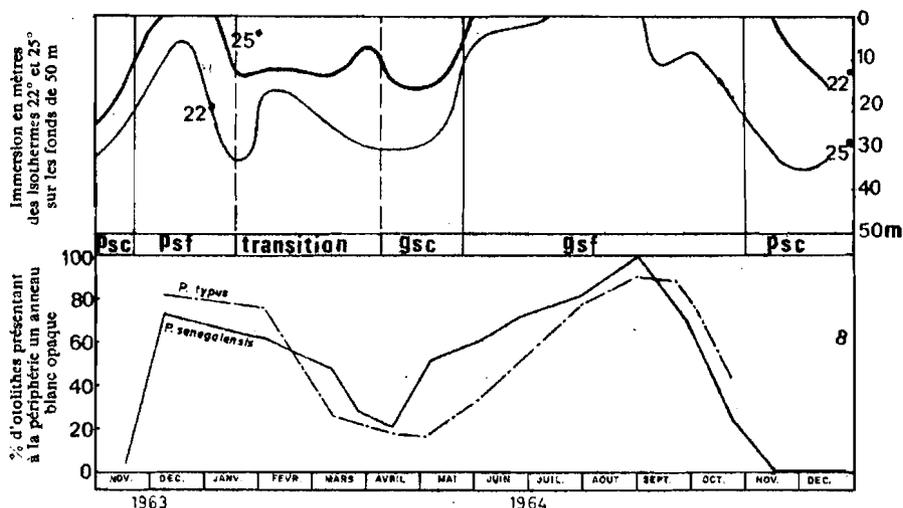


Figure 20 - Périodicité d'apparition des anneaux sur les otolithes et hydroclimat (radiale Pointe Noire).

L'importance des anneaux blancs prépondérante au début de la vie diminue progressivement avec l'âge (fig. 19) : chez les jeunes individus, cet anneau apparaît plus tôt et disparaît plus tard que chez les vieux. De ce fait lors des changements de saison, la courbe du pourcentage d'otolithe à bord blanc présente à un moment donné une certaine variabilité suivant l'âge moyen de l'échantillon. Par exemple l'échantillon

des individus capturés le 1er août 1964, soit au début de la grande saison froide, était composé ainsi :

	LT > 40 cm	LT ≤ 40 cm
◦ Longueur des individus		
◦ Effectif n	93	81
◦ Nombre d'otolithes à bord blanc	64 (69 %)	78 (96 %)
◦ Différence des fréquences	0,275	
◦ $s_d^2$	0,00347	
◦ t	79	

Les fréquences observées diffèrent très significativement suivant la taille des individus d'où proviennent les otolithes. Dans l'échantillon du 31 août, la grande saison froide étant bien entamée, tous les poissons même les plus grands présentaient des otolithes à bord blanc.

Aux périodes de transition, lorsque l'habitat de la population se trouve coupé par la thermocline, la nature de l'anneau périphérique peut également varier suivant les conditions de milieu, froides ou chaudes, régnant à l'immersion de capture. Ainsi sur un échantillon de Pseudotolithus typus pêché le 11 mars 1964, Poinard (Poinard et Troadeo, 1964) a observé les fréquences suivantes :

	17 m	32 m	40 m
◦ Immersion	: 17 m	32 m	40 m
◦ Effectifs n	: 29	23	25
◦ Nombre d'otolithes à bord blanc	5 (17%)	19 (83 %)	20 (80 %)

Thermocline

La différence des fréquences d'individus dont les otolithes ont un bord blanc peut être testée entre les deux sous-échantillons séparés par la thermocline :

◦ Différence des fréquences	: 0,640
◦ $s_d^2$	: 0,0136
◦ t	47

Cette différence hautement significative indique que de part et d'autre de la thermocline les conditions ambiantes différentes agissent sur la formation des anneaux dans les structures osseuses.

### 5.3. - Lecture des otolithes.

Elle s'appuie sur l'existence de deux périodes principales de naissance, qui coïncident avec les deux saisons chaudes annuelles (voir chapitre 4.4.1.) et sur la formation périodique de deux types d'anneaux différents.

#### 5.3.1. - Lecture du nucleus.

Bien qu'au début de la vie du poisson les anneaux bruns soient discrets, il est en général toujours possible de distinguer, même dans la zone (nucleus) correspondant aux six premiers mois de la vie, des anneaux plus foncés séparant ceux très caractérisés déposés en saisons froides. Les deux classes d'âge qui apparaissent chaque année se distinguent d'après la nature de leur nucleus. Pour cela il suffit de se référer à la position du grand anneau blanc opaque correspondant à la première grande saison froide.

- Sur certains otolithes, cet anneau opaque est très central donnant un nucleus à dominance blanche. Au centre de cet anneau on observe une petite zone centrale plus foncée. Ces individus sont nés au cours de la grande saison chaude (février - mai). Cette dernière correspond à la petite zone centrale foncée, laquelle est plus ou moins développée suivant que le poisson est né au début ou à la fin de cette saison de ponte. Elle peut même ne pas exister si l'individu est né tout à la fin de cette saison.

- A l'inverse les autres otolithes ont un nucleus à dominante foncée. Les individus correspondants sont nés au cours de la petite saison chaude (octobre - décembre). Le nucleus foncé correspond à cette petite saison chaude et à la grande saison chaude suivante. La petite saison froide intermédiaire apparaît souvent sous la forme d'un très petit anneau blanc séparant deux plaques plus foncées. Au delà on retrouve le grand anneau blanc de la grande saison froide suivante.

Une certaine ambiguïté peut se présenter pour les individus nés à la fin ou tout au début d'une saison de ponte. La distinction entre les poissons nés en fin de grande saison chaude et ceux nés au début de la petite saison chaude suivante est aisée : ces deux classes d'âge sont séparées par la grande saison froide qui apparaît toujours sous la forme d'un large anneau blanc. De plus au cours de cette saison la ponte s'interrompt presque totalement. Le choix peut se révéler plus ambigu lorsque l'on veut séparer les poissons nés en fin de petite saison chaude de ceux nés au début de la grande saison chaude suivante. La petite saison froide qui les sépare est beaucoup plus discrète en durée comme en intensité ; ainsi elle peut apparaître assez mal au centre de l'otolithe. De plus l'intensité de la ponte peut alors seulement décroître et non s'annuler. Il existe alors des poissons nés en petite saison froide qu'il est malaisé de classer. C'est pourquoi il est essentiel que la coupe des otolithes passe exactement par le centre dont la définition a été donnée. Sinon les toutes premières zones peuvent ne pas apparaître sur cette coupe. L'anneau blanc de petite saison froide doit être recherché, sa présence seule permettant d'affirmer que le poisson est né en petite saison chaude.

La mesure de la distance entre le centre de l'otolithe et le grand anneau blanc de la grande saison froide suivante peut également être utilisée : la distribution de fréquence de ces longueurs est bimodale, chaque mode correspondant à une saison de naissance.

### 5.3.2. - Lecture des anneaux suivants.

La croissance des Pseudotolithus senegalensis est très rapide au début. Aussi les quatre saisons annuelles apparaissent sous forme d'anneaux distincts au cours des deux ou trois premières années. Mais les anneaux deviennent plus étroits. En même temps les anneaux blancs de saison froide qui étaient dominants les premières années, perdent progressivement cette prédominance : au bout de quatre ou cinq ans, seules apparaissent de fines stries blanches, correspondant aux grandes saisons froides, se détachant sur une surface brune. Cette évolution est schématisée sur la figure 19.

### 5.4. - Précision de la lecture - Comparaison des résultats obtenus par lecture directe à ceux fournis par la méthode de Petersen.

#### 5.4.1. - Précision de la lecture.

Sur le tableau 12, un exemple de clé d'âge - longueur obtenue par lecture de l'âge sur les otolithes est donné. La dispersion faible au cours des trois premières années, s'accroît nettement à partir de la quatrième.

Cet échantillon d'otolithes de Pseudotolithus senegalensis capturés sur la radiale de Pointe Noire entre le 25 et le 29 juin 1964 a été lu indépendamment par Poinsard et l'auteur. La comparaison des lectures donne les résultats suivants :

- Nombre total de poissons dans l'échantillon : 113
- Accord total : 96 (85,0 %)
- Ecart maximal de 3 mois dans la lecture (exemple : fin de PSC 1959 et début GSC 1960) : 10 ( 8,9 %)
- Ecart de 6 mois, c'est-à-dire désaccord dans l'interprétation du nucleus : 3 ( 2,6 %)  
(exemple : PSC 1959 et GSC 1960)
- Ecart d'un an, c'est-à-dire désaccord dans le décompte des années : 4 ( 3,5 %)
- Ecart supérieur : 0

*Pseudolithus senegalensis*  
Clé âge-longueur R.P.N. 28, 25.-29. juin 1964

PSE = petite saison chaude  
GSC = grande saison chaude

LT cm	Date de naissance																	
	1964		1963		1962		1961		1960		1959		1958		1957		1956	
	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	PSC	GSC	
10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
1	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Moy. cm	13.2	19.3	24.5	28.7	32.8	38.1	37.7	42.4	42.7	44.1	45.0	-	45.5	-	44.0	-	50.5	

Tableau 12

Les 17 otolithes sur lesquels existait un désaccord ont été de nouveau relus indépendamment. Pour 7 d'entre eux l'erreur évidente d'une des deux lectures est apparue. Mais pour les 10 autres, des interprétations différentes laissent subsister les désaccords suivants :

3 mois	:	6 otolithes (5,4 %)
6 mois	:	2 otolithes (1,8 %)
1 an	:	2 otolithes (1,8 %)

Ces résultats attestent de la bonne précision de la méthode et de la facilité d'interprétation. En particulier l'estimation de la saison de naissance (interprétation du nucleus) ne présente pas plus d'ambiguïté que le décompte des anneaux annuels.

Sur le même échantillon les longueurs moyennes de chaque classe d'âge ont été calculées après la première lecture. Les différences entre les résultats diffèrent très peu d'un lecteur à l'autre :

	1964		1963		1962		1961		1960	
	G	P	G	P	G	P	G	P	G	
1er lecteur	13,2	19,1	24,0	29,1	33,4	38,2	38,6	42,9	42,5	
2è lecteur	13,0	19,2	24,5	28,8	33,1	38,0	38,5	43,7	42,7	

	1959		1958		1957		1956	
	P	G	P	G	P	G	P	G
1er lecteur	43,8	43,5	-	43,8	-	47,5	-	50,5
2è lecteur	44,3	44,5	-	45,5	-	44,0	-	50,8

#### 5.4.2. - Méthode de Petersen.

De décembre 1963 à décembre 1964, 22 histogrammes de fréquence de longueur ont été établis à partir des pêches de Pseudotolithus senegalensis sur la radiale de Pointe Noire ou à son voisinage immédiat. Les distributions de fréquence par sexe

donnent des résultats similaires quant à la position des modes ; Collignon (1960) et Longhurst (1964,1) arrivent aux mêmes conclusions. Pourtant l'étude de la croissance à partir des lectures d'âge sur les otolithes nous montrera que la croissance diffère entre les deux sexes ; mais la différence n'est sensible qu'à partir de 35 cm environ, taille au delà de laquelle les modes s'estompent et la filiation des modes d'un histogramme au suivant présente de sérieuses ambiguïtés. Pour ces raisons la méthode de Petersen a pu être appliquée sans tenir compte du sexe.

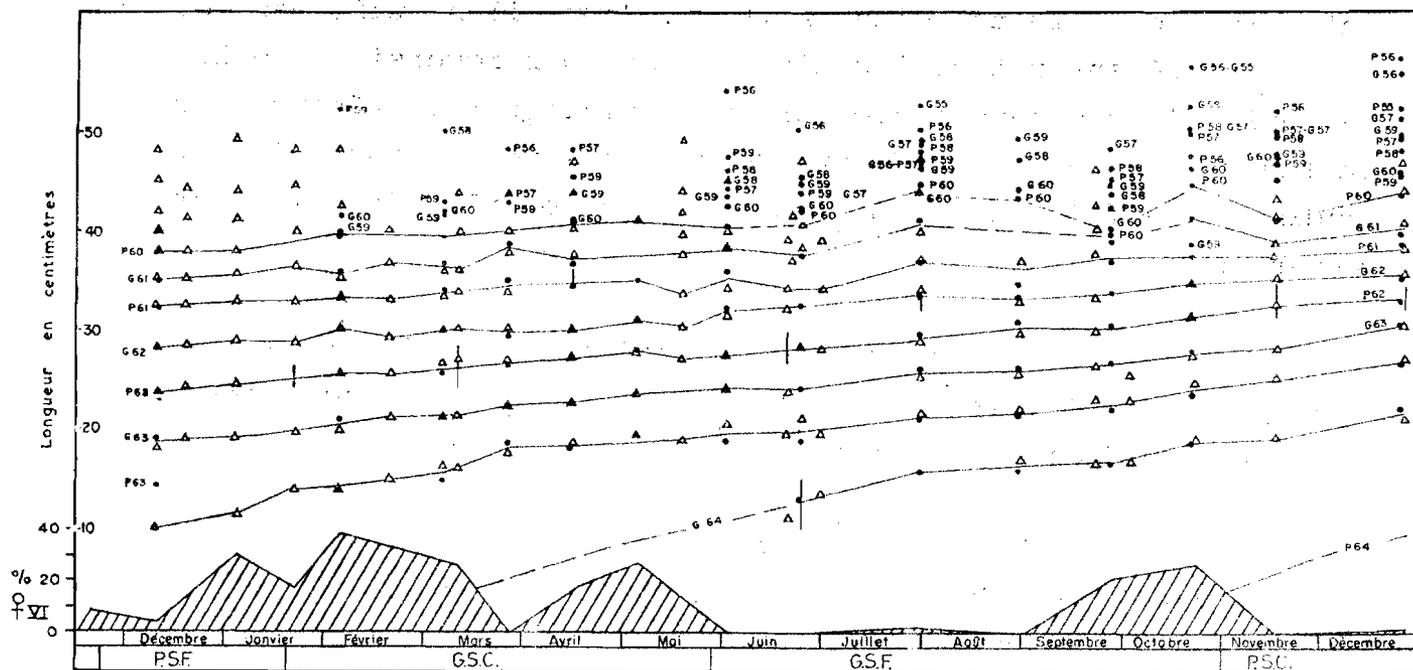


Figure 21 - *Pseudotolithus senegalensis* : Corrélation entre la croissance déterminée par lecture des otolithes et celle déduite de la méthode de Petersen.  
 : modes lus sur les histogrammes de longueur (Fig. 22)  
 : lieux des tailles moyennes des poissons nés au cours d'une même saison de ponte, d'après la lecture de leurs otolithes  
 P 63 : taille moyenne des poissons nés en petite saison chaude 1963  
 G.61 : taille moyenne des poissons nés en grande saison chaude 1961  
 Hachurés : périodes de ponte : évolution du pourcentage des femelles mûres (stade VI).  $\frac{N}{VI} \times 100$

Pour chaque radiale la position des modes a été déterminée sur les histogrammes dressés à chaque immersion. Du fait de la répartition bathymétrique hétérogène des classes d'âge, la position des modes est mieux précisée en utilisant l'histogramme correspondant à l'immersion où la classe considérée est la mieux représentée. Lorsqu'une classe est abondante à plus d'une immersion (rarement plus de deux), la moyenne des observations est utilisée. Tous les modes perceptibles sur les histogrammes ont été reportés, sans faire d'hypothèses sur leur validité. Sur la figure 21, les modes ainsi définis sont représentés par des triangles. Lorsqu'une incertitude subsiste sur la position exacte du mode, celle-ci est représentée par un trait s'étendant entre les deux limites d'incertitude. Comme il n'était pas possible de représenter tous les histogrammes par immersion, seule la série d'histogrammes globaux par radiale est représentée sur la figure 22. Sur cette figure de nombreux modes disparaissent, toutefois la filiation des classes d'âge les plus jeunes apparaît nettement.

Sur la figure 21, la croissance des 8 classes les plus jeunes peut-être tracée d'un mode à l'autre, avec toutefois une certaine imprécision pour les deux plus âgées.

En janvier et en juin 1964 deux nouvelles classes d'âge apparaissent dans les prises. L'extrapolation vers l'origine de la classe recrutée en janvier permet de fixer une date approximative de naissance entre septembre et novembre 1963, c'est-à-dire au cours de la petite saison chaude. La même extrapolation appliquée à la classe apparue fin juin indique que la naissance s'est produite entre janvier et mars soit pendant la grande saison chaude. Ces résultats cadrent parfaitement avec les deux saisons de ponte déjà définies. Celles-ci sont indiquées sur la figure 21, par le pourcentage de femelles au stade VI observées en cours d'année. L'analyse des histogrammes donnés par Collignon (1960) pour les captures de Pseudolithus senegalensis sur le plateau continental congolais permet de tirer les mêmes conclusions

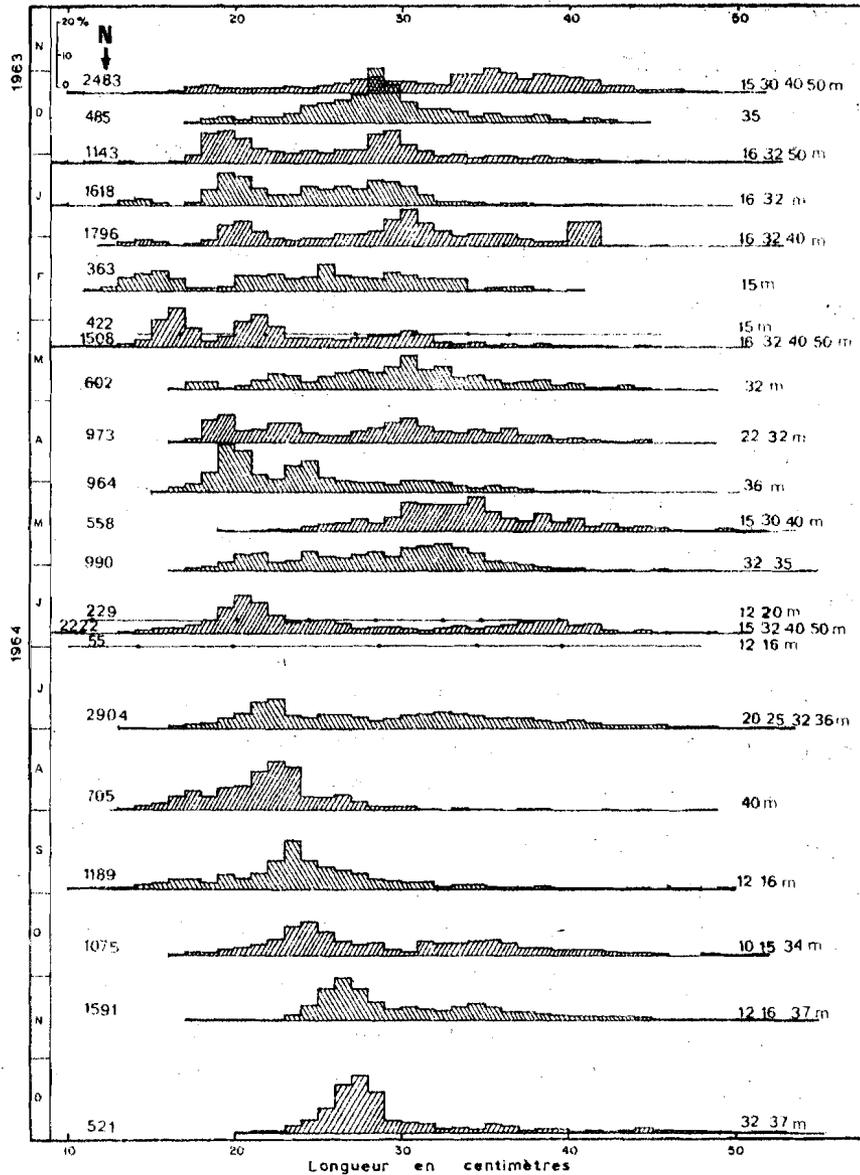


Figure 22 - *Pseudotolithus senegalensis* : Croissance par la méthode de Petersen. (Les histogrammes représentés proviennent de l'addition des pourcentages des différentes distributions obtenues aux différentes immersions d'une même radiale).

● modes.

La structure du nucleus des otolithes des poissons appartenant à ces deux classes d'âge est très différente et correspond bien aux deux types précédemment décrits : la classe apparue en janvier et supposée née en petite saison chaude 1963 possède un nucleus hyalin foncé ; celle apparue fin juin et née en grande saison chaude 1964 a un nucleus à dominante opaque blanche avec le plus souvent un petit centre foncé.

L'étude des otolithes des poissons plus âgés révèle que l'on trouve un anneau brun et un anneau blanc supplémentaire chaque fois que l'on passe d'une classe d'âge à celle plus âgée. C'est-à-dire que pour des individus capturés à la même date, les classes d'âge successives ont des otolithes à nucleus alternativement blanc et foncé : chaque classe d'âge individualisée par un mode sur les histogrammes l'est également par le nombre d'anneaux sur les otolithes.

1375 otolithes appartenant à 15 dates de capture différentes ont été lus suivant les principes précédemment énoncés 15 clés âge - longueur ont ainsi été établies. Pour chacune, la longueur moyenne des individus nés au cours de la même saison de ponte a été calculée. Ces moyennes résultant des lectures d'âge sont reportées sous forme de points sur la figure 21. L'identité des résultats obtenus par la détermination directe de l'âge et par la méthode de Peterson apparaît immédiatement, preuve indirecte de la validité de l'interprétation de la structure des otolithes.

#### 5.5. - Discussion.

Bien que ce travail ne vise pas à analyser les facteurs responsables de la formation des anneaux sur les structures osseuses, mais seulement la mise au point d'une technique sûre de détermination directe de l'âge, il faut remarquer que le synchronisme observé ici entre la nature de l'anneau déposé et

l'hydroclimat est en contradiction apparente avec les observations équivalentes réalisées à des latitudes plus élevées. Par exemple l'anneau opaque se dépose de juin à novembre, soit pendant le réchauffement estival, sur les otolithes des morues de la Mer de Barentz (Trout, 1954).

En réalité la formation d'un type d'anneau est plus directement soumise aux variations du taux de croissance et de l'embonpoint du poisson. Dans l'abondante littérature qui traite de ce sujet (Maier, 1908 - Hickling, 1931 - Molander, 1947 - Dannevig, 1956 - Iris, 1960 - etc...) l'unanimité n'est pas encore faite sur la signification réelle des anneaux (composition chimique, densité optique) en relation avec les facteurs qui déterminent leur formation, car l'observation des différents phénomènes peut-être artificiellement décalée (Mina, 1968) : une zone n'est jugée opaque ou hyaline non d'après sa transparence absolue (densité optique), mais en fonction de sa transparence relative comparée à la transparence des zones adjacentes ; un anneau périphérique n'est observé que lorsque son épaisseur est suffisante pour pouvoir être perçue.

Il est cependant admis que l'embonpoint et le taux de croissance sont à l'origine de la structure annulaire des structures osseuses. Cette condition du poisson dépend de plusieurs facteurs écologiques et physiologiques (Paker et Larkin, 1959) tels que la température (Holt, 1959 et 1960, 2 - Taylor, 1959 et 1960 - Ursin, 1963 1 & 2 - Dementiava et Mankevitch, 1966), la nourriture disponible (Paloheimo et Dickie, 1965 & 1966 - Khaldinova, 1966) et la ponte ( Rollefsen, 1933, 1935) qui entraîne très souvent la formation d'anneaux caractéristiques. Tous ces facteurs agissent également sur le taux de croissance du poisson.

En fait, le synchronisme que l'on constate entre la nature de l'anneau déposé sur les otolithes des Pseudotolithus senegalensis de la région de Pointe Noire et la saison marine n'implique aucune causalité provenant en particulier de la température. Les principaux facteurs qui peuvent déterminer plus directement la nature de l'anneau formé varient également en relation avec l'hydroclimat. Pendant les saisons froides, lorsqu'un anneau blanc opaque se dépose à la périphérie des otolithes :

- la nourriture disponible recherchée par les Pseudotolithus senegalensis est plus abondante (voir chapitre 7.4.2.).
- le facteur de condition C, minimum à la fin de la saison chaude augmente régulièrement pour atteindre un maximum à la fin de cette saison froide (fig. 29). Le parallélisme étroit entre ce cycle annuel du facteur de condition et celui du pourcentage d'otolithes à bord blanc (fig. 20) est particulièrement évident.
- enfin, la ponte se ralentit et même s'interrompt lors des saisons froides.

En saisons chaudes les phénomènes sont inversés.

Sans émettre d'hypothèse sur le rôle particulier de ces divers facteurs, il ressort que les saisons froides favorisent l'embonpoint du poisson et sans doute sa croissance, tandis que les saisons chaudes sont moins favorables. Bien sûr il n'ait pas été possible de le démontrer de façon absolue, les tailles moyennes des classes d'âge se situent le plus souvent au-dessus de la courbe de croissance moyenne calculée pour l'année pendant les saisons froides et au dessous de celle-ci pendant les saisons chaudes. Si la température joue par elle-même, ce rôle doit être faible car il n'apparaît pas : la température de l'eau ne descend pas dans l'habitat des Pseudotolithus senegalensis à des valeurs suffisamment basses pour jouer un rôle de facteur limitant. Cette particularité du Golfe de Guinée par rapport aux schémas des régions tempérées ne se limite pas

à cet exemple : le maximum de production phytoplanctonique se situe également en saisons froides, l'upwelling fertilisateur contrebalançant largement l'abaissement de température.

Sur la côte occidentale de l'Inde dont le régime hydrologique côtier présente une certaine similitude avec celui du Golfe de Guinée (upwelling) Rao Venkatasubba (1962) observe sur les "ghol" (Pseudosciaena diacanthus) que les anneaux opaques se forment en période de haute intensité alimentaire, la température de surface étant basse et la salinité élevée, tandis que les anneaux hyalins apparaissent lorsque la nourriture devient moins abondante, la température de surface étant élevée et la salinité faible. Il ajoute que la ponte doit surajouter son effet. Dans la même région, Kutty (1961) observe des faits similaires sur le "koth" (Otolithoides brunneus).

Bayagbona (1969) a utilisé la même méthode de détermination directe de l'âge sur les Pseudotolithus senegalensis et les Pseudotolithus typus des côtes nigérianes. Ses observations sur la périodicité d'apparition des anneaux et sur le cycle du facteur de condition ainsi que celles de Longhurst (1964, 1 & 1966) sur le régime hydrologique côtier et sur la ponte montrent la grande similitude entre les phénomènes dans les eaux nigérianes et congolaises :

- la ponte se produit pendant le réchauffement superficiel soit de novembre à juin avec un maximum de février à juin ; elle se ralentit fortement de juillet à novembre, les eaux de surface étant plus froides.
- le facteur de condition passe par un maximum en octobre en fin de période froide, puis diminue régulièrement jusqu'en mai - août, soit pendant la période chaude et la ponte.
- l'anneau hyalin qui noircit au brûlage commence à apparaître en février ; d'avril à juin - juillet, soit pendant la ponte intensive et lorsque le facteur de condition atteint ses plus

faibles valeurs, presque tous les otolithes ont un bord foncé. De septembre à février les otolithes ont dans leur grande majorité un bord blanc.

Pour Bayagbona (1969) la formation des anneaux hyalins et foncés serait principalement dûes à la ponte, puisqu'il n'observe pas d'anneaux de cette nature au cours de la première année chez les immatures. Bien que devant les côtes du Nigéria l'amplitude des variations hydrologiques soit très atténuée en comparaison avec ce qui se passe devant le Congo et la Côte d'Ivoire et que de ce fait les cycles biologiques soient vraisemblablement plus amortis, ce qui rend l'observation délicate, il ne nous paraît pas possible d'être aussi catégorique sur le déterminisme de la formation des anneaux. Sur les otolithes des poissons capturés au Congo, les anneaux foncés s'observent dès leur naissance même si ces anneaux sont d'autant moins caractérisés que l'individu est jeune (voir chapitre 5.3.1.). Il ne nous a pas été possible de distinguer des anneaux de ponte typiques différant brutalement de ceux déposés pendant la phase immature. D'ailleurs Bayagbona signale avoir rencontré quelques otolithes possédant un anneau faiblement hyalin déposé avant la ponte.

Le Guen (1971) identifie comme nous, deux anneaux hyalins antérieurs à la ponte sur les otolithes des Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus de l'embouchure du Congo et pense que la formation des anneaux serait plus liée aux conditions ambiantes en général que strictement déterminée par la reproduction.

Tant que le rôle joué par chacun des facteurs écologiques et physiologiques susceptibles d'être à l'origine de la formation des structures annulaires n'aura pas été plus exactement précisé, il est plus opportun si l'on pense élargir ces études à d'autres régions du Golfe de Guinée de retenir le synchronisme entre la périodicité d'apparition des anneaux et le cycle hydroclimatique, ce dernier étant au moins dans ses grandes lignes déjà précisé tout au long de la côte ouest-africaine (Berrit, 1961 & 1962).

En fait pour déterminer l'âge directement, les différences d'interprétation des otolithes restent mineures, puisqu'aucune divergence n'existe ni dans les cycles ni dans leurs synchronismes. Une confrontation des techniques de préparation des otolithes - il faudrait s'assurer que le plan de la coupe après meulage passe bien par le centre de l'os - permettrait sans doute de supprimer certaines divergences.

#### 5.6. - Conclusions.

La technique décrite ici présente l'inconvénient d'exiger un certain travail de manipulation pour la préparation des otolithes (meulage et brûlage). Encore que ces opérations si elles sont réalisées en série dans un travail de routine soient en fait assez rapides et puissent être confiées à du personnel sans qualification particulière. Il est également possible que, les problèmes d'interprétation ayant été bien éclaircis sur les otolithes, les écailles puissent maintenant être utilisées pour des déterminations de routine.

Des échantillons en provenance d'autres régions du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Ghana, Baie de Biafra, embouchure du Congo) ont également été étudiés. Des structures annulaires semblables existent sur les otolithes de ces poissons, mais les clés âge-longueur sont différentes (voir chapitre 6.5.). Il est évident que cette technique ne peut-être utilisée dans une nouvelle région sans que la périodicité d'apparition des anneaux n'y ait été précisée. La variété des régimes hydrologiques que l'on rencontre dans le Golfe de Guinée doit, par l'intermédiaire de la condition du poisson et de son taux de croissance, entraîner des cycles différents dans la formation des anneaux. Toutefois, bien que le cycle hydrologique annuel présente en général plus d'une période, l'une est presque toujours prépondérante, ce qui devrait simplifier le décompte des anneaux

déposés chaque année. Même dans les régions de permanence comme au large du Nigéria, il existe néanmoins un cycle d'amplitude suffisante pour qu'apparaissent sur les otolithes des anneaux alternés.

Poinsard (Poinsard et Troadec, 1966) a obtenu sur des résultats équivalents sur les Pseudotolithus typus des côtes congolaises. Le Guen (inédit) a appliqué également cette technique avec succès sur les Pseudotolithus (Fonticulus) alongatus de l'estuaire du Congo et du Kouilou. Des otolithes d'autres Sciaenidae, Pseudotolithus brachygnathus et Hostia moori ont à titre d'essai été brûlé après meulage : des structures annulaires identiques sont ainsi mises en évidence mais aucune étude détaillée n'a été réalisée.

## 6 - LA CROISSANCE.

Les modes ne pouvant être identifiés avec certitude sur les histogrammes au delà d'une certaine taille, la méthode de Petersen ne permet pas de suivre la croissance pendant toute la durée de la vie des individus. Aussi pour le calcul des paramètres de croissance des Pseudotolithus senegalensis, seuls les résultats des lectures d'âge sur les otolithes des individus capturés devant Pointe-Noire ont été utilisés. Ces résultats sont ensuite confrontés aux estimations publiées pour d'autres populations de la même espèce.

## 6.1. - Matériel et méthodes.

### 6.1.1. - Clés âge-longueur.

Du 9 décembre 1963 au 25 mars 1965 la détermination de l'âge de 1 375 poissons répartis en quinze sous-échantillons a permis d'établir quinze clés âge-longueur. Afin de conserver pour les lectures d'âge un nombre suffisant d'individus âgés, les sous-échantillons étaient constitués de trois individus par intervalle de taille de 1 centimètre. Théoriquement pour utiliser de telles clés, il serait nécessaire de pondérer les fréquences figurant sur ces clés par les fréquences correspondantes observées dans la population de façon à obtenir les longueurs moyennes de chaque classe d'âge dans la population et non les moyennes brutes des sous-échantillons. Mais comme les classes ne sont pas réparties uniformément sur le fond il est très difficile, même à partir des prises débarquées par les chalutiers, d'obtenir une représentation correcte de la population. Aussi, avant de traiter telles quelles ces clés, est-il indispensable de vérifier que la distribution de chaque classe d'âge dans la population ne s'éloigne pas trop d'une distribution normale ; alors la moyenne et la médiane seront confondues et la moyenne brute du sous-échantillon pourra être utilisée.

Pour cela la distribution de deux classes d'âge a été étudiée sur un gros échantillon supplémentaire prélevé spécialement à cet effet.

### 6.1.2. - Normalité d'une classe d'âge.

Les 25 et 26 janvier 1966, l'"Ombango" a effectué huit traits de chalut en baie de Pointe Noire sur les fonds de 14 à 17 mètres. Les 2 648 Pseudotolithus senegalensis capturés à cette occasion ont été triés et mesurés (°). L'analyse de

---

° - Nous sommes heureux de remercier ici MM. Marteau et Poinard qui ont récolté et mesuré cet échantillon.

l'histogramme global de ces 2 648 poissons permet de dégager les constatations suivantes (fig. 23) :

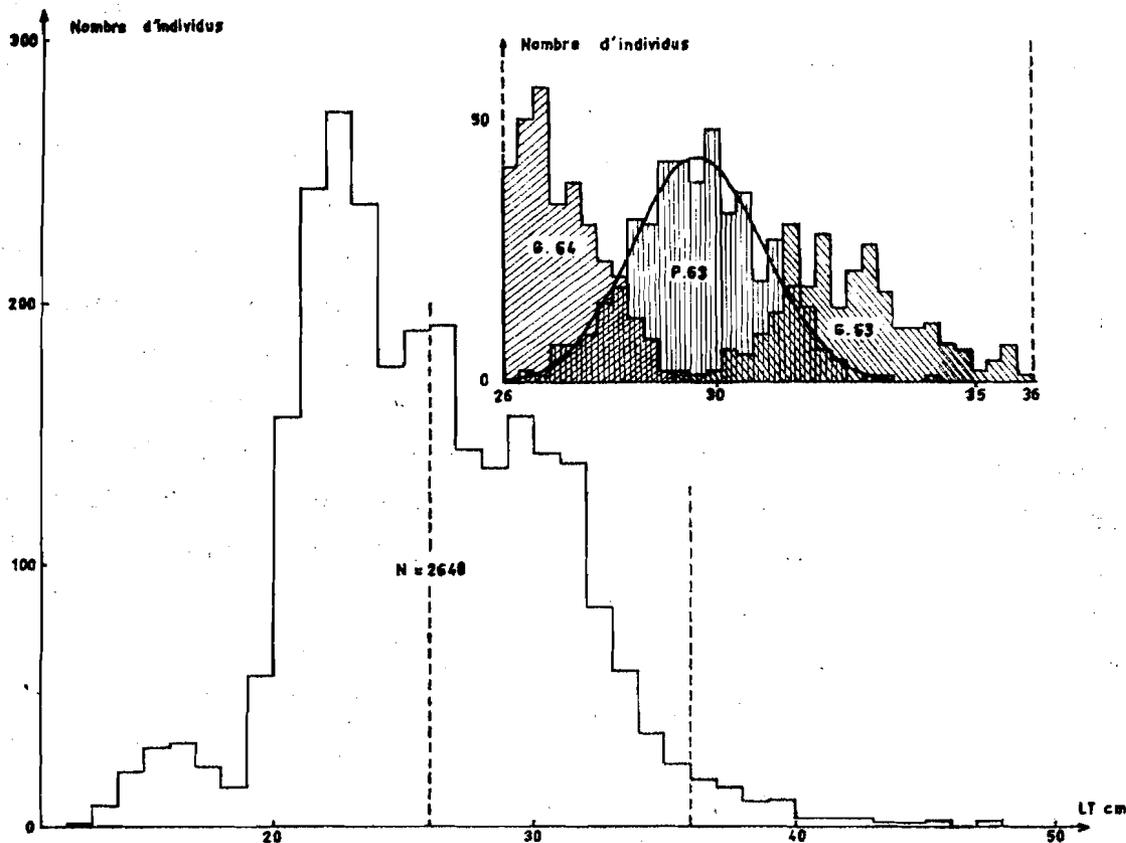


Figure 23 - Normalité des classes d'âge : histogramme de fréquence de la totalité des individus capturés devant Pointe Noire sur les fonds de 15 mètres (25-26 / I/1966). En cartouche figure le résultat des lectures d'âge portant sur l'ensemble des individus de cet échantillon dont la taille est comprise entre 26 et 36 centimètres.

- 3 Classes seulement sont bien représentées, celles dont les modes se situent à 22,5 - 26,5 - 29,5 centimètres.
- Les autres classes sont sous-représentées : la classe dont le mode est à 16,5 cm. n'est pas encore totalement recrutée si l'on se réfère aux travaux de Baudin Laurencin (1967) sur la

sélectivité, et de plus son aire préférentielle peut se situer plus près de terre ; les autres classes doivent être mieux représentées au large.

L'analyse de la normalité aurait pu porter sur les distributions de ces trois classes. Le volume de travail que représente la lecture de l'âge d'un lot aussi volumineux d'otolithes, oblige à restreindre encore l'échantillon. Pour des raisons de rapidité et de précision de lecture la classe la plus âgée, celle dont le mode est à 29,5 cm, a été retenue : en effet, sur les poissons âgés, la présence d'un plus grand nombre d'anneaux permet une lecture meilleure et plus rapide, les proportions entre les anneaux étant plus apparentes. De 2 648 poissons pêchés, seuls ceux dont la taille était comprise entre 26 et 36 cm ont été conservés. Ces poissons ont été remesurés au millimètre, leur sexe déterminé et leurs otolithes prélevés. Le résultat des lectures figure sur les clés âge-longueur du tableau 13, établies par sexe pour les 1 090 poissons ainsi retenus. Sur ces clés deux classes sont bien représentées : celle des poissons nés en petite saison chaude 1963 et celle des individus nés en grande saison chaude 1963. Les distributions des autres classes s'étendant au delà des limites de 26 et 36 cm n'ont pas été analysées.

Pour vérifier la normalité de la distribution de fréquence de longueur des deux classes d'âge retenues, la méthode classique suivante a été suivie :

- ajustement de la courbe normale à la distribution réelle (même nombre total d'individus, même moyenne et même écart - type).
- comparaison de la distribution réelle et de la distribution théorique par le critère du  $\chi^2$ .

Dans ces calculs, il n'a pas été tenu compte du sexe des individus : nous verrons ultérieurement que l'influence du sexe sur la croissance ne se fait sentir que chez les individus plus grands que ceux conservés dans ce lot.

Pour les 449 poissons nés en petite saison chaude 1963 une valeur du  $\chi^2$  de 11,35 a été obtenue avec un nombre de degrés de liberté  $\nu = 19 - 3 = 16$ . La valeur limite de  $\chi^2$  pour  $\nu = 16$  et un coefficient de sécurité de 95 % est 26,30. Il y a donc un très bon accord entre la distribution observée et la distribution normale théorique.

Les mêmes calculs appliqués aux 252 poissons nés en grande saison chaude 1963 conduisent aux résultats suivants : pour  $\nu = 11 - 3 = 8$ ,  $\chi^2 = 24,5$ . La valeur limite de  $\chi^2$  pour  $\nu = 8$  et un coefficient de sécurité de 99 % est 20,09. L'échantillon de 252 individus nés en grande saison chaude 1963 n'est pas distribué normalement.

Ce désaccord peut avoir deux origines :

- La distribution de la population n'est effectivement pas normale. Ceci proviendrait, soit d'une intensité de ponte plus forte en fin de saison de ponte (il y a plus d'individus dans la moitié gauche de l'histogramme que dans la partie droite), soit d'une croissance différente des poissons suivant qu'ils sont nés à la fin ou au début de la période de ponte. Ces deux explications sont peu vraisemblables. Dans le premier cas, s'il n'y a eu des variations dans l'intensité de la ponte, l'effet résultant sur la distribution de fréquence se sera vraisemblablement estompé au moment où les poissons ont été capturés, près de 3 ans après leur naissance. La seconde explication basée sur une croissance différente des poissons est encore plus improbable.
- La distribution de la population est en fait normale, mais celle de l'échantillon ne l'est pas. Ce biais peut s'expliquer en se référant à l'histogramme général (fig. 23) : les poissons de taille supérieure à 32 - 33 cm étaient sous-représentés dans l'échantillon capturé sur les fonds de 15 mètres. Cette limite tombe dans l'étendue de la distribution considérée (individus nés en grande saison chaude 1963). D'après le schéma de distribution des classes d'âge en fonction de l'immersion, il est

probable que les individus les plus âgés de cette classe ainsi que les classes supérieures se trouvaient lors de la pêche, plus au large et n'ont donc pas été capturés en quantité proportionnelles à leur abondance dans la population. Dans ce cas, la dissymétrie observée dans la distribution de cette classe n'existerait pas en fait dans la population.

Si la distribution est normale, la médiane se superpose à la moyenne : les moyennes brutes de taille peuvent être utilisées telles qu'elles figurent sur les clés âge-longueur. En effet, cette moyenne brute établie à partir du sous-échantillon de 3 individus par intervalle de 1 cm correspond à une approximation de la médiane de la distribution de la population. Ce traitement doit même présenter l'avantage d'amortir les dissymétries dues à la distribution hétérogène des classes d'âge en fonction de l'immersion, pour les classes dont l'habitat préférentiel se trouve hors de l'immersion chalutée ou qui ne sont pas encore totalement recrutées.

#### 6.2. - Influence de la saison de naissance sur la croissance.

La courbe de ponte, c'est-à-dire l'évolution au cours de l'année du pourcentage de femelles au stade VI (fig. 17), ainsi que l'extrapolation vers l'origine des courbes de croissance des classes recrutées lors de nos pêches (fig. 21), permettent de fixer la date légale de naissance :

- aux environs du 15 mars pour les poissons nés en grande saison chaude,
- vers le 15 octobre pour les individus nés en petite saison chaude,

Il est intéressant de vérifier si les poissons nés au cours de l'une des deux saisons de ponte ont la même croissance, au moins au début de leur existence, que ceux nés pendant la seconde ponte annuelle. Pour cela nous avons regroupé les 15 clés d'âge-longueur en deux tableaux de corrélation, un pour chaque saison de naissance. Dans ces tableaux, les individus ont été répartis en classes de 0,5 centimètre pour la taille, et quant à l'âge en classes de 0,2 an jusqu'à 3 ans, de 0,6 an de 3 à 6 ans et de 1,0 an au delà. Pour chacune de ces classes d'âge, les moyennes de taille ont été calculées, et les valeurs ainsi obtenues pour chacune des deux saisons de naissance ont été comparées (comparaison de la différence des moyennes à l'écart-type  $\sigma_e$  de sa distribution). Le résultat de ces calculs est résumé dans le tableau 14.

La comparaison des moyennes de taille des individus dont l'âge est compris entre 1,0 et 1,2 an montre que la différence observée est significative : la valeur obtenue pour  $t$  se situe entre les valeurs de  $T_{0,95}$  (95 %) et de  $T_{0,99}$  (99 %). Les différences entre les moyennes de taille sont encore plus significatives ( $t > T_{0,99}$  (99 %)) pour les individus de 2,6 à 2,8 ans et de 3,0 à 4,0 ans. Par contre, pour les dix huit autres classes d'âge, et en particulier chez les jeunes individus, les différences constatées n'ont aucune signification. On peut donc conclure que, à la précision de notre échantillonnage près, la croissance des poissons nés en petite saison chaude est probablement très voisine de celle des individus nés pendant l'autre saison chaude. Ce résultat est logique. En effet, même si la croissance variait avec les saisons marines, le bénéfice d'une naissance précédant une saison particulièrement favorable à la croissance aurait de fortes chances de s'estomper rapidement et donc de ne plus pouvoir se distinguer au bout de quelque temps. Par contre si pendant toute la durée de la vie des Pseudotolithus senegalensis la courbe de croissance des individus nés en début d'année restait décalée par rapport à la courbe des poissons nés en fin d'année, il y aurait là un indice d'une mauvaise datation d'au moins une des saisons de naissance.

Age (années)	Saison de naissance				$\Delta \overline{LT}$	$\sigma_e$	t	$T_v(95\%)$	$T_v(99\%)$
	P S C		G S C						
	n	$\overline{LT}$	n	$\overline{LT}$					
0,2-0,4	19	14,20	12	13,17	1,03	0,65	1,59	2,05	2,76
0,4-0,6	43	16,04	72	16,51	0,47	0,56	0,84	1,98	2,62
0,6-0,8	47	19,31	26	19,04	0,27	0,47	0,57	1,99	2,65
0,8-1,0	103	22,10	28	21,82	0,28	0,39	0,72	1,98	2,62
1,0-1,2	18	23,67	27	22,45	1,22	0,47	2,58	2,01	2,69
1,2-1,4	42	25,37	22	24,68	0,69	0,45	1,54	2,00	2,66
1,4-1,6	34	26,62	55	26,58	0,04	0,49	0,08	1,97	2,63
1,6-1,8	35	28,59	22	28,25	0,34	0,42	0,82	2,00	2,67
1,8-2,0	43	31,15	23	30,68	0,47	0,56	0,84	2,00	2,66
2,0-2,2	10	31,60	64	30,55	1,05	0,57	1,85	1,99	2,65
2,2-2,4	19	32,80	24	32,52	0,28	0,45	0,63	2,02	2,70
2,4-2,6	38	34,15	32	34,09	0,06	0,46	0,13	1,99	2,65
2,6-2,8	25	37,11	12	35,08	2,03	0,75	2,72	2,03	2,72
2,8-3,0	30	37,27	20	35,83	1,44	0,75	1,91	2,01	2,68
3,0-3,6	39	39,57	63	38,08	1,49	0,44	3,39	1,98	2,63
3,6-4,2	58	43,52	27	41,01	2,51	0,70	2,86	1,99	2,64
4,2-4,8	37	44,67	25	43,51	1,16	0,81	1,44	2,00	2,66
4,8-5,4	42	45,70	24	44,58	1,12	0,90	1,25	2,00	2,65
5,4-6,0	19	46,65	26	46,54	0,11	1,07	0,10	2,02	2,69
6,0-7,0	13	47,52	17	46,66	0,86	1,20	0,72	2,05	2,76
7,0-8,0	6	49,67	9	48,69	0,98	1,47	0,67	2,16	3,01
8,0-9,0	3	50,42	6	52,42	2,00	3,54	0,57	2,37	3,50

Tableau 14 - Comparaison des moyennes de tailles entre les individus nés en petite saison chaude (PSC) et ceux nés en grande saison chaude (GSC) : n = effectif,  $\overline{LT}$  = moyenne,  $\sigma_e$  = écart type de la distribution des moyennes,  $t = \frac{\Delta \overline{LT}}{\sigma_e}$

### 6.3. - Influence du sexe sur la croissance.

L'analyse des histogrammes de fréquence de longueur établie séparément pour chacun des sexes ne laisse pas apparaître de décalage appréciable dans la position des modes (voir chapitre 5.4.2.). Cette observation avait déjà été citée par Longhurst (1964,1) et par Collignon (1957; 1960). Toutefois ce dernier auteur avait décelé chez les femelles âgées un certain décalage des modes vers les valeurs les plus élevées, mais il l'avait jugé négligeable, l'évaluant à 1 centimètre environ. Pourtant le fait de n'avoir jamais rencontré, sur les 25 000 individus que nous avons mesurés, de mâle de taille supérieure

à 48 centimètres alors que les femelles atteignaient 58 centimètres, indique qu'une différence sexuelle existe dans la croissance. Mais celle-ci n'apparaîtrait de façon appréciable que tardivement, à un âge auquel les classes ne sont plus suffisamment représentées : au delà de 35 centimètres, les modes cessent rapidement d'être identifiables sur les histogrammes.

La détermination directe de l'âge permet de suivre la croissance des individus âgés, et par là de vérifier si une différence sexuelle existe réellement. Pour cela, après avoir éliminé les individus au stade I dont le sexe n'est pas identifiable macroscopiquement, la différence entre les tailles moyennes des mâles et celles des femelles a été comparée à l'écart type  $\sigma_e$  de la distribution des moyennes. Dans les tableaux de corrélation âge-longueur, les individus ont été répartis en classes de taille de 0,5 centimètre, et quant à l'âge en classes de 0,3 an jusqu'à 3 ans, de 0,5 an entre 3 et 4 ans et de 1 an au delà. Les principaux résultats de cette comparaison des tailles moyennes par classes d'âge figurent dans le tableau 15.

Age (années)					$\Delta$ LT	$\sigma_e$	t	$T_v$ (95 %)	$T_v$ (99 %)
	Mâles		Femelles						
	n	LT	n	LT					
0,6-0,9	48	20,50	34	20,37	0,13	0,43	1,99	0,31	2,64
0,9-1,2	90	22,25	49	22,72	0,47	0,33	1,41	1,98	2,62
1,2-1,5	38	25,24	64	25,66	0,43	0,37	1,17	1,98	2,63
1,5-1,8	62	27,34	45	28,19	0,85	0,39	2,58	1,98	2,63
1,8-2,1	49	30,82	61	30,60	0,22	0,34	0,64	1,98	2,63
2,1-2,4	57	31,94	17	32,19	0,25	0,52	0,48	1,99	2,65
2,4-2,7	42	34,20	54	34,98	0,78	0,43	1,82	1,99	2,63
2,7-3,0	18	36,86	40	36,91	0,05	0,75	0,07	2,00	2,67
3,0-3,5	37	37,52	42	38,71	1,19	0,47	2,55	1,99	2,64
3,5-4,0	24	39,54	58	42,28	1,74	0,67	4,08	1,99	2,64
4,0-5,0	33	41,45	92	45,57	4,12	0,45	9,18	1,98	2,62
5,0-6,0	21	42,32	52	47,10	4,78	0,71	6,69	1,99	2,65
6,0-7,0	9	43,53	22	48,34	4,81	0,94	5,14	2,05	2,76

Tableau 15 - Comparaison entre les mâles et les femelles des moyennes de taille au même âge.

Jusqu'à l'âge de 3 ans, la différence entre les tailles moyennes pour chacun des sexes reste faible, inférieure à un centimètre. A partir de là, les femelles dépassant nettement les mâles : la différence comprise entre 1 et 2 centimètres de 3 à 4 ans, dépasse rapidement 4 centimètres pour n'augmenter ensuite que lentement. Corrélativement cette différence n'a pas de signification jusqu'à 3 ans (une exception toutefois pour la classe 1,5 - 1,8 an). Puis au delà de cet âge, elle devient significative, les valeurs de  $t$  dépassent même largement  $T$  (99 %) à partir de 3 ans et demi.

Il est intéressant d'étudier les courbes de croissance au moment de leur divergence. Les déterminations d'âge réalisées à l'occasion de l'étude de la normalité des classes nous fournissent justement des échantillons volumineux de deux classes âgées respectivement de 2,2 et 2,8 ans. De plus ces échantillons présentent l'avantage d'être constitués de la totalité des individus capturés dans leur aire préférentielle de distribution. La comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles conduisant pour ces deux classes aux résultats suivants :

Classe	âge moyen	mâles		femelles		$\Delta LT$	$\sigma_e$	$t$
		n	LT	n	LT			
P 63	2,2 ans	239	29,62	207	29,86	0,24	0,12	2,01
G 63	2,8 ans	166	32,40	86	32,98	0,48	0,19	2,52

De cette comparaison il ressort que les courbes de croissance pour chacun des sexes commencent à diverger de façon significative dès la deuxième année, mais les différences observées restent faibles.

Chez les Cynoscion nebulosus de Floride les femelles atteignent également des tailles nettement supérieures à celles des mâles et corrélativement parmi les individus de grande taille, les femelles sont plus nombreuses que les mâles (Iversen and Tabb, 1962).

#### 6.4. - Courbes de croissance.

##### 6.4.1. - Equation utilisée.

La fonction mathématique qui ajuste le mieux les données expérimentales a été choisie en appliquant aux données la méthode de Ricklefs (1967). Cette méthode consiste à transformer au moyen de facteurs de conversion préalablement calculés les diverses courbes théoriques poids / âge en droites tangentes au point d'inflexion de ces courbes. On détermine ainsi graphiquement avec quel type d'équation les données expérimentales s'alignent le mieux. D'après cette méthode l'équation de Gompertz et celle de Von Bertalanffy sont les plus appropriées. Il faut toutefois préciser que l'alignement obtenu n'est pas parfait : les points correspondants aux âges 4 et 5 ans se situent sensiblement au dessus de la droite qui joint les autres points.

L'équation de Von Bertalanffy a été retenue : étant la plus simple, elle est plus aisément incorporée aux modèles d'évaluation de la productivité des stocks et de ce fait la plus couramment utilisée.

Pour calculer la valeur des constantes de cette équation :

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

l'équation équivalente  $l_{t+T} - l_t = (L_{\infty} - l_t) \cdot (1 - e^{-KT})$  a été utilisée. Dans cette fonction, l'accroissement  $(l_{t+T} - l_t)$  est une fonction linéaire de la longueur  $l_t$  au début de la période de temps  $T$  considérée. Si l'on choisit des intervalles de temps de un an ( $T = 1$ ), la droite de pente  $-(1 - e^{-K})$  coupe l'axe des  $x$  au point  $l_t = l_t + l = L_{\infty}$ .  $K$  s'obtient donc aisément à partir de la pente de la droite et  $L_{\infty}$  se lit directement sur l'axe des  $x$ .  $t_0$  se calcule soit à partir de l'équation de Von Bertalanffy pour les diverses valeurs expérimentales de  $t$  et de  $l_t$ , soit graphiquement. Cette constante n'a aucune signification biologique. Il correspond au temps nécessaire pour parvenir au temps  $t = 0$ .  $t_0$  est le plus souvent négatif : à l'éclosion le poisson a déjà une certaine taille, et surtout du fait de la sélectivité du chalut, les plus petits poissons pêchés sont les plus grands et les plus âgés de leur classe. De ce fait les données expérimentales sont biaisées à l'origine de la courbe. Ceci entraîne que pour  $t = 0$ ,  $l$  n'est pas nul, mais a déjà une certaine valeur positive. Afin d'éviter de calculer  $t_0$  pour chaque couple de valeur  $t$  et  $l_t$ , cette constante a été calculée graphiquement. Pour cela il suffit, à partir de l'équation de Von Bertalanffy d'exprimer  $t_0$  en fonction de  $t$ , soit :

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \log_e \frac{L_{\infty} - l_t}{L_{\infty}}$$

Dans cette équation,  $\log_e (L_{\infty} - l_t)$  est une fonction linéaire de  $t$ , pour laquelle, lorsque  $l_t = 0$ ,  $\log_e \frac{L_{\infty} - l_t}{L_{\infty}} = 0$  et  $t_0 = t$ .

Il suffit donc de reporter graphiquement les points  $\log_e (L_{\infty} - l_t)$ ,  $t$  et de tracer la droite qui les ajuste. Sur cette droite le point d'ordonnée  $\log_e \frac{L_{\infty} - l_t}{L_{\infty}}$  a pour abscisse  $t_0 = t$  (fig. 25).

#### 6.4.2. - Traitement des données.

Il existe plusieurs méthodes pour obtenir, à partir des lectures sur les structures osseuses, les accroissements annuels nécessaires au calcul des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.

La taille du poisson à la fin de chaque année de son existence peut par exemple se déduire des mensurations du centre de l'otolithe aux limites des différents anneaux annuels. Au stade où en sont nos recherches, cette étude n'a pu être entreprise, car quelques difficultés restent à résoudre :

- il est difficile de meuler les otolithes suivant un plan rigoureusement constant.

- les limites entre les anneaux ne sont pas toujours nettes. Il y a très souvent un changement progressif de coloration, qui rend les mensurations imprécises.

- enfin les dates d'apparition des anneaux saisonniers peuvent varier de façon appréciable (15 jours à un mois) d'une année à l'autre.

Une seconde méthode consiste à suivre d'année en année la taille des mêmes classes d'âge, méthode qui permet de connaître la croissance particulière de chaque classe étudiée. Mais comme nous ne disposons de données que sur un peu plus d'un an, ce procédé nous est interdit.

Pour évaluer la croissance au cours d'une année particulière et analyser ainsi l'influence du milieu (nourriture disponible, hydroclimat, densité du stock), on peut prendre comme accroissements annuels les différences entre les longueurs moyennes des mêmes classes d'âge au début et à la fin d'une année d'observation.

Enfin, et c'est le traitement utilisé ici, les différences de taille entre deux classes nées à un an d'intervalle et capturées au même moment peuvent être utilisées comme accroissements annuels. Ainsi en 1964, l'accroissement correspondant à la troisième année sera donné par la différence entre la longueur moyenne des individus nés en 1961 et celle des poissons nés en 1962 au cours des mêmes saisons de ponte. Ce procédé qui postule une croissance comparable des diverses classes d'âge pendant toute la durée de leur vie ne permet d'envisager isolément ni la croissance spécifique de chacune des classes d'âge représentées, ni l'influence de l'environnement pour une année ou une saison particulières. Mais si quelques classes d'âge ont eu une croissance différant sensiblement de la normale, leur influence ne se fera pas sentir sur toute l'étendue de la courbe de croissance mais sur seulement des secteurs de celle-ci : ainsi les estimations d'âge et de longueur porteront sur un nombre de plus en plus restreint de classes au fur et à mesure que l'on considèrera des âges avancés. Pourtant, malgré cette imprécision gênante lorsque les recherches ont atteint un certain développement, ce traitement fournit une estimation où tous les facteurs ont joué, mais dans des proportions qui peuvent différer de la réalité.

#### 6.4.3. - Courbes et croissance.

Pour déterminer les fonctions de croissance des Pseudotolithus senegalensis, les 15 échantillons d'otolithes ont été regroupés en quatre clés âge-longueur :

- une clé pour les poissons ayant  $n(0 \text{ à } 0,25)$  années, ( $n$  étant un nombre entier représentant le nombre d'années révolues).
- une clé pour les poissons ayant  $n(0,25 \text{ à } 0,50)$  années.
- une clé pour les poissons ayant  $n(0,50 \text{ à } 0,75)$  années.
- une clé pour les poissons ayant  $n(0,75 \text{ à } 1,00)$  années.

Pour chacune de ces clés, la taille et l'âge moyens de tous les individus observés ont été calculés pour chaque classe d'âge, et à l'intérieur de celles-ci pour les mâles et les femelles puisqu'une différence sexuelle apparaît dans la croissance chez les individus âgés. Les valeurs obtenues pour les poissons au stade I, pour lesquels la distinction macroscopique du sexe est impossible, ont été reportées deux fois, une fois avec les mâles, une fois avec les femelles. Les données ainsi dépouillées figurent sur le tableau 16.

Age	n (0,00-0,25) années						n (0,25-0,50) années						n (0,50-0,75) années						n (0,75-1,00) années						
	femelles			mâles			femelles			mâles			femelles			mâles			femelles			mâles			
	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n	$\bar{l}$	$\bar{l}$	n
0	0,15	14,5	1	0,15	14,5	1	0,30	15,1	105	0,39	15,1	104	0,63	17,6	60	0,64	18,4	79	0,89	22,0	68	0,90	21,8	95	
1	1,14	24,9	37	1,12	24,0	42	1,39	26,0	46	1,40	25,7	35	1,62	28,3	38	1,61	27,8	47	1,91	30,5	51	1,91	30,7	35	
2	2,09	31,2	25	2,13	31,7	56	2,41	33,9	36	2,38	33,1	35	2,58	36,5	26	2,58	35,4	29	2,87	36,7	35	2,87	36,7	16	
3	3,11	38,0	25	3,11	37,3	22	3,28	40,3	24	3,42	39,7	17	3,61	41,5	26	3,61	39,2	11	3,85	43,1	25	3,88	40,3	11	
4	4,11	44,4	27	4,12	40,9	12	4,40	45,3	23	4,39	40,9	8	4,64	46,0	15	4,51	41,5	2	4,82	46,8	32	4,84	41,9	10	
5	5,12	46,6	17	5,09	41,4	7	5,38	47,2	22	5,38	42,3	4	5,58	46,3	4	5,68	44,0	4	5,88	49,2	14	5,79	43,0	1	
6	6,17	47,0	9	6,22	43,5	1	6,40	48,6	8	6,37	42,5	3	6,59	48,5	3	6,60	42,8	3	6,79	50,5	1	6,87	44,5	2	
7	7,12	51,0	4	7,03	44,5	1	7,33	48,8	6	—	—	—	7,58	51,2	4	—	—	—	7,79	50,8	3	—	—	—	
8	8,20	57,5	1	8,03	47,5	1	8,33	50,0	2	8,38	45,5	1	8,61	56,5	1	—	—	—	8,84	52,8	3	—	—	—	
9	9,20	52,5	1	—	—	—	9,73	53,0	2	—	—	—	9,61	56,5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,51	54,5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N			147			143			272			207			178			715			232			171	

Tableau 16 - Données âge-longueur par sexe déduites des lectures d'âge sur les otolithes.

Les âges et les longueurs ainsi définis ne permettent pas de calculer directement les paramètres de croissance, car avec l'équation de Von Bertalanffy adoptée, des intervalles de temps égaux, d'un an par exemple, sont nécessaires. Les longueurs aux âges ronds (0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,00 - etc...)

peuvent s'obtenir par interpolation. L'interpolation graphique est en principe la meilleure, la relation âge-longueur n'étant pas linéaire. Mais il n'est pas possible de faire passer une courbe régulière par tous les points sans tamponner par trop les variations expérimentales. Pour éviter un tel écueil et une interprétation subjective, l'interpolation a été linéaire, de point à point. Les intervalles de temps étant courts (3 mois), l'erreur entraînée reste faible et inférieure à celle des observations.

AGE	FEMELLES			MÂLES		
	$l_t$	$l_{t+1} - l_t$	$n_t + n_{t+1}$	$l_t$	$l_{t+1} - l_t$	$n_t + n_{t+1}$
0,25	14,75	10,65	106	14,75	10,00	105
,50	16,25	10,85	165	16,55	10,10	183
,75	19,65	9,65	128	19,85	9,35	174
1,00	23,30	7,55	105	22,85	8,25	137
,25	25,40	7,15	83	24,75	7,60	77
,50	27,10	8,15	84	26,65	7,85	82
,75	29,30	7,30	89	29,20	6,95	82
2,00	30,85	6,55	76	31,10	5,90	71
,25	32,55	6,65	61	32,35	6,05	71
,50	35,25	5,70	62	34,50	5,00	64
,75	36,60	5,85	61	36,15	3,60	45
3,00	37,40	6,45	60	37,00	3,60	38
,25	39,20	5,65	49	38,40	2,50	39
,50	40,95	4,65	49	39,50	1,95	28
,75	42,45	4,05	50	39,75	2,05	22
4,00	43,85	2,85	52	40,60	1,00	23
,25	44,85	2,05	50	40,90	1,00	20
,50	45,60	1,90	38	41,45	(1,85)	10
,75	46,50	1,75	47	41,80	(1,40)	12
5,00	46,70	1,85	49	41,60	(1,65)	17
,25	46,90	1,25	37	41,90	(1,40)	11
,50	46,65	1,90	24	(43,40)	(-0,65)	8
,75	48,25	(1,85)	18	(43,20)	(0,55)	6
6,00	48,55	(2,25)	23	(43,25)	(1,25)	3
,25	48,15	1,85	17	(43,30)		4
,50	48,55	1,70	11	(42,65)		6
,75	(50,10)	(0,80)	4	(43,75)		5
7,00	(50,80)	(3,45)	5	(44,50)		3
,25	49,90	(4,70)	10			
,50	50,25	(4,70)	10			
,75	(50,90)	(3,45)	7			
8,00	(54,25)	(-1,60)	4			
,25	(54,60)	(-1,95)	3	(46,25)		2
,50	(54,95)	(-0,15)	3			
,75	(54,35)		4			
9,00	(52,65)		4			
,25	(52,65)		3			
,50	(54,80)		3			
12,50	(54,50)		1			

Tableau 17 - Valeurs interpolées de  $l_t$  et accroissements annuels  $l_{t+1} - l_t$  correspondants.

Sur le tableau 17, figurent les valeurs interpolées pour l'âge et la longueur, et les accroissements annuels correspondants ( $l_{t+1} - l_t$ ) cm. Enfin sont indiqués les nombres ( $n_{l_{t+1}} + n_{l_t}$ ) d'otolithes à partir desquels chaque interpolation a été calculée. Ce nombre donne une indication sur le degré de confiance à accorder à chacune des observations.

Les valeurs interpolées à partir de deux lots d'otolithes d'au moins 10 au total, ont seules été utilisées dans les calculs ultérieurs, car la variabilité pour les lots moins étoffés aurait été trop élevée. Dans les calculs de l'axe majeur réduit représentant la variation de  $l_{t+1} - l_t$  en fonction de  $l_t$ , il n'a pas été possible de pondérer chaque couple de valeurs par la fréquence correspondante, car  $l_{t+1} - l_t$  et  $l_t$  ne sont pas obtenus à partir des mêmes individus. Chaque couple de valeurs aura donc le même poids dans les calculs et les valeurs obtenues à partir d'un faible nombre de poissons, verront leur importance exagérée. Comme les données obtenues à partir d'échantillons faibles, correspondent aux individus âgés pour lesquels la variabilité augmente, nous avons préféré ne pas en tenir compte. Ces valeurs non utilisées figurent entre parenthèse dans le tableau 18.

Les couples de valeurs  $l_t$  et  $l_{t+1} - l_t$  utilisés sont représentés sur la figure 24. Deux phénomènes apparaissent :

- les points ne sont pas alignés pour toute l'étendue de la variation de  $l_t$ . Il y a un changement de pente, celle-ci s'accroissant pour les valeurs de  $l_t$  supérieures à 35 cm chez les mâles et 40 cm chez les femelles. L'équation de Von Bertalanffy ne représente donc pas exactement la croissance des mâles et des femelles pendant toute la durée de leur vie. Mais comme les valeurs observées s'alignent sur des segments de droite, l'équation de Von Bertalanffy peut donc être utilisée pour déterminer la croissance correspondant à chaque alignement de points.

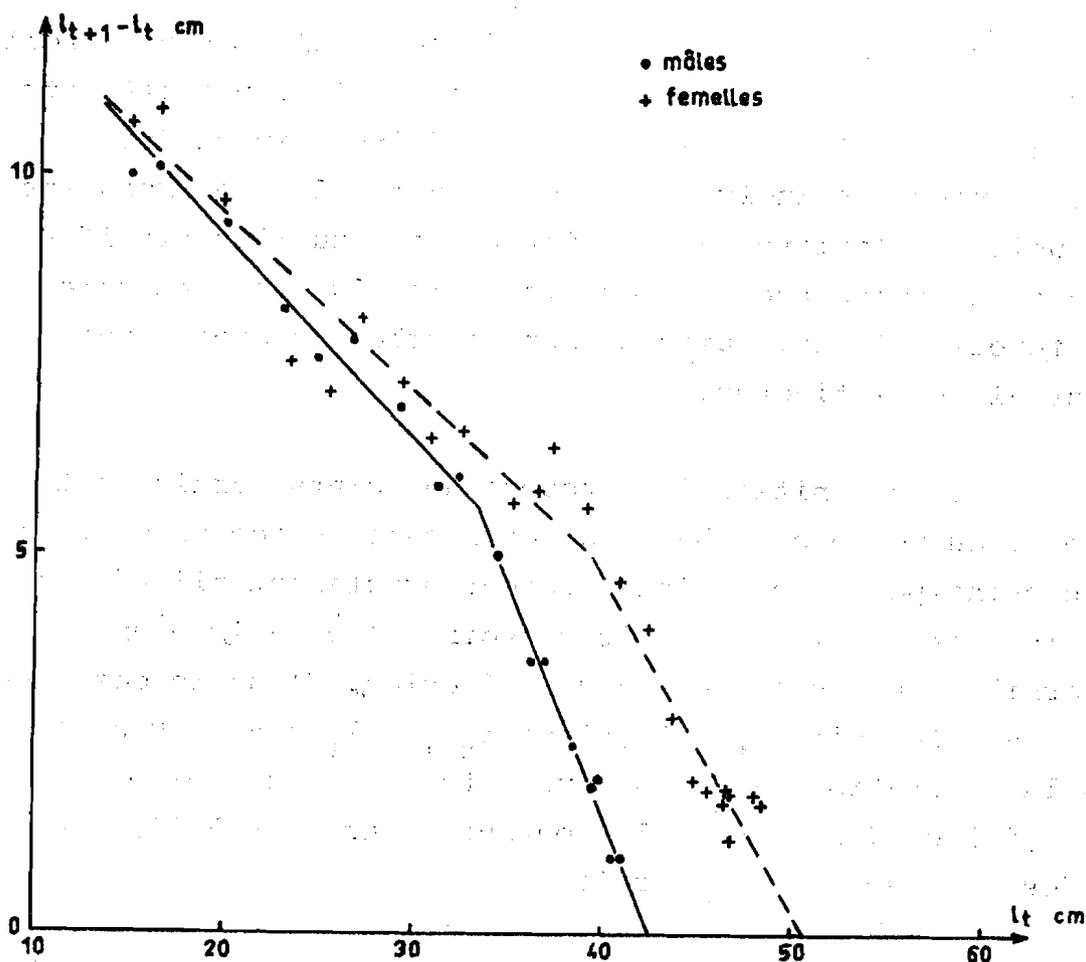


Figure 24 - Influence du sexe sur la croissance : axes majeurs réduits des corrélations  $l_{t+1} - l_t = f(l_t)$  pour les mâles et les femelles.

- si les mâles et les femelles fournissent des valeurs relativement groupées jusqu'aux points d'inflexion, au delà les valeurs se séparent nettement. Ce phénomène provient du fait que le changement de pente survient alors que les femelles ont une taille supérieure à celle des mâles.

Pour déterminer les fonctions  $l_{t+1} - l_t = f(l_t)$ , l'axe majeur réduit  $\frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} = - \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}$  a été utilisé. Cette droite

d'ajustement présente l'avantage de ne fournir qu'une seule droite et ne demande donc pas de préciser le sens de la causalité entre les deux variables. Trois axes majeurs réduits doivent être calculés, un pour les individus jeunes avant l'âge de trois ans pour lesquels il n'existe pas de différence sexuelles significative dans la croissance, un pour les mâles âgés et un autre pour les femelles âgées, puisque leurs courbes de croissance deviennent alors distinctes.

La définition des groupes de points participant à l'une ou l'autre de ces phases de croissance exige un certain choix. En principe si les points étaient exactement alignés sur trois demi-droites, il ne devrait y avoir qu'au maximum un seul point charnière au niveau de chaque inflexion. C'est le cas pour les mâles avec le point  $l_t = 34,50$  et  $l_{t+1} - l_t = 5,0$ . Pour les femelles la séparation est moins évidente, les deux points  $(40,95 - 4,65)$  et  $(42,45 - 4,05)$  pouvant appartenir à l'un ou l'autre des deux segments de droite.

#### 6.4.3.1. - Croissance des jeunes individus (0 à 3 ans).

Afin que les données des femelles qui sont plus nombreuses que celles des mâles n'aient pas une importance exagérée, seuls les 10 premiers couples de valeurs obtenus pour les femelles ont été utilisés avec les 10 couples de valeurs obtenus pour les mâles.

$$n = 20$$

$$\begin{aligned} \sum x &= 506,95 \\ (\sum x)^2 &= 256998,3025 \\ \sum x^2 &= 13689,5025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum y &= 157,25 \\ (\sum y)^2 &= 24727,5625 \\ \sum y^2 &= 1293,3125 \end{aligned}$$

$$\sum xy = 377,4675$$

$$\bar{x} = 25,348$$

$$\bar{y} = 7,863$$

$$\sigma^2_x = 44,189$$

$$\sigma^2_y = 2,997$$

$$\sigma_x = 6,65$$

$$\sigma_y = 1,73$$

$$P = - 10,521$$

$$r = - 0,91$$

$$\text{axe majeur réduit : } y = - 0,260x + 14,463$$

 quation de croissance :

L : pour  $y = 0$ , on a :  $x = 55,54$ , d'où  $L = 55,54$

K :  $1 - e^{-K} = 0,260$ , d'où :  $e^{-K} = 0,740$  et  $K = 0,30$

$t_0$  a été déterminé graphiquement en reportant les valeurs de  $\text{Log}_e (L - l_t)$  en fonction de  $t$  et a été trouvé à  $- 0,72$  (fig25)  
L'équation de croissance commune aux individus jeunes est donc :

$$l_t = 55,54 (1 - e^{-0,30 (t + 0,72)})$$

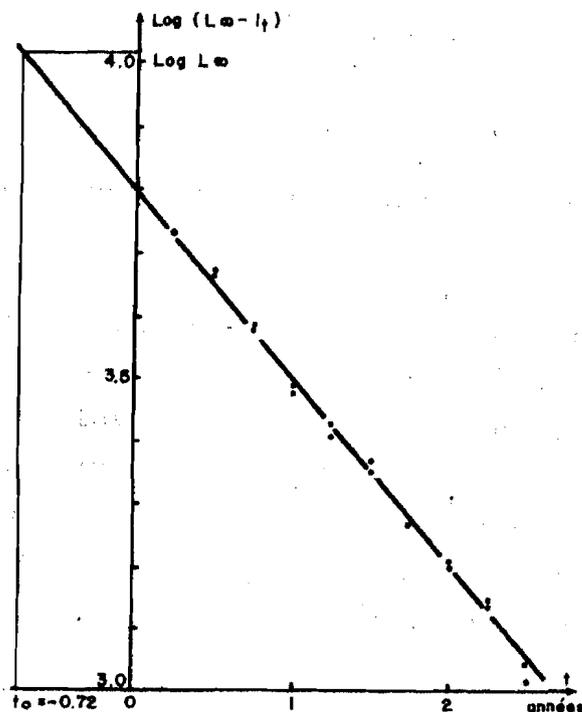


Figure 25 - Détermination graphique de  $t_0$  (individus jeunes).

## 6.4.3.2. - Croissance des individus âgés de plus de 3 ans.

Les axes majeurs ont été calculés ; les paramètres des équations de croissance se déduisent aisément.  $t_0$  a été déterminé graphiquement.

$t > 3$ ans	mâles	féelles
$l_{t+1} - l_t = f(l_t)$		
$n$	8	11
$\Sigma x$	306,80	501,15
$\Sigma x^2$	11802,115	22887,1075
$\Sigma y$	20,70	25,80
$\Sigma y^2$	67,175	71,93
$\Sigma xy$	771,8525	1152,5375
$\bar{x}$	38,350	45,559
$\bar{y}$	2,5875	2,345
$\sigma_x$	2,28	2,35
$\sigma_y$	1,39	1,07
$r$	-2,75	-2,08
	-0,87	-0,83
Axes majeurs réduits	$y = -0,612 x + 26,059$	$y = -0,455 x + 23,075$
$L_{\infty}$	42,58	50,71
$K$	0,947	0,607
$t_0$	+ 0,79	+ 0,78
Equations de croissance	$l_t = 42,58 [1 - e^{-0,95(t-0,8)}]$	$l_t = 50,71 [1 - e^{-0,61(t-0,8)}]$

Tableau 18 - Equations de croissance des individus d'âge supérieur à 3 ans.

Les courbes de croissance ont été tracées sur la figure 26. Les valeurs expérimentales de  $l_t$  et de  $t$ , déduites de la lecture d'au moins cinq otolithes (tableau 16) y sont reportées. En plus de ces valeurs, y figurent les moyennes de taille calculées par années de la 4ème à la 7ème année pour les mâles et de la 5ème à la 9ème année pour les femelles, données non utilisées dans les calculs.

### 6.5. - Discussion - Conclusions

S'il n'est pas possible de déceler une influence quelconque de la saison de naissance sur la croissance ultérieure des Pseudotolithus senegalensis, il apparaît par contre que celle-ci n'est pas identique chez les mâles et les femelles. La divergence, qui ne devient appréciable qu'à partir de la quatrième année, coïncide avec l'apparition d'un changement brusque dans le taux de croissance à un âge voisin mais à des tailles différentes pour les deux sexes. L'existence de ces deux points d'inflexion nécessite de définir trois valeurs différentes pour les constantes K et L<sub>∞</sub> de l'équation de Von Bertalanffy, ce qui a pour effet de compliquer l'incorporation des paramètres de croissance dans un modèle mathématique. Dans la pratique, l'équation commune aux jeunes individus des deux sexes pourrait, sans entraîner d'erreur trop grande, être utilisée seule. En effet, les données expérimentales ne s'écartent notablement de cette courbe qu'à partir d'une taille au delà de laquelle très peu d'individus ne survivent : sur 25 000 Pseudotolithus senegalensis mesurés devant Pointe Noire, 3 % seulement égalaient ou dépassaient 40 centimètres, et 0,6 % 45 centimètres. De plus la majorité de ces grands individus était composée de femelles dont la courbe de croissance particulière ne s'éloigne que peu de cette courbe commune aux jeunes individus (fig. 26). Cette courbe particulière aux jeunes reste voisine de celle calculée sur l'ensemble des individus sans tenir compte du sexe. L'équation de cette dernière a été calculée : la valeur de ses paramètres est donnée dans le tableau 20.

Pourtant d'un point de vue théorique, le point d'inflexion que présente le taux de croissance pose un certain nombre de problèmes. Notons déjà que son existence ne résulte pas d'une détermination erronée de l'âge, puisque la position des modes sur les histogrammes conduit aux mêmes résultats (fig. 21).

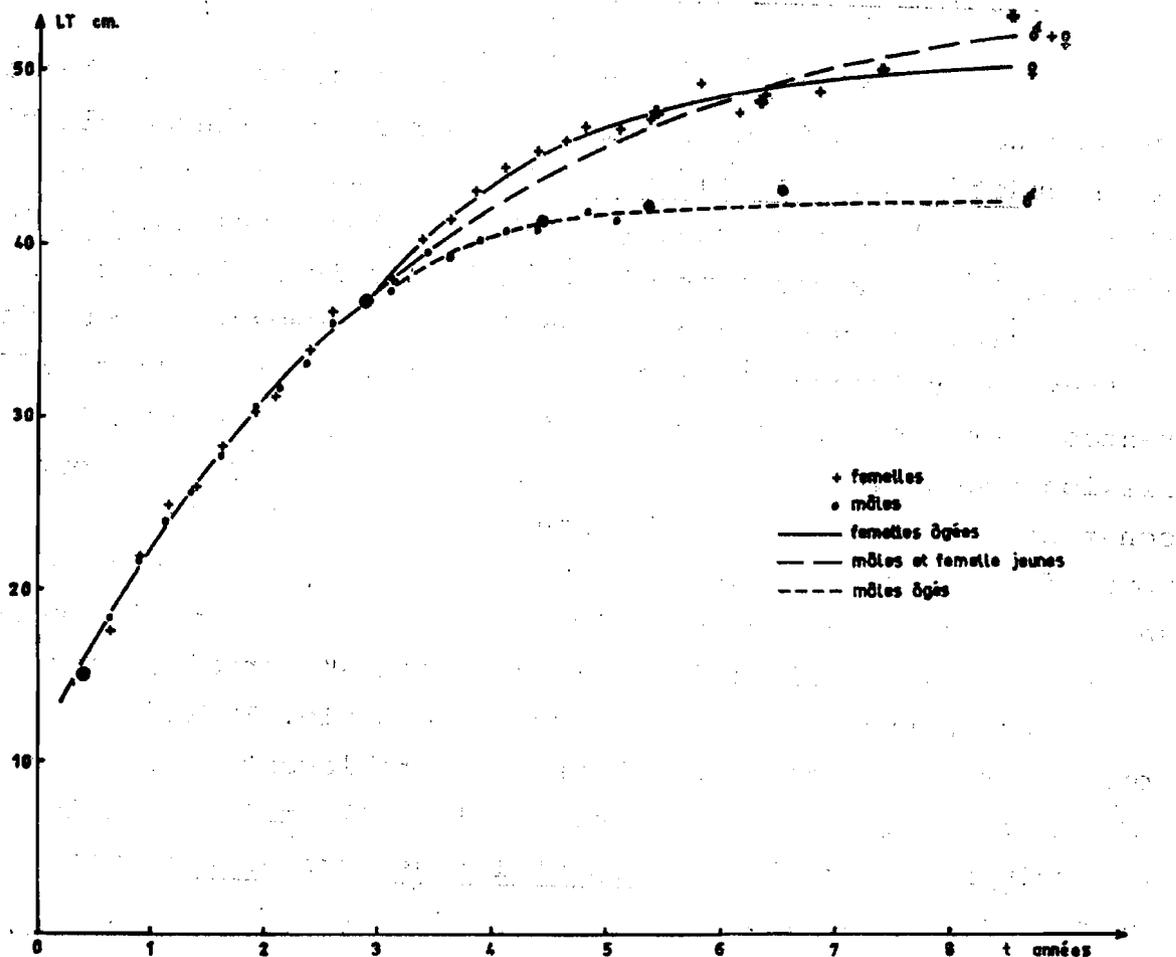


Figure 26 - Courbes de croissance des Pseudotolithus senegalensis dans la région de Pointe Noire (Congo) et valeurs expérimentales déduites des lectures d'âge (tableau 17) : les croix et les points en caractères gras représentent les moyennes de longueur calculées par années à partir de la 4<sup>ème</sup> année pour les mâles et de la 5<sup>ème</sup> année pour les femelle

L'utilisation d'une fonction de croissance inadéquate ne peut non plus être incriminée. Dans l'application précédente de la méthode de Ricklefs, aucune des équations essayées ne permettait d'aligner les points correspondants aux âges 4 et 5 ans avec les autres points. L'équation de Grompertz par exemple ne permettrait pas davantage de supprimer ce point d'inflexion. En effet, cette équation :

$\log W_t = \log W_{\infty} (1 - e^{-Kt})$  peut s'écrire :

$$\frac{d \log l}{d t} = K' (\log L_{\infty} - \log l).$$

Elle ne diffère donc de celle de Von Bertalanffy qui peut s'écrire :

$$\frac{d l}{d t} = K (L_{\infty} - l)$$

que par le fait que les longueurs sont remplacées par leurs logarithmes. L'équation de Gompertz est donc appropriée lorsque le taux d'accroissement est une fonction puissance de la longueur ; celle de Von Bertalanffy lorsque ce taux est proportionnel à la longueur. Ni l'une ni l'autre ne peuvent supprimer ce point d'inflexion brusque.

De telles inflexions apparaissent couramment en relation avec des variations dans les conditions écologiques et physiologiques. Parker et Larkin (1959) ont montré que, chez la truite Salmo gairdneri et le saumon Oncorhynchus tshawytscha, l'interaction de facteurs physiologiques (maturité sexuelle, périodes de ponte) et écologiques (biotopes, saisons, nourriture disponible) déterminait des phases de croissance continue séparée par des tailles seuils.

Chez les espèces dont le biotope est beaucoup plus homogène, le même phénomène est fréquemment cité au moment de la maturité sexuelle, quoiqu'alors la variation brusque du taux de croissance soit rarement aussi accusée. Il ne semble pas que cette influence puisse expliquer ce que l'on observe chez les Pseudotolithus senegalensis. D'après la taille à la première maturité ( $L_m$ ), les équations de croissance et la date des saisons de ponte, le cycle de la reproduction se déroulerait ainsi dans la région de Pointe Noire :

- en combinant les conditions les plus favorables (individus nés au début d'une saison de ponte et se reproduisant à 24,5 cm) certaines femelles pondraient deux saisons de ponte après leur naissance soit à l'âge de 13 à 14 mois.

- la majorité des femelles attendraient la troisième saison de ponte qui suit leur naissance ; elles ont alors 18 mois environ.

- enfin sans les cas les plus défavorables - quoiqu'il soit peu probable que les individus nés en fin de saison de ponte aient la taille à la première maturité la plus élevée - la première ponte ne surviendrait qu'à l'âge de deux ans chez quelques individus.

Même dans ce cas, la première ponte survient donc au moins un an avant que n'apparaisse le point d'inflexion constaté dans le taux de croissance : la maturité sexuelle ne paraît donc pas être responsable du phénomène.

Une augmentation brusque de la fécondité qui coïnciderait avec ce seuil de croissance pourrait éventuellement l'expliquer. Les mesures du rapport gonadosomatique des Pseudotolithus senegalensis capturés sur la radiale de Grand Bassam montrent que celui-ci ne varie pas avec la taille et que cette hypothèse ne peut être retenue (tableau 19).

Lt (cm)	Rapport gonadosomatique moyen	
	Femelles stade IV	Femelles stade V
20 - 25	320/ 18 = 17,8	
25 - 30	2 691/146 = 18,4	216/ 5 = 43,2
30 - 35	4 696/217 = 21,6	277/ 9 = 30,8
35 - 40	3 686/171 = 21,6	517/17 = 30,4
40 - 45	3 129/144 = 21,7	408/14 = 29,1
45 - 50	1 927/ 90 = 21,4	485/16 = 30,3
50 - 55	1 686/ 70 = 24,1	251/10 = 25,1
55	1 534/ 44 = 34,8	128/ 4 = 32,0

Tableau 19 - Rapport gonadosomatique moyen des femelles en fonction de leur longueur totale (moyennes calculées sur l'ensemble des individus capturés sur la radiale de Grand Bassam - Côte d'Ivoire).

En fait puisqu'il apparaît peu probable que les inflexions observées dans le taux de croissance soient dues à une / naturelle, ce phénomène pourrait résulter d'une modification de<sup>cause</sup> la croissance moyenne de la population. Les accroissements annuels correspondant à la quatrième et à la cinquième année ont été déduits de la différence entre la longueur moyenne des classes nées en 1961 et antérieurement et celle des classes nées un an plus tôt. Le ralentissement brutal du taux de croissance pourrait donc provenir de ce que les classes nées en 1961 et antérieurement auraient eut une croissance plus lente que celles plus jeunes apparues après cette date. Or, à partir de cette date, l'effort de pêche (total annuel) de la flottille des chalutiers ponténégrins s'est fortement accru (Poinsard, 1969) :

- puissance de pêche : exprimée en puissance motrice (cv), la puissance de pêche qui a doublé de 1960 à 1962 et triplé de 1960 à 1965.
- temps de pêche : les bateaux qui ne travaillaient que de jour avant 1960 ont régulièrement chaluté de nuit comme de jour après cette date.

Qu'une accélération de la croissance ait suivi la diminution probable de l'abondance de la population consécutive à l'accroissement brusque de l'effort de pêche est tout à fait plausible. Ce phénomène est fréquemment cité : il se produit en général par l'intermédiaire d'une diminution relative de la compétition intra-spécifique (nourriture disponible surtout). La fonction de croissance calculée à partir des observations portant sur les individus de moins de trois ans serait alors celle qui correspondrait le mieux à la situation actuelle.

La croissance des Pseudotolithus senegalensis a été également étudiée par trois autres auteurs. Ne pouvant déterminer directement l'âge des individus récoltés, Collignon (1960) et Longhurst (1964, 1) ont utilisé la méthode de Petersen, le premier

auteur suivant le déplacement le long de l'axe des longueurs non des modes caractérisant les classes d'âge mais des minima de fréquence que les séparent. Bayagbona (1969) a déterminé directement l'âge sur les otolithes, au moyen d'une méthode identique à celle que nous avons utilisée. Les résultats de ces études figurent sur le tableau 21.

Un désaccord appréciable apparaît entre les différentes estimations des constantes de l'équation de Von Bertalanffy, désaccord qui ne peut s'expliquer uniquement par des différences de croissance entre deux régions ou entre deux périodes d'observation. Si les estimations de  $L_{\infty}$  sont, à l'exception de celle donnée par Bayagbona, assez proche et en accord avec les longueurs maximales observées, par contre les estimations de  $K$  sont beaucoup plus dispersées. Toutes les estimations concordent sur le fait que malgré cette dispersion, la croissance des Pseudotolithus senegalensis est nettement plus rapide que celles de beaucoup d'espèces vivant à des latitudes plus hautes.

Au Congo, la taille à un an donnée par Collignon est assez voisine de celle que nous trouvons. Par contre, les tailles à deux et trois ans sont plus élevées que nos estimations ce qui va à l'encontre de l'observation avancée précédemment sur l'augmentation de taux de croissance consécutive au développement de la pêche. Bien que la marge des estimations données par Collignon ne permette pas de calculer  $K$  et  $L_{\infty}$  avec précision, les valeurs que l'on peut déduire pour ces deux paramètres des estimations âge/longueur publiées par cet auteur sont toutefois plus proches des nôtres que celles citées par Longhurst pour les Pseudotolithus senegalensis du Nigéria.

Région	CONGO			NIGERIA		COTE D'IVOIRE
Auteur	Collignon	Troadec		Longhurst	Bayagbona	Troadec
Méthode	histogrammes (Petersen)	otolithes		histogram. Petersen	otolithes	histogrammes (Petersen)
t (années)		jeunes (+ 3 ans)	ensemble des individus			
0,2		13,5				
0,5		17,1			12,5	
1,0	21-27	22,5	23,1	29,4	22,9	28
1,5		27,1			31,9	
2,0	35	31,1	31,8	39,6	39,4	
2,5		34,5			45,8	
3,0	43-46	37,5	37,9	44,2	51,2	
3,5		40,0			55,8	
4,0			42,3	46,3	59,6	
4,5					62,9	
5,0			45,3	47,3	65,7	
6,0			47,5	47,6	70,0	
L <sub>∞</sub>		55,5	52,7	47,8	81	
K		0,30	0,35	0,71	0,33	
t <sub>0</sub>		- 0,72	- 0,65	- 0,44	0	

Nous avons pu également étudier un échantillon abondant en particulier en individus de grande taille, récolté au Cap Saint Paul (Ghana) en septembre 1963. Bien que les dates de naissance des classes d'âge soient inconnues, l'analyse de l'histogramme de fréquence et l'observation des otolithes permet de supposer la croissance suivante :

1 +	2 +	3 +	4 +	5 +	L <sub>∞</sub>	K
29,0	39,5	45,0	49,0	51,0	54	0,52

Tableau 20 - Diverses courbes de croissance publiées relatives aux Pseudotolithus senegalensis Ouest-africain.

Cet auteur donne, pour une valeur de  $L_{\infty}$  légèrement plus faible que celle que nous avons trouvée, une valeur de  $K$  nettement plus élevée. D'après ce travail la croissance de Pseudotolithus senegalensis du Nigéria serait plus rapide au cours des premières années : ces poissons se rapprocheraient plus rapidement de la longueur asymptotique  $L_{\infty}$ .

Les résultats publiés par Bayagbona sur la croissance de la même population diffèrent très largement. Si la valeur de  $K$  qu'il déduit de la détermination directe de l'âge est pratiquement identique à celle que nous trouvons chez les Pseudotolithus senegalensis du Congo, la valeur de  $L_{\infty}$  à laquelle il aboutit est très élevée (80 cm). Bien que les paramètres de croissance n'aient de signification que dans l'intervalle d'observation, cette estimation de  $L_{\infty}$  ne concorde pas avec les distributions de fréquence et les tailles maximales observées chez cette espèce. Au Congo, sur 25 000 individus mesurés, aucun individu ne dépassait 58 centimètres. En Côte d'Ivoire la taille la plus grande que nous ayons rencontrée était de 63 centimètres : trois individus seulement dépassaient 60 centimètres sur 35 000 individus mesurés. Longhurst (1964, 1) qui a travaillé sur les populations du Nigéria et de Sierra Léone émet la même constatation : "the scattered records of fish (Pseudotolithus senegalensis) larger than this (60 cm) certainly, in fact, pertaining to the sibling Pseudotolithus brachygnathus. These figures are in accordance with published records (eg. Poll, 1954 - Collignon, 1957)". Bien qu'il soit difficile d'affirmer que des individus de taille supérieure ne puissent se rencontrer en certains biotopes particulièrement favorables, les estimations données par Bayagbona ne paraissent pas en accord avec la forme asymptotique généralement admise pour la croissance : les individus atteindraient leur taille maximale pour des valeurs très nettement inférieures à la longueur asymptotique  $L_{\infty}$  de l'équation de croissance.

En fait on peut penser que les différences entre ces diverses estimations ont plusieurs origines.

Si l'on applique la méthode de Petersen la filiation des modes devient rapidement imprécise et cela d'autant plus que le nombre de classes recrutées chaque année est élevé. Au Congo où deux classes seulement apparaissent chaque année, cette filiation est plus aisée. Nous avons pu par cette méthode suivre la croissance jusqu'à 35 centimètres environ, Collignon (1960), n'a pas distingué dans son analyse ces deux classes d'âge. De plus la majorité de ses échantillons ont été capturés sur les fonds de 15 à 20 mètres, la répartition hétérogène des classes d'âge en fonction de l'immersion - les individus âgés se trouvent le plus souvent à des immersions plus grandes ou très près de terre lors de la ponte - peut biaiser les histogrammes, les classes âgées restant sous représentées. Lorsque le nombre des recrutements annuels augmente, l'application de cette méthode devient très ambiguë. Longhurst (1964,1) a observé respectivement 5 et 4 recrutements en 1961 et 1962 au Nigéria. En Côte d'Ivoire quatre recrutements sont apparus sur les histogrammes en 1966 : très rapidement les modes fusionnent ce qui entraîne des décalages artificiels de leur position. Malgré un échantillonnage abondant (7 immersions) et régulier (toutes les 3 semaines) les modes ne peuvent être suivis avec certitude au delà de l'âge de 1 an (LT = environ 28 cm).

La détermination directe de l'âge est beaucoup plus satisfaisante. Toutefois la mise au point de cette méthode est récente : il serait nécessaire de standardiser cette technique de confronter les interprétations. Alors la comparaison des résultats pourra aboutir à des résultats significatifs.

Outre les divergences d'origine méthodologique, il existe certainement des différences dans la croissance des populations qui se succèdent le long de la côte ouest africaine.

La différence observée entre la croissance des mâles et celle des femelles, l'influence possible du niveau d'exploitation sur le taux de croissance, peuvent déjà expliquer au moins partiellement les divergences que l'on observe entre les diverses études.

Enfin, le caractère éminemment sédentaire de l'espèce confirmé par les expériences de marquage réalisée en Côte d'Ivoire favorise l'existence d'un nombre élevé de stocks dont la croissance peut fortement varier d'un biotope à l'autre. La croissance des individus capturés au Ghana, bien qu'évaluée grossièrement paraît nettement plus rapide que celle du stock que nous avons étudié à Pointe Noire. Elle se rapproche davantage des résultats publiés par Longhurst pour le Nigéria. La taille à un an (28 cm) estimées par la méthode de Petersen sur les individus capturés en Côte d'Ivoire est également voisine de celle donnée par cet auteur. Les Pseudotolithus senegalensis capturés devant Kipundji près de l'embouchure du Congo ont un taux de croissance et une longueur asymptotique maximale apparemment supérieure aux valeurs obtenues pour la population vivant devant Pointe Noire ; il serait logique que l'embouchure du Congo, comme celle des autres fleuves, constitue un biotope particulièrement favorable, l'apport de sels nutritifs d'origine terrestre augmentant sa productivité.

## 7 - RELATION LONGUEUR/POIDS - CROISSANCE EN POIDS - FACTEUR DE CONDITION - REGIME ALIMENTAIRE.

Si pour des raisons de commodités pratiques, la croissance s'étudie communément à partir de la longueur, il est indispensable de la formuler en poids pour l'incorporer dans les modèles dynamiques de rendement. La définition de la relation longueur/poids conduit à analyser les variations saisonnières du facteur de condition C. Celles-ci permettent de mieux comprendre la formation des zones annulaires sur les structures osseuses. Enfin l'analyse quantitative et qualitative du régime alimentaire explique, mieux que la ponte, l'existence du cycle annuel que présente le facteur de condition.

### 7.1. - Relation longueur/poids.

2 287 poissons ont été pesés au gramme le plus proche et leur longueur totale a été mesurée au millimètre le plus proche. La relation entre le poids et la longueur totale a été déterminée suivant le procédé classique qui consiste à calculer la corrélation entre le poids et la longueur exprimés par leur logarithmes ; ainsi la fonction exponentielle,  $W_g = cL_{cm}^n$ , est transformée en équation linéaire :

$$\log W = \log c + n \log L,$$

à partir de laquelle on calcule n et c.

Les calculs de l'axe majeur réduit sont résumés ici :

soit  $x = \log L$  et  $y = \log W$ ,

$$N = 2287$$

moyennes provisoires :  $A = 1,5025$

$B = 2,2065$

$$\sum fs = - 23 089$$

$$\sum fsy = + 9 888$$

$$\sum fs^2x = 2 322 387$$

$$\sum fs^2y = 4 566 754$$

$$\sum f \delta x \delta y = 2\ 966\ 671$$

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 1,45202 \\ \sigma^2_x &= 0,022849 \\ \sigma_x &= 0,15116\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{y} &= 2,25406 \\ \sigma^2_y &= 0,239460 \\ \sigma_y &= 0,48935\end{aligned}$$

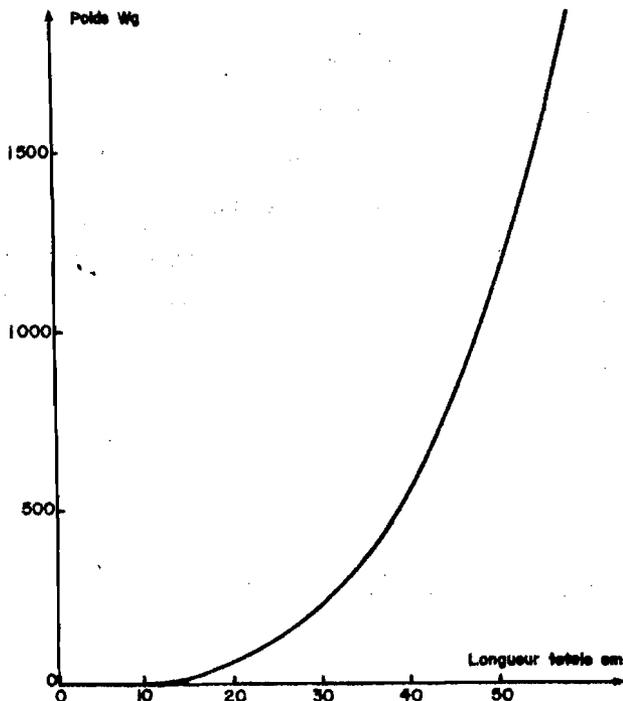
$$p = 0,07375$$

$$r = 0,997$$

axe majeur réduit :  $y = 3,24 x - 2,45$

d'où la relation longueur/poids :

$$W_g = 0,0036 L^{3,24}_{cm} \quad (\text{fig. 27})$$



L'exposant de  $L$  est différent de 3. Le calcul des limites de confiance de la valeur de cet exposant permet de vérifier si cette différence est significative.

Variance de la pente de l'axe majeur réduit :

$$\frac{\sigma^2_y}{\sigma^2_x} \frac{1 - r^2}{n - 2} = 0,0000276.$$

Ecart-type de la pente : 0,00525

Limites de confiance de l'exposant de  $L$  :  $3,24 \pm 0,01$

La pente est significativement différente de 3.

Figure 27 - Relation Longueur/poids

$$W_g = 0,0036 \times L^{3,24}_{cm}$$

## 7.2. - Croissance en poids.

Les deux équations :  $l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$  et  $W = cL^n$  permettent d'écrire l'équation de croissance en poids :

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^n$$

où  $W_{\infty}$  est le poids asymptotique correspondant à la longueur asymptotique  $L_{\infty}$ .

Les équations de croissance en poids sont donc les suivantes :

$$\text{mâles et femelles jeunes} : W_t = 1589 (1 - e^{-0,30(t+0,72)})^{3,24}$$

$$\text{mâles âgés} : W_t = 676 (1 - e^{-0,95(t-0,8)})^{3,24}$$

$$\text{femelles âgées} : W_t = 1184 (1 - e^{-0,61(t-0,8)})^{3,24}$$

## 7.3. - Facteur de condition.

### 7.3.1. - Formulation.

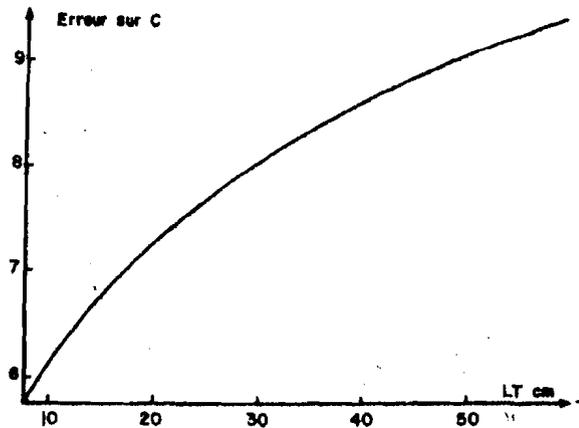
Le facteur de condition  $C$  s'exprime classiquement sous la forme  $C = \frac{W}{L^3}$ , multiplié par un coefficient que nous

avons pris égal à 1 000 pour ne conserver que les chiffres significatifs.

Ce facteur exprime la relation entre le poids et la longueur moyenne d'une population. Lorsque dans la relation longueur/poids, l'exposant de  $L$  est trouvé égal à 3, cette formulation de  $C$  est indépendante de la longueur. Les variations de  $C$ , observées sur tel individu ou tel échantillon pris dans une zone et à une époque particulières, indiquent des modifications

passagères de l'embonpoint : seuls agissent sur C les conditions écologiques, comme l'abondance de nourriture, et physiologiques, comme la ponte. Mais lorsque l'exposant de L, déduit de l'ensemble des observations sur toute la population et au cours d'une année par exemple, est notablement et significativement différent de 3, alors le facteur de condition exprimé sous la forme  $C = 1\ 000 \frac{W}{L^3}$  devient une fonction de L et non plus le paramètre recherché. Dans le cas qui nous intéresse, l'exposant de L est égal à 3,24 ; le facteur de condition moyen d'un échantillon particulier représentera globalement l'influence des phénomènes physiologiques et écologiques que l'on désire étudier, mais aussi l'influence de la longueur moyenne de l'échantillon sur le facteur C, résultat de la formulation mathématique erronée. Si les différences de longueur moyenne des échantillons sont appréciables, leur effet sur C peut masquer les phénomènes étudiés. C'est le cas dans notre étude : reportées sur un diagramme temps, les valeurs moyennes de C par échantillon semblent évoluer de façon aléatoire, sans relation apparente avec les saisons hydrologiques ou les périodes de ponte.

Pour supprimer l'effet artificiel de cette mauvaise formulation, le facteur de condition devrait donc s'exprimer sous la forme  $C' = 1\ 000 \frac{W}{L^{3,24}}$ , C' étant alors le paramètre recherché indépendant de la valeur particulière de L. L'utilisation de cette formulation pose des problèmes de calcul et obligerait à reprendre toutes les déterminations de routine du facteur C obtenues en cours d'observation avec l'exposant 3. Il est toutefois possible d'utiliser la formulation classique  $C = 1\ 000 \frac{W}{L^3}$  en soustrayant par un artifice de calcul l'erreur due uniquement à cette mauvaise formulation. Cette erreur est celle introduite par la fonction reliant L à  $C = 1\ 000 \frac{W}{L^3}$ . Elle peut se formuler ainsi :



soient les équations :

- relation longueur - poids pour l'ensemble des observations :

$$W = 0,00358 L^{3,24} \quad (1)$$

- facteur de condition :

$$C = 1\,000 \frac{W}{L^3} \quad (2)$$

L'équation (1) peut s'écrire :

$$0,00358 = \frac{W}{L^3} \times \frac{1}{L^{0,24}}$$

Si  $\frac{W}{L^3}$  est remplacé par sa valeur dans l'équation (2), l'expression, en fonction de L, de l'erreur sur C due à la mauvaise formulation est alors obtenue :

$$\text{erreur sur C} = 3,58 \times L^{0,24} \quad (3)$$

Figure 28 - Courbe de l'erreur systématique sur le facteur de condition C, en fonction de la longueur.

Par lecture sur la courbe représentant cette fonction (fig. 28) l'erreur systématique sur C s'obtient immédiatement pour chaque valeur de L. Il suffit de retrancher cette erreur de l'évaluation classique  $C_{\text{observé}} = 1\,000 \frac{W}{L^3}$  calculée pour un poisson à partir de sa longueur et de son poids pour obtenir une expression exacte de son embonpoint. Appelons là  $\Delta C$ . Celle-ci n'est plus altérée par la longueur de l'individu dont la condition est identique à la condition moyenne de la population pour l'année d'observation.

Pour chaque échantillon, les moyennes par sexe et pour les poissons au stade I ont été établies sur ces estimations de  $\Delta C$ . Celles-ci ont été exprimées avec deux chiffres significatifs. En effet, un calcul d'erreur donne la précision sur C. Soit :

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta W}{W} + \frac{3 \Delta L}{L}$$

Pour un poisson de 64 grammes et de 20,5 centimètres, on a :

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{0,5}{54} + \frac{3 \times 0,5}{20,5} = 0,0011.$$

D'où  $C = 1\ 000 (0,00744 \pm 0,00011)$ .

Donc doit être exprimé avec deux chiffres significatifs.

Les moyennes de  $\Delta C$  par échantillon et par sexe figurent sur le tableau 21.

DATE	Stade I	Mâles	Femelles	TOTAL
9-12-63	- 2,1/12 = - 0,18	+ 0,5/ 22 = + 0,02	+ 1,9/ 24 = + 0,08	+ 0,3/ 58 = + 0,01
3- 1-64	+ 2,6/19 = + 0,14	+ 20,1/100 = + 0,20	+ 34,6/100 = + 0,35	+ 57,3/219 = + 0,26
21- 1-64	- 7,2/26 = - 0,28	+ 21,7/ 87 = + 0,25	+ 12,1/ 72 = + 0,17	+ 26,6/185 = + 0,14
5- 2-64	+ 3,4/38 = + 0,09	+ 22,7/ 87 = + 0,26	+ 35,4/106 = + 0,33	+ 61,5/231 = + 0,27
11- 3-64	- 30,2/70 = - 0,43	+ 4,5/ 98 = + 0,05	+ 2,8/ 85 = + 0,03	- 22,9/253 = - 0,09
26- 3-64	+ 0,9/ 6 = + 0,15	+ 4,4/ 22 = + 0,20	- 1,9/ 11 = - 0,09	+ 4,3/ 39 = + 0,11
16- 4-64	- 3,4/ 7 = - 0,49	- 10,6/ 48 = - 0,22	- 12,7/ 32 = - 0,40	- 26,7/ 87 = - 0,31
4- 5-64	+ 4,5/11 = + 0,41	- 4,8/ 46 = - 0,10	- 3,6/ 24 = - 0,15	- 3,9/ 81 = - 0,05
2- 6-64	- 0,9/ 4 = - 0,22	- 9,7/ 55 = - 0,18	- 18,2/ 55 = - 0,33	- 28,8/114 = - 0,25
20/28- 6-64	- 6,3/39 = - 0,16	- 11,0/ 71 = - 0,15	- 5,3/ 78 = - 0,07	- 22,6/188 = - 0,12
1- 8-64	- 2,1/16 = - 0,13	- 10,3/ 46 = - 0,22	- 26,2/112 = - 0,23	- 39,0/175 = - 0,22
31- 8-64	+ 0,6/29 = + 0,02	- 1,6/41 = - 0,04	- 2,9/ 33 = - 0,09	- 3,9/103 = - 0,04
23- 9-64	+ 4,6/10 = + 0,46	+ 4,2/ 34 = + 0,12	+ 9,2/ 61 = + 0,15	+ 8,9/106 = + 0,08
3-10-64	+ 5,9/ 9 = + 0,65	+ 12,0/ 45 = + 0,27	+ 3,9/ 38 = + 0,10	+ 21,8/ 92 = + 0,24
23-10-64	- 2,5/ 3 = - 0,84	+ 0,2/ 49 = 0,00	- 7,2/ 49 = 0,15	- 10,5/102 = - 0,10
17-11-64	0,0/ 2 = 0,00	+ 3,2/ 45 = + 0,07	- 5,9/ 49 = - 0,12	- 2,7/ 96 = - 0,03
27-12-64	+ 1,0/ 2 = + 0,50	+ 7,2/ 30 = + 0,24	- 6,1/ 68 = - 0,09	+ 2,1/100 = + 0,02
25- 3-65		+ 0,5/ 11 = + 0,05	- 1,9/ 37 = - 0,05	- 1,4/ 48 = - 0,03
15- 4-65	- 0,9/ 4 = - 0,23	- 2,0/ 15 = - 0,13	- 5,2/ 39 = - 0,13	- 8,1/ 58 = - 0,14
25- 5-65	- 3,8/16 = - 0,24	- 3,4/ 41 = - 0,08	- 2,5/ 21 = - 0,12	- 9,7/ 78 = - 0,12

Tableau 21 - Moyennes de  $\Delta C$  - Evolution au cours de l'année

o Le nombre total d'individus ne correspond pas toujours à la somme des immatures, mâles et femelles, certains hermaphrodites ou poissons à sexe indéterminé ne figurant que dans la somme.

### 7.3.2. - Variations saisonnières du facteur de condition.

L'évolution annuelle du facteur de condition exprimé sous la forme  $\Delta C$  a été reportée sur la figure 29. Le cycle de  $\Delta C$  pour les individus au stade I n'est représenté qu'à partir du mois de juin. Avant cette date les valeurs trouvées semblent évoluer de façon anarchique. Ceci peut provenir de deux causes :

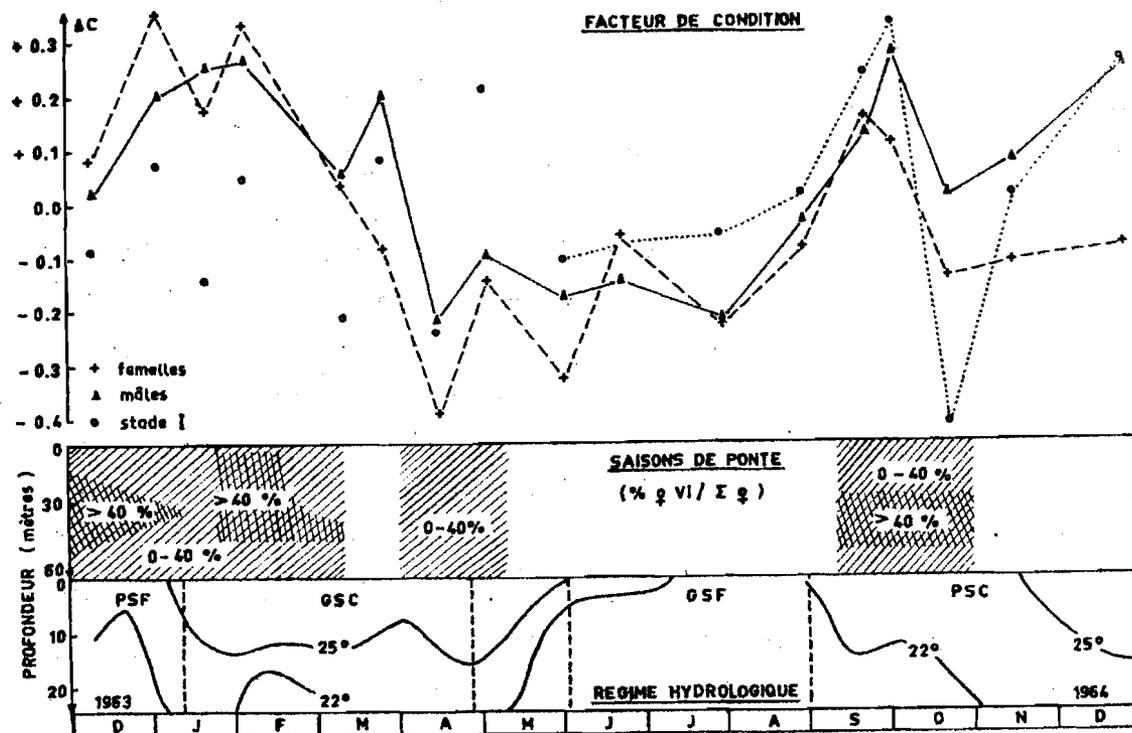


Figure 29 - Variations saisonnières du facteur de condition ( $\Delta C$  saisons de ponte et régime hydrologique (radiale Pointe Noire).

N.B. : Les valeurs de  $\Delta C$  des individus au stade I ont été reportées à une échelle de moitié inférieure à celle portée en ordonnée.

- dans certains échantillons, le nombre de poissons au stade I est faible.
- les poissons étant pesés au gramme près, la précision sur  $\Delta C$  est plus faible et seul un chiffre est réellement significatif chez ces jeunes individus.

Par contre, chez les poissons dont le sexe est identifiable, les variations saisonnières sont régulières : le cycle annuel comporte deux périodes avec deux maxima en fin de saisons froides (fin septembre - début octobre et fin janvier) et deux minima en fin de saisons chaudes (juin - juillet et fin octobre). Cette évolution parallèle au cycle hydrologique peut s'interpréter de deux façons, soit par la ponte, soit par les variations saisonnières de la consommation de nourriture.

Pendant les saisons chaudes durant lesquelles se produit la ponte, le facteur de condition baisse régulièrement pour atteindre un minimum en fin de saison. Cette diminution de  $\Delta C$  est très nette en octobre ; en février - mars, celle-ci, quoique encore importante, est plus faible. Au contraire, en saisons froides, périodes de repos sexuel, le facteur de condition augmente régulièrement. L'émission des produits sexuels pourrait donc, surtout chez les femelles, expliquer la régression de l'embonpoint. Bayagbona (1969) a observé chez les Pseudotolithus senegalensis du Nigéria un maximum similaire du facteur de condition immédiatement avant la ponte.

Pourtant il est peu probable que la ponte soit, et de loin, le seul facteur responsable de la diminution de l'embonpoint observée en saisons chaudes. En effet, cette perte de poids, si elle est plus nette chez les femelles que chez les mâles, est appréciable chez les mâles et est encore plus fortes chez les immatures (octobre 1964).

#### 7.4. - Régime alimentaire.

Les publications relatives à l'alimentation des Pseudotolithus senegalensis ne permettant pas de vérifier si leur régime et la nourriture disponible peuvent être à l'origine du cycle de l'embonpoint. Collignon (1960) et Longhurst (1957, 1960, 1964, 1 & 1966) décrivent la diète de cette espèce : ces poissons sont d'actifs prédateurs qui consomment essentiellement des crevettes de taille petite ou moyenne et secondairement des petits crustacés benthiques et des petits poissons. Mais ces études ne décrivent, ni d'un point de vue quantitatif, ni qualitatif, de variations saisonnières dans le régime alimentaire.

##### 7.4.1. - Matériel et méthodes.

Le contenu stomacal des 3 437 Pseudotolithus senegalensis échantillonnés sur la radiale de Grand Bassam (Côte d'Ivoire) a été décrit au moyen de deux observations :

- L'indice de réplétion exprimé en quarts du volume stomacal maximal pour des conditions normales : il est tenu compte de la taille du prédateur ainsi que des ingestions exceptionnelles vraisemblablement survenues dans le cul du chalut après la capture.
- La description uniquement qualitative du contenu stomacal (°) : le statut spécifique des espèces ingérées est déterminé avec la meilleure précision, jusqu'à l'espèce si possible, permise par l'état de digestion des proies. Aucune évaluation quantitative de l'abondance d'une espèce dans l'estomac (volume ou poids total, nombre d'individus) n'est enregistrée.

---

(°) - Nous remercions ici Le Loeuff et Intès, benthologues du C.R.O., qui nous ont grandement aidé pour les diagnoses.

### Critique de la méthode.

Le chalut n'est pas le meilleur engin de capture pour étudier le régime alimentaire des poissons. Une fois enfermée dans le cul, ceux-ci peuvent avaler des espèces ou des individus qu'ils ne consommeraient pas normalement à l'état libre. C'est ainsi que les estomacs des Pseudotolithus senegalensis contiennent parfois des petites algues rouges ou vertes lorsque le chalut en contient lui-même des quantités appréciables. Il est peu probable qu'en liberté ces poissons mangent réellement ces algues. Dans la mesure du possible, les proies, dont l'ingestion dans les conditions normales paraît fortement improbable, ont été éliminées des inventaires. Mais il subsiste là une source d'erreur, les rejets étant décidés subjectivement.

L'importance de la vessie natatoire des Sciaenidae provoque facilement à la remontée du chalut la dévagination de l'estomac, et ce d'autant plus fréquemment que la profondeur de capture augmente. Il en résulte que les observations sur les poissons capturés à plus de 35 mètres sont peu nombreuses. De ce fait, les variations du régime alimentaire en fonction de l'immersion n'ont pu être abordées. Mais l'intérêt de cette question est limitée, la diète des prédateurs aux immersions plus faibles paraissant dépendre de la nature des peuplements sur lesquels ils vivent.

La diagnose des espèces contenues dans les estomacs a été plus ou moins poussée suivant leur état de digestion. Ainsi une même espèce peut être enregistrée tantôt sous son nom d'espèce, tantôt sous une appellation beaucoup plus large (petit penaeidé ou même crevette par exemple). De ce fait les fréquences d'observation sont d'autant plus sous-estimées qu'elles sont enregistrées sous un nom plus précis.

La vitesse de digestion varie suivant les proies, et par là introduit des biais dans les fréquences d'observation. Ainsi les indices d'abondance des animaux dont les pièces anatomiques résistent bien au suc digestif (cristallin, colonnes vertébrales et surtout otolithes de poissons, tests de lamelli-branches) doivent être légèrement surévalués puisque ceux-ci demeurent identifiables plus longtemps ; à l'inverse l'importance des animaux de petite taille comme les polychètes ou certains groupes de crevettes (mysidacés ou cumacés) est vraisemblablement sous-estimée.

Enfin, aucune indication quantitative (volume, poids ou nombre d'individus) sur l'abondance des diverses espèces dans chaque estomac n'a été enregistrée. Les méthodes quantitatives directes, comme la pesée des poids secs ou humides, sont très longues par le tri et les manipulations qu'elles sous-entendent. En outre elles ne sont pas absolument rigoureuses, puisque les organismes qui sont trop digérés ne peuvent être isolés. Une autre méthode beaucoup plus rapide consiste à enregistrer simplement la présence dans les estomacs des espèces ingérées, sans tenir compte du nombre ou de la masse consommée. Suivant les besoins les résultats sont exprimés soit en fonction du nombre total de poissons étudiés, soit en fonction du nombre total d'estomacs contenant de la nourriture. La première formulation fournit les fréquences de poissons ayant consommé telle ou telle nourriture. La seconde donne les fréquences d'occurrence de tel ou tel groupe chez les individus qui se sont alimentés. Ces deux présentations ne sont pas identiques. La différence se conçoit aisément. Imaginons un échantillon de 100 poissons dont 90 ont l'estomac vide, les 10 autres poissons ayant consommé la même proie A. Exprimé par rapport au nombre total d'estomacs, le résultat montrera que 10 % des prédateurs ont consommé cette proie A. Ce résultat sera identique à celui fourni par un échantillon dont 10 individus sur 100 auront consommé la proie A et les 90 autres une proie B quelconque. Ce qui est évidemment

mauvais. Dans le second cas nous dirons que la totalité des individus (100 %) qui se sont nourris a consommé la proie A.

La seconde forme est beaucoup plus exacte en ce qui concerne le comportement du prédateur vis-à-vis de ses proies. Par contre cette présentation est relativement indépendante de la nourriture disponible, puisqu'elle ne tient pas compte du pourcentage d'estomacs vides ni de la quantité ingérée. Mais cet inconvénient est pallié puisque nous avons parallèlement enregistré les indices de réplétion pour chacun des estomacs. Jones (1964) a d'ailleurs montré sur le merlan que cette dernière présentation fournissait des résultats très comparables à ceux obtenus par les méthodes quantitatives directes (pesée ou comptage). En effet, si pour une proie donnée la quantité totale consommée individuellement par un lot de prédateurs croît, la probabilité de rencontrer cette proie dans un plus grand nombre d'estomacs augmente.

#### 7.4.2. - Composition des contenus stomacaux.

##### 7.4.2.1. - Composition spécifique.

Après avoir écarté les poissons dont l'estomac était dévaginé ou vide, l'ensemble des échantillons comprenait 2 814 estomacs pleins de Pseudotolithus senegalensis. Les espèces répertoriées dans ces estomacs ont été regroupées par ensembles systématiques. Dans le tableau 22, les indices d'abondance sont exprimés en nombres et en pourcentages d'estomacs contenant des individus de telle ou telle rubrique, les pourcentages étant calculés par rapport au nombre total d'estomacs non vides. Les nombres que l'on obtient, comme les pourcentages, ne sont pas cumulables : ainsi la somme des estomacs contenant les diverses espèces de crevettes, inventoriés par espèce ingérée, n'est pas équivalente à la totalité des estomacs contenant des crevettes puisqu'un même estomac peut contenir plusieurs espèces différentes de crevettes.

PROIES	N	%
Petits crustacés épibenthiques	263	9,4
Petites crevettes indéterminées (formes larvaires, mysidacés, petits caridés, petits penaeidés)	267	9,5
<u>Parapenaeopsis atlantica</u> Balss	602	21,4
<u>Palaemon hastatus</u> Aurivillius	1 438	51,1
<u>Total crevettes</u>	2 278	81,0
<u>Total crustacés</u>	2 492	88,8
Poissons (larves et juvéniles)	94	3,3
Poissons (excepté les larves et les juvéniles)	401	14,3
<u>Total poissons</u>	495	17,6
Céphalopodes (essentiellement <u>Lolliguncula mercatoris</u> Adam)	72	2,6
<u>Total mollusques</u>	77	2,7
Polychètes	4	0,1
Algues	(17)	(0,6)
Nombre d'estomacs non vides	2 814	

Tableau 22 - Composition systématique du régime alimentaire de Pseudotolithus senegalensis en nombres et en pourcentages d'occurrence dans les estomacs non vides.

Les chiffres obtenus confirment les résultats de l'étude Longhurst (1964, 1) : les Pseudotolithus senegalensis sont d'actifs prédateurs dont l'essentiel de l'alimentation est à base de crevettes. Sur l'ensemble des échantillons, quatre estomacs sur cinq en contenaient.

Cette sélectivité dans le régime alimentaire s'observe également au niveau des espèces puisque deux espèces seulement, dont une tout particulièrement, constituent l'essentiel de la nourriture : Palemon hastatus Aurivillius rencontré dans un estomac sur deux, et Parapenaeopsis atlantica Balss, dans un estomac sur cinq.

Les autres espèces de crustacés sont présentes de façon plus occasionnelle. Considérés dans leur ensemble les crustacés apparaissent dans neuf estomacs sur dix. L'inventaire des espèces répertoriées dans les estomacs est dressé sur les annexes 2 et 3 ainsi que les fréquences d'observations.

Les poissons arrivent au second rang mais très loin derrière les crustacés. On les trouve dans un estomac sur dix et surtout chez les plus grands Pseudotolithus.

Les mollusques apparaissent également dans la diète de cette espèce. Il s'agit surtout de petits calmars, Lolliguncula mercatoris Adam (°) très abondants en certains points de la côte, dans la région de Sassandra par exemple.

Le petit nombre de polychètes rencontrées (seulement 4 spécimens, dont 3 Diopatra neapolitana (Della Chiage) indique qu'il s'agit là d'une nourriture accidentelle. Toutefois, les polychètes sont rapidement attaqués par les sucs digestifs et les soies n'ont pas été recherchées au microscope dans le bol alimentaire.

Enfin on trouve au cours des saisons chaudes de petites algues rouges et vertes dans les estomacs des individus capturés près de terre. Bien que cette observation se soit

---

(°) - Nous remercions ici Rancurel à qui nous devons cette détermination.

repetée , ces algues ne doivent pas constituer une nourriture normale : présentes alors en quantités importantes dans le chaut on suppose que ces algues sont ingérées passivement par les poissons après leur capture.

Joseph (1962) a constaté le même choix des proies, ou même de parties de celles-ci (siphons de pélécy-podes) chez le sciaenidae, Menticirrhus indulatus des côtes de Californie et pour celà le qualifie de "discriminating feeder". Ce caractère est moins marqué chez une autre espèce de la même famille Roncador stearnsi.

#### 7.4.2.2. - Taille des proies.

L'analyse des contenus stomacaux révèle en outre que, quelle que soit leur statut systématique, les proies consommées par ces deux prédateurs sont toujours de petite taille. Leur principale nourriture, Palaemon hastatus, est un caridé dont la longueur totale ne dépasse pas 7 à 8 cm, rostre compris. Les Parapenaeopsis atlantica contenus dans les estomacs appartiennent très souvent aux classes de taille petites ou moyennes. Les panaeïdés de grande taille (Penaeus duorarum et Penaeus Kerathurus) ne sont qu'exceptionnellement avalés et les rares individus trouvés dans les estomacs sont toujours des jeunes. Les autres crevettes sont toutes de taille réduite, un certain nombre d'entre elles très petites, formes larvaires, mysidacés par exemple.

Il en est de même pour les crustacés épibenthique. Les estomacs contiennent soit des formes adultes de petite taille, comme des Upogebia sp, Callianassa sp, Albunea sp, Matuta michaeleni et autres, soit des formes jeunes ou très jeunes d'espèces plus grandes, stomatopodes, Callappa rubroguttata, Portunus inaequalis, Callinectes gladiator, Scyllarus posteli, etc... De même les deux Panulirus rencontrés étaient de très petite taille.

Le même phénomène se retrouve pour les poissons. Les formes larvaires et les juvéniles, bien que souvent indéterminables (il ne subsiste que les otolithes, les cristallins ou la colonne vertébrale), sont très courantes : petits Sciaenidae dont les Pseudotolithus, Acanthurus monroviae, Dactylopterus volitans, Trichiurus lepturus, Pentanemus quinquarius etc ... Ces formes larvaires jouent un rôle important dans l'alimentation des jeunes Pseudotolithus. Ce n'est que chez les plus grands individus que l'on trouve des poissons de taille plus élevée : adultes de Chloroscombrus chrysurus, Ilisha africana, Pteroscion peli, Brachydeuterus auritus, etc... Et encore ces formes plus grandes ne se rencontrent-elles qu'assez rarement, et il n'est pas toujours certain que ces poissons n'aient pas été avalés après leur capture par le chalut.

Les mollusques trouvés dans les estomacs étaient presque tous des calmars (Lolliguncula mercatoris) également de petite taille (4 cm environ).

#### 7.4.2.3. - Régime alimentaire en fonction de la taille du prédateur.

Longhurst (1964, 1966) a observé que les Pseudotolithus changeaient progressivement de régime alimentaire en grandissant : avec la taille des prédateurs, l'importance des poissons et des crevettes augmente au détriment de celle des petits crustacés, mysidacés et cumacés par exemple. La relative homogénéité constatée dans la taille des proies suggère déjà fortement que les changements qui surviennent dans la composition systématique du régime alimentaire proviennent indirectement de l'existence de relations que l'on peut qualifier de physique entre la taille du prédateur et celle de ses proies.

L T cm	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 62
NOURRITURE	N %	N %	N %	N %	N %	N %	N %	N %	N %
- Petits crustacés épibenthiques indéterminés	18 11,0	41 6,2	28 4,2	18 3,1	3 1,0	0 0,0	1 0,8	1 1,0	0 0,0
- Autres crustacés épibenthiques	0 0,0	20 3,0	35 5,2	53 9,1	19 6,1	10 5,7	5 4,2	5 7,0	3 5,0
<u>Total crustacés épibenthiques</u>	19 11,7	59 8,9	64 9,6	72 12,3	22 7,1	10 5,7	6 5,1	6 8,0	3 5,0
- Petites crevettes indéterminées	30 18,4	88 13,2	63 9,4	40 6,8	15 4,8	12 6,9	6 5,1	5 7,0	8 14,0
- <u>Parapenaeopsis atlantica</u>	5 3,1	104 15,6	154 23,1	151 25,8	74 23,8	50 28,6	35 29,6	17 24,0	12 21,0
- <u>Palaemon hastatus</u>	78 47,9	374 56,2	333 49,9	275 47,0	168 54,0	93 53,1	68 57,6	36 51,0	13 23,0
<u>Total crevettes</u>	118 72,4	583 87,6	559 83,7	449 85,3	244 78,5	143 81,7	96 81,7	55 78,0	31 50,0
<u>Total crustacés</u>	137 84,0	633 95,1	611 91,5	503 86,0	265 85,2	150 85,7	102 86,4	57 80,0	32 57,0
- Céphalopodes ( <u>Lolliguncula mercatoris</u> )	0 0,0	1 0,2	8 1,2	13 2,2	14 4,5	7 4,0	11 9,3	8 11,0	10 18,0
<u>Total mollusques</u>	0 0,0	1 0,2	12 1,8	14 2,4	14 4,5	7 4,0	11 9,3	8 11,0	10 18,0
- Poissons (larves et juvéniles)	20 12,3	27 4,1	28 4,2	15 2,6	2 0,6	1 0,6	1 0,8	0 0,0	0 0,0
- Autres poissons	18 11,0	39 5,9	61 9,1	100 17,1	66 21,2	35 20,0	25 21,2	24 34,0	33 59,0
<u>Total poissons</u>	38 23,3	66 9,9	89 13,3	115 19,7	68 21,8	36 20,6	26 22,0	24 34,0	33 59,0
Estomacs non vides	163	665	668	585	311	175	118	71	56

Tableau 23 - Influence de la taille des Pseudotolithus senegalensis sur la composition de leur régime alimentaire (en nombres et en pourcentages d'estomacs contenant telle ou telle rubrique, exprimés par rapport au nombre total d'estomacs non vides).

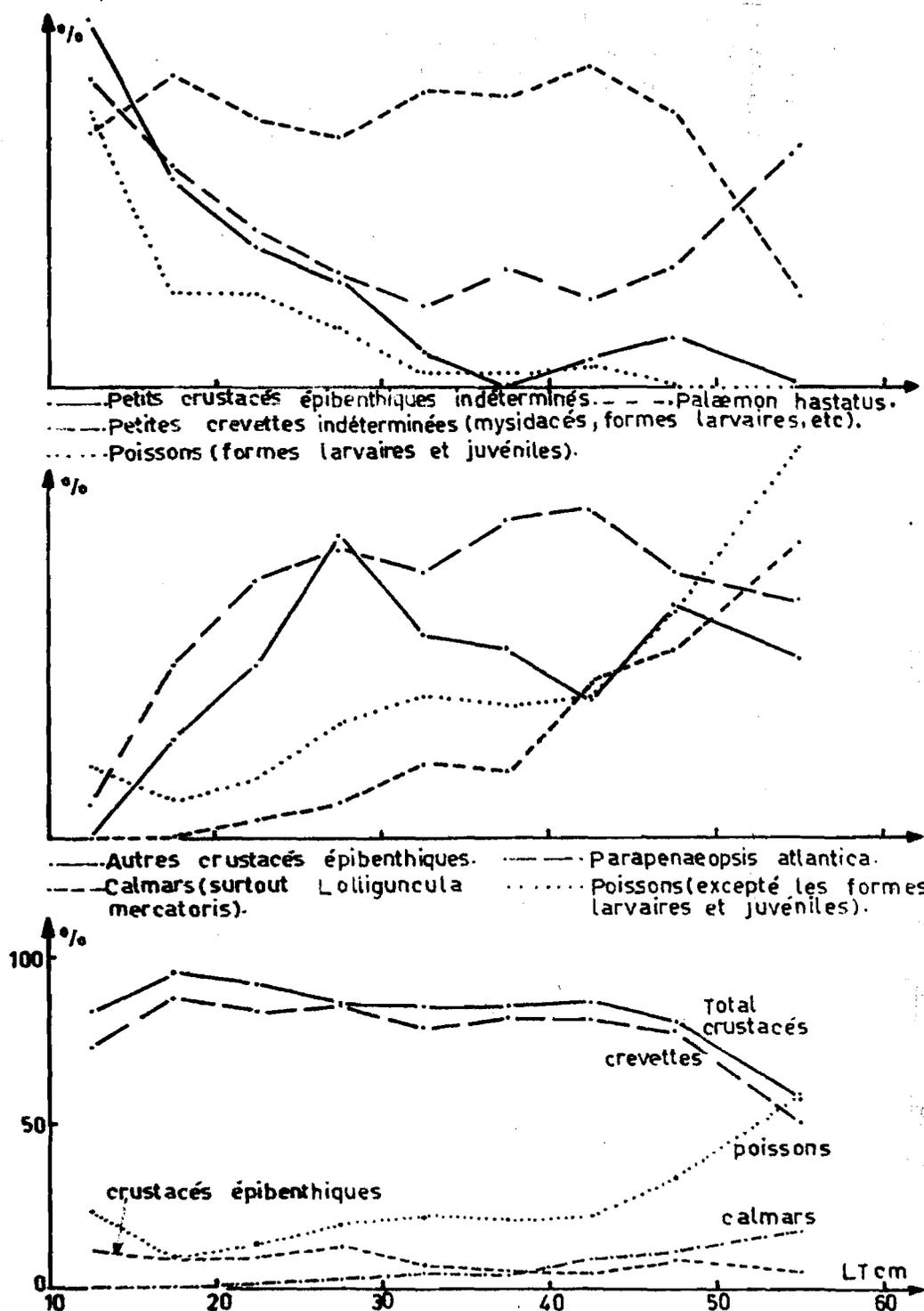


Figure 30 - Influence de la taille des *Pseudotolithus senegalensis* sur la composition de leur régime alimentaire (les fréquences d'observation des divers composants des contenus stomacaux sont exprimés en pourcentages ; ceux-ci ont été reportés à des échelles différentes sur les deux graphiques supérieurs).

Bien que les aliments inventoriés dans les estomacs n'aient pas été mesurés, les données accumulées (tableau 23, fig. 30) fournissent certaines indications sur la taille des proies. En général, quels que soient les groupes considérés, les prédateurs en grandissant consomment moins d'espèces de petite taille (petits crustacés épibenthiques, comme les amphipodes (Systemaspis sp.), mysidacés (Ampelisca sp.) formes larvaires et juvéniles de poissons, etc...), tandis que les formes plus grandes (crevettes, calmars et poissons) entrent de plus en plus dans leur diète. Avec l'âge la consommation de formes adultes de poissons augmente au détriment des formes larvaires et juvéniles. Les Parapenaeopsis atlantica servent surtout de nourriture aux poissons de taille intermédiaire (entre 20 et 45cm) ces crevettes sont, soit trop grosses, soit trop petites pour les individus de taille inférieure ou supérieure.

Il est probable que ce sont les dimensions des proies plus que leur nature systématique qui déterminent les changements dans la diète du prédateur. Pour cette raison la plupart des proies ne conviendraient aux prédateurs étudiés ici que pendant une période limitée de leur vie. Toutefois certains aliments comme Palaemon hastatus et même Parapenaeopsis atlantica seraient appropriés pendant une longue période de la vie des Pseudotolithus senegalensis.

Plusieurs exceptions à ces règles s'observent dans les données : elles doivent provenir de l'hétérogénéité de certains groupes systématiques (petites crevettes indéterminées par exemple) et également d'un échantillonnage insuffisant, puisque ces anomalies apparaissent principalement chez les classes de prédateurs les plus âgés, donc les moins bien représentées.

Cette relation entre la taille du prédateur et celles de ses proies est citée par Joseph (1962) en ce qui concerne le régime alimentaire des deux sciaenidés californiens déjà cités.

Il ressort clairement que la nourriture des Pseudotolithus senegalensis est essentiellement vagile. Les formes les plus consommées sont celles qui nagent au voisinage du fond : petites crevettes surtout, larves et juvéniles de poissons, petits calmars. Les êtres qui vivent au contact immédiat du substrat (petits crustacés épibenthiques principalement) entrent également mais de façon secondaire dans la diète de ces poissons, tandis que les formes enfouies (pélécy-podes, polychètes) sont à considérer comme des proies accidentelles. Les Pseudotolithus senegalensis ne fouissent donc pas pour capturer leur nourriture, mais chassent la faune vagile vivant au voisinage du fond et les formes nageuses de préférence aux autres formes, rampantes ou marcheuses.

Toutes ces espèces rencontrées dans les estomacs appartiennent à la fraction côtière du peuplement littoral décrit par Le Loeuff et Intès (1969) à partir des récoltes réalisées au chalut sur la même radiale. Comme les prédateurs, les Palaemon hastatus, Parapenaeopsis atlantica, Squilla aculeata cadmani, Dorippe armata, Callinectes gladiator, etc ... vivent au niveau supérieur du domaine nérétique, dont l'hydroclimat se caractérise par sa grande variabilité. La limite bathymétrique inférieure de ce peuplement (60 m) sur lequel se nourrissent les Pseudotolithus senegalensis pourrait expliquer que ces poissons ne gagnent pas périodiquement des profondeurs plus grandes lorsque les conditions hydrologiques y correspondent à celles dans lesquelles on les rencontre couramment à des niveaux plus élevés.

### 7.4.3. - Variations saisonnières du régime alimentaire.

#### 7.4.3.1. - Variations quantitatives : indice de réplétion (fig.31)

L'indice de réplétion (moyenne par radiale) suit des variations saisonnières synchrones de l'hydroclimat (fig. 3&4):

- en période chaude soit de décembre à juin, les valeurs restent basses ;

- pendant la période froide, soit de juillet à novembre, les valeurs sont beaucoup plus élevées, sauf en septembre - octobre : à la fin l'upwelling (début septembre), l'indice moyen de réplétion amorce une chute brutale pour atteindre un minimum fin septembre - début octobre, puis remonte ensuite. Cette anomalie par rapport à l'évolution générale pourrait être due au minimum d'oxygène qui apparaît à la même époque. Ce minimum d'oxygène chasse du fond bon nombre d'espèces de poissons benthiques ; il est vraisemblable qu'il agisse également sur la faune vagile et en particulier sur la nourriture des "ombrines".

Cette anomalie mise à part c'est donc bien pendant les périodes froides que les Pseudotolithus senegalensis s'alimentent le plus. Il est donc très vraisemblable que le cycle de la consommation de nourriture soit à l'origine des fluctuations saisonnières du facteur de condition, fluctuations que la ponte ne pouvait expliquer. Toutefois le poids de la nourriture ingérée pourrait être au moins partiellement à l'origine de l'amélioration de l'embonpoint observée simultanément. Pour infirmer cette hypothèse 48 contenus stomacaux prélevés sur des individus de taille différente ont été pesés en vue d'évaluer l'incidence du poids de la nourriture ingérée sur le poids total de l'individu :

Indice de réplétion	Poids de la nourriture (% du poids du corps)	Nombre d'observations
4/4	4,2	25
3/4	3,0	19
1/2	1,7	4

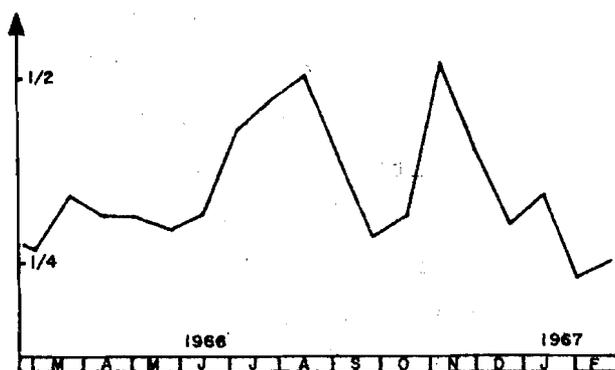


Figure 31 - Variations saisonnières de l'indice de réplétion chez Pseudotolithus senegalensis (radiale Bassam)

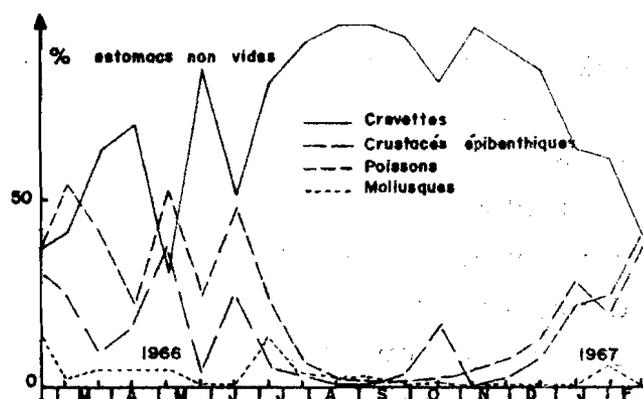


Figure 32 - Variations saisonnières du régime alimentaire des Pseudotolithus senegalensis (radiale Bassam).

Le poids total d'un individu varie donc de 1 % environ, lorsque l'indice de réplétion passe de 1/4 à 1/2, ce qui correspond à l'amplitude maximale observée (moyenne par radiale) au cours de l'année. Par contre d'après les données recueillies au Congo, la différence du poids moyen d'individus de même taille atteint 8 % entre deux saisons d'un minimum à un maximum du facteur de condition : d'après la relation longueur/poids établie et la courbe de variation du facteur de condition, le poids moyen d'un poisson de 25 cm passe de 108 à 117 grammes. Les fluctuations de poids dues à celui de la nourriture consommée sont insuffisantes pour expliquer les variations périodiques de l'embonpoint.

L'indice de réplétion reste élevé jusqu'en fin novembre c'est-à-dire presque un mois au delà de la fin de l'upwelling. Ce décalage n'est pas surprenant, car l'effet bénéfique sur la chaîne alimentaire de l'enrichissement en sels nutritifs se prolonge après la fin de l'upwelling. En 1967, devant Abidjan, les densités phytoplantoniques restaient élevées jusqu'au début du mois de décembre, soit environ un mois après la fin de la grande saison froide (Dandonneau, com. pers.). Ou'un décalage existe à d'autres niveaux de la chaîne alimentaire est très probable. D'ailleurs bien que l'on soit à la limite de précision des observations, un tel décalage apparaît également entre le régime hydrologique et le cycle du facteur de condition (fig. 29).

#### 7.4.3.2. - Variations qualitatives : composition systématique du régime alimentaire.

Lorsque l'on analyse dans le temps la composition systématique des contenus stomacaux (fig. 32), les fluctuations de l'indice de réplétion se comprennent :

- de juillet à décembre, le régime est presque exclusivement composé de crevettes, Palaemon hastatus principalement pendant la saison froide, à laquelle vient s'ajouter Parapenaeopsis atlantica au début de la saison chaude (fig. 33). Cette période correspond à celle pendant laquelle l'indice moyen de réplétion est le plus élevé, et le parallélisme va encore plus loin puisqu'une diminution du rôle des crevettes dans la nutrition s'observe en septembre - octobre lorsque l'intensité d'alimentation marque un fléchissement.

- durant le reste de l'année, soit de janvier à juillet, la consommation des crevettes diminue plus ou moins fortement et se trouve compensée par un accroissement de la prédation des autres catégories de proies : crustacés épibenthiques, mollusques et poissons en particulier. Mais les deux phénomènes ne s'équilibrent pas puisque durant cette saison l'indice de réplétion

garde des valeurs plus faibles que pendant la période froide. Les fluctuations relativement importantes qui surviennent alors dans le régime alimentaire sont à rapprocher des variations simultanées du milieu, en particulier des refroidissements qui surviennent pendant cette saison marine chaude.

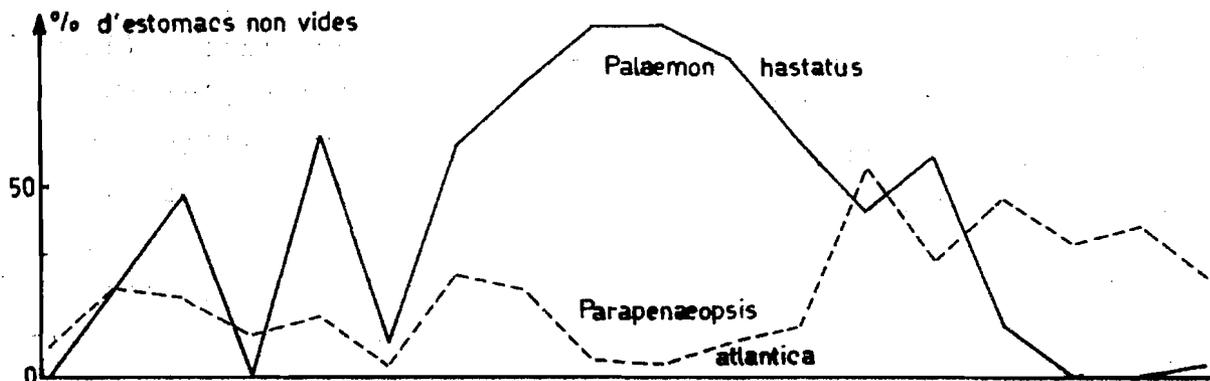
#### 7.4.3.3. - Relation prédateur - proies.

La comparaison des cycles de consommation des principales proies à leur abondance dans le biotope suggère l'existence de relations prédateur - proies intéressantes. En effet, la consommation de ces dernières ne suit pas toujours leur abondance.

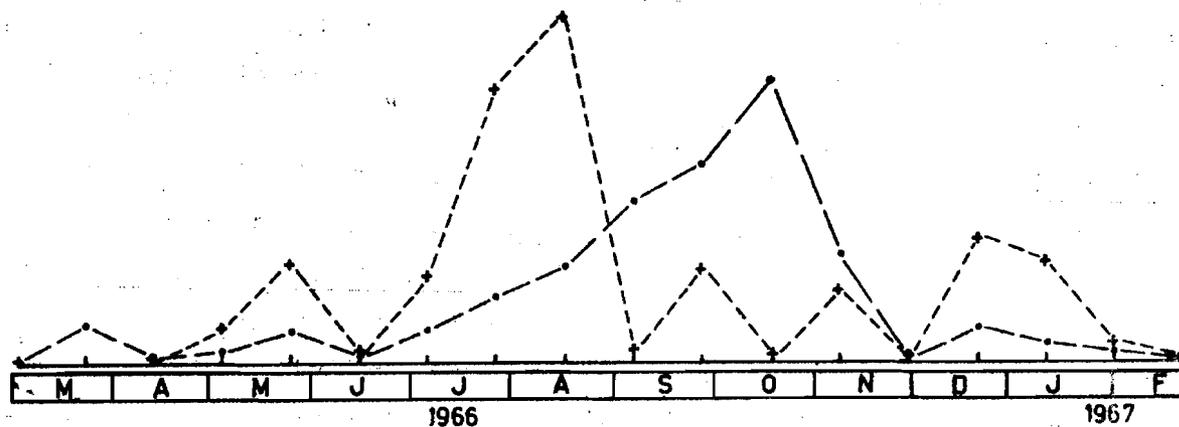
En l'absence de tout choix de la part du prédateur dans la recherche de nourriture ou, lorsqu'il y a choix, dans le cas de ses aliments préférés, l'abondance d'une proie dans les estomacs sera déterminée par les quantités disponibles dans le milieu. Mais si le poisson choisit ses proies, il devra en période de disette de son ou de ses aliments préférés se rabattre sur des proies moins recherchées initialement. Alors le cycle de consommation de ces proies ne sera pas parallèle à celui de leur abondance, car à la relation directe abondance - consommation se superpose le cycle de disponibilité et de consommation des proies préférées. C'est ce que l'on observe dans le régime alimentaire des Pseudotolithus senegalensis.

D'après Longhurst (com. pers.) Palaemon hastatus abonde le long des côtes nigérianes en période de dessalure de la couche superficielle. Devant la Côte d'Ivoire ces périodes de crues et de dessalure superficielle (fig. 6) encadrent la grande saison froide. Effectivement dans les captures au chalut sur la radiale de Grand Bassam, Palaemon hastatus a été rencontré uniquement en saison froide de fin juillet à fin octobre (Le Loeuff et Intès, 1969) : malgré sa faible taille, l'espèce est alors

si abondante que des quantités parfois très appréciables (jusqu'à 10 kg/heure de pêche) sont retenues par les mailles d'un chalut à poisson tout à fait inadapté à leur capture. Parallèlement le pourcentage d'occurrence de cette espèce dans les estomacs ne dépasse 50 % que pendant la grande saison froide ainsi qu'au cours du refroidissement de mars 1966, Malgré l'imprécision des connaissances sur les variations exactes de la biomasse de cette espèce, sa consommation semble bien être directement liée aux quantités disponibles. Ceci implique qu'il s'agit là de l'aliment préféré des Pseudotolithus senegalensis, puisque c'est la seule espèce pour laquelle apparaît ce type de relation. En novembre - décembre la consommation des crevettes reste considérable bien que celle de Palaemon hastatus ait fortement baissée : les Parapenaeopsis atlantica compensent avec un léger décalage de temps la diminution de consommation des Palaemon. Nous possédons des données précises sur l'abondance des Parapenaeopsis atlantica sur la radiale, à chaque trait de chalut les captures ayant été pesées et mesurées (LT cm). Le graphique inférieur de la figure 35 montre les variations de deux indices d'abondance de cette crevette : le poids total capturé sur la radiale, somme des prises par station pondérées par l'espacement entre les stations, et le nombre total d'individus de taille inférieure à 8 cm pondéré de la même façon. D'après ces graphiques la consommation des Parapenaeopsis atlantica n'est liée ni à leur abondance totale, ni même à celle des individus de petite taille, ce qui pourrait être à priori le cas puisque nous savons la préférence des Pseudotolithus pour les crustacés de taille réduite. Il faut donc admettre que le Parapenaeopsis atlantica constituent une nourriture de remplacement : les Pseudotolithus senegalensis les consomment surtout lorsque la densité de Palaemon hastatus n'est plus suffisante.



Abondance de Palaemon hastatus et de Parapenaeopsis atlantica dans les estomacs de Pseudotolithus senegalensis (en pourcentages d'estomacs contenant l'espèce considérée).



Indices d'abondance de Parapenaeopsis atlantica sur la radiale de Grand Bassam au cours de la même période (— poids de l'ensemble des individus capturés ; +----+ nombre d'individus de longueur totale inférieure à 8 cm).

Figure 33 - Rôle de Palaemon hastatus et de Parapenaeopsis atlantica dans les variations saisonnières de l'alimentation de Pseudotolithus senegalensis.

Le même phénomène explique les cycles de consommation des autres groupes de proies : crustacés épibenthiques, poissons et mollusques. Nous n'avons pas observé directement leurs cycles saisonniers d'abondance. Toutefois, toujours sur la même radiale et pendant la même période, Le Loeuff et Intès (op. cit.), ont constaté que les meilleures captures de benthos s'obtenaient pendant la grande saison froide et secondairement pendant le petit upwelling survenu en fin avril 1966 et en

janvier 1967 et ceci surtout dans la zone littoral (15 à 30 m) d'où provient l'essentiel de notre matériel. Or la consommation des proies considérées ici suit un cycle exactement inverse. Il est évident que là aussi, ces proies doivent être considérées comme une nourriture de substitution utilisée encore plus occasionnellement lorsque les crevettes se font plus rares, observation confirmée par la baisse de l'indice de réplétion durant ces périodes chaudes.

Parallèlement le régime alimentaire est d'autant plus diversifié que les prédateurs consomment moins de nourriture préférentielle et plus de nourriture de remplacement ou occasionnelle.

#### 7.4.4. - Conclusions

La même étude réalisée sur les Pseudotolithus typus aboutit aux mêmes conclusions (Troadek, 1968). Le synchronisme des cycles observés pour le régime hydroclimatologique, la nourriture disponible, le régime alimentaire qualitatif et quantitatif, la ponte, le facteur de condition et la périodicité d'apparition des anneaux sur les otolithes, forme un tout cohérent. Pendant la saison froide à l'enrichissement général des eaux et de la productivité primaire et secondaire, correspond un accroissement de la nourriture disponible : Palaemon hastatus, proie préférée des "ombrines" abonde. L'indice de réplétion est élevé. Le facteur de condition augmente régulièrement. En saison chaude au contraire et sans doute avec un décalage les phénomènes s'inversent tandis que se produit la ponte.

A lui seul Palaemon hastatus assure l'essentiel de la nourriture de ces Sciaenidés, poissons particulièrement abondants dans la province néritique ouest africaine. Les pêches réalisées à certaines périodes de l'année avec des chaluts dont la maille est parfaitement inadaptés à leur capture confirment encore la profusion de cette espèce. Elle est d'ailleurs exploitée artisanalement dans certaines régions. Pourtant jusqu'ici son évaluation quantitative, tout comme celle de la fraction nageuse de la faune vagile d'ailleurs, n'a pas été entreprise : la raison majeure de ce retard réside dans les difficultés réelles que présente son échantillonnage. Le rôle du nectobenthos devrait pourtant être abordé et son importance évaluée, si l'on veut mieux comprendre les relations énergétiques responsables de la production tertiaire dans le secteur démersal.

## 8 - LA MORTALITE.

### 8.1. - Données nécessaires et données disponibles.

Pour suivre la diminution dans le temps du nombre d'individus issus d'une même ponte, il est nécessaire de disposer de représentations de la population aussi exactes que possible. Ces estimations sont fournies en général par des histogrammes de fréquence de longueur qui sont ensuite transformées en pyramides d'âge à l'aide de clés âge-longueur provenant de lectures d'âge par exemple. Ces distributions de fréquence de longueur peuvent provenir de deux sources de données.

#### 8.1.1. - Echantillonnage des prises débarquées par les chalutiers

Ce sont les données les plus couramment utilisées car le volume des échantillons que l'on peut ainsi rassembler permet de réduire considérablement la variance des estimations. Mais dans les conditions où ce travail a été réalisé, un tel échantillonnage présentait de très réelles difficultés. Pour la vente l'espèce étudiée est répartie en deux rubriques elles-mêmes hétérogènes : les "bars" et la "friture". Un échantillonnage adéquat aurait cependant permis d'estimer les apports réels de Pseudotolithus senegalensis. Mais surtout les débarquements de ce poisson proviennent de plusieurs lieux de pêche, dont certains comme l'embouchure du fleuve Congo, correspondent à des biotopes différents de celui étudié ici. De plus sur le plateau continental congolais, les chalutiers exploitent plus intensivement certaines immersions privilégiées et par conséquent les classes d'âge qui s'y trouvent concentrées. Celle-ci ont donc dans les prises une importance exagérée par rapport à leur abondance dans la population. Il aurait donc fallu être en mesure d'enregistrer simultanément l'effort de pêche et sa localisation

correspondant aux différentes strates débarquées de la population. Ainsi les prises par unité d'effort rapportées à chaque classe d'âge composant la population étudiée auraient fourni une estimation correcte de leur abondance relative. Malheureusement les tentatives de collecte de ces données statistiques sur l'activité des chalutiers se sont à l'époque soldées par un échec partiel. Pour toutes ces raisons, ce procédé pourtant classique d'étude de la mortalité n'a pu être utilisé.

#### 8.1.2. - Pêches réalisées par l'"Ombango" sur la radiale de Pointe Noire.

Les pêches expérimentales de l'"Ombango" fournissent des estimations d'abondance qui ne souffrent pas de ces incertitudes, en particulier lorsque les radiales ont été réalisées complètement, c'est-à-dire lorsque tous les traits de chalut prévus au programme ont pu être effectués. Par suite des indisponibilités de l'"Ombango" seulement cinq radiales ont été exécutées complètement. En outre, le chalutier "Thierry" de la Campagne de chalutage dans le Golfe de Guinée a pêché devant Bas-Kouilou à des stations disposées aux mêmes immersions sur une radiale perpendiculaire à la côte (18/5/1964). Enfin la population des Pseudolithus senegalensis a été échantillonnée au voisinage immédiat d'un lieu de ponte présumé (données du "Trouz ar Moor", 22-25/10/1964). Les mensurations recueillies à cette occasion sont à priori intéressantes, car au moment du frai les DIFFÉRENTES fractions de la population peuvent se regrouper et les distributions obtenues alors pourraient être représentative de la population.

Mais si pour cet ensemble de mensuration, l'effort de pêche et sa localisation sont connus exactement, le faible volume des échantillons laisse subsister une large incertitude : le programme de travail axé essentiellement sur la description

des cycles saisonniers et sur la mise au point d'une méthode sûre de détermination de l'âge ne fournit pas pour l'étude de la mortalité l'échantillonnage adéquat. C'est pourtant à partir de ces données, les seules disponibles, que l'évaluation des mortalités a été tentée. Les résultats obtenus doivent de ce fait être considérés plus comme des hypothèses que des certitudes.

## 8.2. - Traitement des données - Résultats.

Pour chaque radiale complète, la distribution globale de fréquence de longueur est calculée, en additionnant les distributions obtenues aux diverses immersions, pondérées proportionnellement à l'espacement des stations sur la radiale. Les distributions ainsi obtenues sont transformées en pyramide d'âge grâce aux clés âge/longueur établies à partir des otolithes des poissons capturés simultanément.

L'évaluation de la mortalité totale instantanée  $Z$ , déduite de ces indices d'abondance, est sujette à des erreurs systématiques lorsque le recrutement, la disponibilité ou la vulnérabilité varient d'une classe à l'autre sans que l'on puisse estimer l'amplitude de ces variations. Les interférences se forment de façon voisine, l'équation classique de mortalité

$N_{t+1} = N_t \cdot e^{-Z}$  s'écrivent alors :

$$\text{Log}_e \frac{N_t}{N_{t+1}} = Z + \text{Log}_e R \quad (\text{Gulland, 1969}).$$

Dans cette équation,  $R$  est le rapport des recrutements, des disponibilités ou des vulnérabilités des classes  $t$  et  $t+1$ . Comme les données disponibles ne permettent pas de chiffrer ce rapport, seuls l'effet du recrutement ou de la disponibilité peuvent être atténués ou même parfois supprimés suivant le

traitement appliqué aux données, mais les erreurs entraînées par une vulnérabilité variant avec l'âge restent difficiles à déceler et de ce fait impossibles à supprimer.

### 8.2.1. - Courbe de prise : mortalité totale.

Evaluer la mortalité totale à partir de l'abondance relative des classes d'âge présentes dans une même prise, consiste à comparer le nombre d'individus d'une classe à celui de la classe née un an plus tôt. Les indices d'abondance obtenus pour chaque classe à partir des pêches sur une même radiale sont directement comparables, l'effort et la puissance de pêche étant identiques pour toutes les classes d'âge. Mais ce procédé postule que le recrutement ne varie pas ou du moins peu d'une année à l'autre, sinon les fluctuations dans l'abondance originelle des classes entraîneront des erreurs parallèles dans l'estimation de la mortalité. Pour tamponner ce risque d'erreur, les classes ont été regroupées deux par deux, par addition des deux classes nées la même année. Si ce traitement néglige le biais susceptible de provenir du recrutement, il permet par contre de supprimer les erreurs dues aux variations de la disponibilité, les diverses classes étant pêchées simultanément au cours d'une même radiale. Dans le cas présent, si le mode d'échantillonnage fournit des échantillons représentatifs de la population présente au voisinage de la radiale, il n'en subsiste pas moins, d'une radiale à l'autre, des fluctuations de la disponibilité globale, résultats d'échanges de la population avec les aires limitrophes. Cette cause d'erreur peut disparaître si les indices d'abondance de chaque classe sont exprimés par leurs pourcentages, ce qui revient à ramener à 100 le nombre total d'individus capturés à chaque radiale. Ces pourcentages sont présentés sur le tableau 27, ainsi que les valeurs du coefficient de mortalité totale instantanée  $Z$ , déduites du rapport :

$$\frac{N_{t+1}}{N_t} = e^{-Z}$$

NAVIRE	Ombango				Thierry		Ombango				Trouz ar moor		Ombango	
	21/1-4/2-64		11/3/64		18/5/64		20-26/6/64		23-25/9/64 3/10/64		22-25/10/64		25/3/65	
DATE DE NAISSANCE	N %	Z	N %	Z	N %	Z	N %	Z	N %	Z	N %	Z	N %	Z
1964							(1,9)		(14,3)		(4,8)		(29,7)	
1963	(34,0)		70,6	1,22	(14,9)		68,9	1,27	65,9	1,58	(38,9)		52,5	1,14
1962	45,2		20,8	1,31	(36,1)		19,5	1,18	13,6	1,22	28,3	0,58	12,4	1,23
1961	14,3	1,16	5,6	1,39	32,9	1,38	6,0	0,88	1,0	1,05	15,9	0,69	3,6	0,91
1960	6,0		1,4		8,1		2,5		1,4		8,0		1,4	
1959	↑		↑		↑		↑		↑		3,7		↑	
1958	(0,5)		(1,6)		(8,1)		(1,3)		(0,9)		(0,2)		(0,4)	
> 1958	↓		↓		↓		↓		↓		(0,2)		↓	

Tableau 24 - Indice d'abondance (%) des classes d'âge groupées par années, déduits des chalutages sur la radiale de Pointe Noire. Les pourcentages entre parenthèses sont ceux des classes qui ne sont pas encore entièrement recrutés ou dont l'abondance est trop faible pour que les chiffres puissent être considérés comme significatifs.

Si les valeurs de ces pourcentages sont reportées sur un graphique semi-logarithmique (pourcentages sur l'échelle logarithmique et temps sur l'échelle arithmétique) les points doivent s'aligner sur une droite de pente - Z. En effet,

$$\text{l'équation } \frac{N_{t+1}}{N_t} = e^{-Z} \text{ se transforme en } \text{Log } N_{t+1} = \text{Log } N_t - Z.$$

C'est la courbe de prise classique.

Pour comparer sur un tel graphique les diverses estimations de Z obtenues indépendamment, tous les pourcentages du tableau 27 ont été réexprimés en donnant arbitrairement aux pourcentages de la classe 1961 la valeur 100, tout en conservant les rapports existant entre les indices d'abondance des

classes pêchées au cours d'une même radiale. Ces nouveaux indices ont été reportés sur la figure 34.

De l'analyse du tableau 24 et de la figure 34 se dégagent les faits suivants :

1 - Les valeurs de Z déduites des 6 radiales complètes (chalutages de l'"Ombango" et du "Thierry") sont relativement homogènes :

$1,22 \angle Z_{62/63} \angle 1,58$  ;  $1,15 \angle Z_{61/62} \angle 1,31$  ;  $0,88 \angle Z_{60/61} \angle 1,39$ .

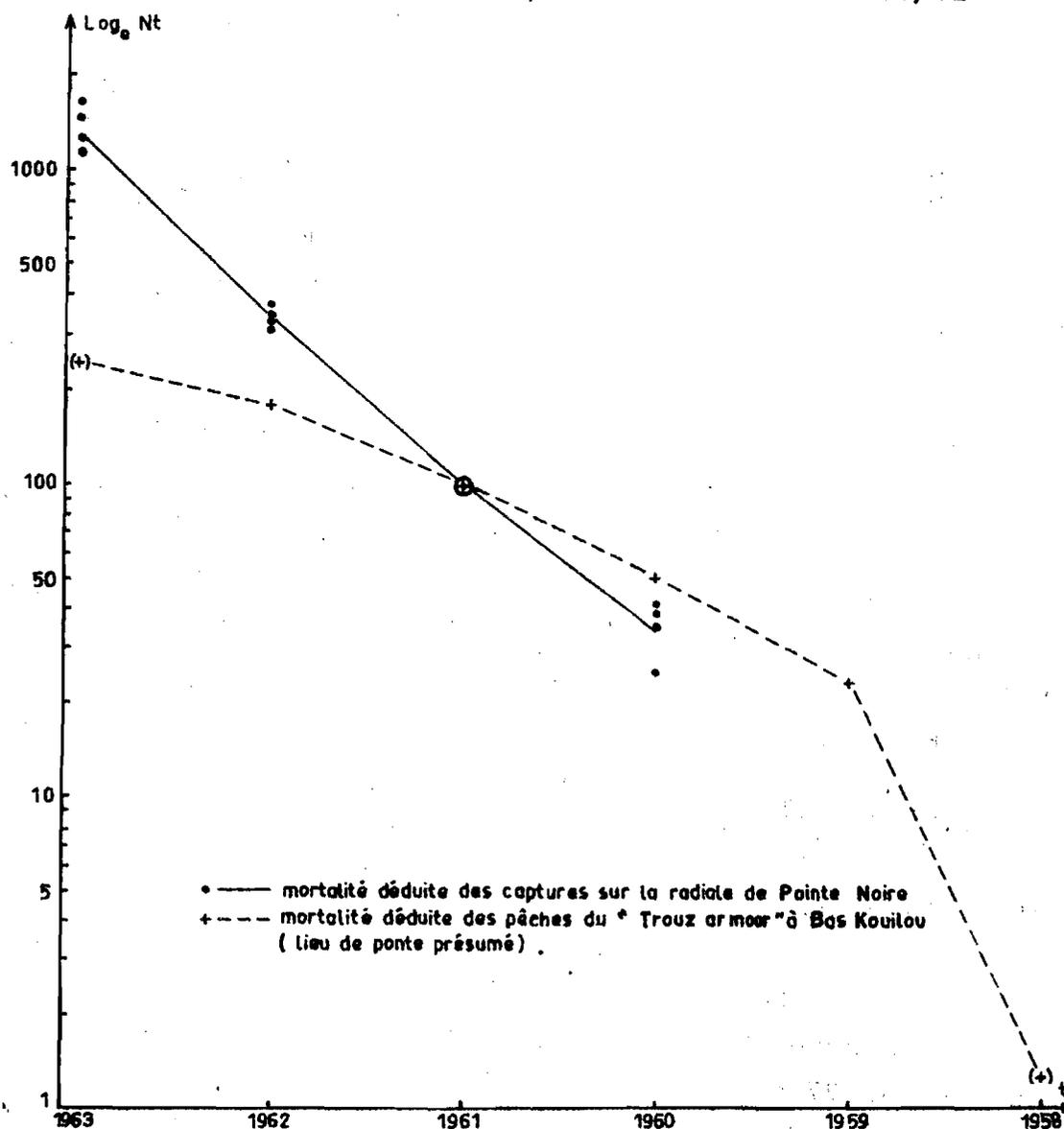


Figure 34 - Courbes de prises : comparaison au même moment des indices d'abondance des classes d'âge présentes dans les mêmes prises.

En particulier les estimations de  $Z$  sont moins dispersées si l'on considère d'une radiale à l'autre les valeurs tirées des mêmes classes d'âge (rangées du tableau 27) que celles obtenues lors d'une même radiale pour les classes d'âge successives (colonnes). Cette homogénéité des estimations déduites indépendamment d'une radiale à l'autre atteste que le mode d'échantillonnage retenu est utilisable, à condition toutefois que le nombre d'immersions chalutées au cours d'une même radiale soit suffisant.

La dispersion des estimations de  $Z$  obtenues pour chaque radiale en comparant les couples des classes d'âge de plus en plus âgés (colonnes) n'est qu'apparente : les deux ou trois estimations de  $Z$  obtenues pour chaque radiale varient toujours dans le même sens en fonction de l'âge considéré. Il est peu probable que le recrutement ait diminué parallèlement d'une année à l'autre pendant les quatre années considérées et puisse être responsable de l'augmentation régulière de  $Z$  constatée. Ce qui conduit à penser que le recrutement a été relativement stable au cours des quatre années analysées, du moins si l'on ne considère pas indépendamment les deux classes qui apparaissent chaque année.

2 - Les indices d'abondance des classes échantillonnées par le "Trouz ar Moor" devant Bas-Kouilou (10 - 12 mètres et 34 mètres) fournissent également des estimations de  $Z$  relativement groupées. Mais celles-ci sont nettement plus faibles que celles déduites des pêches sur la radiale ( $0,6 < Z < 0,8$ , soit un taux annuel de survie d'environ 50 %).

Avant d'envisager les causes possibles de ce désaccord, il faut remarquer que la proportion d'individus âgés était nettement plus élevée en octobre devant Bas Kouilou que dans les échantillons provenant de la radiale de Pointe Noire (voir courbes de prises, fig. 34). Parallèlement sur les histogrammes recueillis sur le "Trouz ar Moor", les classes âgées étaient mieux représentées sur les fonds de 10 - 12 mètres que

sur les fonds de 34 mètres et, inversement les individus jeunes étaient plus abondants sur ces derniers fonds que sur les premiers.

Il en ressort que, le rassemblement au moment de la ponte affecte d'autant plus les classes d'âge que celles-ci sont plus âgées. Ce phénomène infirme l'hypothèse d'un regroupement de toutes les classes d'âge sur les lieux de ponte à des densités proportionnelles à leur abondance dans la population et interdit d'utiliser les données correspondantes pour le calcul de la mortalité.

#### 8.2.2. - Mortalité totale et effort de pêche - Hypothèse sur la mortalité due à la pêche.

Malgré la faiblesse de l'échantillonnage, la dispersion limitée des évaluations obtenues indépendamment pour le coefficient de mortalité totale instantanée permet de leur accorder une certaine confiance. L'estimation combinée ayant la plus faible variance serait fournie par la moyenne pondérée de ces estimations séparées, le facteur de pondération étant inversement proportionnel à la variance de ces estimations. Malheureusement ces variances sont inconnues, quoique l'on puisse penser qu'elles soient constantes pour les classes d'âge bien représentées (Gulland, 1969). La meilleure estimation que nous puissions calculer, sera obtenue à partir du total pour chaque classe d'âge des effectifs estimés indépendamment lors des différentes radiales complètes, ce qui revient à appliquer une pondération proportionnelle aux effectifs des estimations séparées. Ceux-ci sont les suivants :

Classes	21/1/1964 4/2/1964	11/3/1964	20/6/1964	23/9/1964 3/10/1964	25/3/1965
1963	-	1 741	2 125	1 192	563
1962	3 020	513	601	245	133
1961	959	137	184	73	38
1960	400	34	76	25	15

Tableau 25 - Abondance des classes d'âge estimée à partir des pêches de l'"Ombango" sur la radiale de Pointe Noire. Les chiffres permettent de calculer trois estimations de Z :

$$\frac{N_{62}}{N_{63}} = \frac{1\ 492}{5\ 621} = 0,266 \quad \text{d'où } Z_{62/63} = 1,33$$

$$\frac{N_{61}}{N_{62}} = \frac{1\ 391}{4\ 512} = 0,308 \quad Z_{61/62} = 1,18$$

$$\frac{N_{60}}{N_{61}} = \frac{550}{1\ 391} = 0,396 \quad Z_{60/61} = 0,93$$

Les classes nées avant 1960 sont trop peu représentées dans les prises d'une seule radiale pour que les estimations par radiale puissent être utilisées. Toutefois en regroupant les quatre distributions, trois radiales "Ombango" et une radiale "Thierry", établies pendant un laps de temps suffisamment court (entre le 21 janvier et le 26 juin 1964) et en dressant à partir des otolithes recueillis pendant la même période une seule clé âge/longueur, les erreurs dues à une répartition différente dans le temps des distributions de fréquence et des échantillons d'otolithes seront limitées, et cela d'autant plus que l'on ne considèrera que les classes âgées. Ce traitement fournit les résultats suivants :

$\frac{N_{61}}{N_{62}} = \frac{894}{2\ 656} = 0,337$	d'où $Z_{61/62} = 1,09$
$\frac{N_{60}}{N_{61}} = \frac{282}{894} = 0,356$	$Z_{60/61} = 1,03$
$\frac{N_{59}}{N_{60}} = \frac{130}{282} = 0,461$	$Z_{59/60} = 0,78$
$\frac{N_{58}}{N_{59}} = \frac{31}{130} = 0,238$	$Z_{58/59} = 1,44$
$\frac{N_{57}}{N_{58}} = \frac{12}{31} = 0,399$	$Z_{57/58} = 0,92$
$\frac{N_{59+}}{N_{60+}} = \frac{181}{463} = 0,391$	$Z_{59+/60+} = 0,94$

L'analyse des différentes valeurs de Z ainsi obtenues laisse apparaître une diminution de la mortalité totale lorsque l'on considère des classes de plus en plus âgées. Ceci peut résulter, soit de ce que les individus évitent d'autant mieux les engins qu'ils sont plus âgés (vulnérabilité diminuant avec l'âge), soit de ce qu'ils auraient subi une exploitation moins intense. Longhurst (1964,1) mentionne le même phénomène chez les Pseudotolithus senegalensis du Nigéria : la mortalité diminuerait régulièrement avec l'âge : 7,45 dans la première année ; 1,73 dans la seconde ; 1,55 dans la troisième ; 1,04 dans la quatrième et 0,69 dans la cinquième. Mais il n'a pu montrer qu'il s'agissait là de l'effet d'un accroissement de l'effort de pêche, car cet effort est resté constant pendant les deux années de son étude et qu'il n'a pu échantillonner suffisamment les régions moins exploitées.

A Pointe Noire on dispose d'estimations de l'effort de pêche développé chaque année par la flotille des chalutiers ponténégrins. Poincard (1969) donne en puissance motrice moyenne annuelle une estimation de l'effort de pêche. Les chiffres antérieurs à 1960 doivent être corrigés, les chalutiers ne pêchant pas alors pendant la nuit. D'après les temps de pêche de jour (10 heures) et de nuit (7 heures 30), et le rapport entre les rendements moyens nocturne et diurne pour les *Pseudotolithus senegalensis* (Baudin Laurencin, 1967) trouve à partir de pêches expérimentales sur la radiale de Pointe Noire que les rendements de nuit sont égaux à 57 % et 85 % de ceux obtenus de jour suivant l'immersion), les chiffres cités par Poincard et antérieure à 1960 devraient être réduits d'un tiers pour représenter plus correctement l'effort de pêche (tableau 26).

Ces estimations de l'effort de pêche n'ont qu'une valeur approchée. En effet :

- une partie de cet effort s'est exercé sur des fonds de pêche différents de celui étudié ici (embouchure du Congo, Angola). Il est possible que l'effort de pêche ne se soit pas accru parallèlement partout, et qu'il ait été moins marqué devant Pointe Noire.
- par contre, pendant la phase d'accroissement rapide (1961 - 1963) de la taille de la flotille, Poincard (1969) remarque que le rendements (p.u.e. pour toutes les espèces) ont également cru, résultat d'une "meilleure application de l'effort de pêche, ainsi qu'à une meilleure connaissance des fonds et à une accoutumance des patrons aux caractéristiques du travail dans la région (équipage indigène, forts courants, vase molle, etc..") Cette amélioration des rendements indique que l'effort de pêche effectif a du croître plus rapidement que la puissance motrice ne l'indique.

Année	Effort de pêche estimé	Effort moyen sur deux ans
1957	650	625
1958	600	675
1959	750	960
1960	1 160	1 450
1961	1 750	2 080
1962	2 400	2 380
1963	2 360	-

Tableau 26 - Effort de pêche annuel estimé, fourni par la flotille des chalutiers ponténégrins (d'après les chiffres fournis par Poinsard, 1969 et Baudin Laurencin 1967).

Malgré le volume réduit des échantillons qui ont servi à calculer le coefficient de mortalité totale et le caractère approximatif des données d'effort, il est frappant de remarquer qu'à part les estimations de Z déduites des classes 1957 et 1958 très faiblement représentées, l'augmentation du coefficient de mortalité totale semble suivre celle de l'effort de pêche.

On sait que toute modification dans l'intensité de pêche agit sur la mortalité due à la pêche et par là même sur la mortalité totale. Si l'on considère des périodes de un an, on a :

$$Z = F + M = qf + M$$

relation dans laquelle :

- Z = coefficient de mortalité totale pour l'année considérée
- F = coefficient de mortalité due à la pêche pour l'année considérée.
- M = coefficient de mortalité naturelle pour l'année considérée
- f = effort de pêche pour l'année considérée.

D'après cette équation, les points  $(f, Z)$  correspondant aux mêmes périodes de temps, s'alignent sur une droite qui coupe l'axe des  $y$  au point  $M$ , c'est-à-dire pour  $f = F = 0$ , ce qui permet d'estimer l'importance relative de la mortalité naturelle  $M$  et celle due à la pêche  $F$ , dans la mortalité totale  $Z$ .

Lorsque l'on compare (cas de la courbe de prise), les effectifs de deux classes d'âge successif présents dans les mêmes captures, la diminution d'abondance observée entre ces deux classes résulte de la mortalité subie pendant la période séparant l'apparition dans les prises de ces deux classes. Ainsi ici l'estimation de  $Z$  déduite du rapport  $\frac{N_{59}}{N_{60}}$  correspond à la majorité totale subie pendant la période 1959/1960. En effet, après 1960 et jusqu'à leur capture dans l'échantillon, ces deux classes subissent les mêmes mortalités, lesquelles affectent dans les mêmes proportions le numérateur et le dénominateur du rapport  $\frac{N_{59}}{N_{60}}$ .

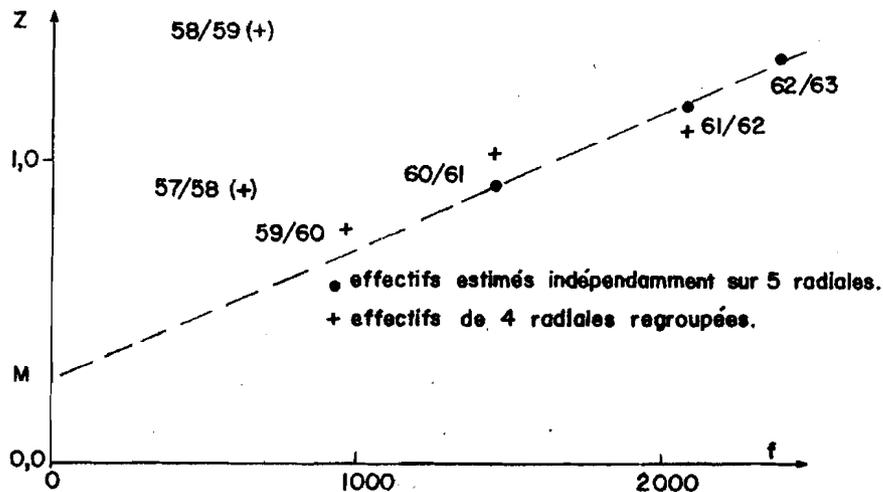


Figure 36 - Coefficient de mortalité totale en fonction de l'effort de pêche.

Sur la figure 36, les évaluations de  $Z$  ont été reportées en fonction de l'effort moyen pendant les deux années correspondant à l'apparition des deux classes utilisées pour le calcul de  $Z$ . Cette méthode permet la meilleure utilisation possible des données (Paloheimo, 1961). Les points correspondants aux données du tableau 29 sont bien alignés. Ce sont aussi les moins sujets à caution. Les points obtenus en regroupant les quatre distributions établies entre le 21 janvier et le 26 juin 1964, suivent également la même tendance jusqu'en 1959. Seules les évaluations de  $Z$  déduites des classes 1958 et 1957, très peu représentées dans les données et de ce fait peu sûres, s'écartent notablement de la relation qui apparaît pour la période d'accroissement rapide de l'effort de pêche (1960 - 1963). D'après cette relation le coefficient de mortalité naturelle  $M$  se situerait vers 0,3 tandis que le coefficient de mortalité due à la pêche,  $F$  serait voisin de 1,0 à la fin de cette période.

Toutefois il n'est pas certain que la mortalité ne diminue pas également avec l'âge : les poissons les plus âgés peuvent échapper plus aisément au chalut et d'autre part sont plus concentrés hors des immersions les plus couramment exploitées par les chalutiers.

### 8.3. - Conclusions

Le programme des sorties n'a été conçu spécialement pour étudier la mortalité et son déroulement a été profondément perturbé par les indisponibilités répétées de l'"Ombango". Aussi ces résultats doivent être considérés comme préliminaires et demandent à être vérifiés. Il n'a pas été possible de les confronter à des estimations obtenues par d'autres méthodes.

Cependant les diverses évaluations de la mortalité totale obtenues indépendamment présentent une certaine cohérence. Il en est de même de l'importance relative de la mortalité naturelle et de celle due à la pêche. A partir de calculs sur l'"aire balayée" par les chaluts de la flotille nigérienne et d'hypothèse sur la proportion d'individus qui échappent à ces engins, Longhurst (1964, 1) émet comme hypothèse que le coefficient de mortalité naturelle se situerait entre 0,1 et 0,4 pour la population exploitée au Nigéria.

La mortalité due à la pêche s'est encore accrue au Congo depuis cette étude puisque la puissance motrice totale de la flotille est passée de 2 400 CV en 1962-1963 à 3 000 CV en 1965. Si les estimations de mortalités se révélaient proches de la réalité, le coefficient de mortalité due à la pêche correspondant à cette puissance serait de 1,3 et celui de mortalité totale de 1,6 (soit 20 % de survivants chaque année). Ce qui signifie que par rapport à ceux qui disparaissent par mort naturelle, 2,8 fois plus de poissons sont capturés dans la même période de temps.

Il s'agit là d'une exploitation intense. Or il faut remarquer qu'elle n'est obtenue qu'avec un effort de pêche relativement limité, puisque la flotille ne développe que 3 000 CV et n'exerce qu'une partie de son activité sur le peuplement côtier du plateau continental congolais et sud gabonais ; une large part des apports provient de l'embouchure du Congo, des côtes de l'Angola, et, en saisons froides, des fonds à Sparidae (70 - 110 mètres) situés au large du Gabon, du Congo et de l'Angola.

Il faut remarquer que plusieurs autres signes de l'influence de l'exploitation sur le stock de Pseudotolithus senegalensis ont déjà été cités :

- si jusqu'en 1963, la prise par jour de mer pour l'ensemble des espèces débarquées (parmi lesquelles les "bars" entrent pour 40 %) s'est accrue par suite d'une meilleure utilisation et localisation de la puissance de pêche, depuis cette date les rendements baissent régulièrement (Poinsard 1969) :

1963 : 5,33 tonnes / jour de mer

1964 : 5,27 tonnes / jour de mer

1965 : 4,58 tonnes / jour de mer

- classiquement cette diminution de la biomasse, consécutive à l'exploitation s'accompagne d'une dégradation de la composition du stock. C'est ce que l'on observe en analysant l'évolution des pourcentages de "bars" (LT > 35 cm) et de "petits bars" de taille inférieure, établis à partir de l'analyse du tri réalisé par les arnements sur les prises débarquées (Poinsard, op. cit.) :

	1962	1963	1964
"Bars"	36,9	22,6	21,4
"Petits bars"	63,1	77,4	78,6

N.B. Dans les rapports de "bars" : les Pseudotolithus senegalensis l'emportent toujours largement sur les Pseudotolithus typus.

Les estimations déjà obtenues et celles plus précises auxquelles on doit aboutir en utilisant en particulier la possibilité de déterminer avec précision l'âge des individus de cette population permettront d'établir à quel niveau se situe l'exploitation actuelle par rapport à l'"équilibre maximal de capture".

## CONCLUSION

Le long du Golfe de Guinée, surtout dans les secteurs où se développe périodiquement un upwelling qui repousse au large la couche de couverture chaude, l'hydroclimat présente des variations saisonnières d'une amplitude suffisante pour induire dans diverses fonctions de la biologie des Pseudotolithus senegalensis des cycles synchrones et généralement bien marqués. Leur existence entraîne des fluctuations dans le recrutement et la formation d'anneaux caractéristiques sur les structures osseuses. La description de ces cycles permet d'analyser les distributions polymodales de fréquence de longueur de la population et d'interpréter sous forme de lectures d'âge la structure hétérogène des otolithes. Ainsi a pu être abordée chez cette espèce l'évaluation de ses principaux paramètres dynamiques.

Du fait de son caractère sédentaire, l'espèce n'échappe pas au refroidissement et aux modifications parallèles du milieu qui accompagnent les remontées d'eau. Tout au plus se concentre-t-elle plus près de la côte, ce qui entraîne l'apparition d'un second maximum d'abondance lorsque la limite supérieure de l'eau centrale sud atlantique, après avoir progressivement balayé le plateau continental, atteint des niveaux très superficiels. Vivant aux immersions où les variations hydrologiques sont les plus fortes, l'espèce se montre donc très tolérante vis-à-vis des conditions de milieu : on ne peut la considérer comme strictement inféodée à la couche de couverture. Parmi les paramètres envisagés, l'oxygène dissous influence le plus nettement sa distribution. Cette réaction est surtout manifeste lorsqu'en fin d'upwelling apparaît au niveau du fond près de la côte une eau très pauvre en oxygène : les Pseudotolithus senegalensis disparaissent de ce milieu dans leur grande majorité.

Toutefois cette tolérance n'exclut pas une préférence pour les eaux "guinéennes" ou "libériennes", chaudes et dessalées, caractéristiques du Golfe de Guinée. Cette préférence se manifeste par plusieurs indices :

- c'est lorsque la couche de couverture atteint sa plus grande épaisseur que son abondance sur le plateau continental est la plus élevée.
- dans les régions où cette couche de couverture est présente en permanence comme au NIGÉRIA, la distribution de l'espèce est toute l'année limitée par la thermocline (Longhurst, 1969).
- parallèlement ses limites australe et boréale de distribution géographique coïncident avec les limites d'extension estivale des eaux chaudes.
- enfin la ponte se produit pendant les saisons marines chaudes, et très vraisemblablement aux niveaux les plus superficiels, donc les mieux caractérisés, de la couche de couverture.

Pourtant c'est en saisons froides lorsque cette couche de couverture s'amincit jusqu'à disparaître des régions d'alternance, que les individus trouvent réunies les conditions les plus favorables à leur croissance. En cette saison, les Palaemon hastatus qui constituent la nourriture préférée des Pseudotolithus senegalensis se trouvent en abondance dans leur habitat. La consommation de nourriture augmente, comme l'indique l'élévation simultanée de l'indice de réplétion et la présence de quantités importantes de Palaemon hastatus dans les estomacs. Le facteur de condition s'élève parallèlement. Le repos sexuel qui survient alors favorise également l'amélioration de l'embonpoint et la croissance des individus. En saisons chaudes ce schéma est inversé.

L'apparition sur les otolithes d'anneaux alternativement opaques et hyalins se comprend clairement dans ce contexte cohérent. Le brûlage, agissant comme un révélateur,

accuse le contraste entre les zones, les anneaux hyalins noirissant seuls. L'interprétation des otolithes ne présente pas d'ambiguïté et permet de déterminer avec une précision inférieure à trois mois l'âge des individus. La durée de la vie et celle de la phase exploitée étant courtes, cette précision, basée sur la possibilité de distinguer les individus appartenant aux divers recrutements qui apparaissent chaque année, est indispensable si l'on veut obtenir de bonnes évaluations des paramètres dynamiques de la population. Il est intéressant de remarquer que la double périodicité du cycle hydroclimatique annuel, se répercute également sur les otolithes. Cette particularité favorable à la précision de la méthode, doit être prise en considération surtout dans les régions où ces deux périodes ont une amplitude et une durée voisines, sinon les déterminations risquent d'être erronées.

Les résultats obtenus indépendamment par Bayagbena (1969) au Nigéria, où l'amplitude du cycle hydroclimatique est très amortie et sans doute également celle des cycles biologiques, confirment la valeur de cette technique.

Bien que l'apparition des anneaux obéissent aux mêmes lois que dans les régions tempérées, il n'a pas été jusqu'à présent possible de distinguer sur les otolithes des Pseudolithus senegalensis des anneaux caractéristiques de la ponte. Le décompte de tels anneaux se révèle particulièrement utile dans les calculs de prédiction sur la pêche (Rollefsen, 1935). Cette particularité provient peut être de ce que chez les Pseudolithus senegalensis l'embonpoint et le taux de croissance des individus dépendent plus de la quantité de nourriture consommée et des conditions ambiantes que de l'état sexuel.

La plupart des phénomènes envisagés apparaissent clairement et forment un tout cohérent confirmé par de nombreux recoupements. Ainsi par exemple la structure des otolithes et de leur nucleus, liée à la périodicité d'apparition des anneaux en fonction des conditions hydrologiques, les périodes de ponte et de recrutement ne laissent planer aucun doute sur les déterminations directes de l'âge, dont les résultats sont encore confirmés par la méthode de Petersen. De même, bien que la localisation des lieux de ponte n'ait pas été observée directement, l'analyse des histogrammes de fréquence par saison et par immersion, les courbes de prises (mortalité totale) établies près d'un lieu de ponte présumé, la localisation de l'effort de pêche qui se déplace en période de ponte vers les embouchures, l'étude du cycle sexuel et du sex ratio, toutes ces observations convergent pour conférer à l'hypothèse sur la localisation de la ponte plus de poids qu'une simple présomption.

Les connaissances sur la dynamique des diverses populations démersales du Golfe de Guinée sont encore très lacunaires. Cependant l'analyse des histogrammes de fréquence, celle des statistiques de pêche et les quelques études plus détaillées déjà réalisées font apparaître une certaine convergence des phénomènes chez les espèces les mieux connues. En particulier l'absence de migrations importantes et une mortalité élevée associée à une croissance rapide ne paraissent pas être particulière aux Pseudotolithus senegalensis. Les résultats obtenus sur cette espèce éclairent certains schémas de la dynamique des populations de la région, ainsi que la vitesse de rotation dans les transferts de matière vivante en régions tropicales. En outre la connaissance de ces particularités se révèle utile lorsque l'exploitation de ces populations est envisagée.

Par comparaison aux populations démersales des mers situées à des latitudes plus élevées, la dynamique des Pseudotolithus senegalensis se différencie par une mortalité élevée et une croissance rapide. Il en résulte que la durée de vie est courte ou, ce qui est équivalent, qu'à un moment donné l'exploitation d'une population ne porte que sur un petit nombre de classes annuelles. D'après les pyramides d'âge figurant sur le tableau 27, 90 % environ des captures sont composés d'individus nés au cours de deux années successives. Avec un coefficient de mortalité totale de 1,6, pour 100 individus d'une même classe capturés au cours de l'année qui suit le recrutement, 20 individus seront pris la seconde année, 5 à la troisième et 1 à la quatrième. Ces estimations sont confirmées par les données relatives aux débarquements des chalutiers de Freetown (Sierra Leone) en 1959 et 1960 (Longhurst, 1963) : les apports de Pseudotolithus senegalensis étaient composés de 0,1 % d'individus d'un an, de 21,8 % d'individus de deux ans, 77,9 % d'individus de trois ans et de 0,9 % d'individus de quatre ans. Ce caractère est très général, en particulier chez les espèces du peuplement côtier de fonds meubles.

Les modifications lentes et progressives, que présentent le long du Golfe de Guinée les paramètres dynamiques et biologiques chez les Pseudotolithus senegalensis, montrent que cette espèce ne peut être subdivisée en un petit nombre de stocks largement distribués dont l'homogénéité résulterait d'un ample brassage des individus à l'intérieur de chaque stock. Les différences à l'intérieur de l'espèce doivent provenir surtout des conditions écologiques locales. Les quelques expériences de marquage, bien que limitées, confirment ce caractère sédentaire, et l'absence de déplacements de grande envergure. Ce trait paraît être commun à plusieurs espèces de Sciaenidae et aux espèces du peuplement côtier de fonds meubles. Chez le Sciaenidae, Cynoscion nebulosus, étudié sur les côtes de Floride (Moffett, 1961 - Iversen et Tabb, 1962 - Tabb, 1966), chaque système

lagunaire ou embouchure de rivière possède même son propre stock, caractérisé par une courbe de croissance particulière. Les migrations sont très limitées : sur 413 recaptures d'individus marqués, 95 % ont été repêchés dans un cercle de 30 milles autour du point de libération. Les Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus du Golfe de Guinée semblent partiellement inféodés aux embouchures des lagunes ou des rivières où ils vivent. Les échanges entre deux embouchures devraient être très réduits, si l'on en croit les patrons des chalutiers qui affirment reconnaître la provenance des individus (fleuve Kouilou ou fleuve Congo) à leur morphologie externe. Les expériences de marquage réalisées en Sierra Léone par Watts (1959) confirment le caractère très sédentaire de la plupart des espèces du peuplement côtier de fonds meubles : les Gynoglossus goreensis, Ephippus lippei, Drepane africana, Pomadasys jubelini, Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus, Pseudotolithus senegalensis, Pseudotolithus typus, Galeofides decadactylus, etc... marqués ont été recapturés à moins de 15 milles du point de libération. La faible durée des temps de libération implique également une mortalité élevée.

Ceci entraîne plusieurs conséquences :

Avec une phase exploitée aussi courte, un stock de Pseudotolithus senegalensis retrouve très rapidement un nouvel équilibre à la suite de toute modification des conditions d'exploitation : en moins de deux ans, toute dégradation ou régénération du stock devrait se manifester si des fluctuations importantes dans le recrutement ne viennent pas masquer les phénomènes. De ce fait les réglementations édictées pour rationaliser la pêche pourrait être appliquées rapidement. Dans les mers tempérées, où la phase exploitée est chez les espèces démersales en général plus longue, la maille ou l'effort de pêche ne peuvent être modifiés que progressivement par étapes successives, ceci afin d'éviter une trop forte baisse des rendements consécutive à...

l'augmentation de la maille ou à la réduction de l'effort de pêche. Au contraire dans le Golfe de Guinée, la période transitoire séparant l'équilibre initial de l'équilibre définitif pourrait être raccourcie et plusieurs étapes intermédiaires sautées.

Puisque les populations sont composées d'un petit nombre de classes annuelles, la vitesse de recyclage de la matière vivante doit être comparativement à ce que l'on observe à des latitudes plus hautes, beaucoup plus rapide au niveau de la production tertiaire. Il en résulte que rapportée à la même unité de biomasse, la productivité d'un stock doit être également plus forte. Cette rotation rapide de la matière, liée à des conditions hydroclimatiques plus chaudes et surtout à l'absence de ralentissement hivernal, est classiquement connue pour les productivités primaires et secondaires. Bien que les données chiffrées fassent presque totalement défaut, Longhurst (1958) qui a étudié les peuplements d'invertébrés benthiques des fonds meubles entre la Sierra Leone et le Sénégal pense que la désintégration de la matière organique morte et la réutilisation des sels nutritifs pourraient être également accélérées dans ces régions au niveau de la production benthique.

Cette courte durée de la phase exploitée entraîne une autre conséquence. L'exploitation d'un stock ne portant que sur un petit nombre de classes, on pourrait s'attendre à l'existence de fluctuations importantes dans la biomasse de la population, résultant de l'influence de variations à longue période de l'hydroclimat sur le recrutement et accessoirement sur la croissance et la mortalité des classes d'âge présentes. En réalité il ne semble pas qu'un grand nombre de classes dans une population implique obligatoirement une plus grande stabilité de sa biomasse. Les exemples célèbres sont nombreux de l'apparition soudaine de classes d'âge pléthoriques séparées par des classes

très peu abondantes dans des populations composées pourtant d'un nombre important de classes annuelles (hareng de Norvège au début du siècle, par exemple). L'étude de la mortalité des Pseudotolithus senegalensis nous a montré que le recrutement paraissait rester assez stable d'une année à l'autre ; il sera nécessaire de vérifier cette stabilité du recrutement sur une plus longue période de temps. Bien que les statistiques de pêche enregistrées dans le Golfe de Guinée ne permettent pas toujours d'isoler les espèces et de suivre les fluctuations de la biomasse de chaque population, il paraît cependant probable que dans le Golfe de Guinée, les fluctuations soient plus limitées que dans les mers tempérées : les variations d'abondance se rattachent assez aisément aux modifications des conditions d'exploitation (Fonteneau, 1970). Ceci suggère qu'un recrutement trop fluctuant ne vient pas masquer les relations qui lient la biomasse des stocks à leur exploitation. Cette stabilité relative du recrutement peut avoir plusieurs origines :

- les conditions hydroclimatiques paraissent être dans le Golfe de Guinée beaucoup plus stables que dans les mer tempérées. Cette stabilité se manifeste dans la date d'apparition des saisons marines comme dans la rareté d'apparition de conditions anormales
- les saisons de ponte sont beaucoup plus étalées que dans les mers tempérées, ce qui aurait pour effet de tamponner les fluctuations existant sur de plus courtes périodes.

Le caractère sédentaire des espèces du peuplement côtier implique qu'en chaque point de la côte, les populations de Pseudotolithus senegalensis et des espèces qui leur sont associées peuvent être étudiés comme des stocks homogènes. Sur un plan plus pratique, l'état d'équilibre d'un stock ne dépendra que de sa dynamique propre et des conditions locales d'exploitation, puisque les échanges avec les stocks limitrophes sont limités. Du fait de l'étroitesse du plateau continental (exception faite dans la région des îles Bissago) l'extension actuelle

des eaux territoriales conduit à réserver aux flotilles de chaque état riverain l'exploitation du peuplement côtier situé sur la portion de plateau qui borde chaque pays. Aussi ces états peuvent-ils envisager d'édicter isolément une législation visant à rationaliser leur pêche : les améliorations escomptées ne seraient pas contrecarrées par une exploitation anarchique dans les zones limitrophes.

Les études de sélectivité déjà publiées concernant cette espèce (Longhurst, 1960, 2 - Baudin Laurençin, 1967) fixent le coefficient de passage  $C$  dans la relation linéaire qui lie la maille du cul du chalut à la taille moyenne à la première capture,  $l_c$ . Ainsi avec les paramètres dynamiques évalués dans ce travail,  $K$ ,  $W$ ,  $L$ ,  $t_0$ ,  $M$  et  $F$ , se trouvent réunis tous les éléments nécessaires à l'analyse de la productivité du stock congolais de Pseudotolithus senegalensis. Ces paramètres peuvent être incorporés dans le modèle mathématique de Beverton et Holt (1957) :

$$Y/R = F e^{-M(t_c - t_r)} W \frac{U_n e^{-nk(t_c - t_0)}}{F + M + nk}$$

qui fixe l'espérance de capture en poids  $Y$  par recrue.

Les tables de rendement calculées par Gulland (1969) donnent directement les valeurs :

$$Y' = Y / (RW e^{M(t_r - t_0)}),$$

proportionnelles au rendement par recrue  $Y/R$ , en fonction de trois variables :

$$m = \frac{M}{K}, \quad c = \frac{l_c}{L}, \quad \text{et } E = \frac{F}{F+M}.$$

Si l'on prend  $l_c = 14,0$  centimètres (Baudin Laurençin, 1967) taille à la première capture correspondant aux engins les plus couramment utilisés actuellement (cul en nylon de 40 mm étirée), et pour les autres paramètres dynamiques, les estimations

les plus probables correspondant à l'année des observations (1964), soient :

$L_{\infty} = 55,5 \text{ cm}$  } équation de croissance pour les individus  
 $K = 0,207$  } de moins de 3 ans.  
 $M = 0,3$   
 $F = 1,2$  correspondant à une puissance de pêche de 2 750 CV (1964)

on trouve :  $Y' = 415$

cette valeur de  $Y'$  est nettement inférieure à celles correspondant à un effort inférieur ou à une taille de maille supérieure. En effet, d'après les mêmes tables de rendement, la production maximale serait obtenue dans les conditions suivantes :

- pour la même valeur de  $E$ , c'est-à-dire pour le même effort de pêche, avec  $c = 0,7$ , c'est-à-dire pour  $l_c = 38,9 \text{ cm}$ . Le coefficient de passage,  $C = 3,6$ , donné par Baudin Laurençin (1967) établit que cette taille à la première capture serait obtenue avec une maille légèrement supérieure à 100 mm. La valeur de  $Y'$  correspondant à ces conditions d'exploitation serait alors de 1 022, soit 2,4 fois supérieure à la valeur 1964.

- pour la même valeur de  $c$ , c'est-à-dire avec la maille utilisée actuellement,  $Y'$  atteindrait 663, soit une valeur 1,6 fois supérieure à la valeur actuelle, pour  $F = 0,5$ , c'est-à-dire pour  $F = 0,3$ , mortalité qui serait produite avec une puissance de pêche de 600 à 700 CV environ (fig. 35).

Mais il ne s'agit là que d'hypothèses, les estimations de  $F$  et de  $M$  demandant à être vérifiées sur des données plus abondantes : les valeurs d'effort et de maille correspondant à la production maximale ne doivent pas être considérées comme des chiffres à appliquer ; elles indiquent seulement dans quel sens la législation doit agir et donnent une estimation de l'importance des modifications à apporter aux conditions d'exploitation. Il sera également nécessaire de préciser la relation

entre la mortalité due à la pêche F et l'effort de pêche f. Pour cela les données statistiques sur l'effort et sa localisation devront être enregistrées régulièrement. L'organisation de la collecte de ces données se heurtent à de sérieuses difficultés, qui ne sont pas d'ordre scientifique. Pourtant le fait que la Côte d'Ivoire (Fonteneau et Troadec, 1969) et le Nigeria y aient réussi, laisse espérer sa généralisation aux autres ports chalutiers de l'Afrique de l'ouest. Parallèlement des mensurations et des déterminations d'âge devront être poursuivies de façon routinière, afin d'être en mesure de suivre les modifications de la composition de la population et de son abondance pour les différents niveaux et modalités de l'exploitation. Il peut être toutefois admis que la maille utilisée actuellement et l'effort de pêche exercé ne correspondent pas à une exploitation rationnelle et que les apports annuels ne pourront être sensiblement accrus sans une augmentation de la maille et une réduction de l'effort. Longhurst (1964, 1) et Bayagbona (1966) estiment qu'une maille de 77 mm conviendrait pour exploiter la populations des Pseudotolithus senegalensis du Nigéria. Mais une augmentation de la maille sera insuffisante à régénérer les stocks si elle n'est accompagnée d'une limitation de l'effort de pêche, à des niveaux généralement inférieurs à ceux atteints actuellement.

En effet dans le peuplement côtier de fonds meubles, les Pseudotolithus senegalensis sont intimement associés à un nombre élevé d'espèces dont la taille moyenne est la plus souvent inférieure à celle des Pseudotolithus senegalensis. L'utilisation de la maille optimale pour cette espèce entraînerait très probablement une réduction des prises totales. Ici se pose un autre problème lié à cette grande diversité d'espèces associées dans le peuplement côtier. Les 125 traits de chalut réalisés en un an entre 15 et 50 mètres sur la radiale de Grand Bassam fournissent une évaluation des biomasses moyennes de ces espèces ( (tableau 27)

<u>Ilisha africana</u>	24,15 %	<u>Pentanemus quinquarius</u> °	0,95 %
<u>Brachydeuterus auritus</u>	21,55 %	<u>Pomadasys jubelini</u> °	0,95 %
<u>Pteroscion peli</u>	11,75 %	<u>Phyllogramma regani</u>	0,8 %
° <u>Pseudotolithus senegalensis</u>	8,4 %	<u>Cynoglossus senegalensis</u> °	0,8 %
<u>Trichiurus lepturus</u>	7,5 %	<u>Pseudotolithus typus</u> °	0,7 %
° <u>GaleoIdes decadactylus</u>	4,0 %	<u>Dasyatis margarita</u> °	0,7 %
<u>Raja miraletus</u>	2,15 %	<u>Chloroscombrus chysurus</u>	0,65 %
<u>Vomer setapinnis</u>	2,10 %	<u>Pentheroscion m'bizi</u>	0,3 %
° <u>Sphyraena quachanco</u>	1,85 %	<u>Erinephelus aeneus</u> °	0,2 %
° <u>Cynoglossus canariensis</u>	1,5 %	<u>Drepane africana</u> °	0,2 %
<u>Pagellus coupei</u>	1,2 %	<u>Cynoglossus browni</u> °	0,15 %
		etc ...	

Tableau 27 - Radiale Grand Bassam : biomasses moyennes annuelles des principales espèces présentes entre 0 et 50 mètres, exprimées en pourcentages de la biomasse totale moyenne annuelle.  
(N.B. : les espèces à valeur commerciale élevée sont indiquées par un astérisque).

Si l'on veut stabiliser sur ce peuplement les rendements à un niveau convenable à la fois pour les stocks et l'économie, il faudra parvenir à définir une réglementation unique qui tienne compte de ce que la pêche exploite simultanément un grand nombre d'espèces dont la taille moyenne, la dynamique propre et la valeur commerciale diffèrent très largement de l'une à l'autre.

Il devient de plus en plus urgent pour les pays riverains du Golfe de Guinée d'adopter une législation mieux adaptée à la fois à l'exploitation de ces stocks et à l'économie de ces pays. L'exemple ivoirien est significatif : malgré la limitation déjà imposée à la taille de la flotille la dégradation du stock est telle que de plus en plus de bateaux gagnent d'autres fonds : les plus gros navires exploitent exclusivement le plateau de Sierra Léone, de Guinée et du Sénégal. Dans les pays comme le Congo où la pêche est limitée par le manque de

débouchés, une telle réglementation ne devrait pas susciter de trop grosses difficultés : l'effort de pêche y est déjà stabilisé (à un niveau trop élevé sans doute) et une augmentation de la taille de la maille n'entraînerait pas une baisse exagérée des rendements, les poissons de petite taille étant déjà rejetés à cause de leur faible valeur marchande. Dans les autres pays, comme la Côte d'Ivoire, où les besoins ne sont plus déjà couverts par les apports et où la demande porte sur toutes les tailles, une réglementation adéquate sera beaucoup plus difficile à appliquer. Pourtant c'est dans ces pays que les besoins de l'économie rendent plus urgente son application.

Vu et permis d'imprimer

Marseille le 17 novembre 1970

Le Président du Conseil transitoire

A. ARAGNOL.

## ANNEXE 1

Radiale Grand Bassam 1966/1967 :

Captures de Pseudotolithus senegalensis et conditions hydrologiques au niveau du fond.

Radiale	Station	Poids pêché	nombre capturé	T° C	S°/‰	O <sub>2</sub>		Observat.
						ml/l	% Satu- ration	
BS 3 1/3/66	15 m	9,0	46	25,8	35,1	4,4	97	
	20 m	19,0	110	23,4	35,4	3,9	82	
	25 m	18,0	170	24,5	35,2	4,1	88	
	30 m	48,0	344	25,9	35,1	4,1	91	
	35 m	55,0	365	22,2	35,5	3,0	63	
	40 m	39,0	297	20,9	35,7	3,3	80	
	50 m	3,0	25	20,6	35,6	3,2	66	
BS 4 22/3/66	15 m	14,5	75	24,0	35,4	3,8	82	
	20 m	72,5	233	23,7	35,4	3,9	83	
	25 m	37,0	270	(27,0)	(35,2)	(4,5)	(100)	
	30 m	71,0	404	22,8	35,5	3,6	76	
	35 m	8,0	21	22,9	35,5	3,9	83	
	40 m	0,0	0	21,7	35,6	3,9	80	
	50 m	0,0	0	20,6	35,6	3,5	71	
BS 5 13/4/66	15 m	16,0	74	29,0	34,8	4,5	100	
	20 m	13,0	134	29,1	34,8	4,5	100	
	25 m	83,0	250	29,0	34,8	4,4	100	
	30 m	40,5	213	28,8	34,8	4,5	100	
	35 m	8,5	31	25,0	35,3	4,1	89	
	40 m	0,8	3	25,0	35,3	4,1	90	
	50 m	0,0	0	23,5	35,5	4,4	94	
BS 6 4/5/66	15 m	23,5	33	20,5	35,6	3,6	72	
	20 m	86,0	156	19,5	35,6	2,7	53	
	25 m	31,0	122	19,1	35,7	2,6	52	
	30 m	32,0	100	18,8	35,7	2,8	54	
	35 m	19,0	154	18,5	35,7	2,7	53	
	40 m	4,5	21	19,6	35,7	3,1	62	
	50 m	0,0	0	17,5	35,7	2,6	50	
BS 7 24/5/66	15 m	14,0	51	27,5	34,6	-	-	
	20 m	45,0	210	27,0	34,7	-	-	
	25 m	54,5	150	25,2	35,2	-	-	
	30 m	74,0	343	23,3	35,5	-	-	
	35 m	26,0	129	22,5	35,6	-	-	
	40 m	19,0	54	21,1	35,6	-	-	
	50 m	22,0	46	19,6	35,7	-	-	

Radiale	Station	Poids pêché	Nombre capturé	T° C	S°/‰	O <sub>2</sub>		Observat.
						ml/l	% satur ration	
BS 8 15/6/66	15 m	(0,0)	(0)	-	-	-	-	Mauvais temps
	20 m	6,5	17	26,2	34,6	4,5	98	
	25 m	13,5	28	26,1	34,6	4,4	98	
	30 m	16,5	33	24,6	34,9	4,2	90	
	35 m	15,5	35	23,5	35,1	4,1	86	
	40 m	18,5	68	24,1	35,0	4,1	87	
	50 m	1,3	2	17,7	35,7	2,5	48	
BS 9 6/7/66	15 m	32,0	57	24,4	35,1	3,9	83	
	20 m	13,5	22	24,3	35,1	3,9	84	
	25 m	39,0	83	22,1	35,4	2,9	60	
	30 m	79,0	164	23,0	35,3	4,0	81	
	35 m	24,0	59	21,5	35,6	3,6	75	
	40 m	14,0	35	20,4	35,6	3,1	63	
	50 m	9,0	13	19,5	35,7	2,9	57	
BS 10 27/7/66	15 m	23,0	53	21,3	35,5	2,7	56	
	20 m	28,5	132	21,7	35,5	3,2	64	
	25 m	69,0	179	20,6	35,6	2,7	55	
	30 m	38,0	124	19,9	35,6	3,2	64	
	35 m	27,0	96	18,0	35,7	2,5	48	
	40 m	12,0	60	17,7	35,6	2,5	47	
	50 m	12,0	16	17,0	35,7	2,3	44	
BS 11 17/8/66	15 m	34,0	76	20,0	35,6	2,8	56	
	20 m	24,0	198	19,9	35,5	3,1	62	
	25 m	50,0	235	19,8	35,6	3,0	59	
	30 m	43,0	209	19,0	35,7	2,6	51	
	35 m	8,0	115	18,7	35,7	2,6	52	
	40 m	2,5	6	18,2	35,7	2,6	51	
	50 m	0,0	0	18,1	35,7	2,8	55	
BS 12 7/9/66	15 m	42,0	218	19,0	35,6	2,2	44	
	20 m	39,0	307	18,1	35,6	2,1	41	
	25 m	37,0	228	18,3	35,7	2,2	42	
	30 m	21,0	171	17,6	35,6	1,9	36	
	35 m	1,0	9	17,6	35,7	2,0	38	
	40 m	0,0	0	17,3	35,7	2,1	39	
	50 m	0,0	0	17,0	35,7	2,1	40	

Radiale	Station	Poids pêché	Nombre capturé	T° C	S°/‰	O <sub>2</sub>		Observat.
						ml/l	% satu- ration	
BS 13 28/9/66	15 m	9,0	95	22,0	34,4	4,2	85	minimum d'oxygène
	20 m	1,0	14	18,1	35,6	0,6	12	
	25 m	4,5	61	18,1	35,7	0,5	10	
	30 m	50,0	530	17,9	35,7	2,0	38	
	35 m	0,0	0	17,5	35,8	2,5	48	
	40 m	0,0	0	17,3	35,7	2,5	47	
	50 m	0,0	0	17,1	35,7	2,4	46	
BS 14 17/10/66	15 m	0,1	1	19,4	35,7	1,1	23	méduses minimum d'oxygène
	20 m	6,5	29	19,3	35,5	1,1	21	
	25 m	11,0	127	19,2	35,8	1,7	33	
	30 m	20,0	260	19,2	35,7	1,9	38	
	35 m	0,0	0	19,0	35,8	1,9	38	
	40 m	0,0	0	18,7	35,7	2,2	42	
	50 m	0,0	0	18,5	35,7	2,0	39	
BS 15 9/11/66	15 m	6,0	69	26,0	34,6	4,0	88	
	20 m	38,5	198	26,1	34,3	4,1	90	
	25 m	67,0	580	26,0	34,7	4,2	93	
	30 m	78,5	466	25,9	34,8	4,3	95	
	35 m	73,5	250	25,4	35,0	3,9	85	
	40 m	3,0	6	26,0	34,7	4,4	96	
	50 m	0,0	0	21,5	35,6	3,3	68	
BS 16 30/11/66	15 m	37,0	323	28,1	34,1	4,4	99	
	20 m	68,0	614	27,8	34,3	4,1	93	
	25 m	139,0	661	27,9	34,3	4,3	98	
	30 m	63,0	516	26,4	34,5	4,0	89	
	35 m	6,5	25	25,9	35,1	3,9	87	
	40 m	0,3	2	25,2	35,2	4,2	92	
	50 m	0,0	0	22,1	35,5	3,5	73	
BS 17 21/12/66	15 m	2,5	27	25,2	34,9	4,0	86	
	20 m	30,0	344	25,0	35,0	3,6	78	
	25 m	31,0	237	24,5	35,1	3,3	71	
	30 m	19,0	141	24,0	35,3	3,8	81	
	35 m	21,5	162	23,8	35,3	3,7	79	
	40 m	10,0	58	23,3	35,4	3,6	75	
	50 m	0,0	0	19,9	35,6	2,8	56	
BS 18 10/1/67	15 m	35,0	278	23,6	35,3	3,8	81	
	20 m	16,0	139	23,4	35,4	3,7	79	
	25 m	16,0	104	24,0	35,2	3,8	81	
	30 m	50,0	366	22,6	35,4	3,2	67	
	35 m	45,0	174	22,1	35,5	3,3	69	
	40 m	1,0	2	21,8	35,5	3,2	67	
	50 m	0,0	0	21,5	35,6	3,0	61	

Radiale	Station	Poids pêché	Nombre capturé	T° C	S°/‰	O <sub>2</sub>		Observat.
						ml/l	% saturation	
BS 19 31/1/67	15 m	23,5	188	25,7	35,1	4,2	92	
	20 m	22,0	170	25,7	35,2	4,7	100	
	25 m	40,5	249	23,7	35,3	3,7	79	
	30 m	10,5	97	21,7	35,5	3,4	70	
	35 m	0,2	1	21,8	35,6	3,6	74	
	40 m	0,0	0	20,5	35,7	3,2	65	
	50 m	0,5	1	20,3	35,7	3,2	64	
BS 20 24/2/67	15 m	17,5	85	27,2	35,1	4,2	94	méduses
	20 m	56,0	295	27,2	35,1	4,2	95	
	25 m	161,0	929	22,7	35,5	3,4	70	
	30 m	17,0	100	22,9	35,5	3,4	71	
	35 m	0,0	0	22,5	35,6	4,0	83	
	40 m	0,0	0	22,2	35,6	4,0	83	
	50 m	0,0	0	20,5	35,7	3,4	68	
BS 32 6/11/67	15 m	0,6	5	26,5	33,8	4,5	98	méduses
	20 m	10,5	88	24,6	34,7	3,8	83	
	25 m	84,0	474	23,6	35,0	3,4	71	
	30 m	3,0	7	23,3	35,2	3,2	68	
	35 m	0,0	0	23,6	35,1	3,4	73	
	40 m	0,0	0	23,8	35,1	3,5	74	
	50 m	0,0	0	23,6	35,2	3,5	75	
BS 33 29/11/67	15 m	25,0	153	27,8	34,0	4,5	100	
	20 m	140,5	879	26,4	34,8	4,5	100	
	25 m	95,0	656	25,5	35,3	4,2	93	
	30 m	43,0	257	25,9	35,0	4,4	98	
	35 m	6,0	29	23,1	35,4	3,0	63	
	40 m	0,0	0	20,5	35,6	2,4	47	
	50 m	0,0	0	20,0	35,6	2,4	48	
BS 34 19/12/67	15 m	17,0	121	20,5	35,4	2,0	40	
	20 m	40,5	363	22,5	35,5	2,7	56	
	25 m	108,5	999	20,6	35,6	1,9	39	
	30 m	0,0	0	19,9	35,6	2,0	39	
	35 m	0,0	0	19,2	35,7	2,0	40	
	40 m	0,0	0	18,2	35,7	1,8	35	
	50 m	0,0	0	17,6	35,7	1,8	34	
				17,5	35,7	1,9	36	

B I B L I O G R A P H I E

- ALLEN (K.R.) - 1966, 1 - A method of fitting growth curves of the Von Bertalanffy type to observed data. J. Fish. Res. Bd Can., 23 (2) : 163 - 179.
- ALLEN (K.R.) - 1966, 2 - Some methods for estimating exploited populations. J. Fish. Res. Bd Can., 23 (10) : 1553-1574.
- ARNOUX (J.) - 1957 - La pêche maritime au Sénégal. CSA Symposium on oceanography and sea fisheries of the west coast of Africa, Luanda, OCW 27 : 1 - 7 (Multigr).
- BAINBRIDGE (V) - 1960 - The plankton of inshore waters off Freetown, Sierra Leone. Colon. Off. Fish. Pubs., (13) : 1 - 48.
- BARNES (H.) - 1959 - Apparatus and methods of oceanography. Part one : chemical. A. Allen and Unwin Ltd. London. 341 p.
- BARNES (H.) & BAGENAL (T.B.) 1951 - A statistical study of the variability of short repeated trawls taken over an inshore ground. J. Mar. Biol. Ass. U.K. (29) : 649-660.
- BAUDIN LAURENCIN (F.) 1967 - La sélectivité des chaluts et les variations nyctémérales des rendements dans la région de Pointe Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 5 (1) : 85 - 121.
- BAYAGBONA (E.O.) - 1963, 1 - Bionomics of Pseudotolithus sp. Fed. Fish. Serv. Nigeria Res. Rep. (2) : 8 (multigr).
- BAYAGBONA (E.O.) - 1963, 2 - Biometric study of two species of Pseudotolithus from the lagos trawling grounds. Bull. Inst. Franc. Afr. Noire, 7 (25) : 238 - 264.
- BAYAGBONA (E.O.) - 1965, 1 - Population dynamics : sampling the Lagos trawler croaker landings - Overfishing in Lagos : proposed cure. Fed. Fish Serv. Nigeria. Res. Rep. (2) 8 - 32 (multigr.)

- BAYAGBONA (E.D.) - 1965, 2 - The effect of fishing effort in croakers in the lagos fishing ground. Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, A, 27 : 334 - 338.
- BAYAGBONA (E.O.) - 1968 - The Lagos inshore demersal fishery. Fed. Fish. Serv. Nigeria. Ann. Rep. : 33 - 34 (multigr.)
- BAYAGBONA (E.O.) - 1969, 1 - Age determination and the Bertalanffy growth parameters of Pseudotolithus tyrus and Pseudotolithus senegalensis using the "burnt otolith technique". UNESCO, Actes Symposium Océanographie et Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan. Contrib. 27 : 349 - 359.
- BAYAGBONA (E.O.) - 1969, 2 - Hoemoglobin agar electrophoresis in Pseudotolithus tyrus and Pseudotolithus senegalensis from the Nigerian coast. UNESCO, Actes Symposium Océanographie et Ressources halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan. Contrib. 28 : 361 - 362.
- BAYAGBONA (E.O.) - 1969, 3 - Sampling and computational procedures for estimating the size distributions of croakers species lanled by trawlers in lagos, Nigeria. UNESCO, Actes Symposium Océanographie et Ressources halieutiques Atlantique Tropical. Abidjan. Contrib. 29 : 363 - 364.
- BEDFORD (B.C.) - 1964 - Two mechanical aids for otolith reading. ICNAF. Res. Bull. (1)
- BERRIT (G.R.) - 1958 - Les saisons marines à Pointe Noire. Pull. C.C.O.E.C., 10 (6) : 335 - 360.
- BERRIT (G.R.) - 1961 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée - Observations de surface le long des lignes de navigation. Première partie : généralités. Cahiers Océanogr. C.C.O.E.C., B (10) : 715 - 727.
- BERRIT (G.R.) - 1962, 1 - Deuxième partie : Etude régionale 1. Cahiers Océanogr. C.C.O.E.C., 14 (9) : 633 - 643.

- BERRIT (G.R.) - 1962, 1 - Deuxième partie : Etude régionale 1.  
Cahiers Océanogr. C.C.O.E.C., 14 (9) : 633 - 643.
- BERRIT (G.R.) - 1962, 2 - Deuxième partie : Etude régionale 2.  
Cahiers Océanogr. C.C.O.E.C., 14 (10) : 719 - 729.
- BERRIT (G.R.) - 1964 - Les conditions de saison chaude dans la région orientale du Golfe de Guinée - Progress in Oceanography, (3) : 31 - 48.
- BERRIT (G.R.) - 1965 - Observations océanographiques dans la région de Pointe Noire, Année 1964. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe Noire, (272) : 1 - 57 (multigr.)
- BERRIT (G.R.) - 1966 - Observations hydrologiques dans la région de Pointe Noire, Année 1963. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe Noire, (318) : 1 - 50 (multigr.)
- BERRIT (G.R.) - 1969 - Les eaux dessalées du Golfe de Guinée. UNESCO, Actes Symposium Océanographie et Ressources halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan. Rapport de synthèse 1 : 13 - 23.
- BERRIT (G.R.) & DONGUY (J.R.) - 1962 - Evolution des conditions hydrologiques au dessus et aux accores du plateau continental au large de Pointe Noire lors du passage de la saison froide : mise en évidence d'un upwelling. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe Noire (123) : 1 - 5 (multigr.)
- BERRIT (G.R.) & DONGUY (J.R.) - 1964, 1 - La petite saison chaude dans la région orientale du Golfe de Guinée. Cah. Océanographique C.C.O.E.C. 16 (8) : 657 - 672.
- BERRIT (G.R.) & DONGUY (J.R.) - 1964, 2 - Les conditions hydrologiques dans la région de Pointe Noire. Considérations sur l'upwelling. Second rapport. Doc. Centre ORSTOM Pointe Noire (215) : 1 - 9 (multigr.).

- BERRIT (G.R.), GERARD (R.) & VERCESI (L.) - 1967, 1 - Observations océanographiques exécutées en 1966 : 1 - Stations hydrologiques. Doc. Scienti. pro. C.R.O. Abidjan (16) 1 - 116 (multigr.)
- BERRIT (G.R.), GERARD (R.) & VERCESI (L.) - 1967, 2 - 3 - Bathythermogrammes. Doc. Scienti. prov. C.R.O. Abidjan (18) 1 - 40 (multigr.).
- BERRIT (G.R.), GERARD (R.) & VERCESI (L.) - 1968, 1 - 2 - Observations de surface et de fond. Doc. Scient. Prov. C.R.O. Abidjan (17) : 1 - 71 (multigr.).
- BERRIT (G.R.), GERARD (R.), LEMASSON (L.), REBERT (J.P.) & VERCESI (L.) - 1968, 2 - Observations hydrologiques exécutées en 1967: 1 - Stations hydrologiques, observations de surface et de fond, stations côtières d'Abidjan, Lomé et Cotonou. Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan (26) : 1 - 133 (multigr)
- BERRIT (G.R.), GERARD (R.), LEMASSON (L.), REBERT (J.P.) & VERCESI (L.) 1968, 3 - 2 : Bathythermogrammes. Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan (27) : 1 - 20 (multigr.)
- BERRIT (G.R.) & TROADEC (J.P.), - 1960 - Richesse en phytoplancton des eaux côtières de la région de Pointe Noire. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe Noire (84) : 1 - 23 (multigr)
- BERTALANFFY (L. Von) - 1938 - A quantitative theory of organic growth. Hum Biol., 10 (2) : 181 - 213.
- BEVERTON (R.J.H.) - 1953 - Some observations of the principles of fishery regulation. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 19 (1) : 56 - 58.
- BEVERTON (R.J.H.) & HOLT (S.J.) - 1956 - A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. Rapp. P. - v. reun. Cons. perm. int. Explor. Mer., 140 (1) : 67 - 83.

- BEVERTON (R.J.H.) & HOLT (S.J.) - 1957 - On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Inv. London, Ser 2 - 19 : 1 - 533
- BEVERTON (R.J.H.) & HOLT (S.J.) - 1959 - A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. Ciba Foundation Colloquies on ageing. G.E.W. Wolstenholme and M. O' Connor, ed., London, Churchill, (5) : 142 - 177.
- BINET (D.) - 1968 - Variations saisonnières du zooplancton et plus particulièrement des copépodes du plateau continental de Pointe Noire (Congo). Thèse 3ème cycle, Paris ; 9-1-69.
- BISHOP (Y.M.M.) - 1959 - Errors in estimates of mortality obtained from virtual populations. J. Fish. Res. Bd. Can. 16 (1) 73 - 90.
- BLACHE (J.) & STAUCH (A.) - Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique Oriental (entre la latitude 20°N et la latitude 20°S) - O.R.S.T.O.M. Faune Tropicale. 18 : 1 - 479.
- BLANC (A.) - 1957 - La pêche africaine sur la petite côte du Sénégal. C.S.A. Symposium on oceanography and sea fisheries of the west coast of Africa, Luanda, O.C.W. 27 : 1 - 12.
- BOESEMAN (M.) - 1963 - An annotated list of fishes from the Niger Delta. Zool. Verb. Leiden, (61) : 1 - 48.
- BOUILLON (P.), BARRO (M.) & TROADEC (J.P.) - 1969 - Pêches au chalut sur les radiales de Jackville, Grand Lahou, Fresco et Sassandra (Côte d'Ivoire). Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan, (36) (multigr.).
- BROWN (M.E.) - 1957 - The physiology of fishes. Vol. I : Experimental studies on growth. New York Academic Press : 361 - 400.

- BUCHANAN (J.B.) - 1954 - Marine molluscs of the Gold Coast. J. W. Afri. Scienc. Assec., 1 (1) : 30 - 45.
- BURD (A.C.) - 1958 - An analysis of the method of sampling the East Anglian herring catches. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 24 (1) : 80 - 94.
- BURKENROAD (M.D.) - 1953 - Theory and practice of marine fishery management. J. Con. perm. int. Explor. Mer, 18 (3) : 300 - 310.
- CADENAT (J.) - 1950 - Poissons de mer du Sénégal. Inst. franç. Afr. Noire. Initiations africaines, (3) : 1 - 345.
- CADENAT (J.) - 1954 - Note d'Ichthyologie ouest africaine : VII - Biologie, régime alimentaire. Bull. Inst. franç. Afr. Noire, A, 16 (2) : 564 - 583.
- CARRUTHERS (J.N.), GOGATE (S.S.), NAIDU (J.R.) & LAEVASTU (T.) - 1959 - Shorewards upslope of the layer of minimum oxygen off Bombay : its influence on marine biology, especially fisheries. Nature, Lond., (183) : 1084 - 1087
- CASSIE (R.M.) - 1954 - Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Austral. J. Mar. Freshwater Res., (5) : 513 - 522.
- CHAPMAN (D.G.) - 1954 - The estimation of biological populations. Ann. Math. Statist., 25 (1) : 1 - 15.
- CHAPMAN (D.G.) - 1961 - Statistical problems in dynamics of exploited fisheries populations. Univ. Calif. Publs. Statist. 4 : 153 - 168.
- CHAPMAN (D.W.) - 1966 - Production in fish populations. In the biological basis of freshwater fish production. A symposium sponsored by Sectional Committee on Productivity of freshwater Communities of the International Biological Programme, ed. par S.D. Gerking Oxford, Blackwell Scientific Publications : 3 - 30.

- CHRISTENSEN (J. Møller) - 1964 - Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 29 (11) : 73 - 81.
- CHRZAN (F.) - 1961 - Characteristics of the stock composition of fish in West African shallow waters, as observed in 1961. Com. Cons. perm. int. Explor. Mer. Atlantic committee, : 1 - 10.
- COLLIGNON (J.) - 1957 - Les "bars" (Otolithus), leur pêche. C.S.A. Symposium on oceanography and sea fisheries of the west coast of africa, Luanda, OCW (40) : 1 - 9 (multigr)
- COLLIGNON (J.) - 1959, 1 - La systématique des Sciaenidae de l'Atlantique oriental. Bull. Inst. oceanogr. Monaco, 1155:1-10.
- COLLIGNON (J.) - 1959, 2 - La pêche au chalut sur les côtes d'A.E.F. Bull. Inst. Etudes Centr., (17) : 21 - 23.
- COLLIGNON (J.) - 1960 - Contribution à la connaissance des Otolithus des côtes d'Afrique Equatoriale. Bull. Inst. Etudes. Centr., N.S., (19 - 20) : 55 - 84.
- COMMISSION INTERNATIONALE DES PECHES DE L'ATLANTIQUE DU NORD-OUEST - 1958 - Some problems for biological fishery survey, and techniques for their solution. A symposium held at Biarritz, France, March 1 - 10, 1956. spec. publs. Int. Commn. NW. Atlant. Fish, (1) : 339 p.
- CONSEIL INTERNATIONAL POUR L'EXPLORATION DE LA MER - 1956 - Problems and methods of sampling fish populations. Rapp. P - v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 140 (part I):1-111.
- CONSEIL INTERNATIONAL POUR L'EXPLORATION DE LA MER - 1964 - Symposium on the Measurement of the Abundance of Fish Stocks Rapp. P - v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 155.
- CORCORAN (E.F.) & MAHNKEN (C.V.W.) - 1969 - Productivity of the tropical Atlantic Ocean. UNESCO, Actes Symposium Océanographie et Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan. Rapp. synthèse, 5 : 57 - 67.

- CROSNIER (A.) - 1963 - Les crevettes commercialisables du plateau continental dans la région de Pointe Noire. Doc. Scient. prov. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe Noire, 194 : 1 - 6 (multigr.).
- CROSNIER (A.) - 1964 - Fonds de pêche le long de la République Fédérale du Cameroun. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr. , n° spec. : 1 - 132.
- CROSNIER (A.) & BERRIT (G.R.) - 1966 - Fonds de pêche le long de la côte des Républiques du Dahomey et du Togo. Doc. scient prov. Centre ORSTOM Pointe Noire, 1 - 94.
- DA FRANCA (P.), DA COSTA (F.C.) & DA FRANCA (M.L.P.) - 1970 - Contribuicao para o conhecimentos da biologia dos Scioenidoe de Angola. Notas Centro Biol. Aquat. trop. Liboa - 20 : 137 p.
- DAGET (J.) - 1965 - Introduction à l'étude quantitative des populations (cours dactylographié).
- DAGET (J) - 1967 - Les modèles mathématiques en écologie. Conférence DEA Ecologie, Fac. Sciences, Paris. 1 - (multigr.)
- DANNEVIG (E.H.) - 1956 - Chemical composition of the zones in cod otoliths. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 21 : 156\_159
- DE BONT (A.F.) - 1966 - Some aspects of age and growth of fish in temperate and tropical waters in the biological basis of freshwater fish production. A symposium sponsored by sectional Committes on Productivity of Freshwater Communities of the International Biological Programme, ed. par S.O. Gerking Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 67 - 88.
- DE LURY (D.B.) - 1963 - On the planning of experimete for the estimation of fish populations. J. Fish. Res. Bd Can 8 (4) : 281 - 307.

- DEMENT'EVA (F.F.) & MANKEVITCH (E.N.) - 1966 - Fluctuations in the growth of cod in the Barents Sea according to the environment. Trudy vses. nauchno-issled. Inst. morsk ryb. Khoz. Okeanogr., 60 : 247 - 256.
- DEMENT'EVA (F.F.) & ZENISKAIA (K.A.) - éd, 1967 - (Méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques et de prévision des captures). Trudy vses, nauchno-issled, Inst. morsk ryb. Khoz. Okeanogr., 62 : 1 - 300 (en russe).
- DENNIS - COOPER (A.) - Studies on Cassava Fish (Otolithus senegalensis) growth rates correlated with food. CCTA/CSA Metting, Lagos.
- DONGUY (J.R.) & PRIVE (M.) - 1964 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur - 2ème partie : variations hydrologiques annuelles entre Abidjan et l'Equateur. Cah. Océanogr. C.C.O.E.C., 14 (5) : 393 - 398.
- DUGAS (F.R.) - 1968 - Carte sédimentologiques provisoires du plateau continental de la Côte d'Ivoire. I : d'Assinie à Fresco Doc. Scient. prov. Centre ORSTOM Adiopodoumé. Abidjan.
- DURAND (J.R.) - 1967 - Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais - 3ème partie : les poissons benthiques du plateau continental congolais : étude de la répartition, de l'abondance et des variations saisonnières. Cah. ORSTOM, série Océanogr. , 5 (2) : 3-68
- EZIUZO (E.N.C.) - 1963 - The identification of otoliths from west african demersal fish. Bull. Inst. Franç. Afri. Noire, A, 25 : 488 - 512.
- FAGER (E.W.) & LONGHURST (A.R.) - 1968 - Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea. J. Fish. Res. Bd Can., 25 (7) : 1405 - 1421
- ADWARDS (R.L.) - 1964 - Relation of temperature to fish abundance and distribution in the southern New England area. I.C.N.A.F. Environmental Symposium. Rome. p. 95 - 110

- F.A.O. - 1968, 1 - Rapport de la quatrième session du Comité Consultatif de la recherche sur les ressources de la mer, Rome, 16-21/1/197. Supplément 1 : Rapport du Groupe de travail C.C.R.R.M. sur l'estimation directe et accélérés de l'abondance du poisson. Rome F.A.O. Rapport sur les pêches 41: suppl. 1, 41 p.
- F.A.O. - 1968, 2 - Rapport du Groupe de Travail C.C.R.R.M./C.I.E.M. sur les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre Est et Sud-Est. F.A.O. - Rapport sur les pêches, n° 56 suppl. 1 : 67 P.
- FONTANA (A.) - 1969 - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles Sardinella eba (V.) et Sardinella aurita C. et V. de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 7 (2) : 101 - 114.
- FONTANA (A.) & LE GUEN (J.C.) - 1969 - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de Pseudolithus (Fenticulus) elongatus. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 7 (3) : 9-19.
- FONTENEAU (A.) - 1970 - La pêche au chalut sur le plateau continental ivoirien : équilibre maximal des captures. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (1) : 31-35.
- FONTENEAU (A.) & TROADEC (J.P.) - Récolte, stockage et traitement des données statistiques relatives à la pêche au chalut en Côte d'Ivoire. Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan, n° 38 : 1 - 7.
- FOX (F.W.Jr.) - 1970 - An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc., 1 : 83 - 88.
- FRIDRIKSSON (A.) - 1934 - On the calculation of age - distribution within a stock of cod by means of relatively few age - determinations as a key to measurements on a large scale. Rapp. P:-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 86 (6) : 1 - 14.

- GALLARDO (Y.) & REBERT (J.P.) - 1966 - Observations océanographiques dans la région de Pointe Noire : année 1965. Doc. Scient. prov. Centre ORSTOM, Pointe Noire. n° 313 : 1 - 70.
- GARCIA (S.), PETIT (P.) & TROADEC (J.P.) - 1970 - Biologie de Penaeus duorarum (Burkenroad) en Côte d'Ivoire : Croissance. Doc. Scienti. Centre Rech. Océanogr. Abidjan - 1 (2) : 17 - 48.
- GRAHAM (M.) - 1929 - Studies of age determination in fish. Par II : a survey of the litterature. Fishery Invest., London, sér. 2, 11 (3), 50 p.
- GRAHAM (M.) - 1939 - The sigmoid curve and the overfishing problem. Rapp. P - v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 110 (2) : 15 - 20.
- GRAHAM (M.) - 1956 - Sea Fisheries - their investigations in the United Kingdom London, Arnold. 487 p.
- GULLAND (J.A.) - 1953 - Correlations on fisheries hydrography. J. Cons. perm. int. Explor. mer, 18 : 351 - 353.
- GULLAND (J.A.) - 1955 - Estimation of growth and mortality in commercial fish population. Fishery Invest. London, Séri. 2, 18 (9), 46 p.
- GULLAND (J.A.) - 1957 - Problemes et méthodes de sondage dans la recherche appliquée aux pêches. Bull..Pêche F.A.O., 10 (4) : 175 - 205.
- GULLAND (J.A.) - 1962 - The application of mathematical models to fish populations. Dans the Exploitation of natural animal populations. E.D. Le Cren et M.W. Holgate. Oxford, Blackwell Scientific Publication p. 204 - 217.
- GULLAND (J.A.) - 1966 - Manuel des méthodes d'échantillonnage et des méthodes statistiques applicables à la biologie halieutique. Première partie : Méthodes d'échantillonnage. Man. F.A.O. Scienc. Halieut. n° 3 (FRS/M3)

- GULLAND (J.A.) - 1967 - The effects of fishing on the production and catches of fish - Dans the Biological basis of fresh-water fish production. A symposium sponsored by Sectional Committee on Productivity of Freshwaters Communities of the International Biological Programme. S.D. Gerking ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, p.399-416.
- GULLAND (J.A.) - 1969 - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : analyse des populations. Man. F.A.O. Scienc. Halieut., n° 4 (FRS/M4) 160 pages.
- HENNEMUTH (R.C.) - 1961 - Year class abundance, mortality, and yield-per-recruti of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 1954 - 1959. Bull. inter. Am. trop. Tuna Comm., 6 (1) : 3 - 51.
- HICKLING (C.F.) - 1931 - The structure of the otolith of the hake. Q. Jl. Microsc. Sci., 74 : 547 - 563.
- HILDEBRAND (S.G.) & CABLE (L.E.) - 1934 - Reproduction and development of whittings or kingfishes, drums, spot, croaker and weakfishes or seatrouts, family sciaenidae, of the Atlantic coast of the United States. Bull. Bur. Of Fish., 48 (16) : 41 - 117.
- HITOSCHI - 1966 - Idade a crescimentao da pesca branca, Cynoscion leiarchud (C.), das aguas cearcuses. Arch. Estac. Biol. mar. Univ. Feder. Ceara, 6 (2) : 135 - 137.
- HJORT (J.) - 1910 - Report on herring - investigations until January 1910 - Publs. Circonst. Cons. perm. int. Explor. mer, 53 : 1 - 175.
- HOLDEN (M.J.) - 1966 - The food of the spurdog, Squalus acanthias. J. Cons. perm. int. explor. Mer, 30 (2).
- HOLT (S.J.) - 1959 - Water temperature and cod growth rate. J. cons. perm. int. Explor. Mer, 24 (3) : 374 - 376.
- HOLT (S.J.) - 1960, 1 - Water temperature and cad growth rate. J. cons. perm. int. Explor. mer, 25 (2) : 225 - 227.

- HOLT (S.J.) - 1960, 2 - Vocabulaire multilingue et notation pour la dynamique des pêches. F.A.O. : 1 - 42.
- IRIE (T.) 1960 - The growth of the fish otolith. J. Fac. Fish. anim. Husb. Hiroshima Univ., 3 : 203 - 221.
- IRVINE (F.R.) - 1947 - The fishes and fisheries of the Gold Coast. London. Crown Agents Colonies, 352 p.
- IVERSEN (E.S.) & MOFFETT (A.W.) - 1962 - Estimation of Abundance and mortality of a stotted seatrout population. Trans. Amer. Fish. Soc., 91 (4) : 395 - 398.
- IVERSEN (E.S.) & TABB (D.C.), 1962 - Subpopulations based on growth and tagging studies of spotted seatrout, Eynoscion nebulosus, in Florida. Copeia, (3) : 544 - 548.
- JACKSON (C.H.N.) - 1939 - The analysis of an animal population. J. Anim. Ecol., 8 (2) : 238 - 246.
- JAYARAMAN (R.) & COGATE (S.S.) - 1957 - Salinity and water temperature variations in the surface waters of the Arabian Sea off the Bombay and Saurashtra coasts. Proc. Ind. Acad. sc., 45 : 51 - 164.
- JENSEN (A.C.) - 1965 - A standard terminology and notation for otoliths readers ICNAF, Res. Bull., 2 : 5 - 7.
- JENSEN (A.C.) & WISE (J.P.) - Age determination of young haddocks by means of scales reading. Fish Wildlife Serv. Fish. Bull., 195 (61) :
- JOHNSON (F.R.) - 1958 - Report on the fisheries Department, Accra, Ghana, Gov. Pr. 22 p.
- JONES (R.) - 1954 - The food of the whiting and a comparison with that of the haddock. Mar. Res. Scot. Home Dept., 2:1-34.
- JONES (R.) - 1956 - The analyse of trawl haul statistics with particular reference to the estimation of survival rates. Rapp. P. - v. Cons. perm. int. Explor. mer., 140 (1) : 30 - 39.

- JOSEPH (D.C.) - 1962 - Growth characteristics of two southern California Surfsciches, The California Corbina and spotfin croaker, family Sciaenidae. Fish Bull. (Res. Agency of California. Dept. Fish Game), 119 : 1 - 54.
- KETCHEN (K.S.), 1950 - Stratified sub-sampling for determining age distributions. Trans. Amer. Fish. Soc., 79 : 205 - 212.
- KHALDINOVA (N.A.) - 1966 - Fluctuations in the growth of haddock in the Barents Sea with the food supply. Trudy vses. nauchno-issled. Inst. morsk ryb. Khorz. Okeanogr., 60 : 257 - 270.
- KLIMA (E.F.) & TABB (D.C.) - 1959 - A contribution to the biology of the spotted weafish, Cynoscion nebulosus (Cuvier), from north west Florida, with a description of the fishery. Fla. St. Bd. Conserv., Univer. Miami Mar., Lab., Tech. Ser., 30 : 1 - 25.
- KUTTY (M.N.) - 1961 - Scales and otoliths of the "Koth", Otolithoides brunneus (Day) as age indicators. Ind. J. Fish., 8 (1) : 145 - 151.
- LACK (D.) - 1954 - The natural regulation of animal numbers. Oxford Clarendon Press. 343 p.
- LAMOTTE (M.) - 1948 - Introduction à la biologie quantitative. Paris, Masson et Cie. 369 p.
- LASSARAT (A.) - 1957 - La pêche en Côte d'Ivoire. C.S.A. Symposium on Oceanography and sea fisheries of the west coast of Africa, Luanda, OCW n° 23 (multigr.).
- LE CREN (E.D.) & HOLGATE (M.W.) eds. - 1962 - The exploitation of natural animal populations. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 398 p.
- LE GUEN (J.C.) - 1971 - Dynamique des populations de Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus (Bowditch, 1825), Poissons, Sciaenidae - Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 9 (1)

- LE LOEUFF (P.) & INTES (A.) - 1969 - Premières observations sur la faune benthique du plateau continental de Côte d'Ivoire Cah. ORSTOM sér. Océanogr., 7 (4) : 61 - 66.
- LONGHURST (A.R.) - 1957 - The food of the demersal fish of a west african estuary. J. Anim. Ecol., 26 : 369 - 387.
- LONGHURST (A.R.) - 1958 - An ecological survey of the west african marine benthos. Colo. Off. Fish. Pubs. London, 11:1-101
- LONGHURST (A.R.) - 1959, 1 - Benthos densities off tropical west Africa. J. Cons. Perm. int. Explor. Mer, 25 : 21 - 28.
- LONGHURST (A.R.) - 1959, 2 - Prediction of selection factors in a tropical trawl fishery. Nature, London. 184 - 1170.
- LONGHURST (A.R.) - 1960, 1 - A summary survey of the food of west african demersal fish. Bull. Inst. franç. Afri. Noire, A, 22 (11) : 276 - 282.
- LONGHURST (A.R.) - 1960, 2 - Mesh selection factors in the trawl fishery off tropical West Africa. J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 25 (3) : 318 - 325.
- LONGHURST (A.R.) - 1961 - Report on the fisheries of Nigeria. Occ. Pap., Fed. Fish. Serv. Nigeria, Lagos. 1 : 42 p.
- LONGHURST (A.R.) - 1962 - A review of the oceanography of the Gulf of Guinea. Bull. Inst. franc. Afri. Noire, A, 24 : 633-663
- LONGHURST (A.R.) - 1963 - The bionomics of the fisheries Resources of the Eastern Tropical Atlantic. Colon. Off., Fish Pubs. 20 : 66 p.
- LONGHURST (A.R.) - 1964, 1 - Bionomics of the Sciaenidae of tropical West Africa. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 29 (1) : 93 - 114.
- LONGHURST (A.R.) - 1964, 2 - The coastal Oceanography of western Nigeria. Bull. Inst. franç. Afr. Noire, A, 26 : 337-402.

- LONGHURST (A.R.) - 1965 - A survey of the fish resources of the eastern Gulf of Guinea. J. Cons. perm. int. Explor. mer, 29 (3) : 302 - 334.
- LONGHURST (A.R.) - 1966 - Synopsis of biological data on west african croakers (Pseudotolithus typus, P. senegalensis and P. elongatus). F.A.O. Fish. synopsis, 35 : 43 p.
- LONGHURST (A.R.) - 1969 - Species assemblages in tropical demersal fisheries. UNESCO, Actes Symposium Oceanographie et Ressources halieutiques Atlantique Tropical Abidjan, Rapp. synth. 12 : 147 - 168.
- LONGHURST (A.R.) & BAINBRIDGE (V.) - 1963 - Tropical fisheries resources. Fish. News Intern., 2 (4) : 409 - 416.
- LOWE (R.M.) - 1962 - The fishes of the British Guiana continental shelf, Atlantic coast of south America, with notes on their natural history. J. Linn. Soc. (Zool.), 44 (301) 669 - 700.
- MAC LAREN (P.I.R.) - 1948 - Report on fisheries investigations, 1942-1948. Lagos (Nigeria) Govt. Print.
- MAIER (M.N.) - 1908 - Beitrage zur Alterbeistimmung der Fische. 1 - Allgemeines. Die Alterbeistimmung nach den Otolithen bei Schelle und Kabdjan. Wiss. Meeresuntersuch, Helgoland, 8 : 61 - 115.
- MANN (M.J.) - 1962 - Escape of Pseudotolithus senegalensis (C and V.) from trawl nets. Nature, London, 193 : 955 - 956.
- MARGETTS (A.R.) - 1956 - The sampling of demersal fish stocks by trawls and scines. Rapp. P. - v. Cons. perm. int. Explor. Mer, 140 (1) : 40 - 43.
- MAY (A.W.) & HODDER (V.M.) - 1966 - Deck sampling of research vessel catches. J. Fish. Res. Bd. Can., 23 (7) : 1083 - 1088.
- MINA (M.V.) - 1968 - A note on a problem in the visual quantitative evaluation of otolith zones. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 32 (1) : 93 - 98.

- MENSAH (M.A.) - 1969 - Zooplankton occurrence over the shelf of Ghana. UNESCO. Actes Symposium Océanographie Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan, Contr. 19 : 241-254.
- MOFFETT (A.W.) - 1961 - Movements and growth of spotted seatrout, Cynoscion nebulosus (Cuvier). Flor. St. Bd. Cons. Univ. Miami Mar. Lab. Techn. ser., 36 : 1 - 35.
- MOLANDER (A.R.) - 1947 - Observations on the growth of the plaice and on the formation of annual rings in its otoliths. Svenska Hydrogr. - biol. Komm. Skr., N.S., Biol. II (8), 11 p.
- MORLIERE (A.) - 1970 - Les saisons marines devant Abidjan. Doc. Scienti. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2) : 1 - 15.
- MORRIS SOUTHWARD (G.) - 1962 - A method of calculating body lengths from otoliths measurements for pacific halibut and its application to Portlock. Albatross grounds data between 1935 and 1957. J. Fish. Res. Bd. Can., 19 (2) : 339-362.
- NIKOLSKY (G.Y.) transl. BIRKETT (L.) - 1963 - The ecology of fishes. Acad. Press. Lond. and N.Y.
- PALOHEIMO (J.E.) - 1958 - A method of estimating natural and fishing mortalities. J. Fish. Res. Bd. Can., 15 (4) : 749-758.
- PALOHEIMO (J.E.) - 1961 - Studies on estimation of mortalities. 1 - Comparaison of method described by Beverton and Holt and a new linear formula. J. Fish. Res. Bd. Can., 18 (5) : 645 - 662.
- PALOHEIMO (J.E.) & DICKIE (L.M.) - 1965 - Food and growth of fishes 1 - A growth curve derived from experimental data. J. Fish. Res. Bd. Can., 22 (2) : 521 - 542.
- PALOHEIMO (J.E.) & DICKIE (L.M.) - 1966, 1 - Food and growth fishes. 2 - Effects of food and temperature on the relation between metabolism and body weight. J. Fish. Res. Bd. Can., 23 (6) : 869 - 908.

- PALOHEIMO (J.E.) & DICKIE (L.M.) - 1966, 2 - Food and growth of fishes. 3 - Relation among food, body size and growth efficiency. J. Fish. Res. Bd. Can., 23 (8) : 1209 - 1248.
- PARKER (R.R.) & LARKING (P.A.)-1959 - A concept of growth in fishes. J. Fish. Res. Bd. Can., 16 (5) : 721 - 745.
- POINSARD (F.) - 1969 - La pêche au chalut à Pointe Noire. UNESCO, Actes Symposium Océanographie Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan, Contr. 31 : 381 - 390.
- POINSARD (F.) & TROADEC (J.P.) - 1966 - Détermination directe de l'âge par la lecture des otolithes chez deux espèces de Sciaenidae ouest africains (Pseudotolithus senegalensis C et V. et P. typus Blkr). J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 30 (3) : 291 - 307.
- POINSARD (F.) & TROADEC (J.P.) - 1967 - Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais - 1 - la radiale de Pointe Noire. Cah. ORSTOM, sér. océanogr. 5 (1):69-84.
- POLL (M.) - 1954 - Poissons 4 - Téléostéens scanthoptérygiens. Result. SCI. Exp. Oceanogr. Belge. Atl. Sud, 4 (1):154 p.
- POSTEL (E.) - 1955 - Les faciès bionomiques des côtes de Guinée Française. Rapp. P.-v. Cons. perm. int. Explor. Mer, 136 : 11 - 13.
- RAITT (D.S.F.) & SAGUA (V.O.) - 1969 - Preliminary investigations of the biology of Brachydeuterus auritus (Val.) in Nigerian waters. UNESCO, Actes Symposium Océanographie Ressources halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan, Contr. 34 : 397 - 401.
- RANCUREL (P) - 1968 - Topographie générale du plateau continental de Côte d'Ivoire et du Liberia. ORSTOM, Paris, éd.
- RAO VENKATASUBBA (K.) - 1962 - Studies of the age determination of "Ghol", Pseudosiaena diacanthus (Lac.) by means of scales and otoliths. Ind. Journ. Fish., 8 (1):119-126.

- RAZNIIEWSKI (J.) & VICKTOR (K.) - 1967 - An attempt to isolate certain communities of demersal fish occurring along the N W African shelf between Cape Bojador and the mouth of Gambia River. Cons. perm. int. Explor. Mer, Demers. Fish (South. Commit.), C.M. 1967 - G.4.
- REYSSAC (J.) - 1966, 1 - Quelques données sur la composition et l'évolution annuelle du phytoplancton au large d'Abidjan. Doc. scient. prov. C.R.O. Abidjan, 3.
- REYSSAC (J.) - 1966, 2 - Diatomées et dynoflagellés des eaux ivoiriennes pendant l'année 1965. Variations quantitatives. Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan, 10.
- REYSSAC (J) - 1968 - Mesure de la productivité primaire par la méthode du  $C_{14}$  au large de la Côte d'Ivoire. Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan, 35
- RICHARDS (F.J.) - 1959 - A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot., 10 : 290 - 300.
- RICKER (W.E.) - 1958 - Hand book of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 119 : 300 p.
- RICKER (W.E.) - ed, 1968 - Methods for assesment of fish production in freswhwaters. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 320 p. I B P Handbook n° 3.
- RICKLEFS (R.E.) - 1967 - A graphical method of fitting equations to growth curves. Ecology, 43 (6) : 978 - 983.
- ROLLEFSEN (G.) - 1933 - The otoliths of cod. Praliminary report. FiskDir. Skr. Ser. Havundersøg., 4 (3° : 14 p.
- ROLLEFSEN (G.) - 1935 - The spawning zone in cod otoliths and prognosis of stock. FiskDir. Skv. Ser. Havundersøg. 4 (11) : 10 p.
- ROLLEFSEN (G.) - 1956 - Introduction Symposium on problems and Methods of sampling Fish Populations. Rapp. P.-v. Cons. perm. int. Explor. Mer, 140 (1) : 5 - 6.

- ROUNSEFELL (G.A.) & EVERHART (W.H.) - 1953 - Fishery Science : its methods and applications.
- SALZEN (E.A.) - 1956 - Marine Fish Fauna of the Gold Coast. Nature London, 178 : 1105 - 1106.
- SALZEN (E.A.) - 1957 - A trawling survey off the Gold Coast. J. Cons. Perm. int. Explor. Mer, 23 : 72 - 82.
- SAETERSDAL (G.S.) - 1953 - The haddock in norwegian waters. II - Methods in age and growth investigations. Rep. Norweg Fish. Invest., 10 (4) : 1 - 46
- SNEDECOR (G.W.) - 1956 - Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Ames, Iowa State College Press. 534 p.
- TABB (D.C.) - 1958 - Differences in the estuarine ecology of Florida waters and their effect on populations of spotted weafish, Cynoscion nebulosus (C. and V.) Trans. 23 rd N. Amer. Wildlife Conf : 392 - 401.
- TABB (D.C.) - 1961 - A contribution to the biology of the spotted seatrout, Cynoscion nabulosus (C.) of east central Florida. Flam. st. Bd. Conserv. Univ. Miami Mer. Lab. Tech. ser., 35 : 1 - 23.
- TABB (D.C.) - 1966 - The estuary as a habitat for spotted seatrout Cynoscion nabulosus. Amer. Fish. Soc., Spec. publ., 3 : 59 - 67.
- TANAKA (S.) - 1956 - A method of analyzing the polymodal frequency distribution and its application to the length distribution of porgy, Taius fumifrons (T. et S.). Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Tokyo, 14 : 1 - 12.
- TAYLOR (C.C.) - 1959 - Cod growth and temperature. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 23 (3) : 366 - 370.
- TAYLOR (C.C.) - 1960 - Water temperature and cod growth rate. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 25 (2) : 223 - 224.

- THOMAS (J.C.) - 1968 - Management of white sea bass (Cynoscion nobilis) in California waters. Dept. Fish. Came., Fish. Bull., 42.
- TREWAVAS (E.) - 1962 - A basis for classifying the sciaenidae fishes of tropical West Africa. Ann. Mag. Nat. Hist., 5:167-176.
- TROADEC (J.P.) - Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais. Introduction. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 5 (1) : 65 - 67.
- TROADEC (J.P.) - 1968, 1 - Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais - 4ème partie : observations sur la biologie et la dynamique des Pseudotolithus senegalensis (V.) dans la région de Pointe Noire (Répub. du Congo). Cah. ORSTOM sér. Océanogr., 6 (1) : 43 - 94.
- TROADEC (J.P.) - 1968,2 - Le régime alimentaire de deux espèces de Sciaenidae ouest africains (Pseudotolithus senegalensis V. et Pseudotolithus typus Blkr). Doc. Scient. prov. C.R.O. Abidjan, 30 : 1 - 24.
- TROADEC (J.P.), BARRO (M.) & BOUILLON (P.) - 1969 - Pêches au chalut sur la radiale de Grand Bassam (Côte d'Ivoire) Doc. Scien. prov. C.R.O. Abidjan, 33.
- TROUT (G.C.) - 1954 - Otolith growth of the Barents Sea cod. Rapp. P.v. Cons. perm. int. Explor. Mer, 136 : 89 - 102.
- URSIN (E.) - 1963,1 - On the incorporation of temperature in the Von Bertalanffy growth equation. Meddelelser fra Danmarks Fiskevi-og Havundersøgelser, N.S., 4 (1):1-16.
- URSIN (E.) - 1963, 2 - On the seasonal variation of growth rate and growth parameters in Norway Pout (Gadus esmarki) in the Skagerrak. Meddelelser fra Danmarks Fiskevi-og Havundersøgelser, N.S.,4 (2) : 17 - 29.
- VARLET (F.) - 1958 - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan. Etudes Eburnéennes, 7 : 97 - 222.

- VINCENT - CUAZ (L.) - sans indication de date - Le régime hydrologique côtier dahoméen. Centre Etudes pêches - Cotonou Dahomey.
- WATTS (J.C.D.) - 1958 - The hydrology of a tropical west african estuary. Bull. Inst. Franç. Afr. Noire., A, 22 (3) : 697.
- WATTS (J.C.D.) - 1959 - Some observations on the marking of demersal fish in the Sierra Leone river estuary. Bull. Inst. franç. Afr. Noire., A, 21 (4) : 1237 - 1252.
- WATTS (J.C.D.) - 1962, 1 - Evidence of overfishing in the Sierra Leone Trawl fishery. Bull. Inst. Franç. Afr. Noire. A, 24 : 909 - 911.
- WATTS (J.C.D.) - 1962, 2 - Relation between fat content and breeding peaks in Pseudotolithus elongatus. Bull. Inst. Franç. Afr. Noire. A, 24 (4) : 1188 - 1189.
- WESTRHEIM (S.J.) - 1962 - Sampling research trawl catches at sea. J. Fish. Res. Bd. Can., 24 (6) : 1187 - 1202.
- WILLIAMS (F.) - 1968 - Report on the Guineen Trawling Survey. Vol I. General Report. OAU/STRC. Pub. n° 99  
Vol II. Environmental Charts. OAU/STRC. Pub. n° 99, 529 P. 238 cartes.
- WILLIAMS (F.) - Review of the principal results of the Guinean Trawling Survey. UNESCO, Symposium Océanographie Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan, Rapport Synthèse 11 : 139 - 146. - 1969 -
- WOOD (H.) - 1930 - Scottish herring shoals - Prespawning movements - Scott. Fish. Bd., Sc. Invest., 1 : 1 - 71
- ZEITSCHEL (B) - 1969 - Productivity and microbiomass in the Tropical Atlantic in relation to the hydrological conditions (with emphasis on the Eastern area). UNESCO, Actes Symposium Océanographie Ressources Halieutiques Atlantique Tropical, Abidjan. Rapport Synthèse 6 : 69 - 84.

	<u>Pseudotolithus senegalensis</u>
<u>Palaemon hastatus</u> Aurivillius	1 467
<u>Parapenaeopsis atlantica</u> Balss.	641
<u>Penaeus duorarum</u> Burkenroad	9
<u>Penaeus kerathurus</u> (Forskal)	3
<u>Sicyonia galeata</u> Holthuis	28
<u>Alpheus floridanus</u> Kingsley (var. africanus Balss)	29
<u>Alpheus intrinsecus</u> Bate	0
<u>Alpheides indéterminés</u>	37
<u>Ogyrides rarispina</u> Halhuis	1
<u>Hippolysmata hastatoides</u> (Balss)	3
<u>Pontophilus</u> sp.	1
<u>Processa</u> sp.	3
TOTAL CREVETTES	2 505
STOMATOPODES	26
<u>Dorippe armata</u> Miers	14
<u>Calappa rubroguttata</u> herklotts	1
<u>Matuta michaelsoni</u> Balss	53
<u>Phyllira laevidorsalis</u> Miers	2
<u>Portunus inaequalis</u> (Miers)	5
<u>Callinectes gladiator</u> Benedict	8
Petits Portunidés indéterminés	30
<u>Pilumnoplax oxyacantha</u> Monod	9
<u>Brachyures indéterminés</u>	11
TOTAL BRACHYURES	133
<u>Albunea paretoi</u> Guérin	7
<u>Albunea</u> sp.	3
TOTAL ANOMOURES HIPPIDES	10
<u>Diogenes pugilator</u> Roux	2
<u>Pagures indéterminés</u>	1
TOTAL PAGURES	3
<u>Callianassa</u> sp.	1
<u>Upogebia</u> sp.	1
TOTAL THALASSINIDES	2
<u>Panulirus rissoni</u> (Desmaret)	2
<u>Scyllarus posteli</u> Forest	6
TOTAL PALINOURES	8
Petits crustacés épibenthiques indéterminés	115
TOTAL CRUSTACES EPIBENTHIQUES (CREVETTES EXCEPTÉES)	297
TOTAL CRUSTACES	2 802

Annexe 2 - Crustacés : Fréquences d'observation des diverses espèces observées dans les contenus stomacaux de Pseudotolithus senegalensis (en nombre d'estomacs contenant chaque rubrique)

	<u>Pseudotolithus senegalensis</u>
Algues rouges	14
Algues vertes	4
<u>TOTAL ALGUES</u>	18
<u>Diopatra neapolitana</u> Dellachiage	3
Polychètes indéterminées	1
<u>TOTAL POLYCHETES</u>	4
<u>Fusus sp.</u>	1
<u>Turri sp.</u>	1
<u>TOTAL GASTEROPODES</u>	2
<u>Leda sp.</u>	1
<u>Cardita sp.</u>	1
Lamellibranches indéterminés	3
<u>TOTAL LAMELLIBRANCHES</u>	5
Calmars (surtout <u>Lolliguncula mercatoris</u> Adam)	71
<u>TOTAL CEPHALOPODES</u>	71
<u>TOTAL MOLLUSQUES</u>	78
<u>Acanthurus monroviae</u> (Steindachner)	3
<u>Brachydeuterus auritus</u> (Val.)	3
<u>Chloroscombrus chrysurus</u> (L.)	1
<u>Cynoglossus sp.</u>	1
<u>Dactylopterus volitans</u> (L.)	1
Ephippidés indéterminés	1
<u>Galeoides decadactylus</u> (Bloch)	1
<u>Harengula rouxi</u> (Poll)	1
<u>Ilisha africana</u> (Bloch)	13
<u>Pentanemus quinquarius</u> (L.)	0
<u>Platycephalus gruvelli</u> (Pallegr.)	2
Pleuronectiformes	1
<u>Pseudotolithus sp.</u>	5
<u>Pseudotolithus senegalensis</u> (V.)	4
<u>Pteroscion peli</u> (Blkr)	26
Sciaenidés indéterminés	37
Serranidés indéterminés	1
<u>Trachinus lineolatus</u> (Fisher)	1
<u>Trichiurus lepturus</u> (L.)	4
<u>Vomer setipinnis</u> (Mitch.)	11
Petits poissons indéterminés (otolithes, vertèbres, écailles, etc...)	321
Larves Poissons	97
<u>TOTAL POISSONS</u>	535
Nombre d'estomacs observés	3 437

Annexe 3 - Autres proies : Fréquences d'observation des diverses espèces rencontrées dans les contenus stomacaux (en nombres d'estomacs contenant chaque rubrique).

