

MISE EN EVIDENCE
DE STOCKS SEPARES D'ALBACORES (THUNNUS ALBACARES)
DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL
PAR L'ETUDE DES CHIFFRES D'INFESTATION PARASITAIRE

FREDERIC LARDEUX
SEPTEMBRE 1980

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRONOMIE
DE RENNES

+++++

Diplôme d'Agronomie Approfondie
Mention Halieutique

+++++

MISE EN EVIDENCE
DE STOCKS SEPARES D'ALBACORES (*Thunnus albacares*)
DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL
PAR L'ETUDE DES CHIFFRES D'INFESTATION PARASITAIRE

Maîtres de stage : Alain LAUREC et Jean-Claude LE GUEN
GROUPE DE SUPPORT GENERAL DE GESTION DES STOCKS

Frédéric LARDEUX

Septembre 1980.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRONOMIE

DE RENNES

+++++

Diplôme d'Agronomie Approfondie

Mention Halieutique

+++++

MISE EN EVIDENCE
DE STOCKS SEPARES D'ALBACORES (*Thunnus albacares*)
DANS L'ATLANTIQUE TROPICAL
PAR L'ETUDE DES CHIFFRES D'INFESTATION PARASITAIRE

Maîtres de stage : Alain LAUREC et Jean-Claude LE GUEN
GROUPE DE SUPPORT GENERAL DE GESTION DES STOCKS

Frédéric LARDEUX

Septembre 1980.

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

Je tiens à remercier vivement M. Jean-Claude LE GUEN, qui, en me proposant ce sujet, m'a permis d'aborder des problèmes intéressants et qui a bien voulu consacrer un peu de son temps à la mise en forme de ce rapport.

Que M. Alain LAUREC, qui a accepté d'être mon Maître de Stage et qui a bien voulu me faire bénéficier à la fois de ses conseils éclairés et de ses critiques bienveillantes, veuille bien trouver ici l'expression de mes très vifs remerciements.

J'exprime ma gratitude à M. Renaud PIANET qui m'a offert son aide en relisant et critiquant quelques parties de ce rapport.

Je remercie tout particulièrement Mme Elisabeth BADIA-VILATO qui s'est chargée de la réalisation dactylographique de ce travail.

Cette étude a pu être menée à bien grâce aussi au concours de nombreuses autres personnes que je remercie également.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 : GENERALITES

1 - LE THON ALBACORE (*Thunnus albacares*)

1.1 - Présentation de l'albacore

1.2 - Problèmes posés par l'Albacore de l'Atlantique

1.2.1 - Biologie de l'albacore

1.2.1.1 - Aire de répartition

1.2.1.2 - Caractéristiques du milieu

1.2.1.3 - Périodes de ponte

1.2.1.4 - Croissance

1.2.1.5 - Migrations

1.2.2 - Exploitation

1.2.2.1 - Techniques de pêche

1.2.2.2 - Statistiques

1.3 - Conclusion

2 - UTILISATION DES PARASITES

2.1 - Etudes antérieures

2.2 - Problèmes posés

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

1 - MATERIEL

1.1 - Echantillonnage - récolte des données

1.1.1 - Echantillonnage des thons

1.1.2 - Récolte des données : comptage des parasites

1.1.2.1 - Comptage des parasites

1.1.2.2 - Détermination des parasites

1.1.3 - Récapitulation

1.2 - Quelques critiques sur l'échantillonnage et la récolte des données

2 - METHODES

2.1 - Introduction

2.2 - Choix des méthodes

2.3 - Théorie mathématique sommaire des analyses multivariées pratiquées

2.3.1 - Définition mathématique des structures utilisées

2.3.1.1 - Constitution du tableau bidimensionnel de base

2.3.1.1.1 - Descripteurs mathématiques : caractères et variables utilisées

- différents types de variables envisagées
- codage de l'information apportée par les variables

2.3.1.1.2 - Description des lignes du tableau

- définition des lignes
- modifications possibles
- pondérations

2.3.1.1.3 - Conclusion

2.3.1.2 - Notion de ressemblance et de dissemblance entre deux éléments du tableau

2.3.1.2.1 - Introduction

2.3.1.2.2 - Outils mathématiques de base de définition des ressemblances et dissemblances

- indices
- distances
- distance euclidienne

2.3.2 - Ajustement des structures mathématiques simples

2.3.2.1 - Analyse d'inertie

2.3.2.1.1 - Analyse générale

2.3.2.1.2 - Analyse en composantes principales

2.3.2.1.3 - Analyse des Correspondances

2.3.2.1.4 - Analyse avec l'indice d'OCHIAI

2.3.2.1.5 - Notion de représentation optimale

2.3.2.2 - Classification automatique

2.3.2.2.1 - Généralités, intérêt de ces méthodes

2.3.2.2.2 - Classification ascendante hiérarchique

2.4 - Conclusion

CHAPITRE 3 : ANALYSES ET RESULTATS

1 - AIDES A L'INTERPRETATION

1.1 - Les problèmes d'inférence : influences sur les résultats

1.1.1 - Généralités

1.1.2 - Inférences en statistique descriptive

1.1.3 - Le problème de l'absence de parasite

1.2 - Quelques règles d'interprétation des analyses factorielles

2 - ANALYSES : RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 - Analyses multivariées

2.1.1 - Introduction

2.1.2 - Analyses sur l'ensemble des secteurs géographiques

2.1.2.1 - Stabilité des structures observables

2.1.2.2 - Analyses en composantes principales

- covariances variables

- corrélation variables

2.1.2.3 - Analyses factorielles des Correspondances

- données quantitatives

- données qualitatives

- discussion des AFC

2.1.2.4 - Analyse avec indice d'OCHIAI

2.1.3 - Récapitulation

2.1.4 - Analyses secteur par secteur

2.1.5 - Analyses année par année

2.1.6 - Analyses trimestre par trimestre

2.1.7 - Analyses sur un critère d'âge des Albacores

2.1.8 - Analyse sur les moyennes des parasites

2.1.9 - Analyse sur les corrélations entre thons

2.1.10 - Etude des présences

2.1.11 - Etude plus fine des différences Est-Ouest

- secteur Antilles et secteurs sud

- secteur Antilles et secteurs nord

- conclusion

2.1.12 - Conclusion sur les analyses d'inertie

2.1.13 - Construction d'une hiérarchie selon la méthode du simple lien

2.2 - Etudes sur la base d'analyses univariées

2.2.1 - Introduction

2.2.2 - Variations du parasitisme avec la taille du poisson

2.2.3 - Analyses sur la base de données quantitatives

2.2.3.1 - Analyse des histogrammes des parasites

2.2.3.2 - Analyse des moyennes des parasites par secteur

2.2.4 - Analyses sur la base de données qualitatives

2.2.4.1 - Graphe des fréquences d'apparition

2.2.4.2 - Indépendance des parasites

2.2.5 - Quelques remarques

2.2.6 - Conclusion : apport des méthodes univariées

CHAPITRE 4 : SUGGESTIONS - AVENIR

1 - SUGGESTIONS

1.1 - Echantillonnage

1.2 - Récolte des données

2 - AVENIR DE CE TYPE D'ETUDE

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

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

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

L'Albacore (*Thunnus albacares*) est un thon capturé essentiellement dans les eaux tropicales de l'Océan Atlantique où il existe actuellement trois pêcheries : la pêche à la palangre dans toute l'aire de distribution de la population d'albacores, la pêche de surface à l'Est (côtes africaines), et une petite pêche de surface à l'Ouest.

De nombreuses études sont actuellement menées pour tenter de mettre en évidence les migrations des albacores dans l'Atlantique (migrations Est-Ouest) ou, de manière plus restreinte, dans le Golfe de Guinée car la pêche de surface y est très importante (migrations Nord-Sud). Un effort est aussi porté sur le suivi de migrations verticales (surface-profondeur). Le problème est en effet de pouvoir quantifier et observer toutes ces migrations afin de montrer éventuellement l'existence de groupes séparés d'albacores. Ceci permettrait alors d'adapter aux albacores, poissons de grande importance économique, une gestion rationnelle plus efficace.

Le but de cette étude est donc d'amener des indices nouveaux allant dans le sens ou non de la possibilité de stocks séparés. Le point de départ est simple : BAUDIN-LAURENCIN a pris comme hypothèse que les nombreuses espèces de parasite qu'il avait découvertes sur les albacores pouvaient servir de marqueurs biologiques et ainsi permettre de distinguer des poissons issus de zones géographiques différentes, au seul vu de leur profil parasitaire. Cette idée est certes nouvelle pour l'albacore où seules des études biologiques (période de naissance, croissance..) ou de marquages avaient servi à esquisser l'éventualité de stocks séparés.

Au cours de cette étude, nous nous sommes posés trois problèmes principaux que nous avons essayé de résoudre par l'étude des chiffres d'infestation parasitaire :

- Peut-on mettre en évidence une "image" géographique générale des groupes d'albacores dans l'Atlantique, qui puisse apporter des indices nouveaux aux discussions antérieures ?

- Peut-on rattacher avec certitude un poisson unique à une zone géographique précise ?

- Quel est l'avenir de ce type d'étude ?

Dans un premier temps, nous nous sommes attardés sur des généralités concernant l'albacore et l'utilisation des parasites pour des études halieutiques, afin de bien cerner les problèmes posés.

Dans un second temps, nous avons présenté le matériel utilisé (échantillon et sa méthode d'obtention) et avons insisté sur les méthodes mathématiques particulières que nous avons employées.

Dans un troisième temps, nous avons présenté nos analyses et les résultats qui en découlent.

Enfin, un dernier chapitre traite plus particulièrement de suggestions que nous a apporté cette étude, et de l'avenir de ce type de recherche.

CHAPITRE 1

GENERALITES

1 - LE THON ALBACORE (*Thunnus albacares*)

Les ressources marines de l'Atlantique Tropical étaient, jusqu'à ces vingt dernières années, très mal connues et de ce fait même, peu exploitées.

Les travaux d'E. POSTEL sur la biologie et l'écologie de l'albacore de l'Atlantique tropico-oriental (1954-1955), ont éveillé l'intérêt porté par le monde scientifique aussi bien que financier sur un poisson ignoré jusque là.

Depuis, le nombre et l'importance des recherches sur le "thon à nageoires jaunes" ont suivi le rythme de progression de l'effort de pêche dans les différents océans.

Ce premier paragraphe présentera rapidement le thon albacore en insistant sur les points de sa biologie et de son écologie soulevant des problèmes, qui, actuellement encore faute de réponses satisfaisantes, gênent toute gestion rationnelle des stocks. Notre étude doit en partie résoudre ces problèmes, et en particulier celui du nombre probable de stocks, par le biais de l'analyse des chiffres d'infestation parasitaire de l'Albacore.

1.1 - Présentation de l'albacore

On trouvera dans la fiche d'identification simplifiée suivante, empruntée en partie à la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (sigle anglais : ICCAT), les renseignements généraux concernant l'Albacore.

Nous nous proposons, dans les paragraphes suivants, d'en approfondir quelques points particuliers.

...

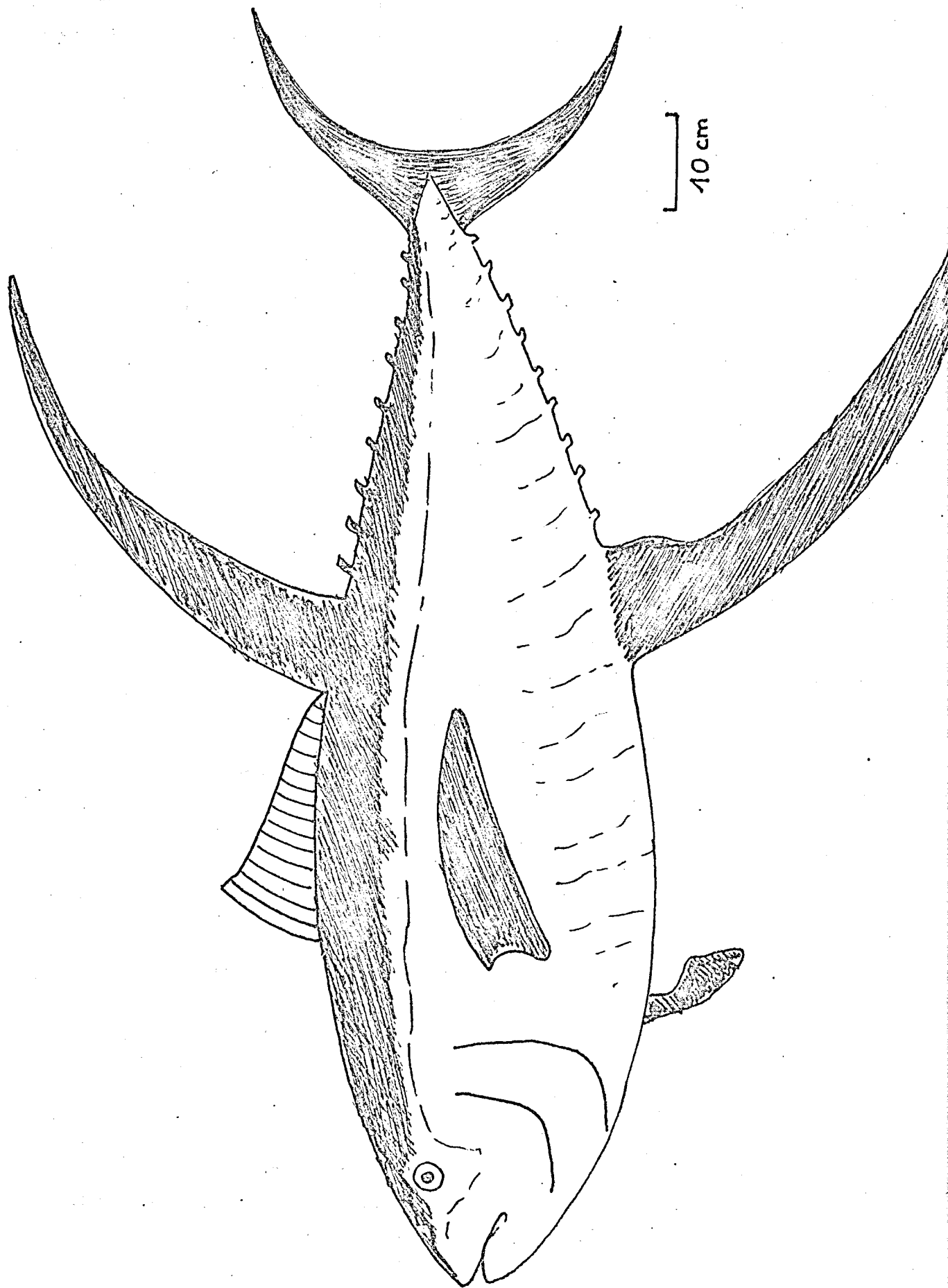


fig. 1 Silhouette de l'Albacore.

FICHE D'IDENTIFICATION

ORDRE : Scombriformes
FAMILLE : *Scombridae (Thunnidae)*
NOM SCIENTIFIQUE : *Thunnus albacares (Bonnaterre)*
SYNONYMES EN USAGE : *Neothunnus macropterus*

NOMS COMMUNS ET VERNACULAIRES :

En : Yellowfin tuna
Fr : Albacore
Sp : Rabil.

SILHOUETTE : voir figure 1.

CARACTERES SPECIFIQUES ET DIAGNOSE :

Corps étroit et fusiforme. Tête et yeux de dimensions réduites, rayons de la deuxième dorsale et de l'anale plus longs que chez les autres thonidés. Branchiospines 26-35.

Dos bleu foncé. Ventre gris argent. Flancs jaune d'or.

Nageoires : première dorsale jaune citron, deuxième dorsale et anale jaunes. Pinnules : jaunes bordées de noir.

TAILLE : max. 190 cm ; normal : 40 à 170 cm.

AIRE DE DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET COMPORTEMENT :

Espèce d'eaux chaudes, abondante en eaux tropicales dans tout l'Atlantique. Les jeunes forment des bancs étendus près de la surface, souvent mêlés à d'autres espèces (bonite à ventre rayé ou thon obèse). Les adultes se trouvent aussi bien en surface qu'en eau assez profonde. Espèce la plus tropicale des thonidés.

ZONES DE PECHE ACTUELLES :

Captures à la palangre d'un bord à l'autre de l'Atlantique. Pêche de surface au large de l'Afrique Occidentale. Quelques Pêcheries locales au Vénézuéla, au Brésil et dans les Caraïbes.

CAPTURES :

Les captures d'albacores au cours de ces dernières années ont oscillé de 70 à près de 100 000 tonnes par an. Les méthodes principalement employées sont la palangre, la senne coulissante et l'appât vivant. Poisson surtout mis en conserve.

L'échantillon dont nous disposons pour notre étude est constitué, en raison des procédés de capture, de thons albacores "de surface".

1.2.1.2 -Caractéristiques du milieu

Dans ce paragraphe, nous nous attacherons à définir brièvement les caractéristiques hydrologiques qui conditionnent la répartition des thons "de surface", constitutifs de notre échantillon.

Depuis de nombreuses années, le suivi des variations hydrologiques (et en particulier thermiques), les études hydroclimatiques entreprises sur la côte d'Afrique (BERRIT) et les données récentes de la radiométrie aérienne ou des sondages in situ, ont montré que la plupart des régions de l'Atlantique Tropical où les pêcheries de thons sont importantes, sont le siège de phénomènes océaniques saisonniers variables.

Il apparaît cependant que les concentrations d'Albacores sont très liées à des structures hydrologiques particulières. Liés à ces structures, des enrichissements localisés en phytoplancton, zooplancton et petits pélagiques peuvent apparaître et, accentués par la présence de dômes, d'upwellings ou de divergences, provoquent la concentration des thons qui viennent chercher leur nourriture.

La température est le facteur primordial régissant les concentrations d'Albacores de surface et POSTEL (1966) résume assez bien la situation en écrivant : "la température peut tout d'abord agir comme une barrière froide le long de laquelle s'accumulent les thons tropicaux : soit selon la profondeur dans le cas d'une thermocline marquée, soit géographiquement dans le cas d'un front thermique".

Sur la base des données recueillies lors des recherches sur l'Atlantique Tropical Est, quatre grandes structures océaniques peuvent être mises en évidence :

...

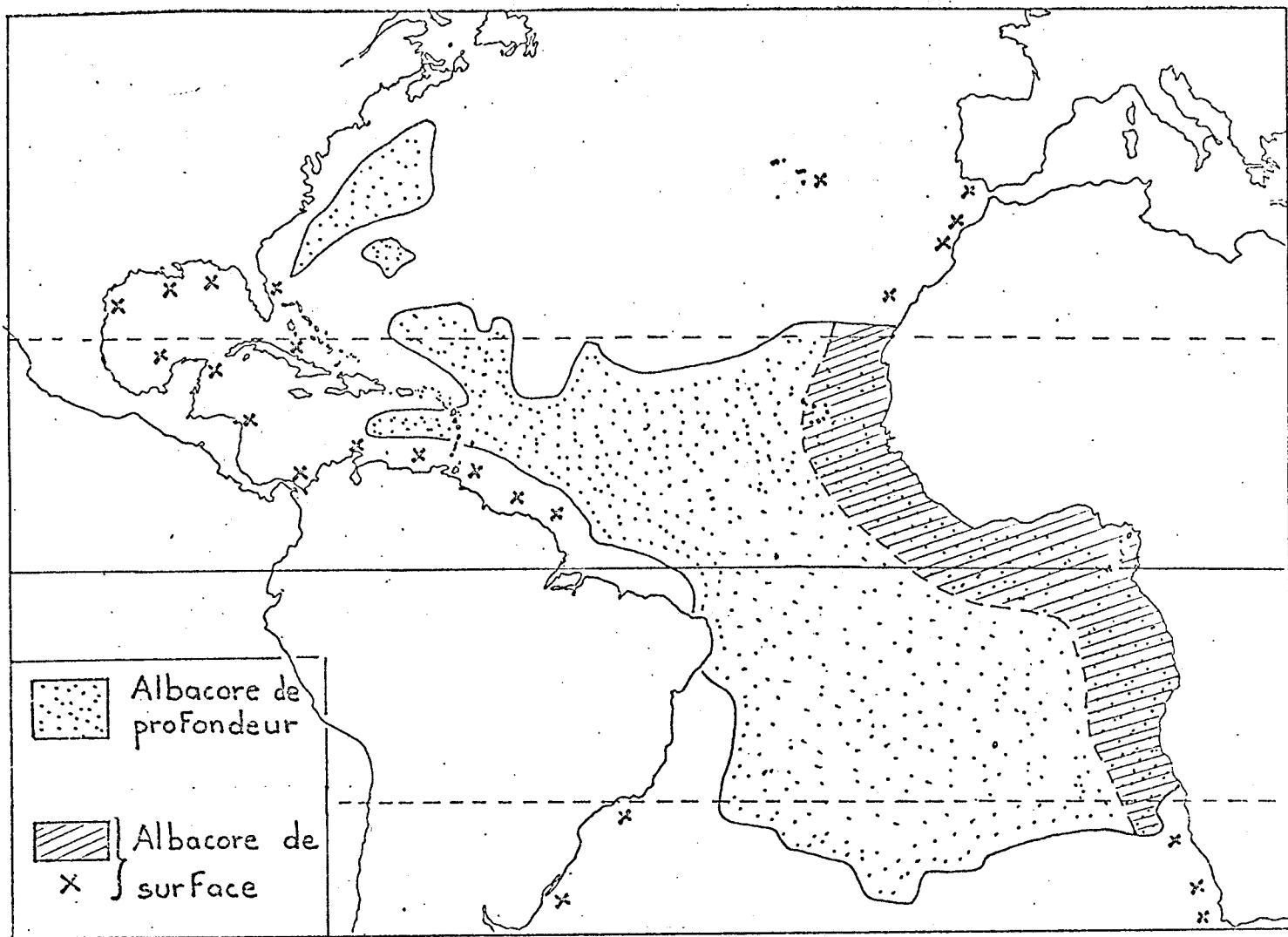


fig. 2 Aire de répartition de l'Albacore dans l'Atlantique.

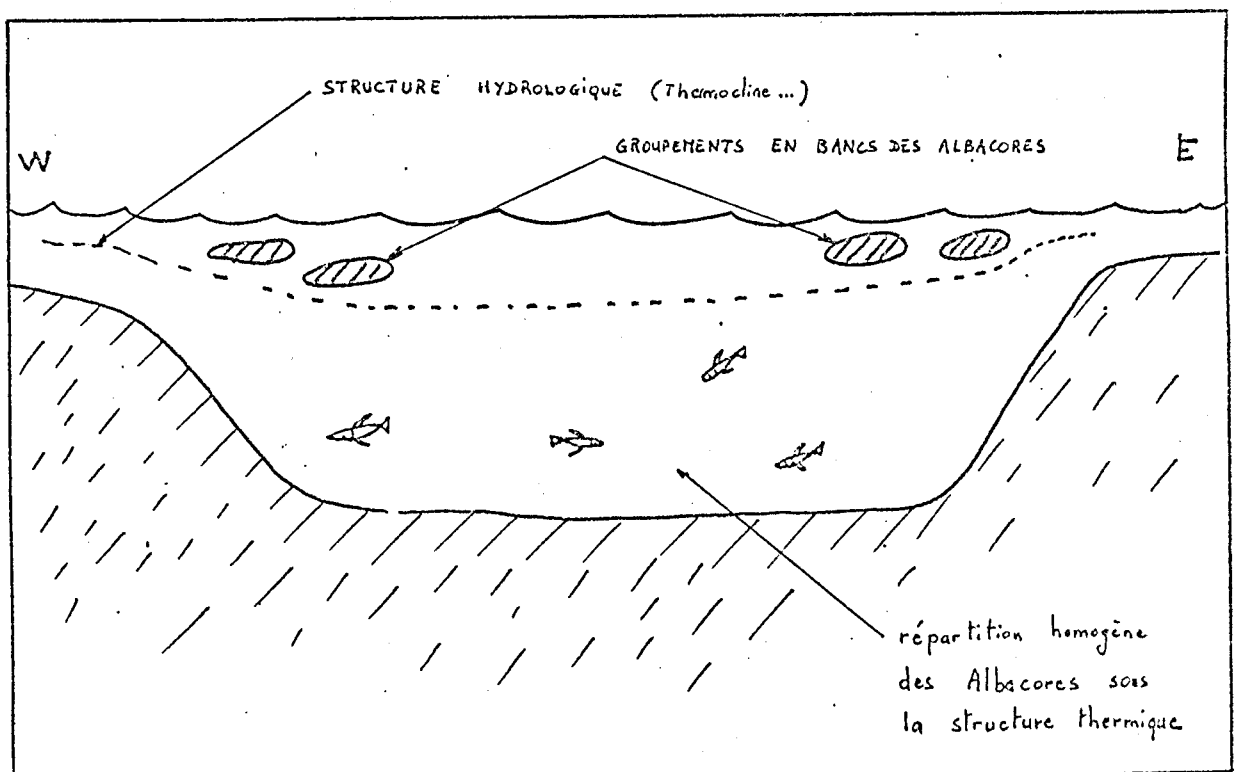


fig. 3 Répartition verticale de l'Albacore.

1.2 - Problèmes posés par l'Albacore de l'Atlantique

Ce paragraphe ne se veut nullement exhaustif. Nous n'insisterons donc que sur les aspects problématiques de la biologie et de l'écologie de l'Albacore de l'Atlantique que nous serons amenés à prendre en compte lors de nos réflexions, discussions, voire de nos formulations d'hypothèses. Cette précaution nous évitera ainsi de proposer des hypothèses trop fantaisistes que nos analyses pourraient nous amener à formuler sans les connaissances de base minimum nécessaires à une juste réflexion.

1.2.1 - Biologie de l'Albacore

1.2.1.1 - *Aire de répartition* *Répartition géographique horizontale* (voir figure 2)

Dans l'Atlantique, l'Albacore a une aire de répartition pour l'essentiel comprise entre les tropiques du Capricorne et du Cancer. C'est, en effet, un poisson affectionnant les eaux relativement chaudes ; il est ainsi présent à longueur d'année dans la région équatoriale et ne se manifeste que saisonnièrement sous les tropiques (saison chaude).

Répartition verticale (voir figure 3)

La répartition des thons est fortement influencée par les conditions hydrologiques du milieu qui créent, chez l'Albacore, une stratification spatiale de l'espèce : on le rencontre en profondeur, sous la thermocline, et de façon continue dans tout l'Atlantique tropical où il est supposé vivre alors plus ou moins solitaire, et n'apparaît en surface, groupé en bancs, qu'à proximité des côtes, essentiellement au niveau de la rupture de pente du plateau continental où il est encore très lié à différentes structures hydrologiques et principalement les fronts thermiques. Les populations profondes sont en général constituées d'individus de grande taille sexuellement adultes, au contraire des populations de surface constituées pour la plupart de juvéniles ou d'individus à différents stades de maturation. La ségrégation verticale semble être d'origine physiologique et opère une sélection sur la taille. Cependant, les mélanges d'un type de stock (surface et profondeur) à un autre existent, mais il est difficile de les quantifier.

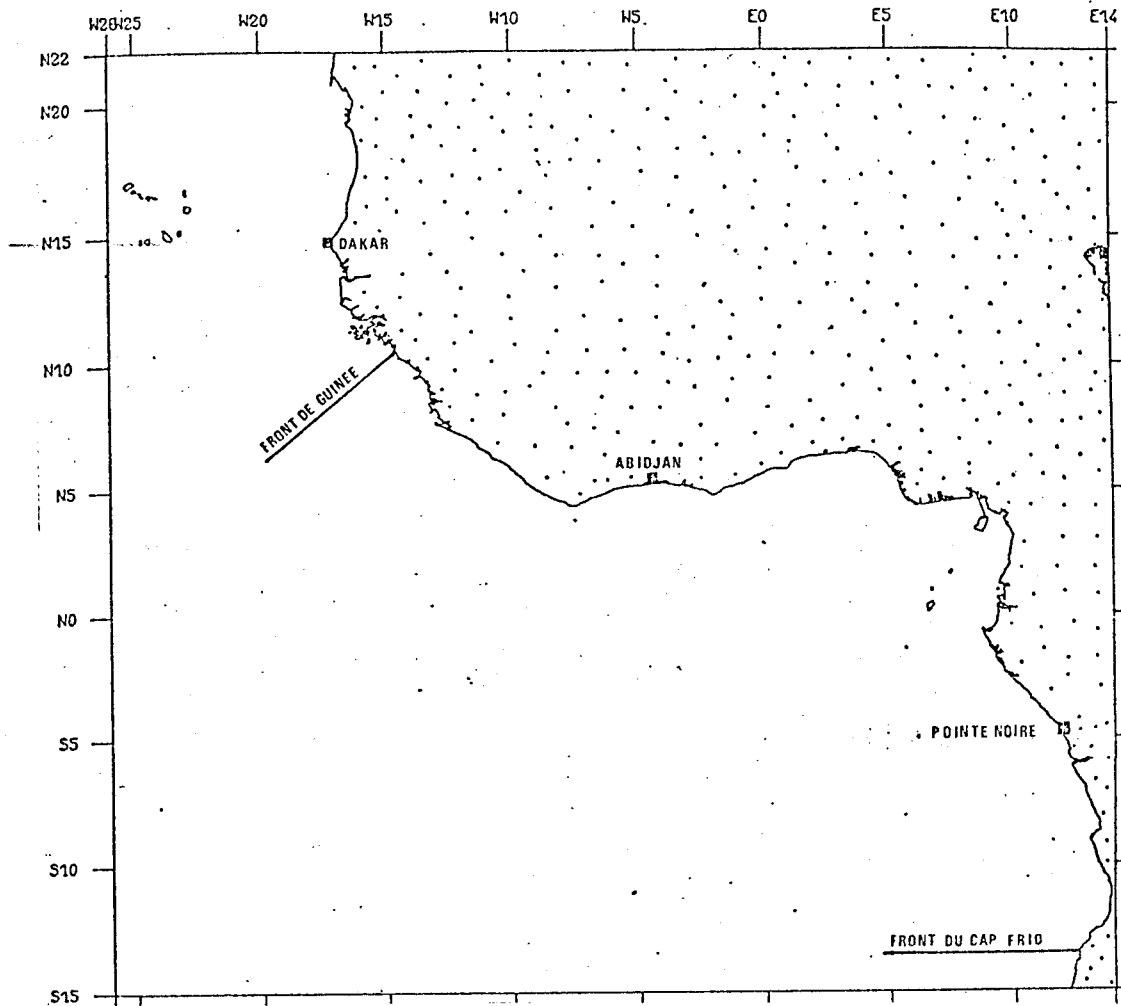


fig. 4 Fronts thermiques pendant l'hiver boréal.

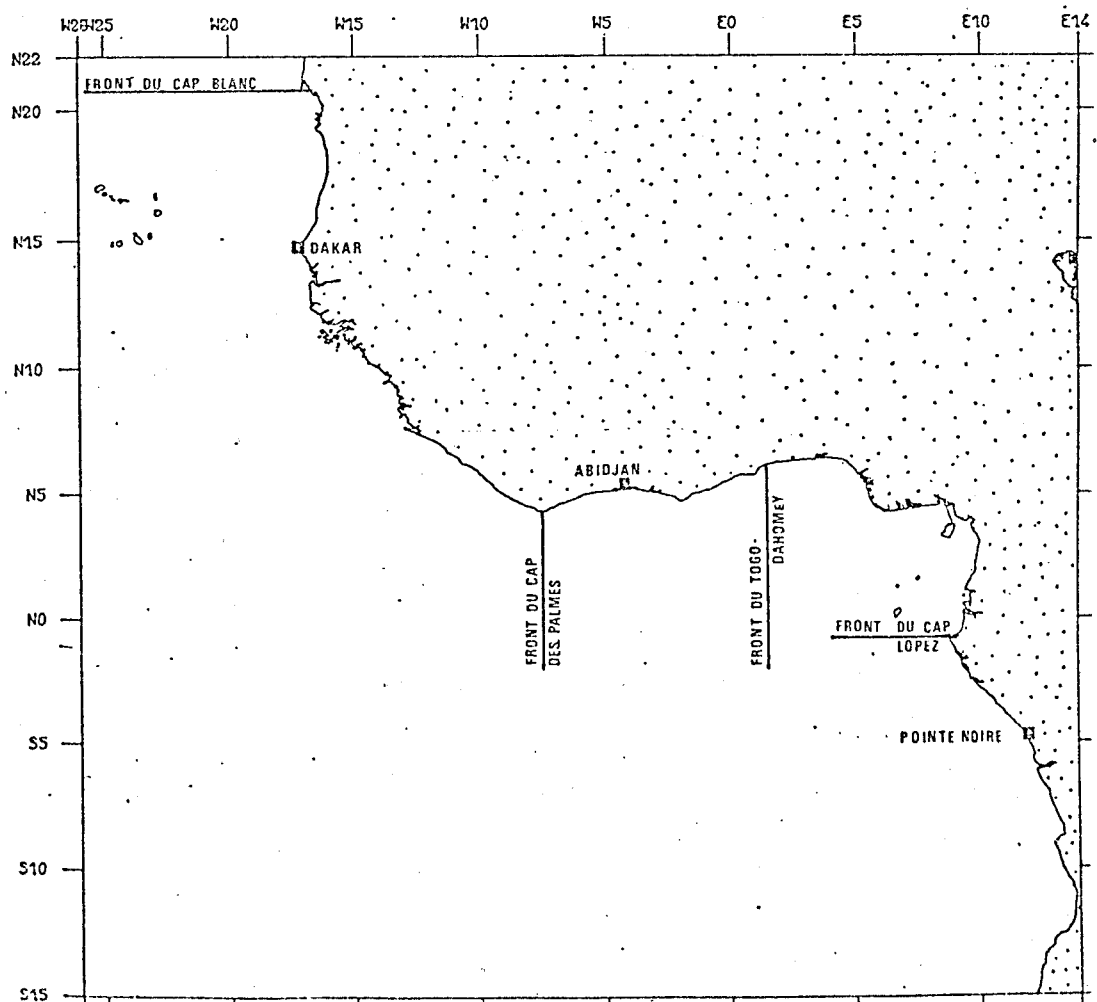


fig. 5 Fronts thermiques pendant l'hiver austral.

- Le dôme d'Angola, structure riche en éléments nutritifs qui accroissent ainsi la productivité des eaux de surface avoisinantes.

- Le Front du Cap Lopez, caractérisé par un fort gradient thermique et qui est à l'origine de fortes concentrations de thons le long de la côte d'Afrique entre l'Equateur et l'Angola (lat. 15°S).

- Le Front Mauritanien - Sierra Leone (Front Cap Blanc-Guinée) qui lui aussi influe sur la distribution des thons.

- Un upwelling saisonnier (juillet-octobre) observé le long des côtes du Ghana et de la Côte d'Ivoire.

Ainsi, ces structures hydrologiques aigues sont non seulement le point de départ de fortes concentrations de thons, mais encore peut-être à l'origine de barrières puissantes que les Albacores de surface ne peuvent franchir que difficilement au-delà d'une certaine durée. Elles favoriseraient ainsi la formation de groupes géographiques de poissons.

En ce qui concerne la zone de l'Atlantique Est couverte par les poissons constituant notre échantillon de travail, on ne retiendra que les figures 4 et 5 illustrant de façon simple l'existence et les déplacements des fronts thermiques importants créant la plupart du temps des cloisonnements hydrologiques qui peuvent engendrer des séparations à l'intérieur de la population atlantique d'Albacores. Nous reviendrons sur cette hypothèse lors de nos commentaires sur les résultats de nos analyses.

1.2.1.3 - *Les périodes de naissance*

L'approche des saisons de naissance a été abordée de deux manières différentes. La première se base sur les périodes favorables à la survie des larves caractérisée par les températures et les salinités de surface et leurs variabilités spatio-temporelles telles qu'elles ont été définies dans l'Atlantique par l'ORSTOM (BERRIT, 1961-1962).

...

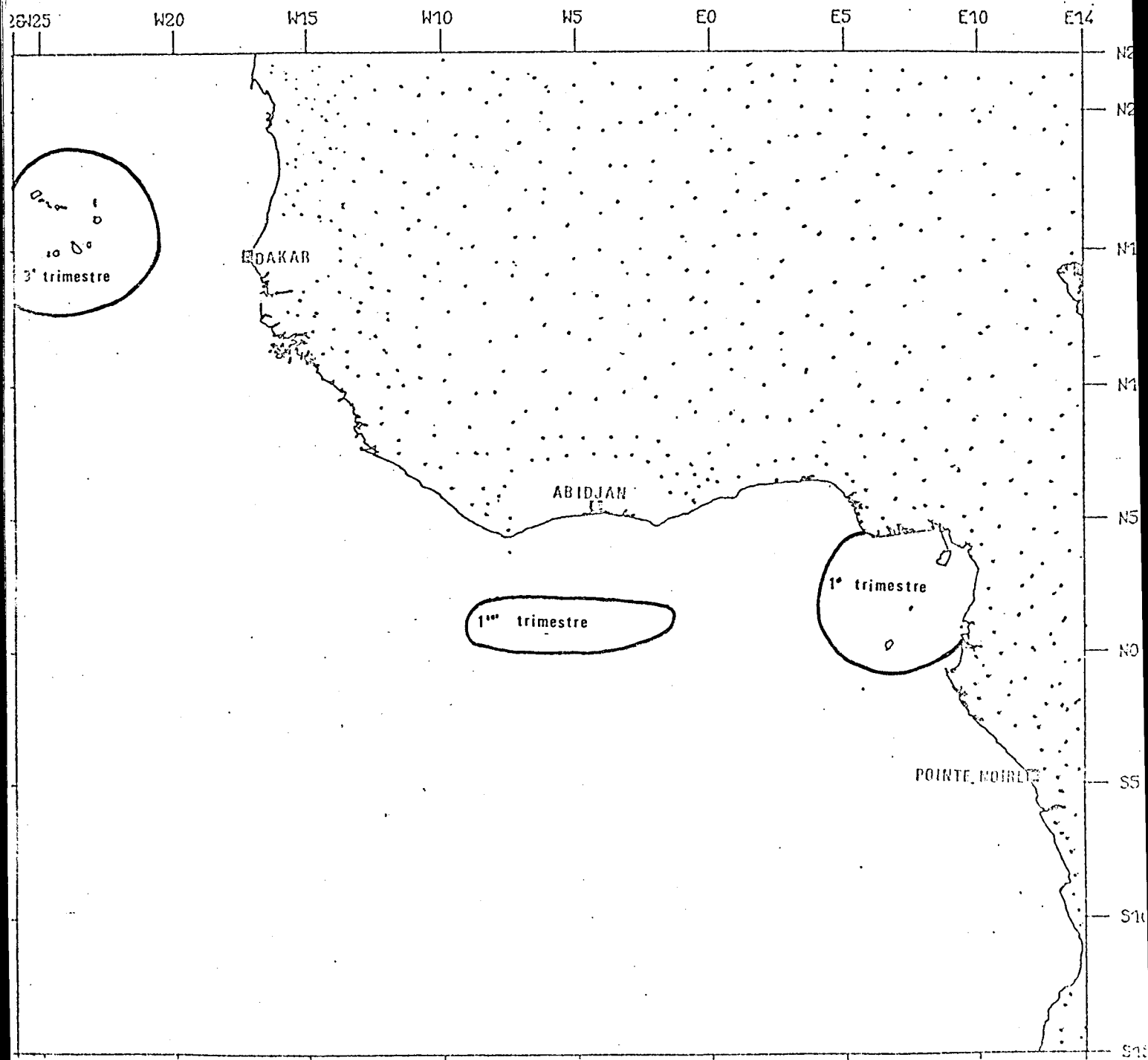


fig. 6 Périodes et lieux de naissance de l'Albacore dans l'Atlantique Est.

RICHARDS (1966), LE GUEN et CHAMPAGNAT (1968), LE GUEN et al (1969), CAVERIVIERE et al (1978) ont suivi cette voie. La seconde approche se base sur l'observation des périodes de fécondité maximale des Albacores (ALBARET, 1977).

Cependant, les différentes observations semblent montrer que la ponte, fractionnée chez l'Albacore et liée aux conditions du milieu, se situerait d'une part au fond du Golfe de Guinée dans le courant du premier trimestre de l'année, et d'autre part, autour des îles du Cap-Vert pendant le troisième trimestre.

Il faut aussi signaler que, selon certains auteurs, une ponte beaucoup moins importante que les précédentes, beaucoup plus étalée dans le temps avec cependant un maximum au cours du premier trimestre est située au large des Côtes Ivoiriennes (cf. figure 6).

Nous verrons par la suite que les deux aires principales de ponte distinctes pourraient être à l'origine d'une ségrégation possible entre deux grands groupes de thons, un septentrional et un méridional.

1.2.1.4 - Croissance

La croissance de l'albacore n'est encore connue que partiellement.

LE GUEN et SAKAGAWA (1963) ont décrit la phase de croissance des Albacores adultes de l'Atlantique Est à l'aide des courbes de VON BERTALANFFY, de 70 cm à 120 cm environ. La croissance des juvéniles est encore très discutée. Cependant, FONTENEAU (1979) a trouvé que leur croissance était très lente et serait liée à des eaux de faible productivité. Une relation taille-âge a été proposée par FONTENEAU (1979) pour les juvéniles et une taille limite de 70 cm à la fourche leur a été attribuée (voir figure 7).

Dans la suite de notre étude, la limite de 70 cm à la fourche sera utilisée pour séparer les juvéniles des adultes lorsque nous pratiquerons des analyses sur chacun de ces deux groupes de poissons.

A. Longueur à la fourche

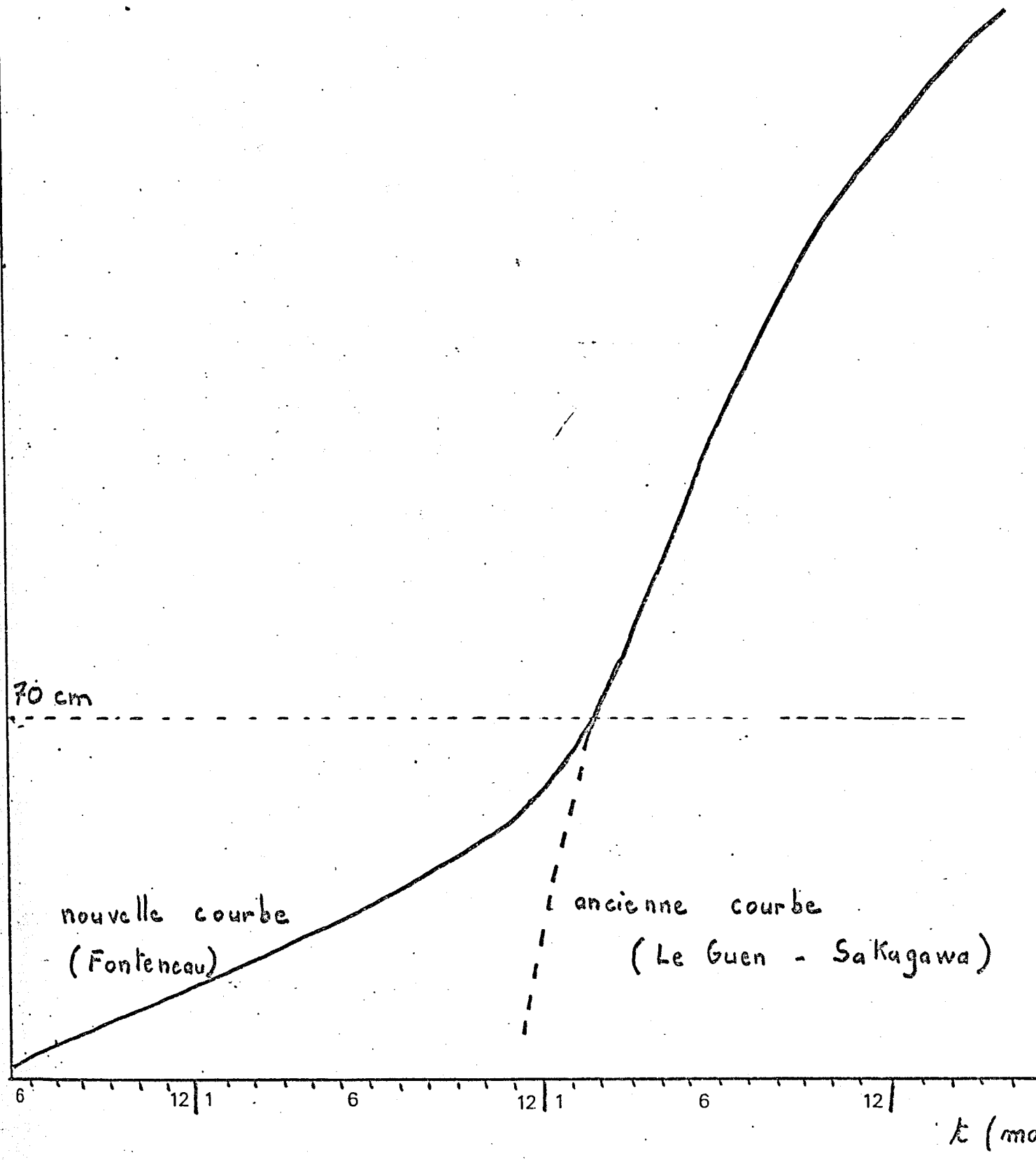


fig. 7 Courbe de croissance de l'Albacore.

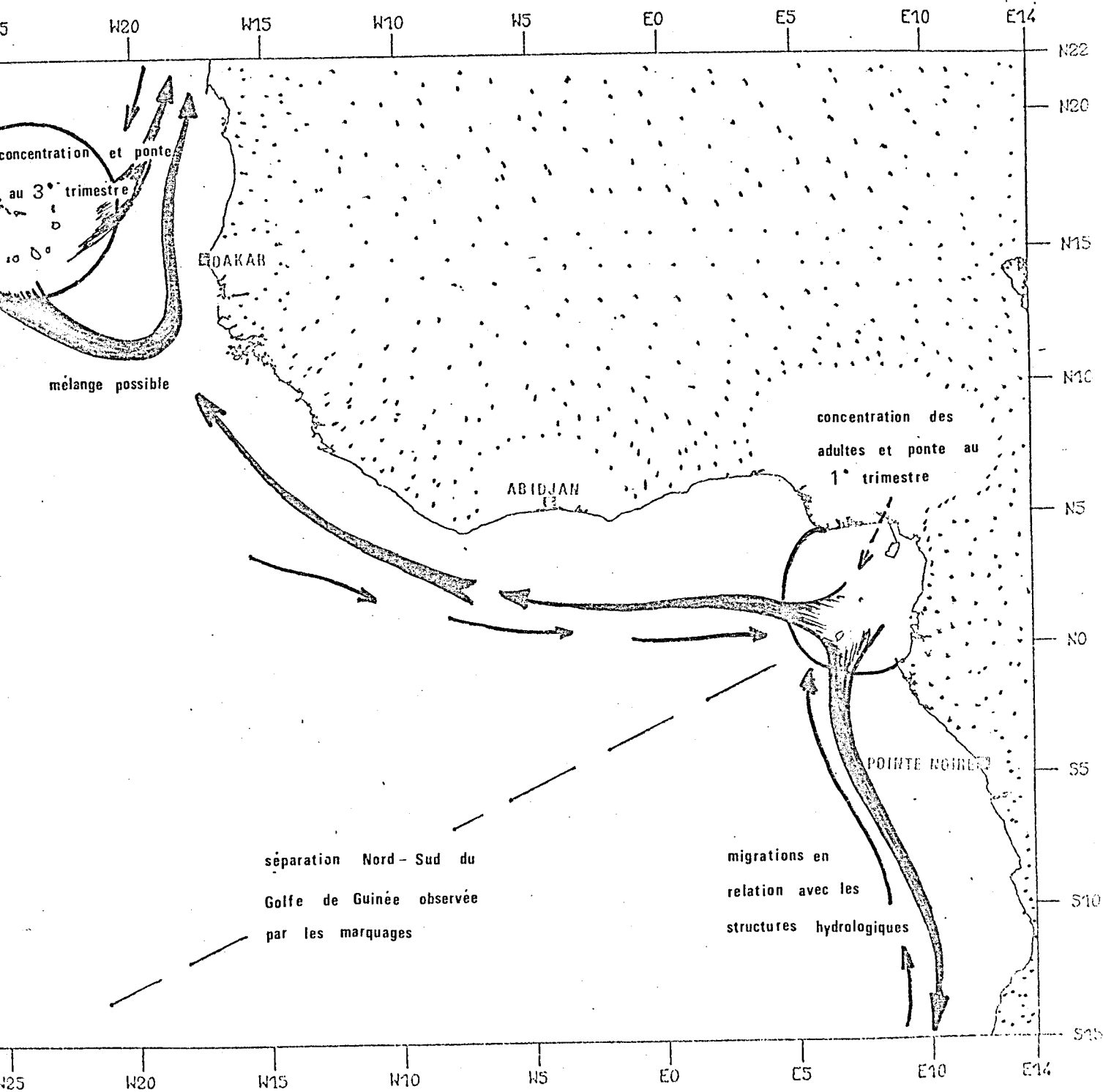


fig. 8 Pontes et migrations probables de l'Albacore dans le Golfe de Guinée.

1.2.1.5 - Migrations

Les déplacements des Albacores dans l'Atlantique sont encore peu connus. On sait peu de choses sur les relations entre les thons albacores de l'Est et de l'Ouest Atlantique ou sur celles entre les thons de surface et ceux vivant en profondeur.

Dans l'Atlantique Tropical Est, zone de provenance de notre échantillon, CHAMPAGNAT (1974) montre qu'il existe des groupes élémentaires d'albacores qui dans leur phase juvénile (moins de 2 ans) ont une répartition géographique et des migrations différentes de celle d'une population unique qu'ils rejoindront progressivement au cours de leur troisième année. Les migrations décrites par CHAMPAGNAT concordent en partie avec les résultats des marquages effectués dans ces régions (CAYRE, PIANET, LE HIR, 1974). Aussi avons-nous essayé de faire la synthèse des migrations les plus probables des albacores de ces secteurs au vu des diverses hypothèses actuellement avancées. La figure 8 est censée les représenter : elle donne en quelque sorte le cycle de vie simplifié de l'animal.

Cependant, on peut déjà supposer que ces migrations peuvent être la cause d'un flou pouvant apparaître lors de l'identification et de la délimitation des stocks possibles. Ainsi, on peut déjà dire que si les migrations sont rapides et le taux de mélange entre zones élevé, l'Albacore pourra être géré comme un seul stock. Par contre, si le taux de mélange est faible, alors chaque unité de stock devra être gérée séparément. Le problème est donc d'estimer de façon correcte l'importance des taux de mélange.

...

1.2.2 - Exploitation

Ce paragraphe veut simplement montrer, à l'aide essentiellement de tableaux et graphiques, l'importance économique de l'Albacore ainsi que la nécessité d'organiser une gestion rationnelle des stocks, donc la nécessité de mieux connaître l'éthologie du poisson !

1.2.2.1 - *Techniques de pêche*

Deux grands types de pêche sont utilisés : la pêche dite de surface et la pêche des populations profondes.

La capture des thons en "surface" se fait une fois le banc repéré, à l'aide de sennes coulissantes ou de cannes à pêche.

La pêche "profonde" se pratique à la palangre.

1.2.2.2 - *Statistiques*

Elles mettent en évidence les nations en présence ainsi que les lieux de pêche privilégiés.

Les figures 9, 10, 11 et 12 font ressortir l'importance économique grandissante de l'Albacore, espèce actuellement la plus pêchée avec le listao (*Katsuwonus pelamis*) et aussi, malheureusement, la nécessité d'organiser une gestion rationnelle.

1.3 - Conclusion : le problème de l'identité des stocks

Bien que de nombreux travaux nous aient rendus le thon à nageoires jaunes plus familier, de nombreux points restent obscurs, notamment ceux concernant ses particularités biologiques, écologiques et éthologiques.

...

ANNEE	TOTAL ATLANTIQUE	PECHERIE DE SURFACE			PECHERIE PALANGRIERE	ENGINS NON SPECIFIES
		TOTAL	CANNEURS	SENNEURS		
1957	17 700	3 900	3 600	300	13 800	
1958	43 400	15 300	15 000	300	28 100	
1959	50 800	5 100	5 000	100	45 700	
1960	73 700	16 200	16 200		52 800	4 700
1961	67 300	18 300	18 300		44 600	4 400
1962	71 300	24 100	24 100		45 800	1 400
1963	71 100	25 700	24 600	1 100	43 000	2 400
1964	68 700	28 200	22 400	5 800	38 700	1 800
1965	69 822	29 058	21 479	7 579	37 180	3 584
1966	61 840	34 674	20 748	13 926	23 454	3 712
1967	56 777	35 029	17 087	17 942	15 499	6 249
1968	81 033	52 784	23 538	29 246	24 145	4 104
1969	91 654	60 883	16 166	44 717	25 846	3 925
1970	75 760	44 482	10 141	34 341	27 227	4 051
1971	71 597	42 623	11 172	31 451	27 445	1 529
1972	95 371	65 754	15 609	50 145	29 607	10
1973	93 707	61 711	15 265	45 446	31 993	3
1974	108 076	76 962	22 243	54 719	30 282	832
1975	120 066	90 581	7 534	83 047	29 475	10
1976	120 170	94 778	-9 004	85 774	23 498	1 894
1977	131 000	102 926	10 757	92 169	27 060	1 014
1978 ^{2/}	126 410 ^{3/}	107 383	5 100	101 283	19 027 ^{4/}	

1/ D'après la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Bulletin Statistique (1971 à 1978), vol. 1 à 8.

2/ Provisoire, d'après le Secrétariat de l'ICCAT.

3/ Estimée à 137 900 tonnes (SCRS, 1979)

4/ Estimée à 25 000 tonnes (SCRS, 1979)

fig. 9 Prises d'Albacore dans l'Atlantique (tonnes).

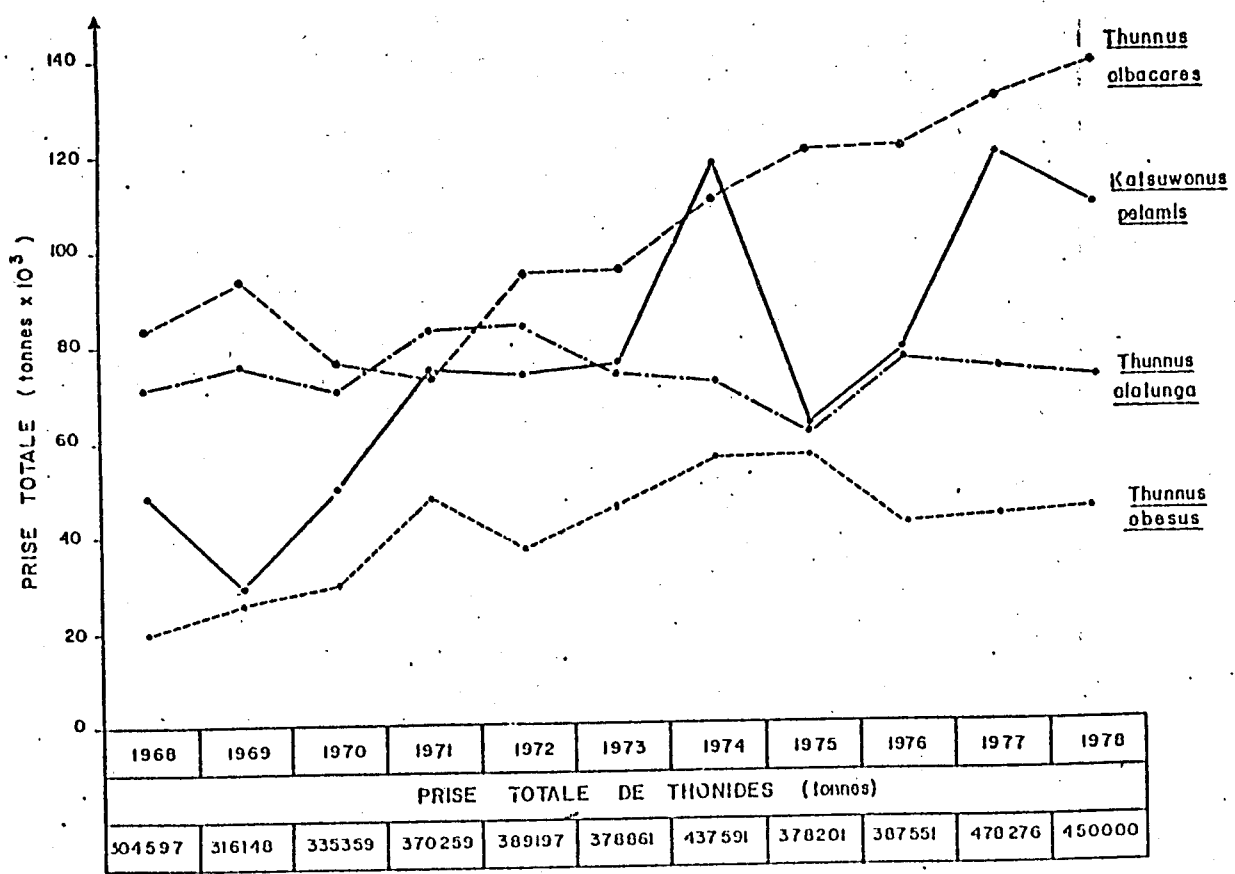


fig. 10 Prises totales des principales espèces de thonidés dans l'Atlantique.

ANNEE	F. I. S. 2/	ESPAGNE	ETATS-UNIS	JAPON	ANGOLA 3/	AUTRES 4/
1957			300		3 600	
1958	11 500		300		3 500	
1959	3 500		100		1 500	
1960	13 400				2 800	
1961	15 800				2 500	
1962	17 800	2 700		1 200	2 400	
1963	16 600	3 800		900	4 400	
1964	17 500	3 600		2 600	4 500	
1965	20 100	3 700		2 413	2 800	45
1966	23 400	4 018		5 291	1 319	646
1967	23 800	2 002	1 136	6 527	884	680
1968	32 500	2 987	5 941	9 614	1 087	635
1969	28 900	5 122	18 791	6 749	385	936
1970	26 100	6 504	9 029	2 312	346	191
1971	25 800	7 431	3 764	4 707	477	444
1972	35 600	9 372	12 342	7 252	601	587
1973	32 344	13 602	3 590	9 610	600	1 965
1974	39 503	16 439	5 621	10 386	2 086	2 927
1975	46 151	24 832	14 335	1 414	109	3 740
1976	50 573	35 173	2 184	2 225	1 315	3 308
1977	48 998	37 549	7 207	2 451	1 883	3 838
1978	52 859	33 600 5/	9 747	807	1 984	9 424

1/ D'après la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique. Bulletin Statistiques (1971 à 1978), vol. 1 à 8.

2/ France, Côte d'Ivoire, Sénégal.

3/ Comprend les prises du Portugal.

4/ Corée, Maroc, Canada, Cuba, Ghana, Panama, Afrique du Sud, Norvège et Vénézuéla.

5/ Estimée à 34 700 tonnes (S.C.R.S., 1979).

fig. 11 Pêche de surface de l'Albacore dans l'Atlantique (tonnes).

ANNEE	JAPON 2/	COREE	TAIWAN	CUBA	PANAMA	VENEZUELA	BRESIL	ARGENTINE	TOTALE ESTIMEE
1957	13,200					600			13,800
1958	27,200					900			28,100
1959	44,100					1,600			45,700
1960	50,800					2,000	4,700*		57,500*
1961	42,600					2,000	4,400*		49,000*
1962	42,000		200			3,600	1,400*		47,200*
1963	37,700		400	1,700		3,100	2,400*	100	45,400*
1964	35,100		400	900		2,200	1,600*	100	40,300*
1965	36,918		162	800*		2,088*	696*	100	40,764*
1966	22,354		1,100	800*		2,436*	464*		27,154*
1967	12,824		2,675	3,000*		2,436*	812*		21,747*
1968	13,913	2,270	7,862	1,900*		1,392*	812*	100	28,249*
1969	9,966	5,982	10,798	1,600*		1,856*	464*	100	30,766*
1970	6,809	13,347	7,071	1,600*		1,624*	812*		31,263*
1971	11,026	9,901	4,370	1,700		1,508*	348	100	28,953*
1972	7,527	11,078	4,705	3,600	93	1,856	348	400	29,607
1973	4,189*	12,844	2,655	4,500	5,588	1,921	145	151*	31,993
1974	4,296*	15,518	2,327	3,400	3,200	1,210	219	112	30,282
1975	5,958	15,344	2,362	2,300	2,367	563	481	100	29,475
1976	3,366	11,211	1,736	3,000	2,924	626	578	57	23,498
1977	1,600 3/	16,347	531 3/	3,800	2,853 3/	1,560	326	43	27,060

1/ D'après la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique, Bulletin Statistique (1971 à 1978), vol. 1 à 8.

2/ D'après HONMA (1979)

3/ Provisoire

* Comprend des prises d'engins non spécifiés (Tabl. 1), dont nous estimons qu'elles proviennent de la pêche palangrière.

fig. 12 Pêche palangrière de l'Albacore dans l'Atlantique.

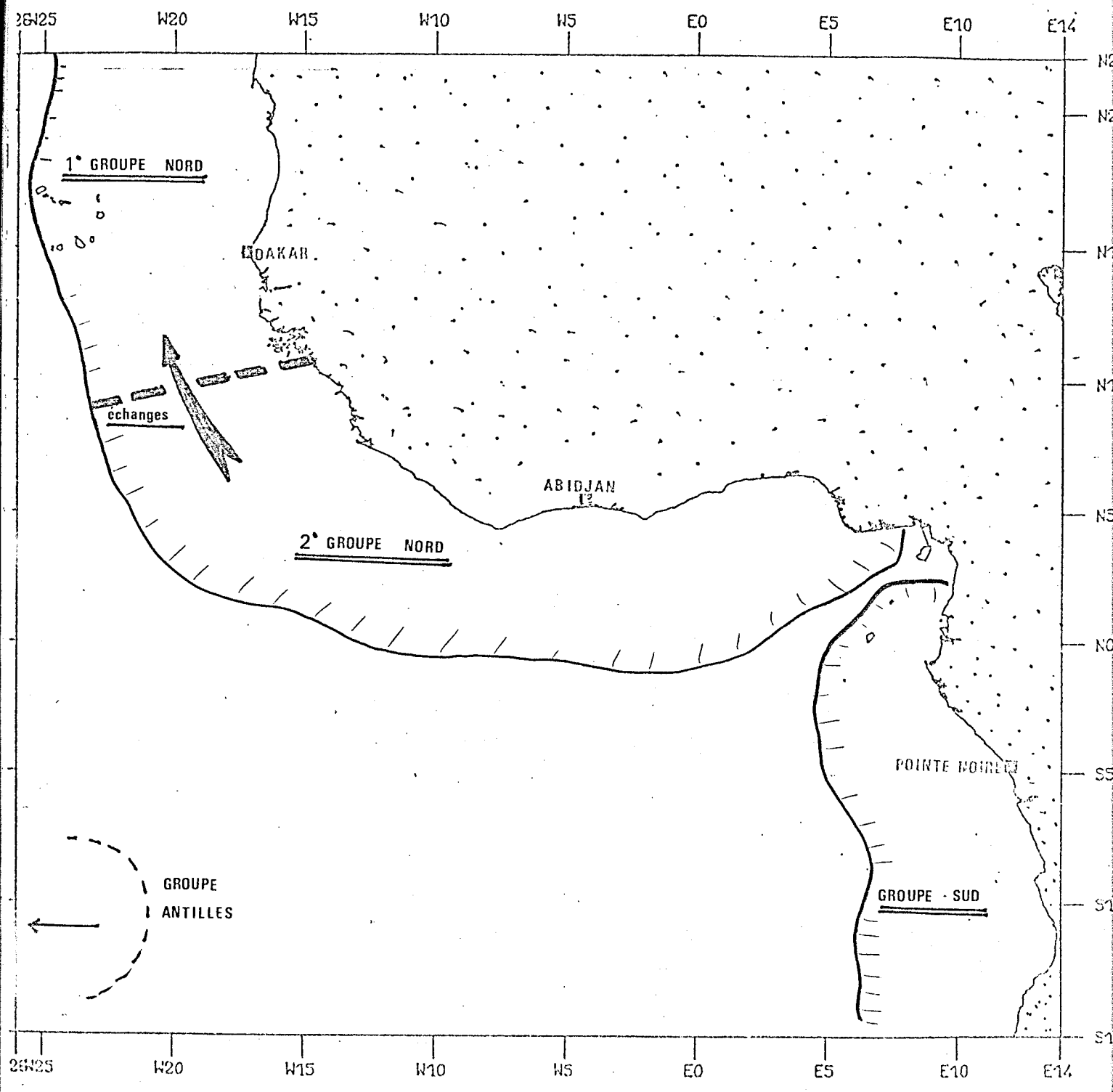


fig. 13 Structure probable de la population d'Albacores dans l'Atlantique.

Des essais de synthèse sur la structure des populations ont néanmoins été entrepris et ce, par l'intermédiaire de méthodes très variées.

Aussi, ROSSIGNOL (1968) en étudiant les caractères morphologiques de l'Albacore arrive à rejeter l'hypothèse d'une population atlantique unique et à considérer comme vraisemblable l'existence de quatre groupements individualisés : une population guinéenne (Golfe de Guinée), une population américaine (Ouest Atlantique) et deux populations tropicales, nord et sud atlantique. Cette hypothèse a été reprise plus en détail par d'autres auteurs qui ont proposé des structures de populations plus vraisemblables. C'est ainsi que CHAMPAGNAT (1974) reprenant les connaissances acquises sur le sujet (HAYSASI, 1973), précise ces dernières et identifie dans l'Atlantique Tropical Oriental trois groupes de jeunes poissons, grâce à l'étude des distributions mensuelles des fréquences de longueur et la répartition géographique de la flotte thonière F.I.S. (France, Côte d'Ivoire, Sénégal). Par ailleurs, les campagnes de marquage dans le Golfe de Guinée permettaient de bien identifier deux groupes nord et sud, indépendants, avec néanmoins une certaine hétérogénéité dans le groupe nord (certains mélanges des stocks nord et sud au nord).

La figure 13 illustre ces hypothèses considérées à l'heure actuelle comme étant les plus probables.

Il ne faut pas perdre de vue, comme nous l'avons déjà mis en évidence précédemment, que l'albacore est une espèce migratoire et que le problème est d'estimer quantitativement l'importance des migrations pour bien identifier et délimiter les stocks probables. Ces migrations sont certainement à la base des incertitudes que de nombreux auteurs sont obligés de formuler sur la structure des populations d'Albacores !

...

Il nous reste maintenant à voir ce que l'étude des chiffres d'infestation parasitaire peut amener comme renseignements nouveaux susceptibles de confirmer, de nier ou de nuancer les hypothèses adoptées sur l'éthologie et la structure du stock de l'Albacore atlantique.

2 - UTILISATION DES PARASITES

2.1 - Etudes antérieures

L'étude des parasites de l'albacore a été approfondie par le travail et les déterminations de BAUDIN-LAURENCIN qui a eu l'idée, au vu de ses recherches, de les utiliser comme marqueurs biologiques. L'idée de base est, d'une façon simplifiée, que les poissons vivants dans des zones géographiques différentes doivent avoir un profil parasitaire différent qui permette de les différencier d'un secteur à l'autre.

L'utilisation des parasites comme marqueurs biologiques a aussi été pratiquée sur le thon rouge (*Thunnus thunnus*) pour l'étude des populations Est et Ouest atlantique et leur migrations (V. WALTERS, 1979). ALONCLE et DELAPORTE (1973) ont mené le même genre de recherches sur le thon germon (*Thunnus alalunga*) et ont essayé de mettre en évidence non seulement des groupes de poissons distincts mais encore de reconstituer les migrations de ces groupes dans le nord-est atlantique.

2.2 - Problèmes posés

Les tentatives que nous venons de présenter sont certes difficiles car les comparaisons de faunes parasitaires de plusieurs poissons comportent des dangers de mésinterprétation. Nous parlerons dans toute la suite de ce texte de ces difficultés inhérentes aux parasites et qui gênent la réflexion écologique.

Quelques points peuvent déjà être soulevés, notamment en ce qui concerne les travaux préliminaires à ce genre d'étude :

- difficultés d'obtention des parasites (dissections longues, laborieuses...)

- difficultés liées à la détermination exacte des parasites

- problèmes plus écologiques comme celui de l'absence d'un parasite (le poisson a-t-il alors été ou non au contact du vecteur infectant ?). Nous reparlerons plus loin de ce problème.

- problèmes liés à la parasitologie des Albacores : quels sont les cycles des parasites, leur mode de vie, leur provenance, leur répartition géographique, etc...

Tous ces problèmes, et bien d'autres encore, font des parasites un outil délicat à manipuler.

En ce qui nous concerne, nous nous sommes posés trois problèmes et avons donc essayé :

- * de voir si nos analyses permettent la mise en évidence d'une "image" géographique générale de groupes d'albacores dans l'Atlantique Tropical afin de pouvoir alimenter la discussion sur l'identité des stocks en apportant un indice supplémentaire aux considérations déjà formulées par le biais des études antérieures (marquages, époque de ponte, distribution de fréquence de taille...).

- * de regarder s'il est possible de rattacher avec certitude un poisson unique à un groupe géographique précis, au seul vu de sa faune parasitaire.

- * de chercher quel peut être l'avenir de ce type d'étude.

CHAPITRE 2

MATERIELS ET METHODES

M A T E R I E L

1 - MATERIEL

1.1 - Echantillonnage - récolte des données

1.1.1 - Echantillonnage des thons

219 thons albacores ont été pêchés, pour la plupart, dans le Golfe de Guinée (une dizaine sont cependant issus des Tortugas dans la Mer des Caraïbes), sur une période de quatre années, de 1969 à 1972. Ces thons, provenant essentiellement de pêches commerciales de surface (canneurs, petits senneurs...) ont été récupérés dans les trois ports de Dakar (Sénégal), Abidjan (Côte d'Ivoire) et Pointe-Noire (Congo).

Les critères de sélection des poissons étaient essentiellement

- l'état de fraîcheur du poisson, afin de pouvoir récupérer correctement la faune parasitaire,

- la connaissance du lieu de capture (secteur géographique, voire si possible le carré Marsden correspondant).

REMARQUE : Un carré Marsden (1° de côté) est défini de la façon suivante :

- un chiffre de 1 à 4 désignant le cadran où est situé le carré que l'on désire identifier. Les cadrans sont définis par l'Equateur et le méridien de référence.

- deux chiffres représentant la latitude et la longitude de l'angle du carré, le plus proche du 0 du repère constitué par les cadrans. La latitude et la longitude étant prises par rapport au cadran, il n'y a donc pas besoin d'indiquer l'Est, l'Ouest, le Nord ou le Sud.

...

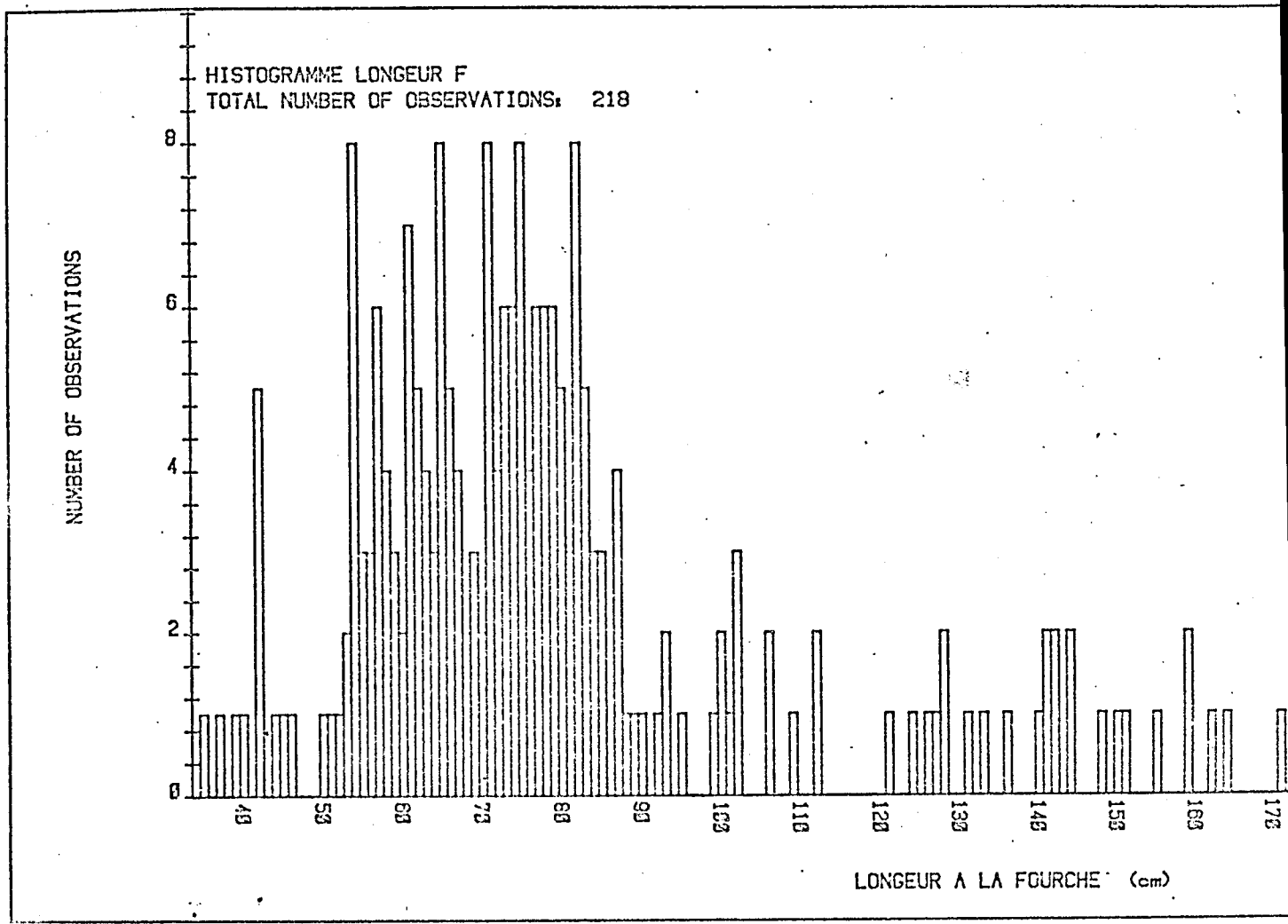


fig. 14 Histogramme des tailles des Albacores échantillonnés.

L'attention a aussi porté sur la "représentativité" du poisson choisi par rapport à la pêche débarquée. Cette notion, très subjective, se veut l'homologue du "poisson moyen" dans l'ensemble des poissons examinés. La gamme de taille des Albacores a été choisie de façon à être la plus large possible, centrée cependant sur la valeur de 70-80 cm à la fourche (voir figure 14). L'échantillon possède ainsi quelques petits poissons, quelques gros poissons et de nombreux albacores de taille moyenne.

L'échantillon, par ces critères de sélection, se veut représentatif de l'éventail des prises d'Albacores selon les saisons de pêche (BAUDIN-LAURENCIN comm. pers.).

Cependant, l'échantillonnage des Albacores n'étant pas initialement conçu pour l'étude des stocks séparés de poissons mais pour une étude écologique plus classique (clé taille-âge, etc...), il est bien évident que les quelques thons récupérés à cette occasion pour l'étude des parasites ne peuvent pas constituer un bon échantillon statistique. D'autre part, il ne faut pas oublier que le point de départ de l'étude de BAUDIN-LAURENCIN était d'esquisser la systématique des parasites du Yellowfin, à cette époque encore inconnus et indéterminés pour la plupart. Ce n'est que par ce biais qu'il a eu ensuite l'idée d'utiliser la faune parasitaire comme marqueur biologique des Albacores et ainsi de reprendre l'échantillon originel pour en faire une étude écologique et statistique. De plus, gênée par des contraintes d'ordre matériel, la technique d'échantillonnage n'a pas pu être menée à bien pour satisfaire le statisticien.

1.1.2 - Récolte des données - Comptage des parasites

1.1.2.1 - Comptage des parasites

La récolte des parasites se fait par la dissection complète de chaque Albacore. Une première dissection vise à individualiser chaque organe qu'une deuxième dissection, plus fine, reprend. L'ensemble des parasites d'un poisson est ainsi récolté. Le temps requis pour l'ensemble de ces manipulations est d'environ une journée pour un seul poisson.

PARASITES	LOCALISATION	NUMERO (analyses d'inertie)
CRUSTACES COPEPODES		
. <i>Caligulus productus</i>	Voute palatine	5
. <i>Pseudocychus appendulatus</i>	Surface des branchies	9
. <i>Brachiella thynni</i>	Creux articulation pectorale	22
MONOGENES		
. <i>Caballerocotyla klawei</i>	Muqueuses fosses nasales	10
. <i>Caballerocotyla abidjani</i>	Paroi interne opercules	12
. <i>Caballerocotyla verrucosa</i>	Cavité buccale	11
. <i>Hexostoma</i> sp	Surface branchies	8
. <i>Sibitrema poonui</i>	Branchies	15
. <i>Nasicola klawei</i>	Sacs nasaux	24
. <i>Neohesostoma</i> sp.	Branchies	18
. <i>Allopseudaxineides euthynni</i>	Branchies	21
DIGENES		
. <i>Uroproctinella spinulosa</i>	Estomac	4
. <i>Phyllodistomum thynni</i>	Reins, uretère, vessie	16
. <i>Didymozoidae</i>	Intestin	33
. <i>Didymocystis weldi</i>	Surface des branchies	31
. <i>Didymocystis</i> sp	Voute palatine	36
. <i>Didymocystis</i> sp	Arcs branchiaux	37
. <i>Didymocystis</i> sp	Base feuilletés branchiaux	40
. <i>Didymocystis</i> sp	Vomer 1	39
. <i>Didymocystis</i> sp	Vomer 2	29
. <i>Didymocystis</i> sp	Langue 1	38
. <i>Didymocystis</i> sp	Langue 2	27
. <i>Didymocystis</i> sp	Yeux	30
. <i>Koellikerioides albacaris</i>	-	32
. <i>Koellikerioides intestinalis</i>	Intestin	35
. <i>Koellikerioides</i> sp	Estomac	34
. <i>Koellikerioides</i> sp	Reins	28
. <i>Synoclium katuwo</i>	-	23
. <i>Cardicola</i> sp	-	19
CESTODES		
. <i>Dasyrhyncus</i> sp	-	1
. <i>Dasyrhyncus talismani</i>	Artères branchiales	14
. <i>Dasyrhyncus talismani</i>	Vaisseaux hépato-sphéno-pyloriques	13
. <i>Callitetrarhynchus gracile</i>	Enveloppes viscérales	2
. <i>Tentacularia coryphenae</i>	Enveloppes viscérales et parois abdominales	17
. <i>Pseudophyllidae</i> sp.	-	26
NEMATODES		
. <i>Oncophora albacarensis</i>	Organe pylorique	3
. <i>Anisakis</i> (larves)	Organe pylorique	20
ACANTHOCEPHALES		
. <i>Rhadinorhynchus cadenati</i>	Appareil digestif	6
. <i>Bolbosoma vasculosum</i>	Appareil digestif	7
INDETERMINES		
. Kystes musculaires	Muscles	25

fig. 15 Liste des parasites utilisés pour cette étude.
Le numéro est celui de la variable correspondante au parasite dans les analyses d'inertie.

Le comptage a été fait de façon très rigoureuse lorsque les parasites étaient peu présents. Quand une espèce était trop abondamment représentée dans un organe précis (plus de cents unités), une extrapolation d'un comptage sur un volume restreint mais représentatifs était effectuée.

1.1.2.2 - Détermination des parasites

C'était certainement le point le plus délicat de la récolte des données. En effet, très peu d'études antérieures sur la parasitologie de l'Albacore avaient été entreprises et BAUDIN-LAURENCIN, qui s'est occupé le premier de ce travail, a été amené à décrire de nouvelles espèces. Cependant, des difficultés de détermination n'ont pas toujours pu être surmontées et c'est pourquoi certains parasites se sont vus rattachés à un "type parasitaire", plutôt qu'à une espèce précise. C'est ainsi que 40 espèces et types parasites (déterminés selon leur localisation anatomique) ont pu être mis en évidence chez l'Albacore de l'Atlantique (voir liste, figure 15).

Pour nos analyses, nous considérerons donc ces 40 espèces et types parasites comme 40 taxons différents, tout en étant conscient qu'un taxon peut représenter une espèce bien déterminée ou une somme d'espèces "voisines".

1.1.3 - Récapitulation

Ainsi, pour chacun des 219 thons Albacores constitutifs de notre échantillon, on possède :

- sa taille : longueur à la fourche mesurée au centimètre près.
- le lieu de capture : défini par un numéro correspondant à un des neuf secteurs géographiques prospectés (voir figure 16), parfois complété par une combinaison de trois chiffres indiquant le carré marseillais de la pêche.
- la date de capture : donnée en année et mois.

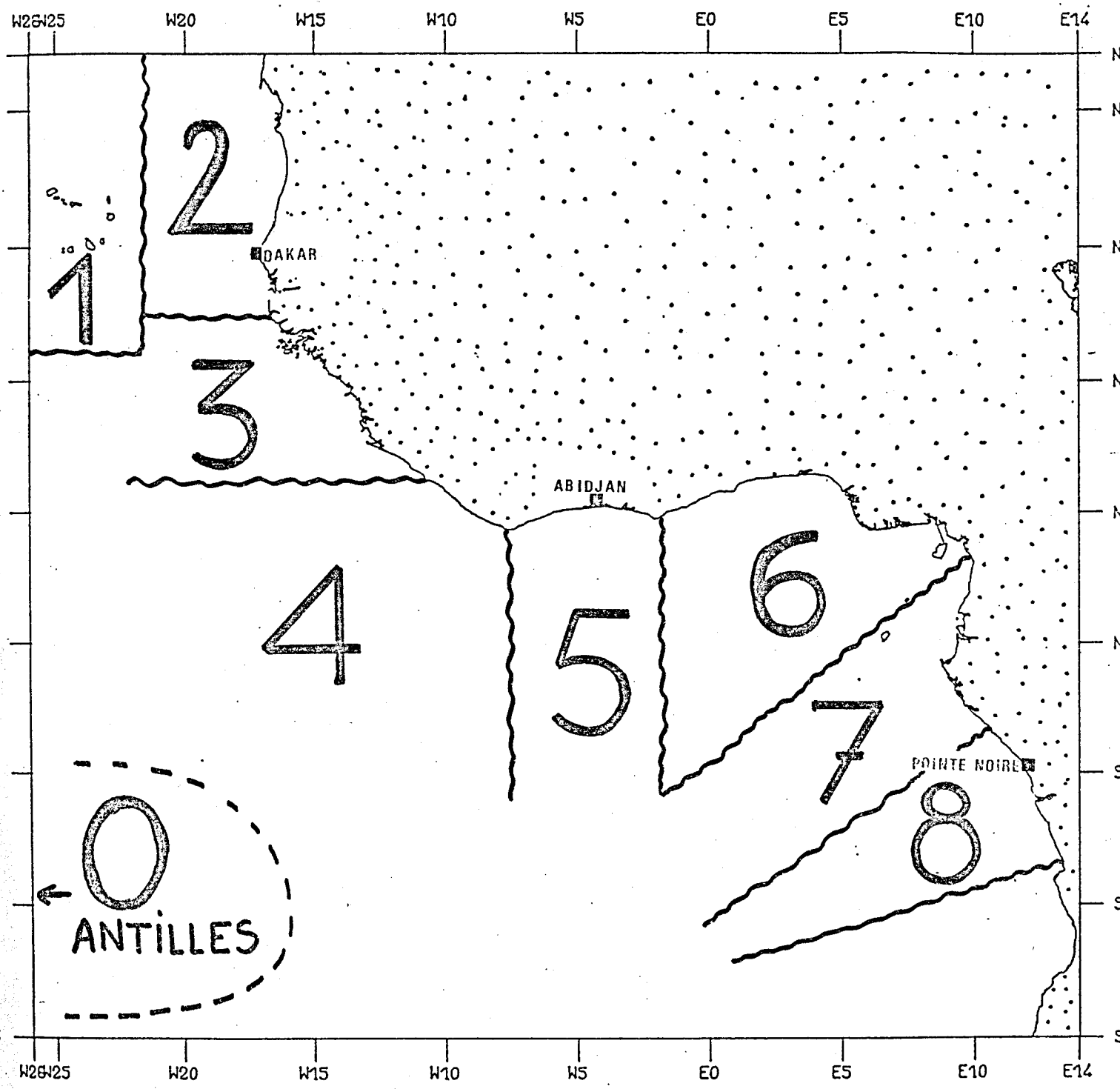


fig. 16 Secteurs géographiques d'chantillonnage des Albacores.

1.2 - Quelques critiques sur l'échantillonnage et la récolte des données

Compte tenu de ce que nous avons dit précédemment sur les méthodes employées pour échantillonner les Albacores, on ne pourra pas conclure de façon correcte sur les problèmes qui se posent au niveau des inférences statistiques simples entre l'échantillon et la population réelle des Albacores. Ceci est un premier point, certes important, mais qui nous montre la prudence avec laquelle les tests statistiques sur les valeurs à estimer devront être abordés si besoin est.

Ainsi, on peut déjà dire qu'aucune statistique correcte ne pourra être utilisée pour l'estimation de paramètres, faute de connaître de façon précise la manière dont l'échantillon a été prélevé. Par exemple, toute variabilité dans la population, que l'on ne peut estimer qu'à travers la variabilité dans l'échantillon, ne pourra être calculée de façon fiable.

Cependant, les conditions particulières de récolte des données sont certainement responsables, mais en partie, de la démarche empirique utilisée par les enquêteurs. Le fait est que l'on ne peut pas considérer l'échantillon comme aléatoire, au sens statistique du terme (échantillon aléatoire simple, BAZIGOS, 1970) bien qu'une part de hasard soit intervenue. De plus, dans chacun des trois ports visités, la récolte des poissons a été faite par des personnes différentes et, étant donné les critères subjectifs du choix des Albacores, il est évident qu'un biais variable et non mesurable a été introduit dans l'échantillon. Deux autres biais d'importance non négligeable peuvent être encore énoncés :

- d'une part, le prix élevé des Albacores n'a pas permis d'acheter aux pêcheurs beaucoup de thons de grande taille. C'est en partie la raison pour laquelle l'échantillon comporte peu de gros poissons.

- d'autre part, les techniciens chargés du dépeçage des thons pour la récolte des parasites n'étaient pas employés à temps complet sur ce travail. Ne pouvant pas consacrer tout leur temps au dépeçage, parfois très long, des thons, ils choisissaient souvent des petits Albacores, plus rapides à examiner.

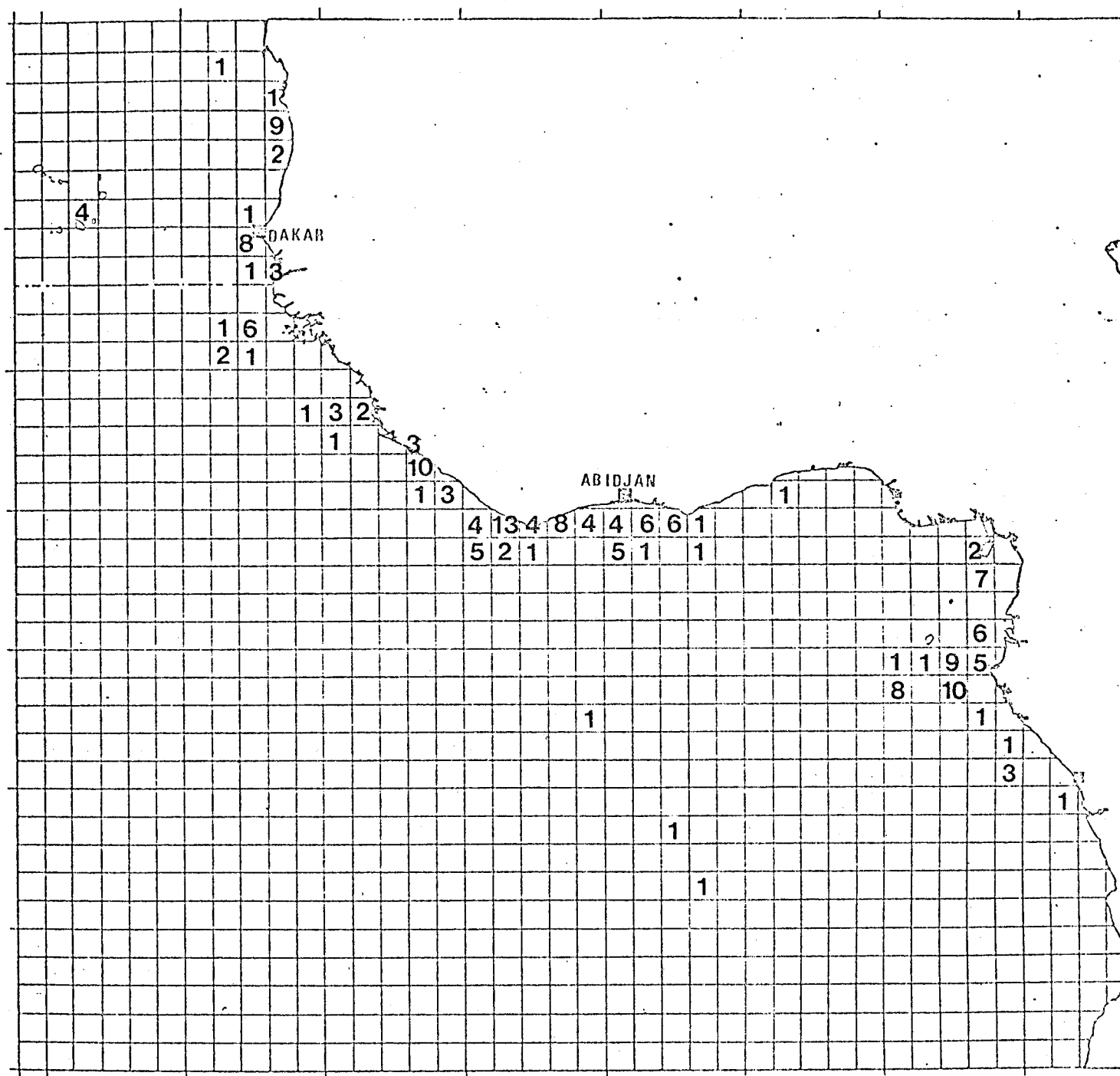


fig. 17 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés sur toute la période d'étude.

Ainsi, ces deux critères, prix d'achat et temps de travail, ont introduit un biais dans l'échantillon, surtout au niveau de la taille des Albacores. On peut déjà regretter l'absence de gros poissons dans l'échantillon mais en contre-partie se féliciter d'une certaine homogénéité de taille (beaucoup d'Albacores moyens). En effet, introduire une variabilité due à la taille est sûrement une source supplémentaire de préoccupation : l'échantillon comporte d'autres sources de variation (cf. chapitres suivants) qu'il est déjà difficile d'analyser sans se préoccuper des grandes variations de taille des poissons, vu le faible nombre d'individus échantillonnés (219 thons).

Il s'ensuit que l'équiprobabilité de présence des poissons dans l'échantillon, condition nécessaire à l'échantillon aléatoire, n'est pas respectée.

Nous sommes conscients de la difficulté d'obtenir un échantillon correct. Cependant, il aurait été plus facile de pouvoir en manipuler un plus équilibré dans l'espace et dans le temps.

En effet, l'analyse de la répartition géographique des prises d'Albacores montre une nette hétérogénéité (voir figure 17). Certaines régions sont beaucoup plus échantillonnées que d'autres et l'on remarque aussi l'existence de secteurs qu'il aurait été intéressant d'échantillonner davantage (fond du Golfe de Guinée, îles du Cap Vert, Pointe-Noire). Cette même analyse, effectuée trimestre par trimestre et année par année montre aussi une trop grande hétérogénéité temporelle (déséquilibre de l'échantillon), associée à une hétérogénéité géographique (cf. figures 18 à 21 et 22 à 25).

Les figures 26 et 27 montrent la répartition des captures d'Albacores de l'échantillon. Si elle met bien en évidence le déséquilibre de l'échantillon, elle suggère aussi la possibilité de faire des superprélèvements (par regroupements) à l'aide du calcul de moyennes. On homogénéise ainsi sensiblement les chiffres qui sont souvent fort différents. Cependant, le fait d'utiliser des moyennes n'est peut-être pas sans danger car ce procédé introduit un lissage des chiffres : en effet, le découpage de la zone prospectée en secteurs ne correspond pas forcément à la distribution spatiale réelle des Albacores. Les moyennes introduisent alors une homogénéisation des groupes géographiques de poissons alors que l'on espérait plutôt une homogénéisation à l'intérieur de chaque zone (cf. figure 28).

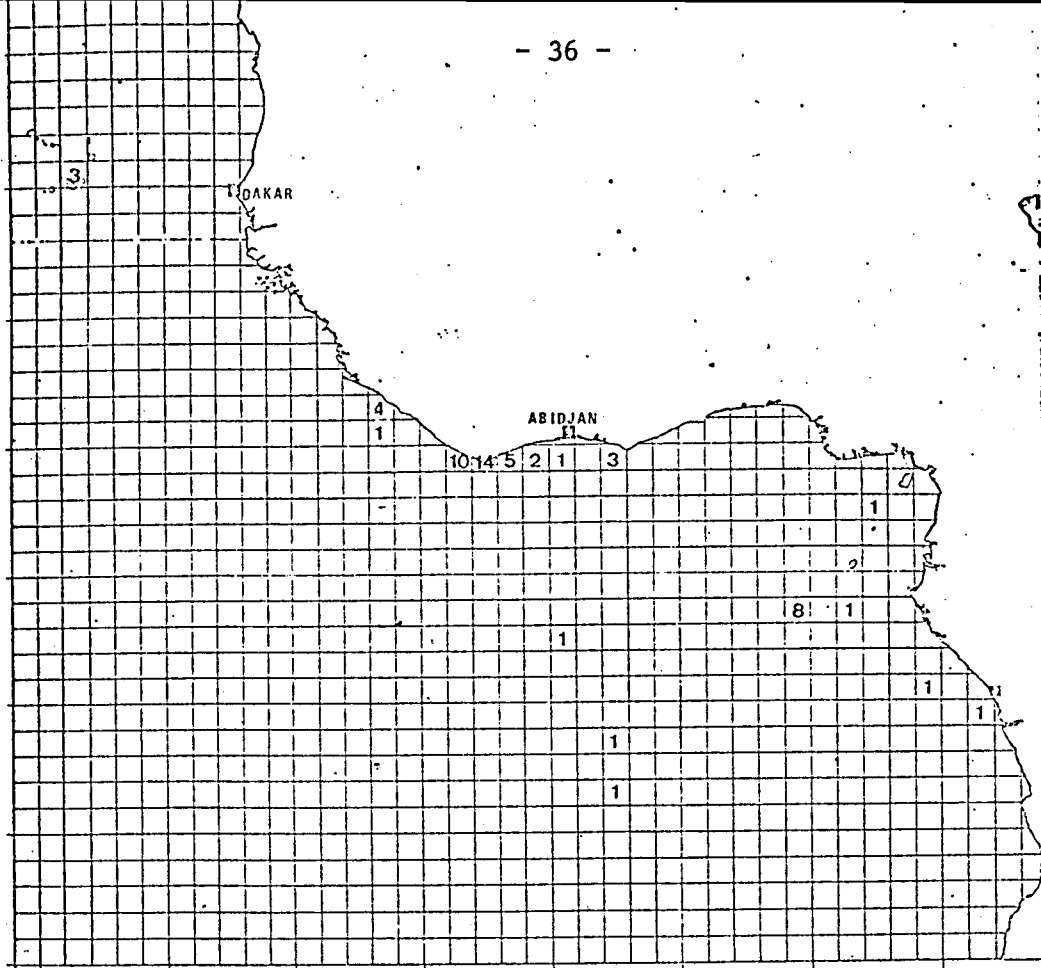


fig. 18 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés au premier trimestre (années confondues).

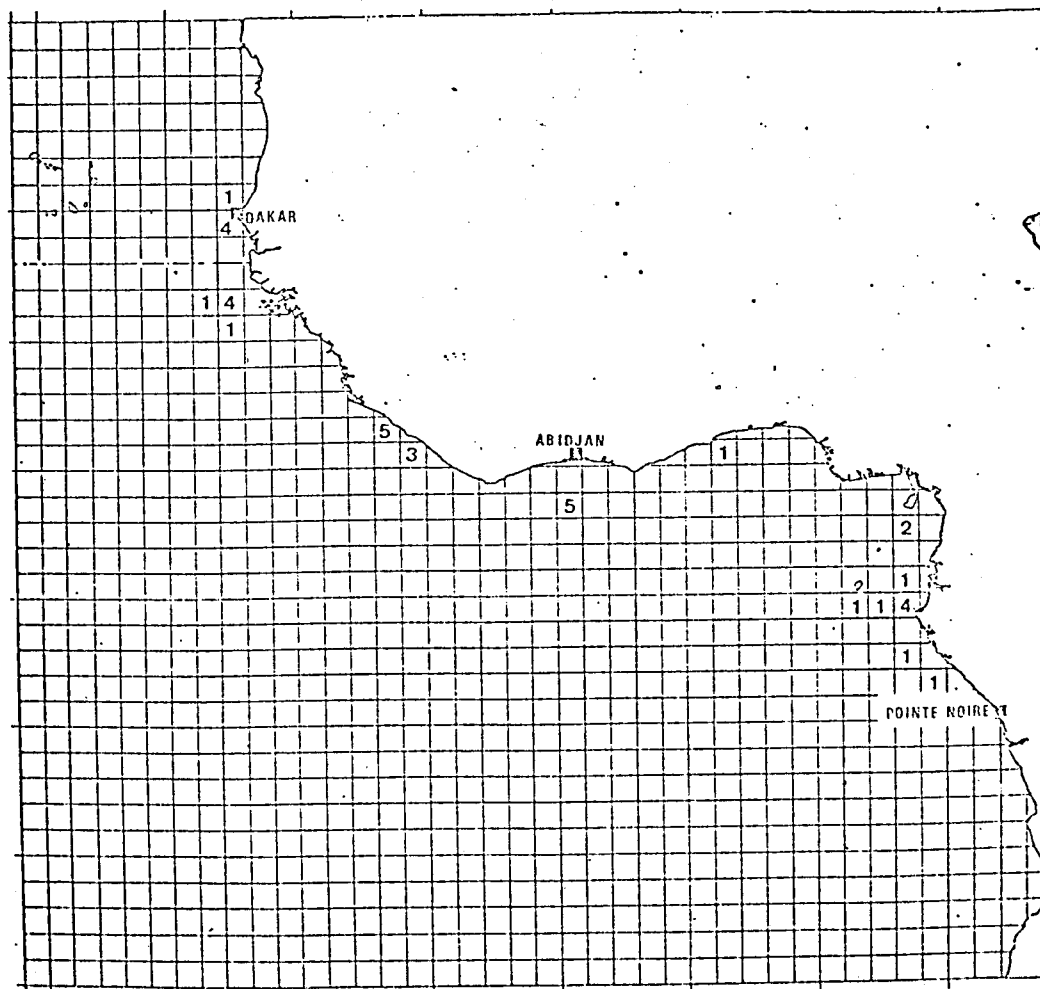


fig. 19 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés au deuxième trimestre (années confondues).

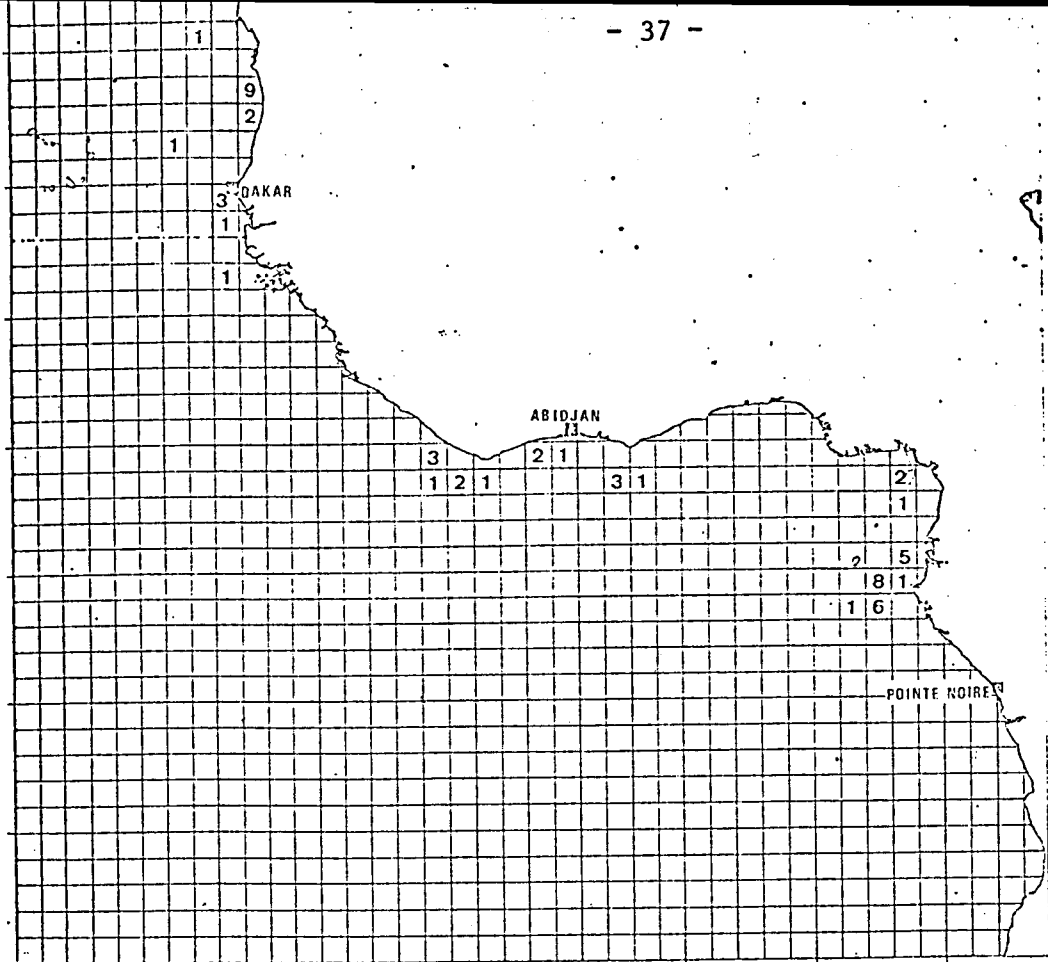


fig. 20 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés au troisième trimestre (années confondues)..

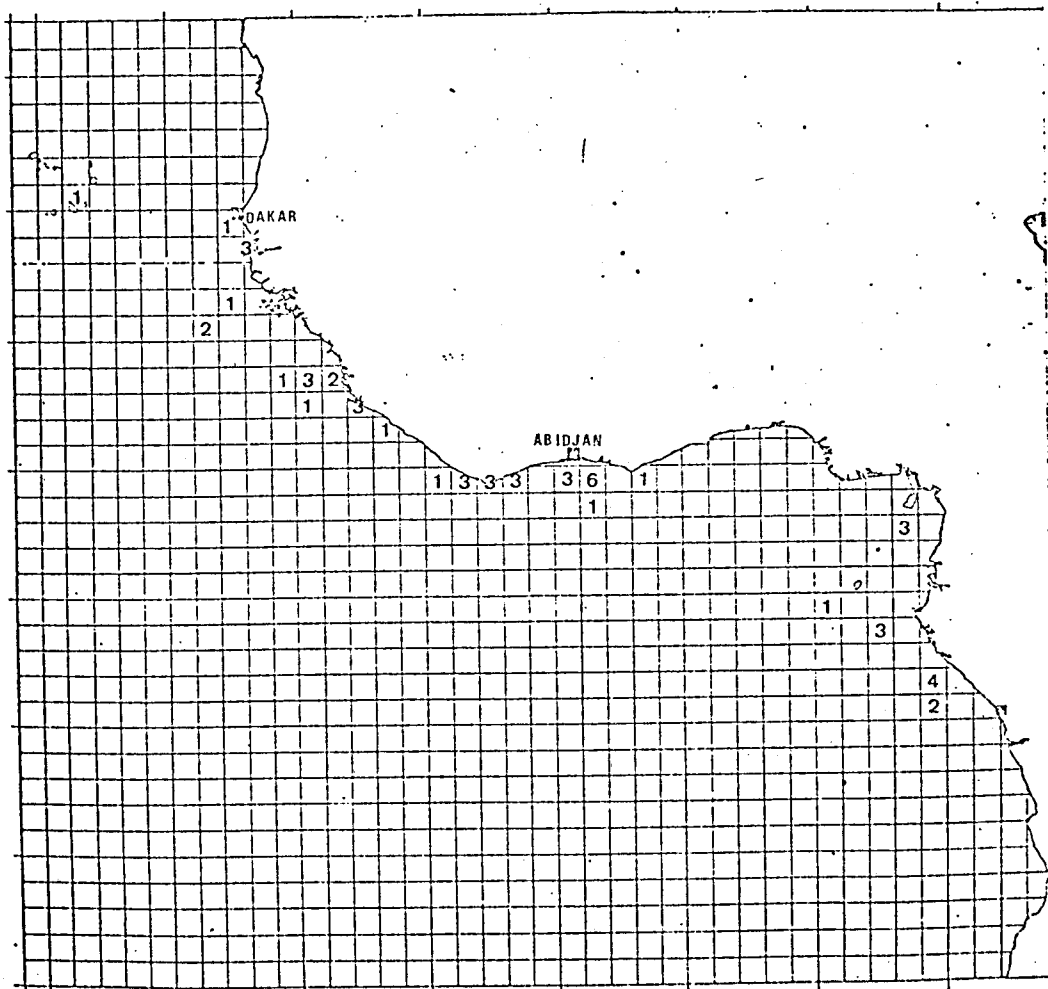


fig. 21 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés au quatrième trimestre (années confondues).

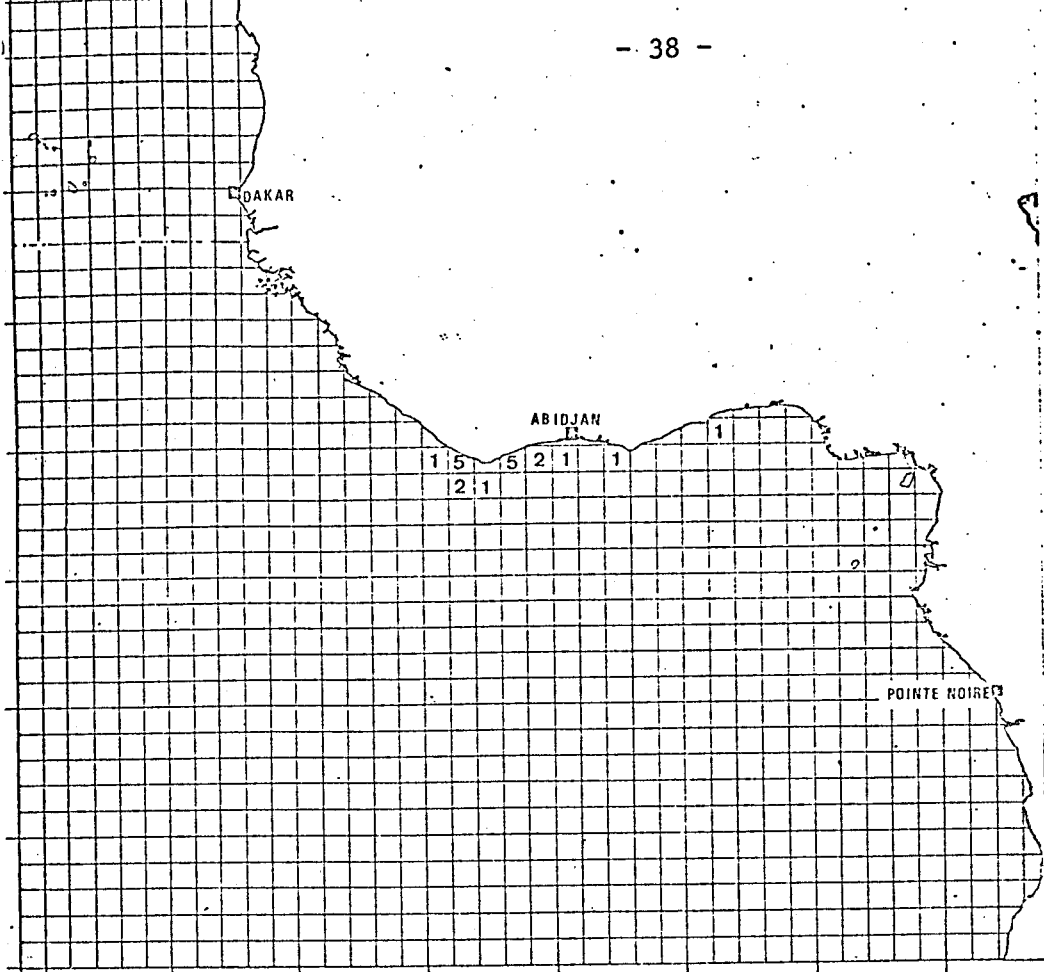


fig. 22 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés en 1969.

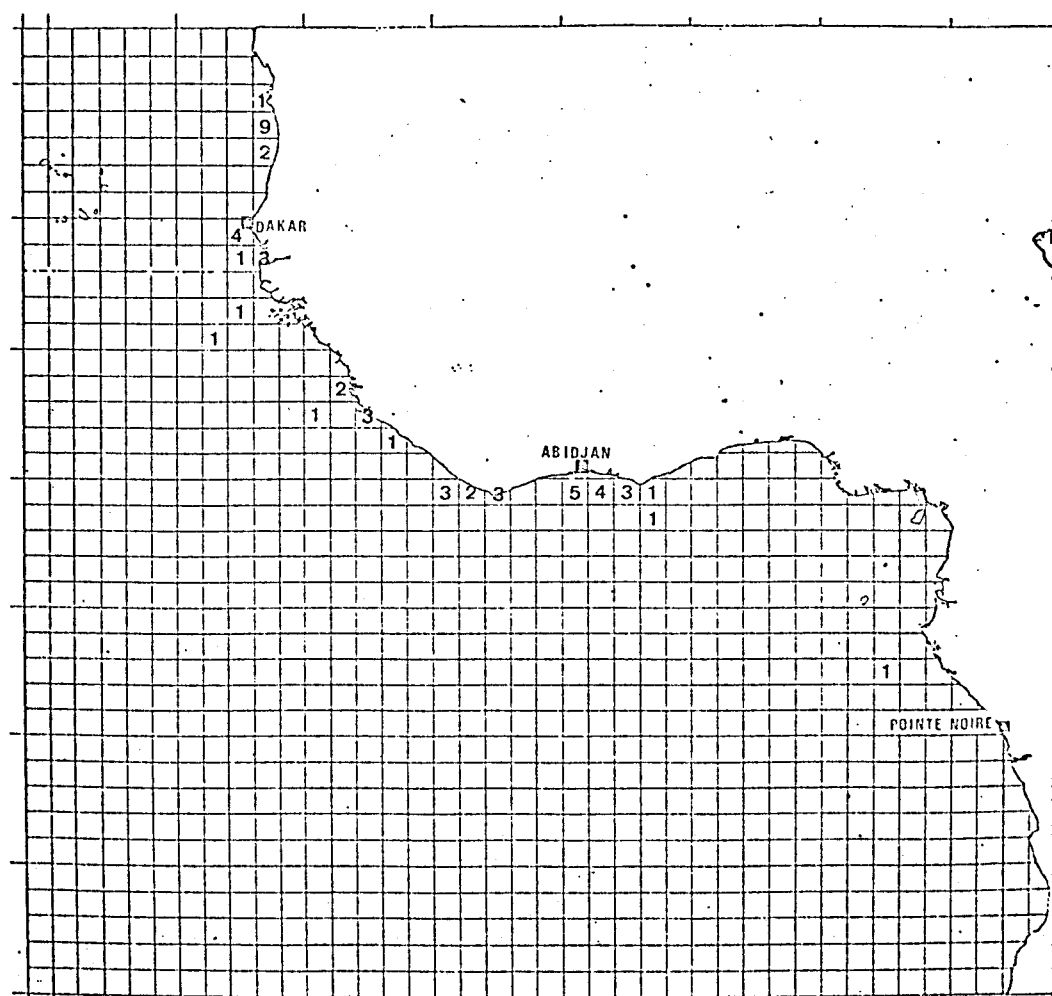


fig. 23 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés en 1970.

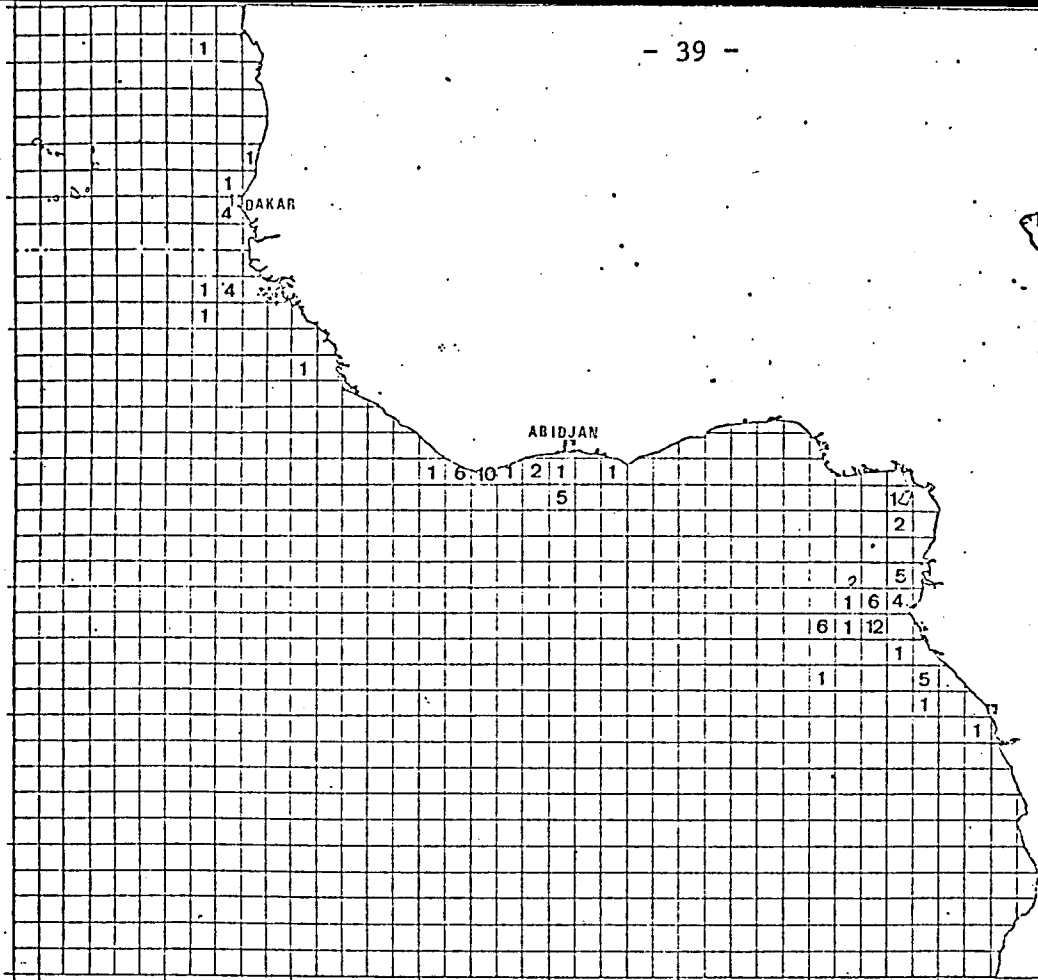


fig. 24 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés en 1971.

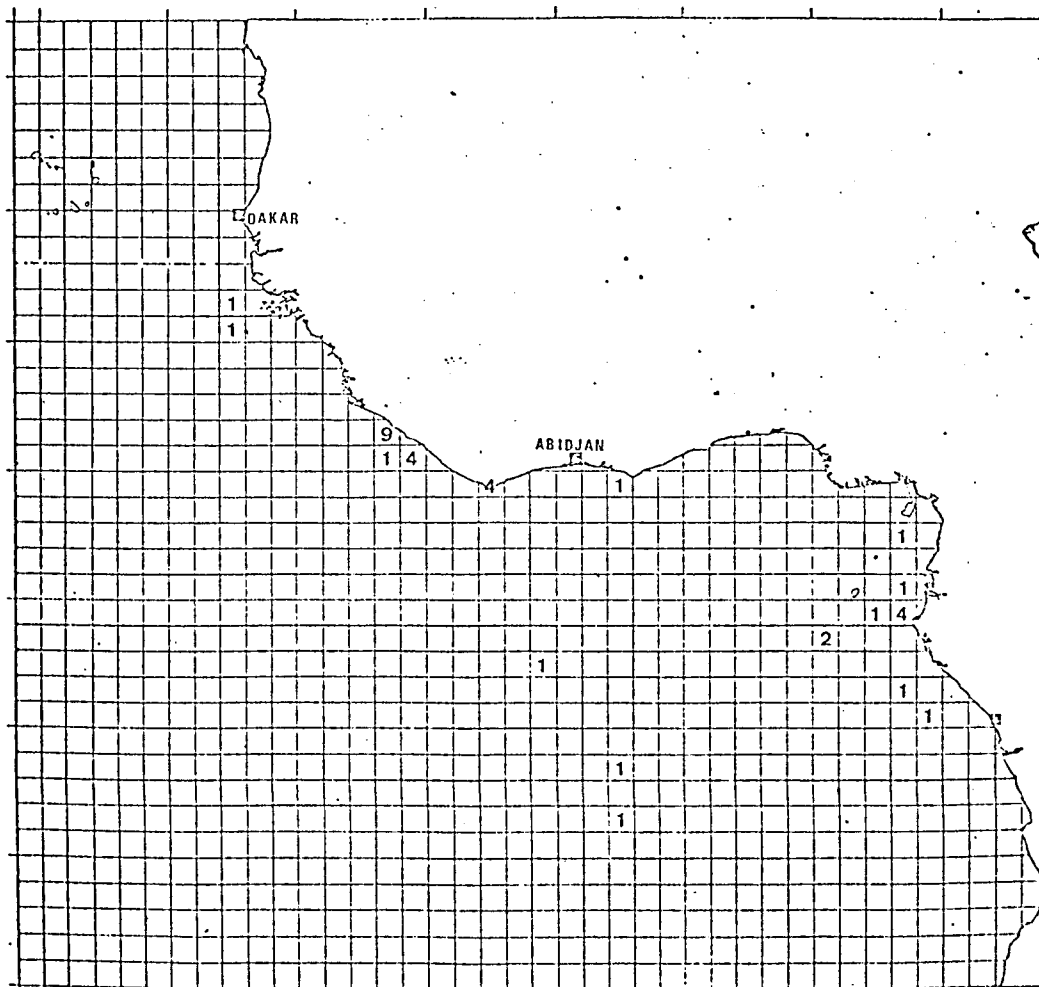


fig. 25 Répartition par carré Marsden des Albacores échantillonnés en 1972.

ANNEES		1969				1970				1971				1972			
TRIMESTRE		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
S E C T E U R S	0						1							3	6		
	1								1		3						
	2						1	14	4		9	2					
	3								9	1			4		2		
	4	5		4				3	5	15			2	9	9		
	5	5		1	2			5	13	5	5			1			
	6	1	1					2	1								
	7									7	3	24	6	8	6		
	8									2	1		6	1	1		

fig. 26 Répartition spatio-temporelle des Albacores échantillonnés.

T R I M E S T R E S	ANNEES				TOTAL
	1969	1970	1971	1972	
1	11	0	30	22	63
2	1	2	21	24	48
3	5	24	26	0	55
4	2	33	18	0	53
TOTAL	19	59	95	46	219

fig. 27 Ventilation des Albacores échantillonnés.

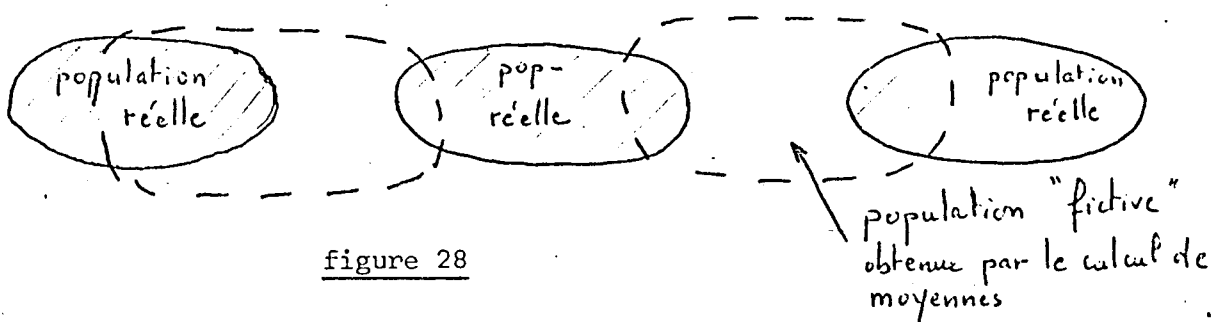


figure 28

Par contre, le fait de n'avoir aucun poisson échantillonné à un moment donné dans un secteur est un problème d'échantillonnage que l'on ne peut pas résoudre si ce n'est par le biais de simulation complexes qui dépassent notre propos.

D'autre part, on est en droit de se demander si le suivi de cette expérience, sur quatre années successives, a été suffisant : on peut craindre en effet, de grandes variations annuelles (et saisonnières) inhérentes à tout processus biologique et auxquelles les parasites n'échappent pas. L'échantillonnage, sans l'appui d'une procédure précise, a donc été trop ponctuel aussi bien dans l'espace que dans le temps.

En ce qui concerne le comptage des parasites proprement dit, aucune erreur importante n'a été commise. De légères erreurs, dues à l'estimation du nombre des parasites en quantité importante sont certes possibles. L'estimation peut cependant être considérée comme très bonne (BAUDIN-LAURENCIN comm. pers.). Les parasites en nombre faible ont été comptés très précisément et l'absence d'un parasite, lorsqu'elle a été constatée, est dans ce cas certaine.

La détermination des parasites a été, nous l'avons déjà vu, problématique dans certains cas et l'on peut craindre deux sortes d'erreurs, dont les répercussions peuvent ne pas être minimales sur les résultats de nos analyses :

- un premier type d'erreur, induit par les progrès effectués dans la détermination des parasites : les déterminations de la première année d'étude risquent, en effet, d'être plus souvent erronées que celles, plus sûres, des parasites récoltés quatre ans plus tard. Ce type d'erreur peut être assimilé à une dérive temporelle.

- un deuxième type d'erreur, dû à une confusion ou une mauvaise détermination du type parasitaire récolté, possible même après les quatre années d'étude. Ce type d'erreur peut être considéré comme une constante temporelle.

Ainsi, l'ensemble de ces critiques est lié au fait que la récolte des parasites n'était pas initialement prévue pour la mise en évidence de stocks halieutiques mais pour une meilleure connaissance de la parasitologie des albacores de l'Atlantique. On peut donc déjà penser que le manque de précisions sur la biologie et l'écologie des parasites, liée à un échantillonnage peu adapté à une étude statistique risque de gêner nos études sur les relations thons-parasites marqueurs biologiques. Toutefois, il ne faut pas oublier qu'une telle étude ne peut rien apporter seule : elle s'inscrit en fait dans le cadre d'autres types de recherche et ne peut seulement contribuer qu'à amener des indices supplémentaires à la discussion scientifique. En effet, il ne faut jamais attendre de miracles d'une seule étude ponctuelle, mais la replacer dans tout un contexte où elle prend alors sa dimension réelle.

M E T H O D E S

2 - METHODES

2.1 - Introduction

Le but poursuivi, de nature écologique, ne vise qu'à essayer de mettre en évidence, s'ils existent, des groupements individualisés d'Albacores dans l'Atlantique (et plus spécialement dans le Golfe de Guinée) afin de pouvoir éventuellement en faire une gestion halieutique rationnelle.

Nous essaierons donc d'étudier les parasites des Albacores en tant que marqueurs biologiques, révélateurs de structures de population.

2.2 - Choix des méthodes

Afin de nous diriger dans le choix des méthodes statistiques, nous avons tout d'abord procédé à l'examen de l'histogramme de chaque parasite (voir annexe 1).

Ces histogrammes mettent en évidence des distributions particulières : aucun parasite ne semble suivre une loi normale et les transformations logarithmiques classiques ne permettent pas non plus d'approcher la loi normale. Nous sommes cependant conscients du fait que la normalité n'est pas le critère fondamental qui permette une manipulation facile d'un échantillon statistique. En effet, de nombreux tests statistiques sont très robustes vis-à-vis de la normalité. D'autre part, le fait de posséder n échantillons normaux (par exemple, les 40 parasites suivent une loi normale), n'implique pas forcément que l'on obtienne alors globalement la multinormalité. Le point délicat pour nos traitements statistiques est en fait la non homogénéité des distributions des parasites l'un par rapport à l'autre, combinée, il est vrai, à des distributions dont le mode zéro est souvent très important (cf. annexe 1 : histogrammes des parasites). Ainsi, aucune méthode de statistique faisant appel aux hypothèses courantes (indépendance des observations, linéarité, multinormalité...) ne pourra être appliquée : les tests paramétriques usuels, les méthodes de régression et d'analyse de variance ne sont donc pas utilisables ici. Par contre, les méthodes de la statistique descriptive et certains tests non paramétriques semblent être bien adaptés à l'analyse de notre échantillon puisqu'en se plaçant résolument sous le signe de la description, on ne prend pas en compte des hypothèses trop restrictives.

Nous utiliserons particulièrement les méthodes d'analyse d'inertie (ou analyses factorielles), que l'on complètera éventuellement par des méthodes de classification automatique et des tests non paramétriques comme celui du τ de Kendall par exemple.

Les méthodes de la statistique descriptive nous sont apparues intéressantes car elles permettent d'extraire des données une information globale ainsi que de rendre compte des cumuls de sources d'information d'un parasite à un autre, ce que ne font pas les analyses univariées. Nous avons cependant effectué quelques analyses univariées afin de compléter plus efficacement les résultats obtenus avec les méthodes descriptives. Les techniques employées alors sont suffisamment simples pour ne pas être détaillées ici. C'est pourquoi nous focaliserons notre attention dans le prochain paragraphe, sur les méthodes de la statistiques descriptive et la façon dont nous en avons utilisé certaines.

2.3 - Théorie mathématique sommaire des analyses multivariées pratiquées

Pour pouvoir comparer globalement les différents thons au vu de leurs caractéristiques parasitaires, nous avons utilisé un outil mathématique d'usage très général : la reconnaissance des formes. Cet outil réunit les méthodes d'inertie (ordination) ainsi que les méthodes de hiérarchisation et de partition (classification automatique). Les méthodes d'inertie, d'usage plus courant en écologie, seront plus particulièrement développés.

Ces méthodes comparent les individus observés (thons albacores) au moyen d'une "distance" définie de façon mathématique sur la base des valeurs prises par chacune des variables mesurées (les parasites). Ainsi, deux thons seront considérés comme proches si, globalement, les valeurs des différents parasites sont presque égales.

Mais, s'il est facile de représenter graphiquement, pour une meilleure visualisation des ressemblances n individus sur lesquels on a mesuré deux (voire au maximum trois) variables, on comprend aisément que représenter ces mêmes individus au vu de p variables ($p \geq 4$) devient irréalisable : la représentation géométrique de ces n points ne peut se faire de façon parfaite que dans un espace à p dimensions, les p valeurs observées sur chaque point pouvant être considérées comme les coordonnées de ce point dans cet espace.

Les méthodes utilisées proposent d'ajuster ce nuage de n points dans un espace à p dimensions à un espace de dimension réduite déformant le moins la configuration initiale du nuage. La perte d'information est alors minimale et la visualisation possible.

Ces méthodes, appartenant à la branche des statistiques descriptives sont d'un usage pratique puisqu'elles ne nécessitent en général aucune hypothèse de départ contraignante et/ou souvent non vérifiée en écologie (normalité par exemple...). Devenus d'un usage courant en écologie marine, nous nous attacherons surtout à définir ici les étapes particulières et spécifiques à chaque étude en les illustrant par notre problème précis : il s'agit des travaux préliminaires au traitement informatique des données. Pour la cohésion de l'exposé, nous donnerons néanmoins un très bref aperçu du mécanisme mathématique de ces méthodes.

2.3.1 - Définition mathématique des structures utilisées

Ce genre de structure se définit en deux étapes, présentées dans notre exposé sous forme de deux paragraphes distincts.

- On constituera d'abord un tableau bidimensionnel de nombres où toute l'information récoltée au cours de l'échantillonnage est rassemblée.

- Puis on définira mathématiquement la ressemblance entre deux lignes ou deux colonnes, voire les deux à la fois selon le but recherché.

Ces deux étapes sont essentielles en analyse des données car elles orientent les résultats obtenus : en effet, les outils mathématiques permettant le traitement de tableaux rectangulaires n'apportent pas systématiquement, même avec l'appui de l'informatique, les réponses souhaitées aux problèmes posés. C'est pourquoi, tout le travail préliminaire de définition des structures utilisées vise à conditionner la richesse des résultats pour permettre une réflexion et une pensée de dimension autre que la simple vérification d'à priori ressortant bien souvent d'une utilisation standard et non réfléchie de ces outils statistiques. L'écologie marine en particulier, n'échappe pas à cette règle.

L'exposé sera par ailleurs centré, non pas sur l'examen d'un tableau quelconque, mais sur l'analyse de celui qui nous préoccupe plus particulièrement défini par un ensemble de prélèvements (les thons albacores) sur lesquels on a étudié un ensemble de caractères variables (les parasites). Ainsi, certains points particuliers à ces techniques d'analyse et ne nous concernant pas directement ne seront pas abordés par la suite : l'exposé ne se veut nullement exhaustif quant à ces considérations !

2.3.1.1 - *Constitution du tableau bidimensionnel de base*

Il est évident que le comptage de p espèces de parasites sur n thons engendre un tableau bidimensionnel. Mais, se limiter uniquement à l'examen de ce tableau équivaut à ne tirer qu'un faible parti de don-

nées potentiellement plus riches. En effet, ce n'est pas nécessairement le tableau de base qui sera soumis à une analyse mathématique car on peut par exemple associer de façon plus performante des variables particulières, aux caractères étudiés.

2.3.1.1.1 - Descripteurs mathématiques : caractères et variables utilisées

Différents types de variables envisagées

Dans l'étude que nous avons menée, deux types de variables seulement, nous ont intéressés :

- Les variables quantitatives, qui peuvent prendre n'importe quelle valeur... par exemple, sur le thon i, le parasite j a été compté 20 fois, le parasite k 11 fois, le parasite m 0 fois, etc...

- les variables logiques (ou binaires) qui ne prennent que les valeurs 0 et 1 et peuvent correspondre par exemple au codage de la présence (valeur 1) ou l'absence (valeur 0) d'un parasite sur un thon.

Codage de l'information apportée par les variables

Il est possible de coder de façon différente : les caractères étudiés (parasites) sur le tableau de base. En effet, l'écologiste peut être amené à modifier le tableau des données de base afin de pouvoir plus facilement interpréter et conclure sur des problèmes particuliers qui seraient, sans cela, restés sans réponse. La récolte des chiffres d'infestation parasitaire de l'Albacore nous a ainsi permis de modifier le tableau quantitatif de base et d'obtenir de nouveaux tableaux, selon le type de caractère attribué aux parasites :

. caractères attributifs : ils correspondent à une présence. On leur associera une variable binaire en prenant par exemple la valeur 0 si une espèce de parasite est absente sur le thon et 1 sinon.

Parasites Thons	A	B
i	1	0

espèce A présente
espèce B absente

. caractères bivalents : on considère alors de façon symétrique les présences et les absences. Pour cela, on crée deux variables logiques pour un caractère donné, correspondant d'une part à la présence et d'autre part par l'absence. En reprenant l'exemple donné pour les caractères attributifs, on obtient alors :

Parasites Thons		A		B	
i		1	0	0	1

Le choix entre caractères attributifs et bivalents est de type écologique : en effet, c'est l'écologiste qui précise si son intérêt se porte sur les présences et absences simultanées ou s'il ne prend en compte que les présences.

Dans le cadre de notre étude, nous pouvons à priori penser que ces types de codage sont intéressants. La présence ou l'absence d'un parasite sur un thon donné étant source d'information aussi intéressante, et surtout d'une autre nature que le dénombrement exact des parasites. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus en détail dans le dernier chapitre consacré aux discussions des problèmes posés par cette étude.

. caractères quantitatifs : on utilise alors les valeurs réellement mesurées. Cependant, certains problèmes peuvent déjà se poser à l'écologiste : c'est ainsi que, dans le cadre de notre étude, on est en droit de se demander si un écart de 3 du nombre d'un parasite compté sur deux poissons infestés très faiblement a la même importance ou signification biologique qu'un écart de 3 sur un dénombrement de 80 ou 100 parasites sur chaque poisson. On sera en fait tenté d'écraser les variations d'abondance qui existent dans les forts dénombrements par une transformation mathématique des données de base. Nous avons utilisé, lorsque nous l'avons jugé utile, la transformation :

$$x \longrightarrow \text{Log}^2 (x + 1)$$

ou

$$x \longrightarrow \text{Log} (x + 1)$$

tout en étant conscient du degré d'imprécision "d'écrasement". Ceci dit, une telle transformation préliminaire du tableau de départ, si elle définit une échelle de variation écologiquement plus significative, satisfait aussi à des principes d'ordre statistique : l'erreur d'échantillonnage liée au comptage des parasites comporte une variance d'autant plus forte que l'abondance réelle des parasites est grande. La transformation en $\text{Log}^2 (x+1)$ (ou $\text{Log} (x+1)$) stabilise les variances d'échantillonnages et réduit le biais qu'elles introduisent dans l'estimation des distances entre les thons (le biais est, sans cela, d'autant plus important que l'abondance du parasite est grande). Ainsi, le biais ne dépend plus de l'abondance respective des parasites.

. caractères multivalents : si l'on veut tenir compte des fluctuations d'abondance des parasites, on peut créer des variables logiques basées sur l'observation d'un certain nombre d'états : par exemple, on peut coder avec trois variables une espèce j de parasite : "espèce j absente", "espèce j peu présente", "espèce j abondante". Ce type de découpage des variables originelles en classe ainsi que tout codage logique, passe obligatoirement par l'examen de l'histogramme de chaque parasite. Malheureusement, en ce qui nous concerne, les histogrammes n'ont révélé que peu de possibilités de découper les variables en plus de deux classes (présence-absence). Il nous est donc apparu inutile de tenter une nouvelle analyse de tableau alors que la combinaison codage binaire-fluctuation d'abondance n'apporterait pas d'information supplémentaire à celle des analyses en simple présence-absence.

2.3.1.1.2 - Description des lignes du tableau

. définition des lignes

La présente étude vise à comparer les thons albacores au vu de leur infestation respective par quarante espèces de parasites. C'est pourquoi le tableau de base des données est défini par 219 lignes associées aux 219 thons examinés.

...

. Modifications possibles

On peut définir un tableau composé de 9 lignes, obtenues par regroupement des thons appartenant à chacun des neuf secteurs géographiques étudiés. Chaque ligne est composée du nombre moyen de parasites et représente donc un "thon moyen" infesté par quarante parasites dont les valeurs sont les quarante moyennes calculées sur chaque secteur géographique.

Un même genre d'étude a été mené sur la base de variables logiques : les neuf secteurs étudiés définissent alors neuf super-prélèvements représentés par neuf lignes constituées par les fréquences d'apparition des parasites. En effet, un calcul identique au précédent nous donne, avec des variables logiques, la fréquence avec laquelle, à l'intérieur d'un secteur géographique donné, la condition correspondant à la variable logique (présence) est satisfaite.

. Pondérations

Sur chaque secteur géographique, le nombre d'Albacores capturés et étudiés varie. Pour éviter que les secteurs où les observations des Albacores ont été nombreuses revêtent une importance prépondérante, on peut donner à chaque poisson observé un poids de $1/n_i$, (n_i étant le nombre de thons observés dans le secteur i). On donne ainsi plus d'importance aux variations inter-secteur qu'intra-secteur. Chaque secteur, globalement affecté d'un poids unité, voit son importance relative homogénéisée.

2.3.1.1.3 - Conclusion

La constitution du tableau bidimensionnel de base est donc une étape préliminaire importante avant tout traitement informatique puisqu'elle permet déjà d'orienter les analyses en fonction des problèmes posés par l'écologiste. Nous allons maintenant voir comment, par le choix d'une "distance" judicieuse, on peut améliorer de façon non négligeable l'orientation ultérieure des traitements. On rejoint d'ailleurs ici la délicate question du choix de la méthode la mieux appropriée au problème que l'on veut résoudre.

2.3.1.2 - *Notion de ressemblance et de dissemblance entre deux éléments du tableau*

2.3.1.2.1 - Introduction

Le choix d'une métrique définissant un critère de ressemblance entre deux éléments d'un tableau de mesures est certainement l'étape la plus importante en matière de traitement des données écologiques. Ce choix, délicat en raison de la multitude des indices proposés par de nombreux auteurs, est en effet l'option qui a le plus d'impact au niveau des structures obtenues.

Choisir une métrique dépasse d'ailleurs largement le cadre des analyses d'inertie puisque c'est le point de départ de toute analyse multivariée. Notre propos n'est pas de passer en revue les différentes métriques existant en écologie marine, mais de donner un bref aperçu de celles que nous avons choisies pour nos propres analyses et d'en justifier l'emploi en montrant leur adéquation aux différents types de tableaux que nous avons étudiés. On notera :

$x_{i.}$ la somme des termes de la ligne i

$x_{.j}$ la somme des termes de la colonne j

x_{ij} est l'élément de la i ème ligne et j ème colonne.

2.3.1.2.2 - Outils mathématiques de base de définition des ressemblances et dissemblances

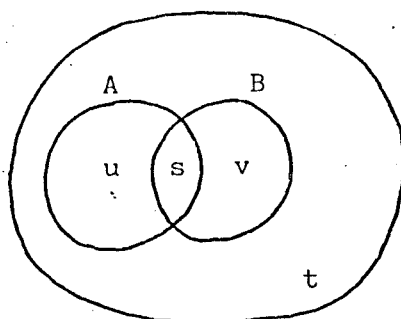
Indices, distances et distance euclidienne sont les trois types d'outils mathématiques que nous avons utilisés au cours de notre étude.

. Indices : nous n'avons employé qu'un seul indice, utilisable dans le cas d'un codage qualitatif des données, ne tenant compte que du critère présence-absence (les variables ne prennent comme valeur que 0 ou 1). Il s'agit de l'indice de similarité d'OCHIAI (1957) défini de la façon suivante (LERMAN 1970) :

...

- soit deux prélèvements A et B (2 thons albacores par exemple)

- soit u (respectivement v) le nombre d'espèces de parasites présents uniquement sur le thon A (respectivement B) et t le nombre d'espèces absentes sur les deux thons.



L'indice d'OCHIAI prend alors comme valeur :

$$\frac{s}{\sqrt{(s+u)(s+v)}}$$

On remarque que l'indice d'OCHIAI exclue le terme "t" (absences communes) de sa formulation et ne considère que "s" (présences communes) au numérateur. Ainsi, cet indice ne prend pas en compte les doubles absences.

Une analyse d'inertie utilisant un tel indice permet donc d'obtenir une structure dont les différences entre états seront la conséquence de la présence de certaines espèces de parasites sur les albacores. Nous accordons ainsi une importance toute particulière à l'apparition d'une espèce de parasite donné, évènement écologique de nature différente d'une fluctuation d'abondance. Cette voie d'approche concerne donc plus particulièrement la reconnaissance de parasites indicateurs.

...

. Distances : nous avons aussi utilisé la distance dite du KHI deux, (χ^2), définie de la façon suivante :

$$d^2_{(i1,i2)} = \sum \frac{1}{x_j} \left(\frac{x_{i1,j}}{x_{i1,\cdot}} - \frac{x_{i2,j}}{x_{i2,\cdot}} \right)^2$$

Cette distance, utilisable dans le cas d'un codage aussi bien quantitatif que qualitatif des données, a pour intérêt de revaloriser l'influence des petits chiffres grâce au terme $\frac{1}{x_j}$; ceci est souvent précieux en écologie où l'évènement rare est parfois aussi important, sinon plus, que l'évènement certain. En ce qui concerne notre étude, le choix de cette distance est particulièrement judicieux puisque l'examen de l'histogramme de chaque parasite a mis en évidence une forte proportion de valeurs faibles d'infestation, opposées cependant à quelques valeurs fortes. D'autre part, le χ^2 permet de dégager une structure traduisant au mieux le profil parasitaire des thons, ce qui n'est pas sans intérêt.

. distance euclidienne : cette distance, employée dans le cas d'un codage quantitatif des données, est définie par :

$$d^2(i1,i2) = \sum_j (x_{i1,j} - x_{i2,j})^2$$

Elle peut être compliquée par des pondérations selon l'emploi que l'on désire en faire. Une pondération classique en écologie consiste à réduire les différentes variables en utilisant la distance euclidienne.

$$d^2(i1, i2) = \sum_j \frac{1}{V_j} (x_{i1,j} - x_{i2,j})^2$$

où V_j représente la variance de la colonne j (ou une valeur déduite comme v_j). Cette pondération, que nous avons utilisée, élimine les différences d'échelle d'une variable à une autre. Dans notre étude cependant, la réduction, n'a fait qu'homogénéiser le rôle des différentes variables puisque nous travaillons sur un tableau de contingence. On pondère néanmoins ainsi l'influence des parasites à forts effectifs.

On associe souvent à la réduction, le centrage des colonnes. On a ainsi un tableau de données centrées et réduites... Mais on insistera plus sur ce point dans un prochain paragraphe. Il faut cependant signaler que la distance euclienne "simple" met en évidence une structure accordant un rôle important aux espèces de parasites abondants.

2.3.2 - Ajustement des structures mathématiques simples

La combinaison du tableau bidimensionnel de base et de la notion de ressemblance entre deux éléments de ce même tableau conduit à une matrice ("matrice de distance" au sens général) que l'esprit humain est souvent bien incapable d'analyser en bloc. Ainsi, notre cas particulier nous conduit à une matrice 219 x 219 éléments en ce qui concerne les "distances" entre les thons et à une matrice de 40 x 40 éléments pour les parasites.

Comme nous l'avons vu dans l'introduction de ce chapitre, une visualisation dans un espace de dimension finie sera d'un secours non négligeable, sous l'hypothèse que cette représentation graphique rende compte de façon optimale et avec une perte minimale d'information, des structures réelles des ensembles observés.

On pourra ainsi mettre en évidence des structures dans l'ensemble des observations (thons albacores) mais aussi tenter de préciser le rôle des variables (parasites) dans l'établissement de ces structures.

2.3.2.1 - *Analyses d'inertie*

Nous nous attacherons à définir dans ce paragraphe les notions essentielles qui différencient les analyses d'inertie que nous avons pratiquées. Ces notions sont :

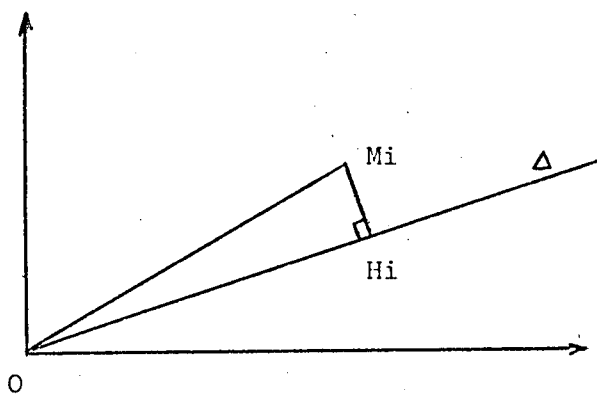
...

- le choix de la distance
- les masses attribuées aux points
- le choix de l'origine des axes du sous-espace de dimension réduite.

Un bref rappel de méthodologie nous permettra de mieux cerner l'importance de ces trois notions.

2.3.2.1.1 - Analyse générale

Soit un nuage de n points dans un espace à p dimensions. On va d'abord chercher un axe Δ (ev. à une dimension) passant par l'origine du repère d'axes qui réalise le meilleur ajustement possible du nuage, c'est-à-dire tel que les projections (H) des points (M) sur cet axe donnent une image peu déformée du nuage.



On voit que M_i est bien représenté sur Δ lorsque $M_i H_i$ (ou $M_i H$) est petit ; à la limite, M_i est représenté de façon parfaite lorsque l'axe Δ passe par M_i .

Si on généralise les résultats précédents à un nuage de points, on voit qu'il faut minimiser le critère $\sum M_i H_i^2$, somme des distances, pour définir l'axe optimal de représentation. Ceci revient à maximiser $\sum O H_i^2 = \sum O M_i^2 - \sum H_i M_i^2$. La résolution de cette contrainte nous amène à la conclusion suivante : le sous-espace à q dimensions ($q \leq p$) s'ajustant au mieux au nuage de points définis par une matrice X_{mp} est formé par les q premiers vecteurs propres orthogonaux entre eux de la matrice carrée $X'X$. Les vecteurs propres sont les axes d'inertie du nuage.

ge. L'inertie expliquée par l'axe i est alors λ_i , valeur propre associée au premier vecteur propre. Elle montre l'importance globale de l'axe i .

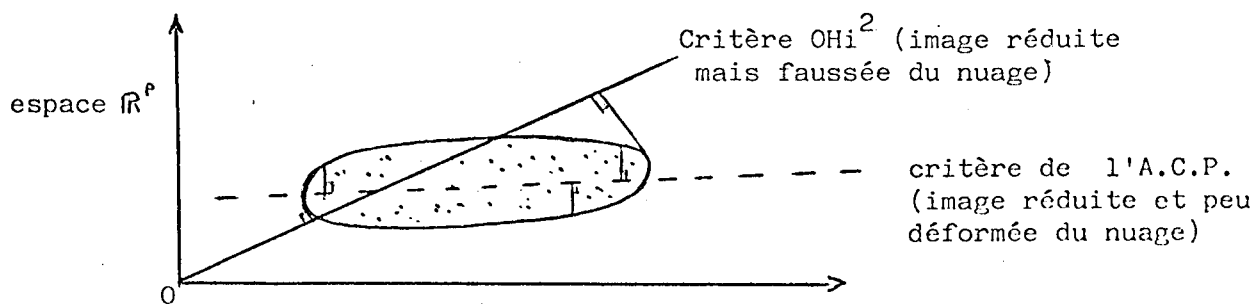
En conclusion, on peut dire que l'analyse générale a comme options fondamentales :

- distance : distance euclidienne
- masse des points : égale (d'après le choix de la distance)
- origine des axes : en 0 (origine non déplacée).

L'analyse générale prend donc en compte la forme du nuage ainsi que la position de ce dernier par rapport à l'origine.

2.3.2.1.2 - Analyse en composantes principales

C'est une analyse selon laquelle la projection sur le sous-espace de dimension réduite doit permettre non seulement de "réduire" mais aussi de "décrire" le nuage de points. Le critère OHi^2 n'est donc plus valable pour la description en ce sens qu'il ne prend pas en compte de façon optimale la forme du nuage, comme le montre la figure suivante :



Il faut donc se libérer de la contrainte "origine en 0". La meilleure façon de le faire est de placer l'origine du sous-espace réduit au centre de gravité du nuage. Pour cela, il suffit de centrer les colonnes du tableau X des données de départ. La matrice à diagonaliser $X'X$ devient alors (à un coefficient près) la matrice de variance-covariance des variables. Si on centre et réduit les colonnes du tableau X, cette matrice devient la matrice de corrélation des variables.

...

Ces transformations peuvent être effectuées sur les lignes du tableau au lieu des colonnes. On pratique alors une A.C.P. en mode Q (opposée à l'A.C.P. précédente dite en mode R).

En résumé, on a donc :

- distance : euclidienne (le centrage n'affecte pas les distances)
- masse des points : égales
- origine : centre de gravité du nuage.

2.3.2.1.3 - Analyse des correspondances

Les transformations et pondérations utilisées aboutissent d'une part à l'utilisation de la distance du χ^2 entre les lignes et les colonnes (les masses attribuées aux points sont donc inégales), d'autre part, à amener l'origine du sous-espace au barycentre du nuage de points (colonnes centrées).

2.3.2.1.4 - Analyse avec l'indice d'OCHIAI

Cette analyse peut se ramener en fait à un cas particulier d'analyse générale en ce qui concerne la représentation (représentation euclidienne), avec cependant :

- distance : indice d'OCHIAI
- masses des points : égales
- origine : au barycentre des observations.

2.3.2.1.5 - Notion de représentation optimale

D'après ce que nous venons de voir, l'ensemble des méthodes que nous avons utilisé (ACP, AFC, analyse avec l'indice d'OCHIAI) permettent une représentation optimale du nuage des points à étudier. Il suffit en effet d'analyser ce nuage à partir de son barycentre (ce qui peut être fait par exemple en centrant les colonnes) pour étudier ainsi sa forme indépendamment de sa position dans l'espace vectoriel. Une projection minimisant alors la distorsion des distances réelles par rapport aux distances projetées est dite optimale. Ainsi, si des points A, B,

C,... sont tels que l'on puisse définir $d(A,B)$, $d(A,C)$, $d(B,C)$... par une formule quelconque et si A' , B' , C' ... sont les homologues de A , B , C dans la projection, alors, si on a $d'(A',B') = d(A,B)$; $d'(A',C') = d(A,C)$... avec $d'(A',B')$... distances entre les points projetés, la distorsion entre les distances sera dite optimale. d' peut être la distance euclidienne dont on aura toujours intérêt à s'en approcher le plus possible afin de se ramener à une représentation euclidienne.

2.3.2.2 - Classification automatique

Nous avons utilisé une méthode de classification ascendante hiérarchique.

Nous n'insisterons pas sur les mécanismes mathématiques de fonctionnement de cette méthode, mais nous présenterons rapidement un algorithme de ce type de classification afin de justifier son emploi dans le cadre qui nous intéresse.

2.3.2.2.1 - Généralités, intérêts de ces méthodes

Les techniques de classification font surtout appel à la mise en oeuvre d'algorithmes plutôt qu'à des calculs mathématiques : la constitution des classes est l'aboutissement d'opérations récursives et répétitives.

Les techniques d'inertie peuvent mettre en évidence des discontinuités dans les structures, comme le font de manière claire les méthodes de classification automatique, mais encore font ressortir les gradients dans des continuités de structure. Ainsi, relativement à leurs parasites descriptifs, le degré de ressemblance de deux thons est grand, s'ils appartiennent à une même classe, petit sinon. Ce degré de ressemblance est caractérisé par une métrique dont le choix délicat se pose de la même façon que pour les analyses d'inertie.

Dans le cadre de notre étude, l'intérêt de ces méthodes réside surtout dans le fait que l'on puisse les combiner judicieusement aux méthodes d'analyse d'inertie afin de clarifier les structures extraites par ces dernières. Par exemple, on peut procéder à une classification automatique de l'ensemble des thons en utilisant non pas les distances globales entre les thons, mais les distances entre projections sur le sous-espace défini par les premiers axes de l'analyse d'inertie (coordonnées des points "thons" sur ces axes). Ce procédé a pour effet de clarifier les structures en éliminant les sources de variations secondaires qui contribuaient à la dispersion intra-classe (variations intra-secteurs...).

D'autre part, l'utilisation des méthodes de classification automatique seules peut nous apparaître ici comme une aide précieuse puisqu'elles font abstraction du nombre variable de thons échantillonnés d'un secteur à l'autre. Ce nombre variable de prélèvements avait certes une certaine influence quant à la détermination des axes factoriels des analyses d'inertie. Les secteurs les mieux recensés (en nombre) ayant tendance à "dégager" un axe plus que les secteurs à faible échantillon.

2.3.2.2.2 - Classification ascendante hiérarchique

Il existe de nombreux algorithmes de classification ascendante hiérarchique. Celui que nous avons utilisé est appelé méthode du simple lien et se déroule de la façon suivante :

- on choisit une distance sur l'ensemble de n éléments (thons albacores) à classer.

- on cherche les deux thons les plus proches en calculant les distances deux à deux entre chaque poisson.

- on agrège les deux thons les plus proches en un seul élément. Il ne reste donc plus que $n-1$ éléments à classer.

- on cherche de nouveau les deux thons les plus proches dans l'ensemble des $n-1$ thons et on réitère les opérations précédentes jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'un seul thon.

On définit ainsi un arbre hiérarchique dans lequel les éléments sont regroupés en classes d'autant plus fines que l'on progresse sur l'arbre (la classe indissociable étant constituée bien sûr d'un seul élément "thon").

2.4 - Conclusion

Ce chapitre a simplement voulu montrer qu'il n'existe pas de technique miraculeuse que l'on puisse utiliser systématiquement sur tout jeu de données. C'est en effet l'écologiste qui choisira l'outil mathématique pour son adéquation aux problèmes posés, quitte à comparer et combiner les résultats de plusieurs analyses, voire de plusieurs types d'analyse pour mieux cerner la multiplicité des solutions envisageables.

CHAPITRE III

ANALYSES ET RESULTATS

Ce chapitre est plus particulièrement consacré à la discussion de nos résultats.

Après avoir évoqué quelques points particuliers liés aux problèmes d'interprétation des analyses multivariées, nous commentons nos résultats sur la base d'analyses factorielles puis univariées.

1 - AIDE A L'INTERPRETATION

1.1 - Les problèmes d'inférence : influences sur les résultats

1.1.1 - Généralités

Les paramètres calculés sur l'échantillon ne sont que des estimations. Les erreurs d'estimation vont nécessairement influencer sur les résultats de l'analyse et on est alors en droit de se demander si ces résultats s'écartent ou non de façon considérable des valeurs réelles non directement mesurables. Le problème de l'inférence de l'échantillon à la population réelle est ainsi posé.

1.1.2 - Inférences en statistique descriptive

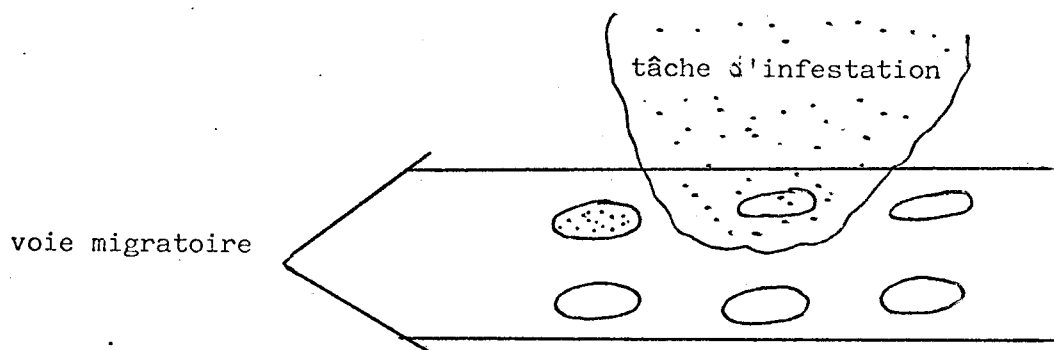
Tout le problème est alors de savoir si l'échantillon est structuré de la même façon que la population dont il est issu. Dans un premier temps, on peut regarder s'il y a redondance ou non entre les résultats obtenus par deux jeux de données différents, provenant du même échantillon. On peut ainsi savoir si les structures observables sur l'échantillon sont fiables ou non et aborder ainsi avec plus ou moins de circonspection une inférence échantillon-population ou, avec moins de prétention, d'émettre des hypothèses au vu d'une structure que l'on sait plus ou moins fiable. On peut ainsi se demander s'il existe effectivement des structures sous-jacentes dans le cas d'un nuage homogène de points relativement dispersés. Cette notion rejoint en partie les problèmes de tests de la statistique probabiliste.

Il existe bien sur beaucoup d'autres points litigieux ayant trait aux inférences en analyse des données, mais leurs difficultés d'approche mathématique dépasse notre propos.

Une conclusion erronée peut être très rapidement formulée et on voit ici toute la prudence nécessaire avec laquelle nous allons devoir aborder nos analyses puisque nous ne désirons pas seulement nous attacher à la description des structures de l'échantillon présenté mais étudier si possible la répartition spatio-temporelle de tous les Albacores de l'Atlantique : le problème inférentiel est donc omni-présent.

1.1.3 - Le problème de l'absence de parasite

Ce problème, particulier à notre étude, rejoint celui plus général de l'inférence échantillon-population. En effet, l'absence d'un parasite, si elle est certaine à l'atelier de comptage, n'implique pas que le poisson n'ait pas été en contact avec le parasite. Par exemple, on peut penser qu'un poisson physiologiquement plus résistant qu'un autre puisse rencontrer un parasite sans pour autant se faire attaquer par ce dernier. Dans ce cas, il y a donc absence de marquage biologique. Au niveau plus général du banc de thons ou même d'un groupement de bancs de thons, toutes les unités constituantes peuvent ne pas être parasitées de la même façon si, par exemple, elles ne passent pas toutes dans la zone infestante (cf. schéma ci-dessous).



Un marquage biologique différent est donc observé alors que l'ensemble des poissons possède la même "histoire" écologique. On rejoint ici le délicat problème de l'échantillonnage des thons qui peut ne pas rendre compte de cet état de fait. Ainsi, l'absence de parasite est une information délicate à interpréter : le poisson a-t-il été en contact avec le parasite ? le poisson rend-t-il compte du passé du groupe dont il est issu ?

Généraliser une absence, observée sur un poisson, à la population d'où il est pêché, est impossible.

Bien que cela soit un point intéressant à discuter tant au niveau mathématique qu'écologique, nous n'insisterons pas, dans nos analyses, sur les problèmes que peuvent évoquer les doubles absences. L'échantillon, en effet, ne peut pas se prêter à de telles considérations, faute de renseignements complémentaires.

1.2 - Quelques règles d'interprétation des analyses factorielles

En analyse des données, la partie publiable des résultats ne représente qu'une petite fraction des calculs effectués qui comprennent souvent de nombreux tâtonnements. En ce qui concerne nos analyses, nous ne commenterons dans le texte principal que les plans factoriels (en général le plan I.II). On trouvera les renseignements complémentaires à chaque analyse sous forme d'annexes où nous mentionnerons pour chacune :

- les dimensions du tableau analysé : nombre de parasites et le nombre de thons utilisés.

- la nature du codage du tableau et les transformations utilisées.

- les valeurs propres et les pourcentages d'inertie (pourcentage de variance) extraits.

- les contributions des variables à la construction des axes ainsi que la participation de ces derniers à l'explication des variables (on indiquera alors les contributions les plus importantes).

- l'énumération des variables (parasites) structurants.

Rappelons aussi qu'en A.F.C. (et analyse pratiquée avec indice d'OCHIAI), l'origine des axes est aussi bien le centre de gravité des observations que des variables alors qu'en ACP, l'origine n'est le centre de gravité que des observations (toutes les variables peuvent donc être situées sur un même demi-axe !)

Dans toutes ces méthodes, on ne peut interpréter les proximités que pour les éléments d'un même ensemble (variables ou observations). Elles sont d'ailleurs d'autant plus significatives que l'on s'éloigne de l'origine des axes vers la périphérie. En ce qui concerne les proximités croisées, on ne pourra interpréter que la proximité d'un point de l'autre ensemble. L'interprétation des proximités croisées entre couples est trop délicate et sujette à de nombreuses mésinterprétations.

...

En A.C.P., les corrélations entre variables sont données en fonction de leurs positions angulaires (deux variables sont d'autant moins corrélées qu'elles forment un angle de 90°) alors qu'en A.F.C., elles s'interprètent en terme de proximité.

Il nous a été impossible d'interpréter chaque axe en fonction de la combinaison des variables les plus corrélées au facteur correspondant : nous ne sommes pas parasitologues et sommes donc incapables d'extraire d'un axe, voire d'un axe directionnel, une variable dite explicative, liée à la biologie des parasites. Nous nous sommes contentés d'essayer d'extraire des directions selon lesquelles les structures spatio-temporelles des thons albacores étaient les plus nettes.

Nous nous sommes en effet plus particulièrement intéressés aux nuages de points thons et éventuellement aux nuages des points parasites lorsque ceux-ci permettaient d'expliquer une structure observée dans l'espace des observations (les thons albacores).

2 - ANALYSES : RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 - Analyses multivariables

2.1.1 - Introduction

Dans toutes nos analyses d'inertie, seuls les plans formés par les premiers axes ont été analysés (I.II et I.III) car nous pensons que les structures spatiales que nous devons observer (répartition des Albacores) doivent ressortir dans les premiers axes. D'ailleurs, nous avons essayé d'interpréter quelques plans formés par des axes de numéro d'ordre plus élevé et nous n'avons observé que des structures encore moins nettes.

Nos analyses ont été effectuées sur la base des 40 variables (parasites). Les résultats que nous présentons sont tous fonction de ces 40 parasites. Nous savons cependant que les structures observées peuvent être améliorées par la suppression de certaines variables. Néanmoins, nous avons tenu à garder la totalité de l'information car nos essais de suppression de variables, s'ils ont été relativement concluants quant à l'amélioration des structures, n'ont cependant pas apporté à celle-ci la clarté nécessaire pour conclure de façon nette sur les populations éventuelles d'Albacores.

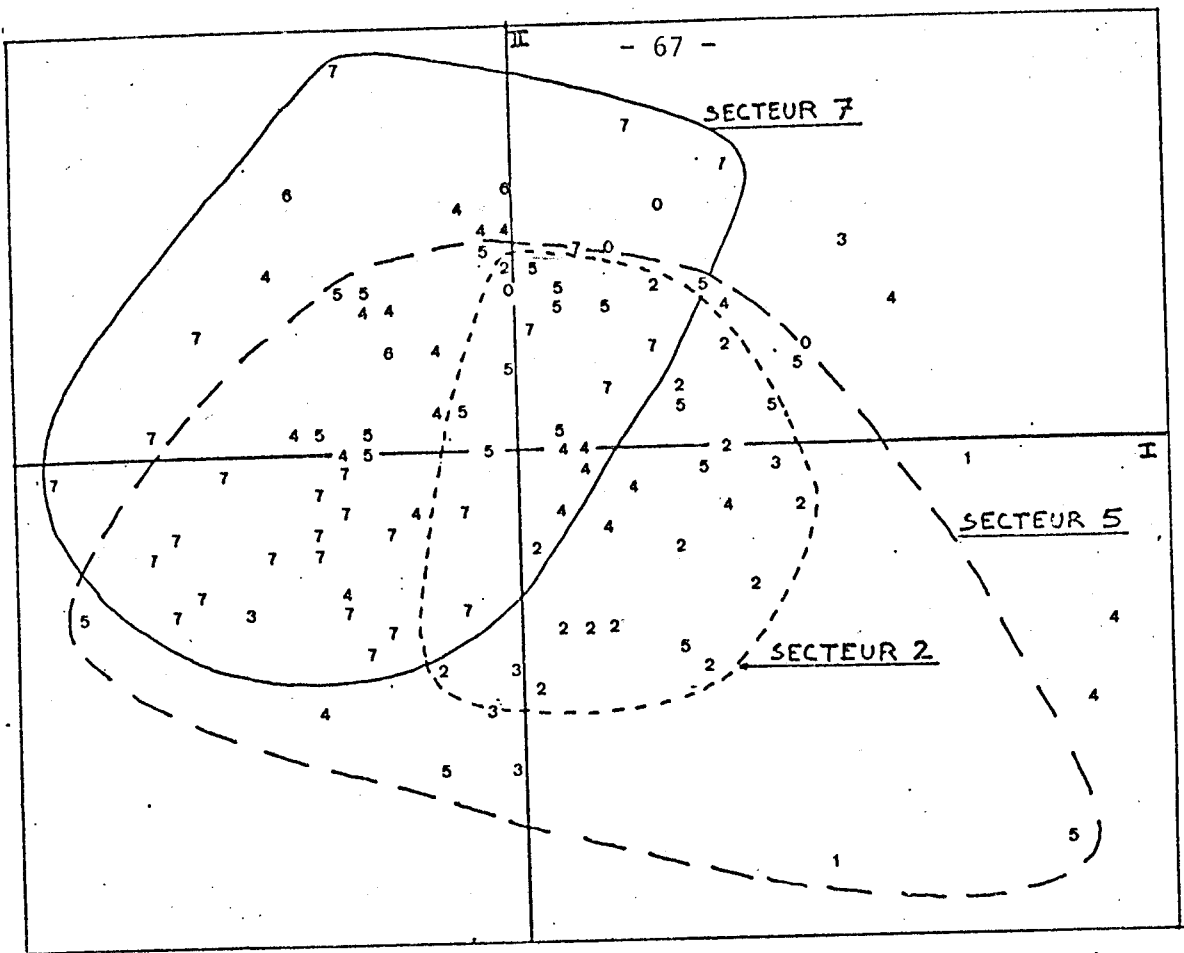


fig. 29 Albacores de rang pair (analyse avec l'indice d'OCHIAI).

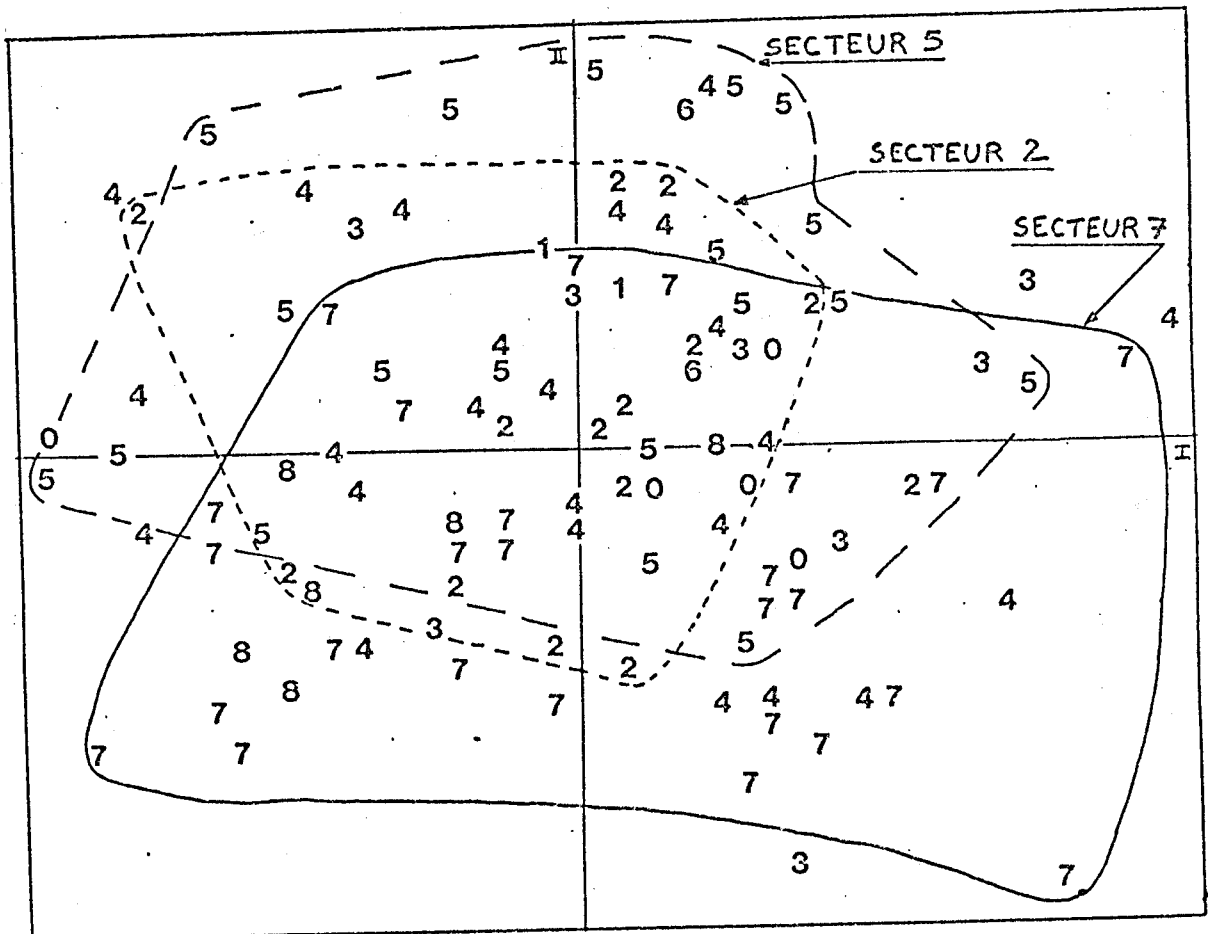


fig. 30 Albacores de rang impair (analyse avec l'indice d'OCHIAI).

Nos discussions et résultats restent les mêmes d'un point de vue écologique sur la base de 40 parasites ou de moins : les structures, si elles doivent apparaître, sortiront aussi en tenant compte des 40 variables !

D'un point de vue pratique, il est certes très intéressant d'essayer de ne tenir compte que d'un très petit nombre de parasites pour distinguer soit les groupes géographiques d'Albacores, soit l'appartenance d'un poisson à un groupe précis. L'économie est multiple : économie de temps en ce qui concerne la détermination des parasites, économie d'argent et de moyens scientifiques matériels ainsi qu'humains qui découlent de la simplification de la méthode, à condition que les parasites discriminants soient facilement accessibles. L'idéal serait bien sûr de n'avoir qu'un seul parasite intéressant à ce point de vue. La méthode d'identification des groupes et/ou de l'appartenance à un groupe serait ainsi très simple et accessible puisque ne faisant alors plus appel à de grandes connaissances en parasitologie. Nous reviendrons sur ce point à l'issue de nos analyses.

Des analyses sur des données quantitatives et qualitatives ont été effectuées. Nous pensons en effet que ces deux types d'analyses sont complémentaires et permettent ainsi de mieux cerner les problèmes posés.

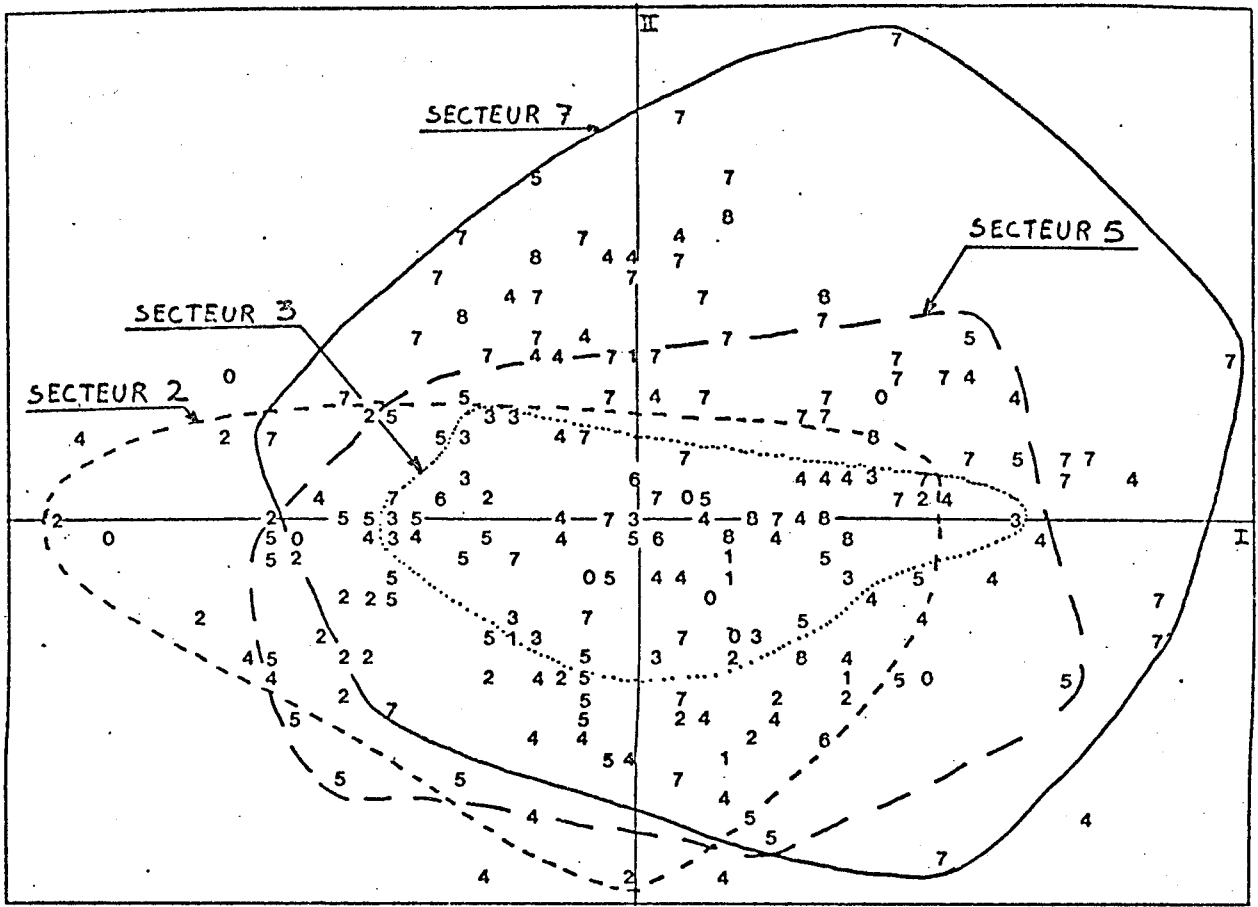
Les schémas présentés ne font pas mention des points doubles pourtant parfois nombreux. Ceci explique le découpage quelquefois aberrant des nuages de points lorsque la découpe, par exemple, donne l'impression d'être plus importante qu'elle ne devrait l'être.

2.1.2 - Analyses sur l'ensemble des secteurs géographiques

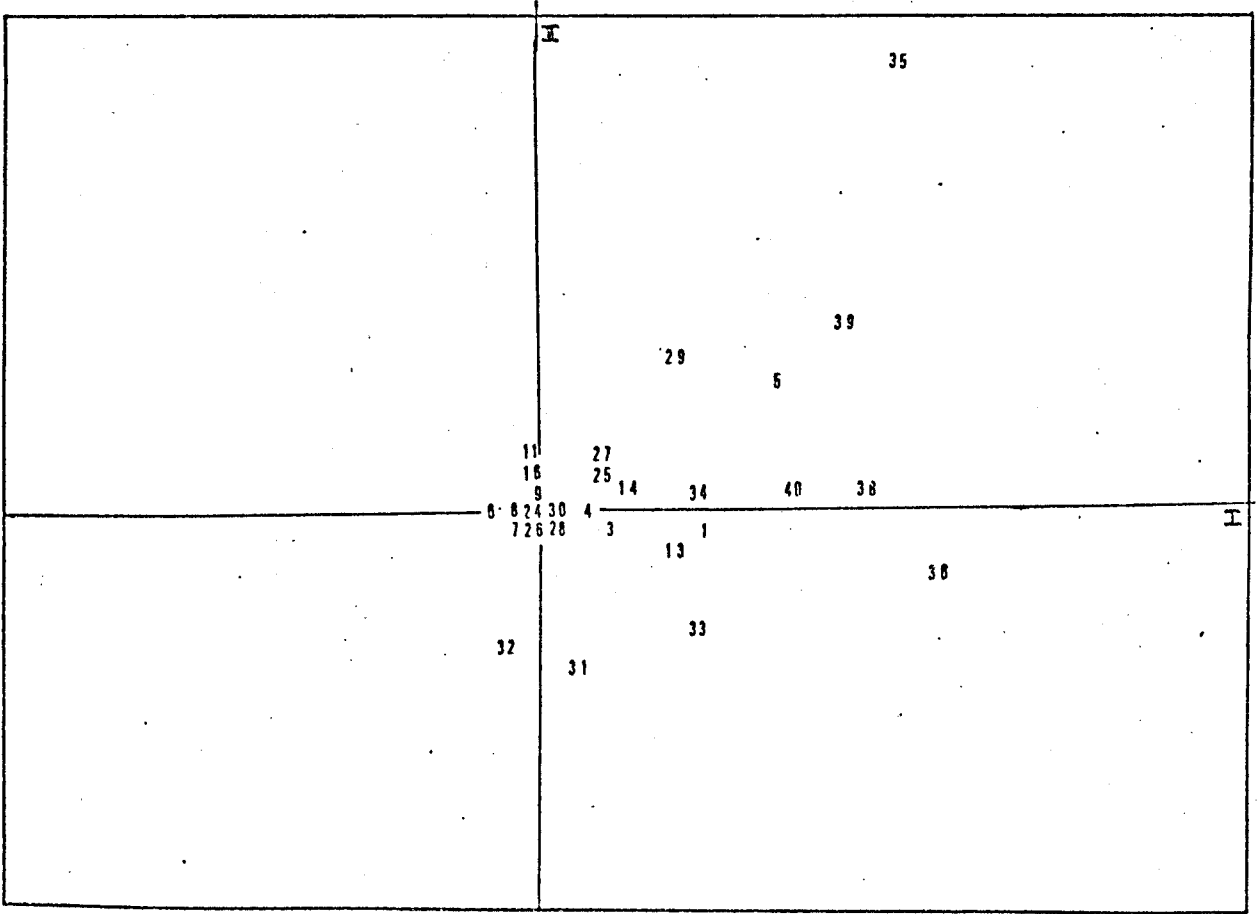
2.1.2.1 - Stabilité des structures observables

Afin de tester la fiabilité des structures spatiales observables, nous avons fait une analyse avec l'indice d'OCHIAI sur deux sous-échantillons pseudo-aléatoires tirés de notre échantillon de 219 thons. Les poissons étant classés dans l'ordre des secteurs et selon un gra -

...



Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 31 A.C.P. centrée (Covariance variables) transformation: $\text{Log}^2(x+1)$.

dient temporel à l'intérieur de chaque secteur, nous avons considéré séparément les poissons de rang pair et ceux de rang impair. L'observation des nuages de points sur les deux plans I.II montre qu'il n'y a pas de redondance entre les structures observées (voir figures 29 et 30). Ceci implique qu'il faudra être prudent, par la suite, dans l'interprétation des structures observables sur notre échantillon !

2.1.2.2 - *Analyses en composantes principales*

. Covariance variables (ACP centrée)

Les parasites dont l'abondance correspond à un ordre de grandeur très supérieur aux autres auront un poids plus grand dans la détermination des composantes. Ainsi, sur l'ensemble des thons, on sépare les individus très parasités des individus peu parasités. Cette même analyse avec une transformation préalable des données par le $\text{Log}^2(x+1)$ fait ressortir le même genre de renseignements. Un poisson i a beaucoup de parasites j (voir figure 31).

. Corrélation variables (ACP centrée réduite)

De la même façon que dans les analyses précédentes, on sépare les thons globalement très parasités, qui appartiennent surtout au secteur 7, des thons peu parasités (secteur 2) aussi bien avec que sans transformation logarithmique des données.

L'ACP centrée réduite simple (fig. 32) montre que les parasites structurants du secteur 2 (n° 2, 6, 7...) s'opposent à tout un ensemble de parasites qui scindent le secteur 7 en deux groupes de poissons correspondant à deux saisons : été et hiver. Il apparaît donc dans le secteur 7 deux faunes saisonnières différentes. Il serait donc intéressant d'étudier la possibilité de boom d'infestation durant certaines saisons, les parasites restant inactifs (sous forme d'oeufs...) durant l'intersaison.

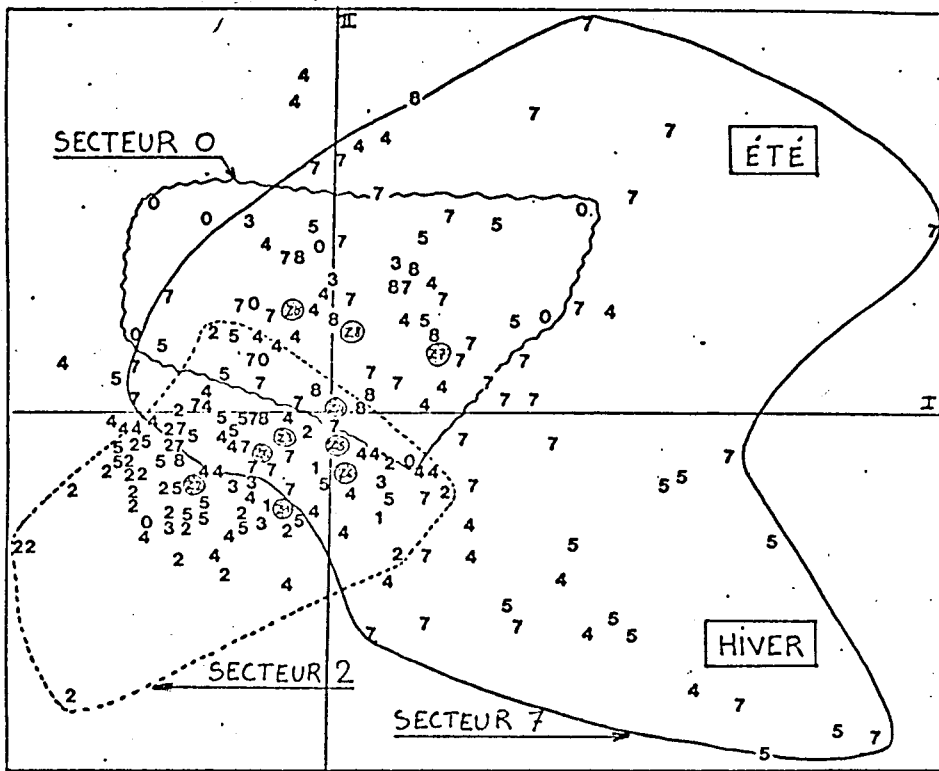
...

D'autre part, il aurait été utile de connaître la position très exacte des prises de thons très parasités du secteur 7 : par exemple, savoir si ces thons ne sont pas liés aux îles d'Anno-Bon ou SaoThome... et qui ne seraient capturables qu'à une saison donnée, ce qui expliquerait en partie les structures en apparence temporelles observées. L'analyse du nuage des points thons indique donc que la situation semble peut-être beaucoup plus complexe que celle prétendant l'existence, dans l'Atlantique, d'un stock nord et d'un stock sud d'Albacores séparés.

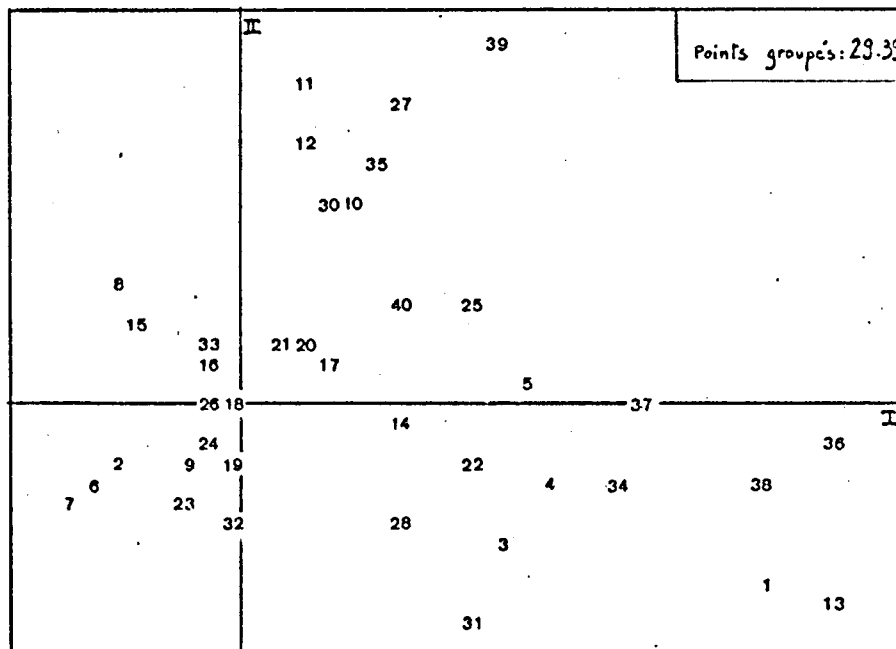
L'analyse de l'espace des barycentres confirme la séparation entre le secteur 2 (voire 1...) et les secteurs 7-8. Les secteurs 3-4-5 semblent être intermédiaires entre ces deux zones nord et sud. Il semble donc que déjà l'on puisse observer un gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée.

L'analyse sur les données transformées par la formule $\text{Log}(x+1)$ (figure 33), confirme les résultats précédents : le secteur 2 (nord) se distingue très bien des secteurs 7 et 8. L'observation du graphe des barycentres des points thons le prouve. Les secteurs 3-4-5 sont groupés au centre du graphique et semblent former une zone mixte, pas plus proche du secteur nord que du secteur sud. Les points 1 et 6 ne sont pas pris en compte en raison du faible nombre d'échantillons qui y ont été récoltés. Une mention particulière peut être donnée au secteur des Antilles (n° 0) qui s'individualise très bien sur l'axe II par rapport aux autres secteurs sensiblement alignés sur l'axe I (sauf le barycentre du secteur 8). Ainsi, l'hypothèse de deux stocks est et ouest atlantique ne semble pas saugrenue. Il est à remarquer que le secteur des Antilles ne se rattache pas plus au secteur 2 (nord) qu'aux secteurs 7-8 (sud du Golfe de Guinée). Ainsi, l'hypothèse de deux stocks nord équatorial (antilles + secteur 1 et 2, voire 3) et sud équatorial (secteurs 7-8...) semble être à rejeter.

L'analyse du plan I.II des variables indique que les parasites 10, 11, 12 se rattachent plus particulièrement au secteur des Antilles. Les parasites 1, 36, 38, 14 etc... seraient plus fréquents au sud du Golfe de Guinée qu'au nord.

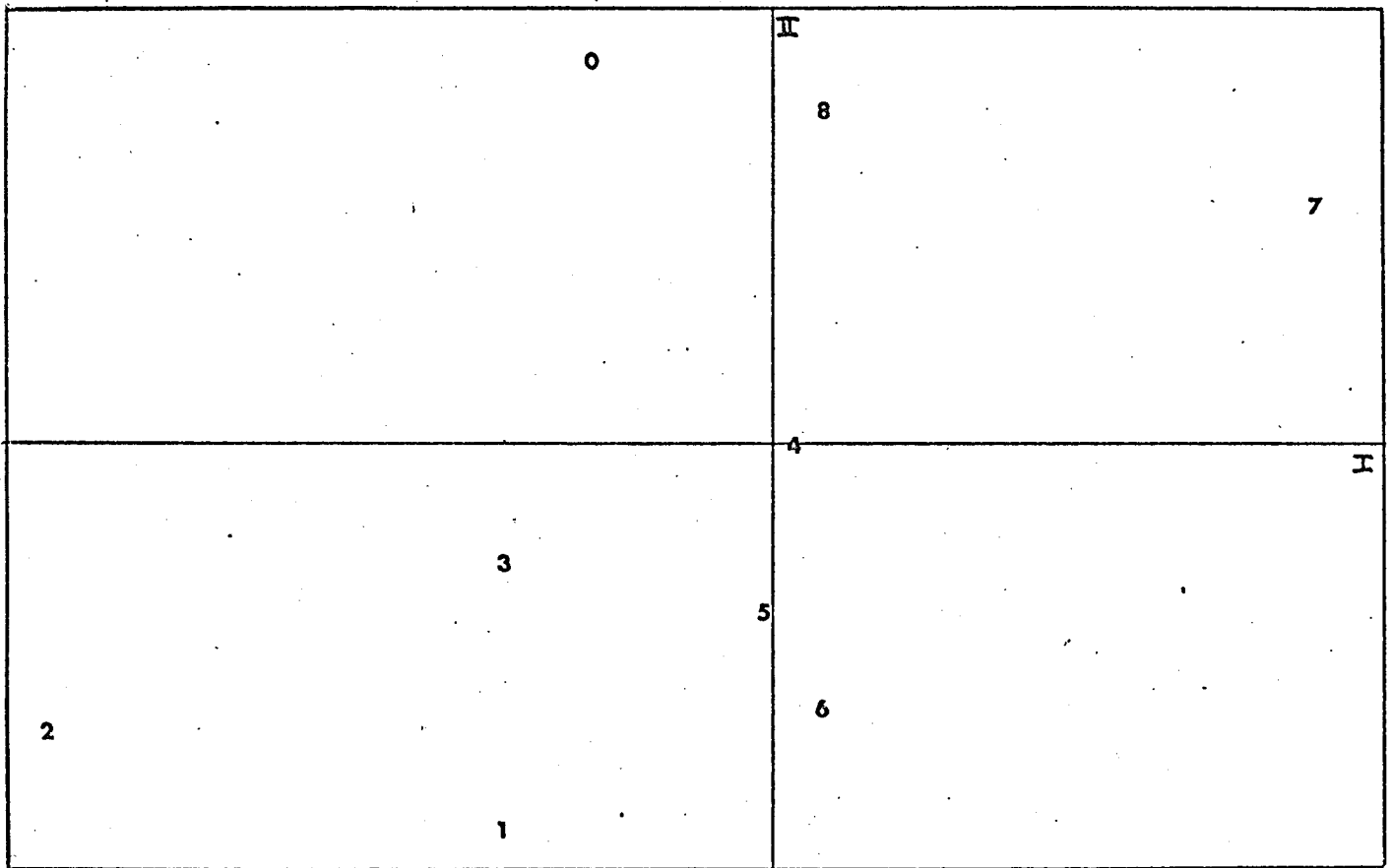
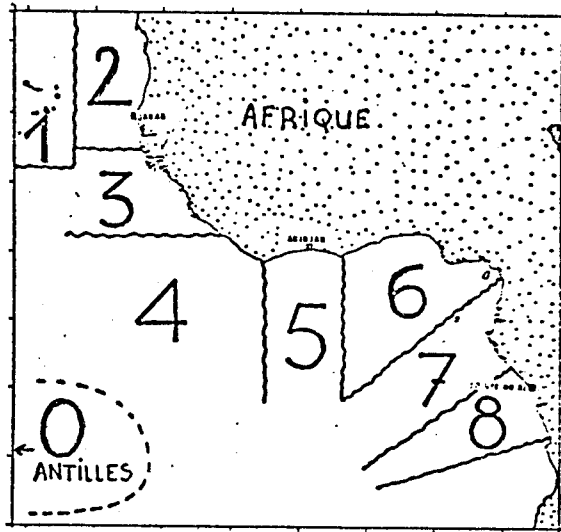


Dessin des observations (Albacores).



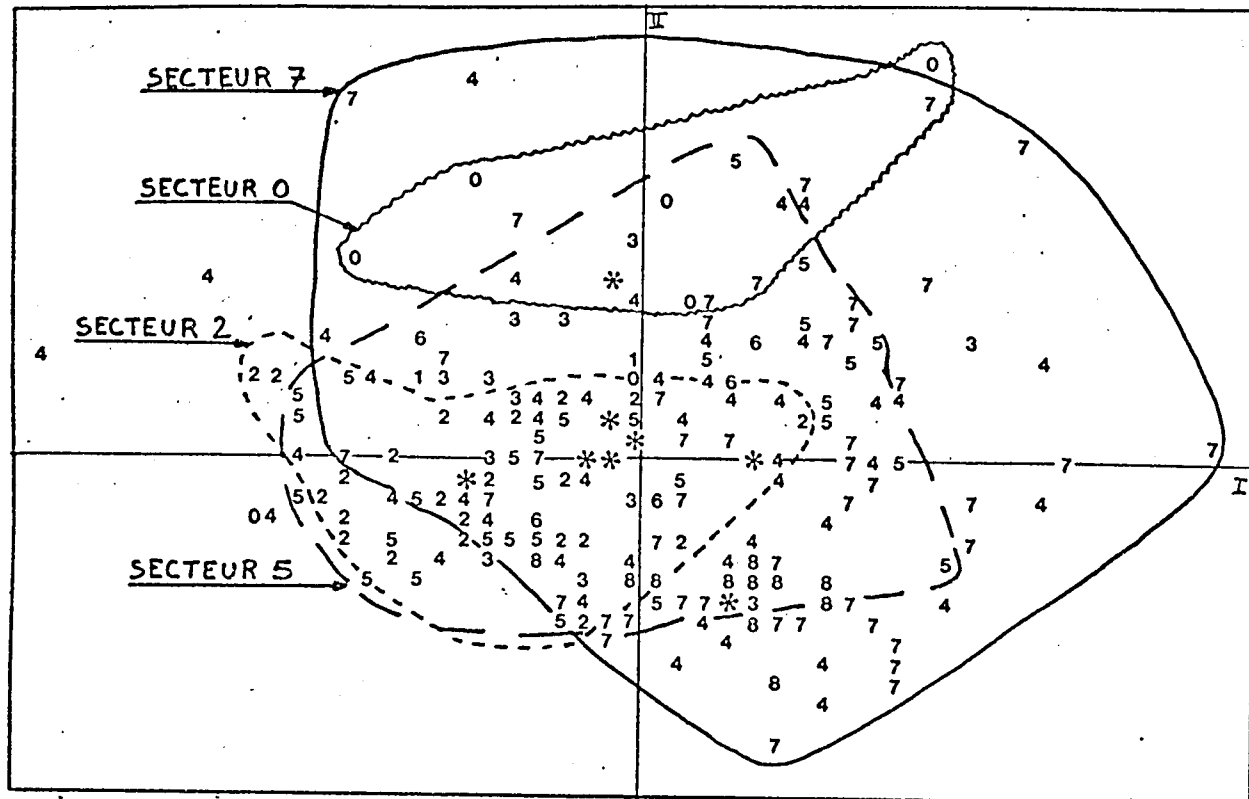
Dessin des variables (parasites).

fig. 32 A.C.P. centrée réduite (Corrélation variables)

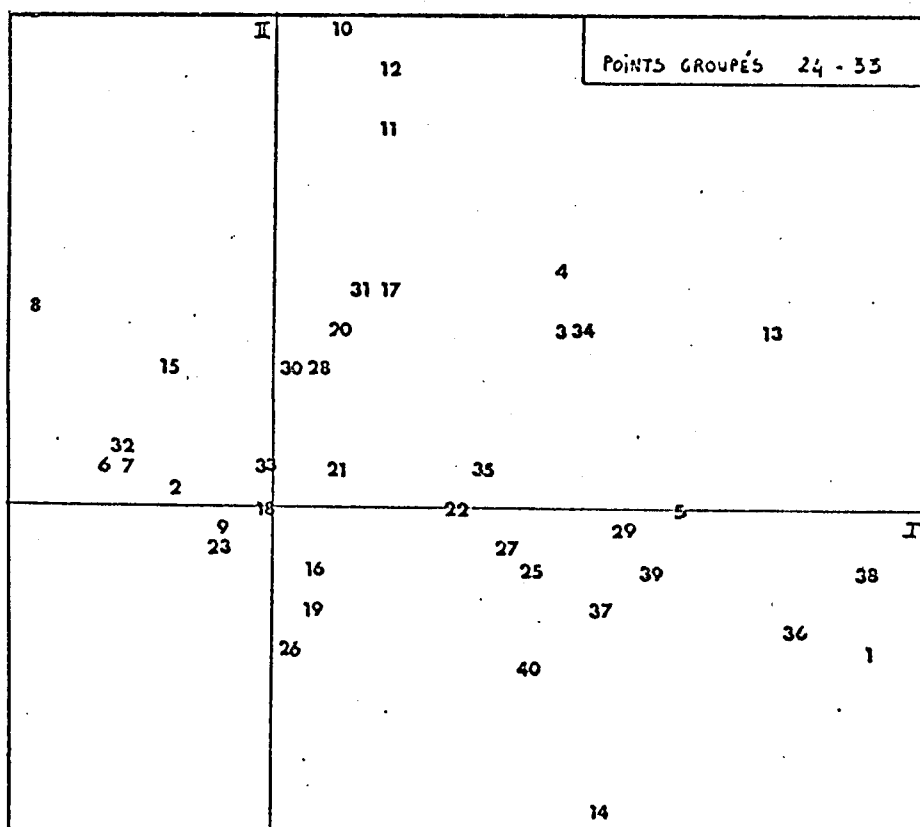


Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 32 (suite) A.C.P. centrée réduite (Corrélation variables)

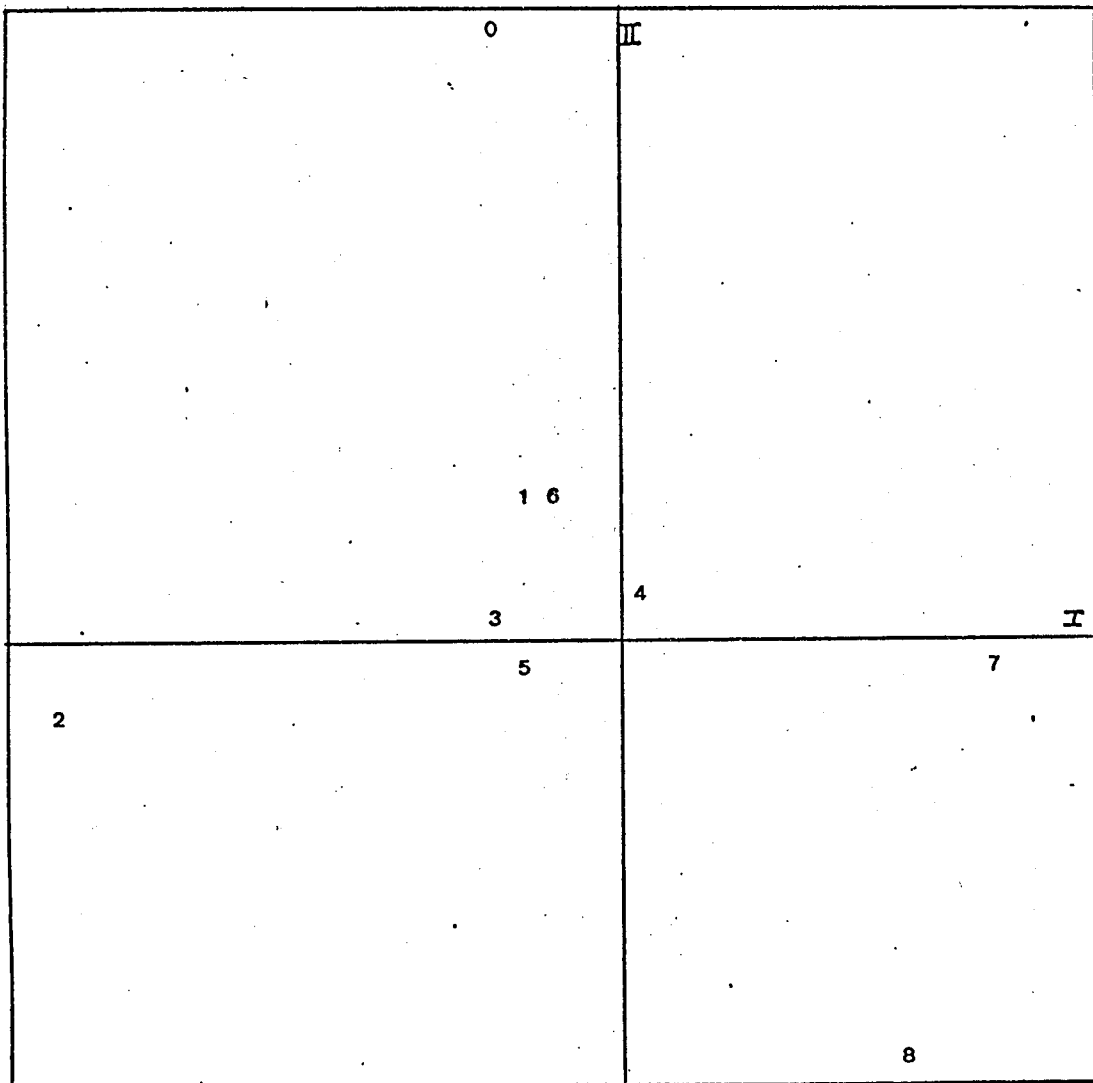
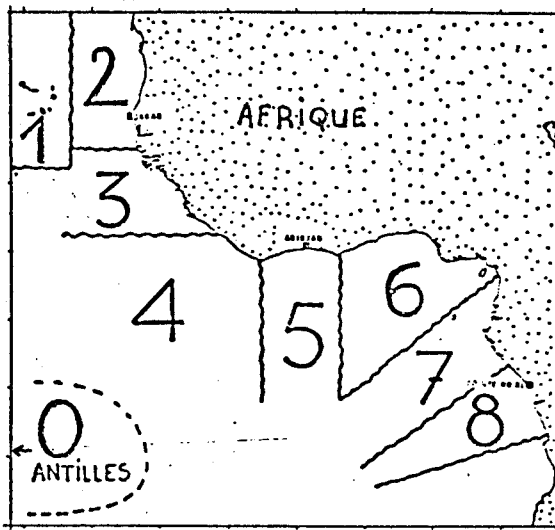


Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 33 A.C.P. centrée réduite (Corrélation variables)
transformation: $\text{Log}(x+1)$.



Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 33(suite) A.C.P. centrée réduite (Corrélation variables)
transformation: $\text{Log}(x+1)$.

2.1.2.3 - *Analyses factorielles des correspondances (AFC)*

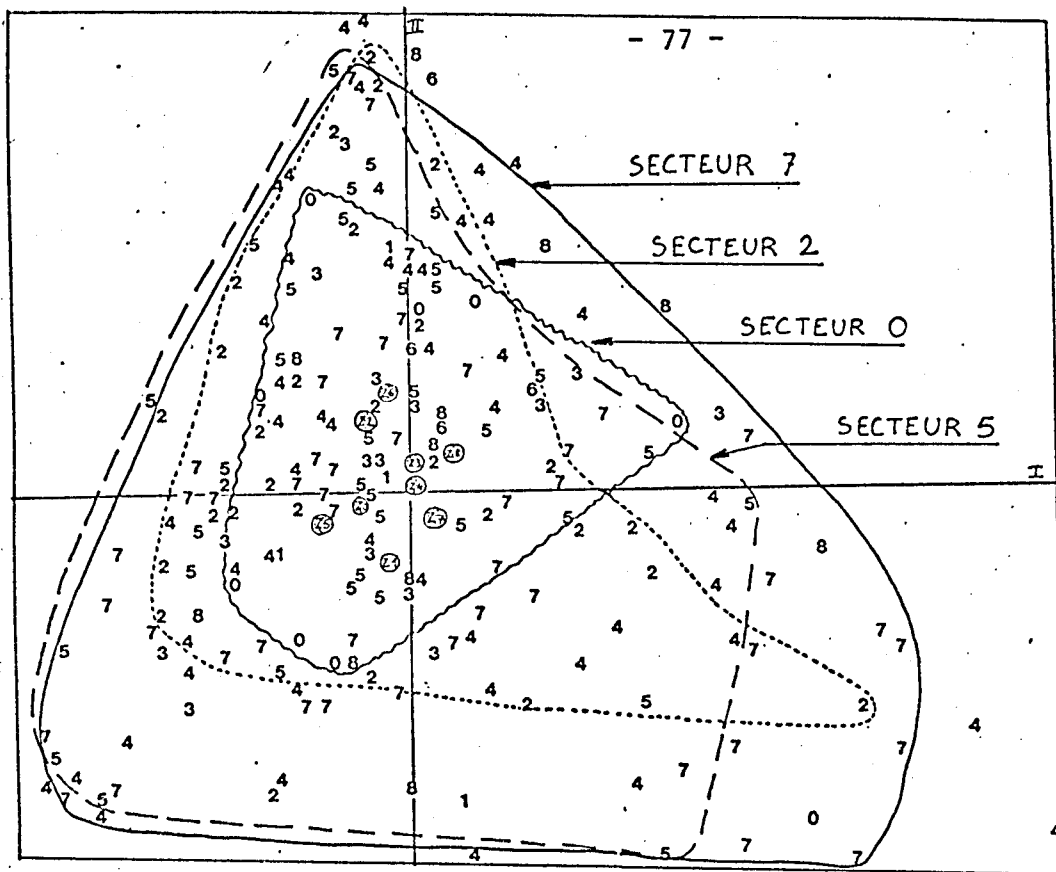
. Données quantitatives

L'A.F.C. sur les données brutes (figure 34) n'a pas dégagé de structures facilement interprétables.

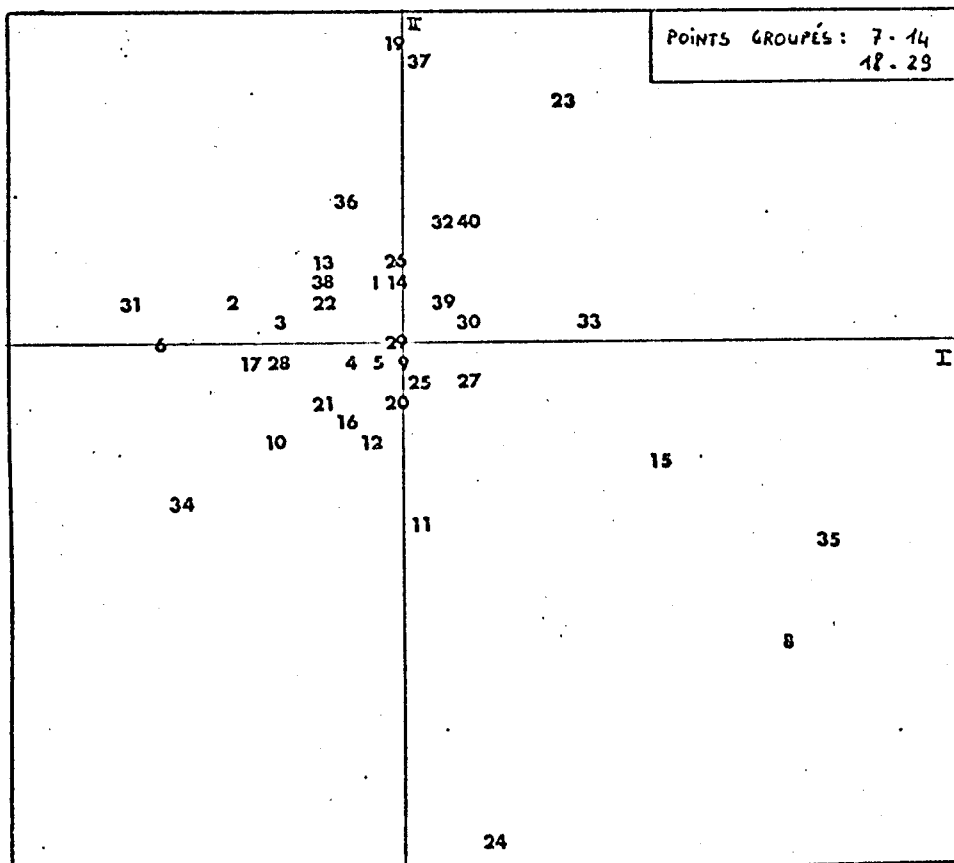
L'observation de la structure des barycentres et de l'espace des variables n'apporte pas plus de renseignements que l'espace des observations : les barycentres se répartissent "uniformément" dans le plan. Cependant, on peut remarquer que les barycentres des secteurs 1 et 2 ne sont pas proches des barycentres des secteurs 7 et 8. Les secteurs 7 et 8 semblent être caractérisés plus spécialement par les variables 35, 8, 33... alors que le secteur 2 a un profil dominé par les variables 19, 37, 36... Néanmoins, on ne peut rien conclure de cette analyse, de façon correcte, sur les structures des populations d'albacores.

Nous avons donc utilisé la transformation en $\text{Log}(x+1)$ (voir figure 35). Les résultats, plus nets, exhibent néanmoins des structures d'interprétation délicates. Les structures restent peu claires et seuls les secteurs 2 (nord du Golfe de Guinée) et 7 (sud) sont relativement séparés quoique toujours sécants. Le secteur 0 (Antilles), bien individualisé, semble être caractérisé par une faune particulière et, sous l'hypothèse "parasites bon marqueurs biologiques", on pourrait penser à l'existence de stocks atlantiques est-ouest distincts. Des observations d'ordre biologique allant dans le sens de deux stocks à caractères indépendants ont déjà été faites par POSTEL (1966), ZHAROV (1967), WISE et LE GUEN (1969). Le faible nombre de parasites prélevé dans le secteur des Antilles ne nous permet pas de conclure de façon définitive. Il faudrait, bien sûr, plus d'observations.

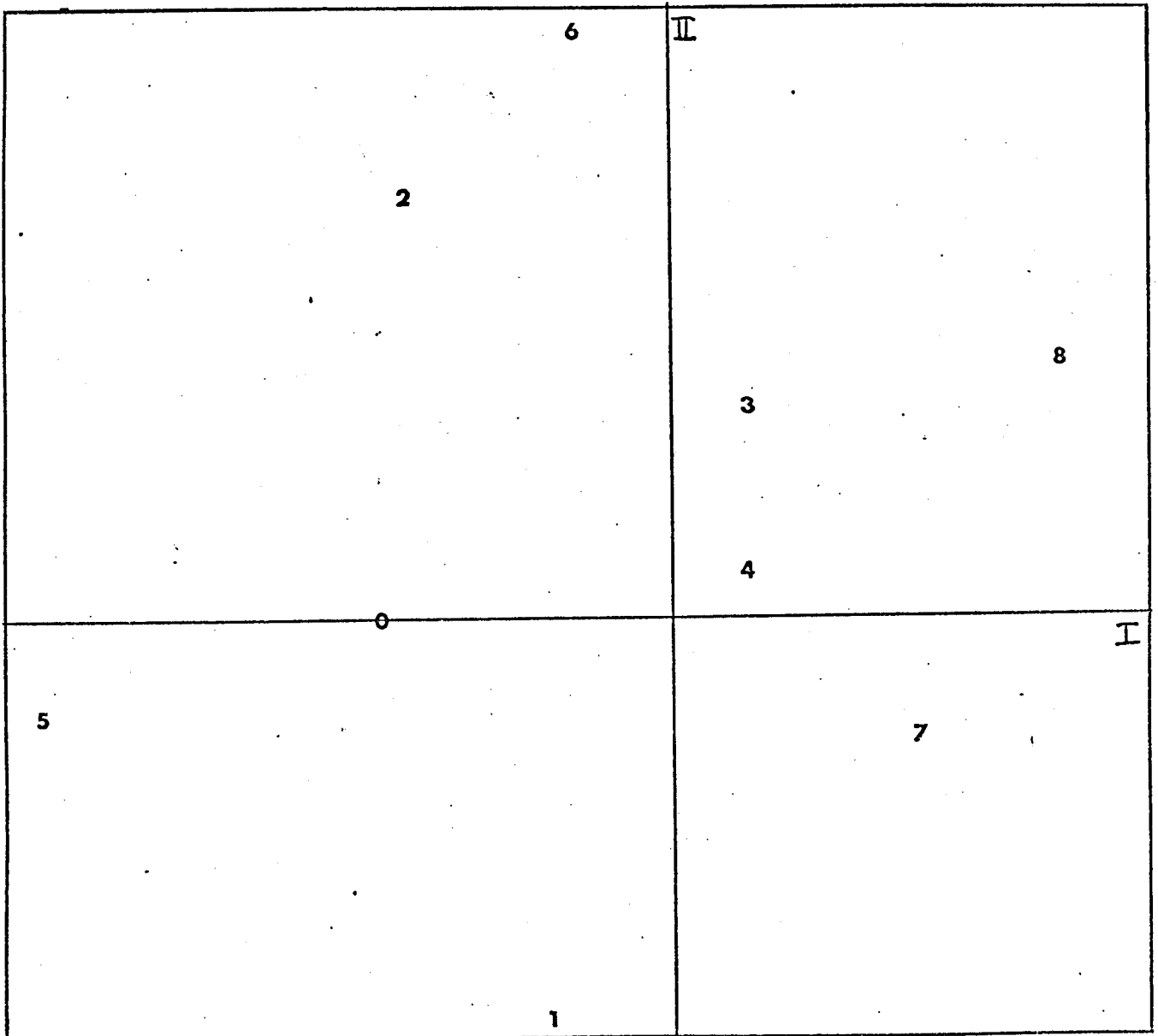
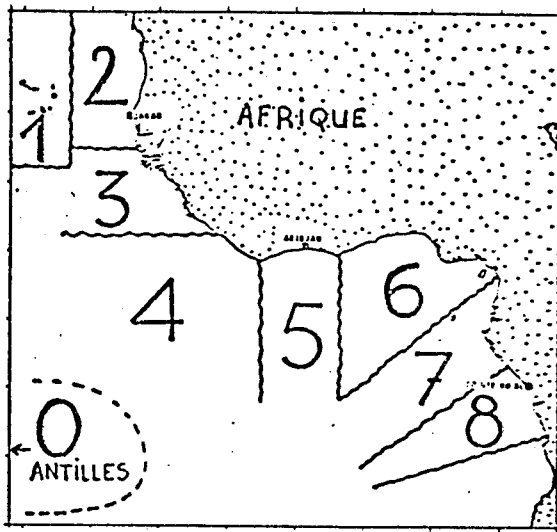
L'observation du plan I.II des barycentres des observations montre une nette séparation des secteurs 7-8 et du secteur 2, les secteurs 1 et 6 étant peu échantillonnés peuvent être considérés ici comme particuliers. Les secteurs 3-4-5 occupent le centre du graphique et sont relativement proches les uns des autres. Ce qui tendrait à dire qu'ils peuvent être plus ou moins confondus. Ce graphique semble montrer un



Dessin des observations (Albacores).

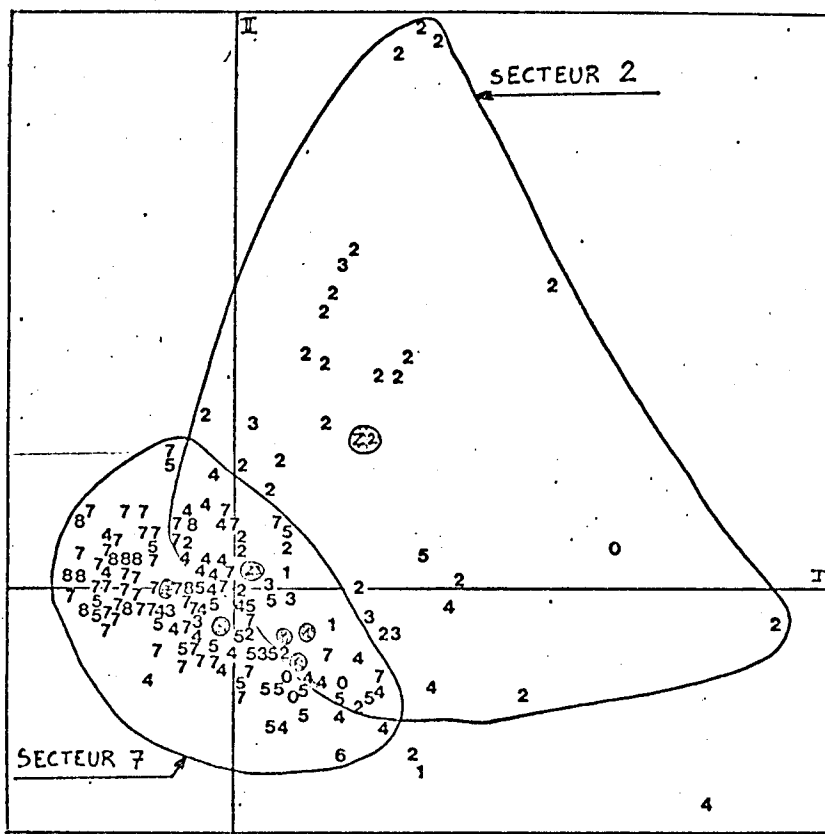


Dessin des variables (parasites).

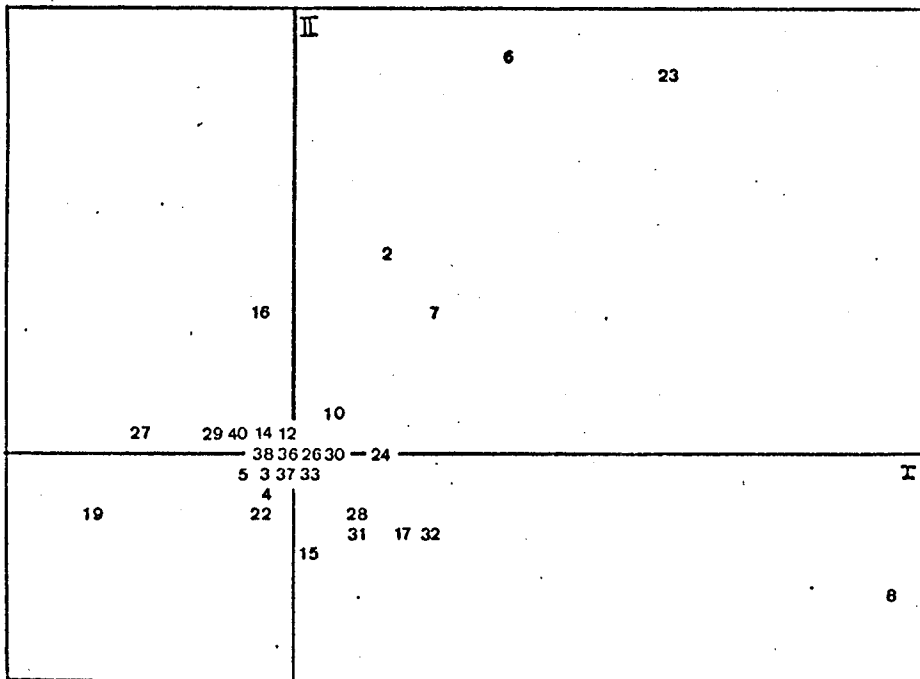


Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 34 (suite). Analyse Factorielle des Correspondances.

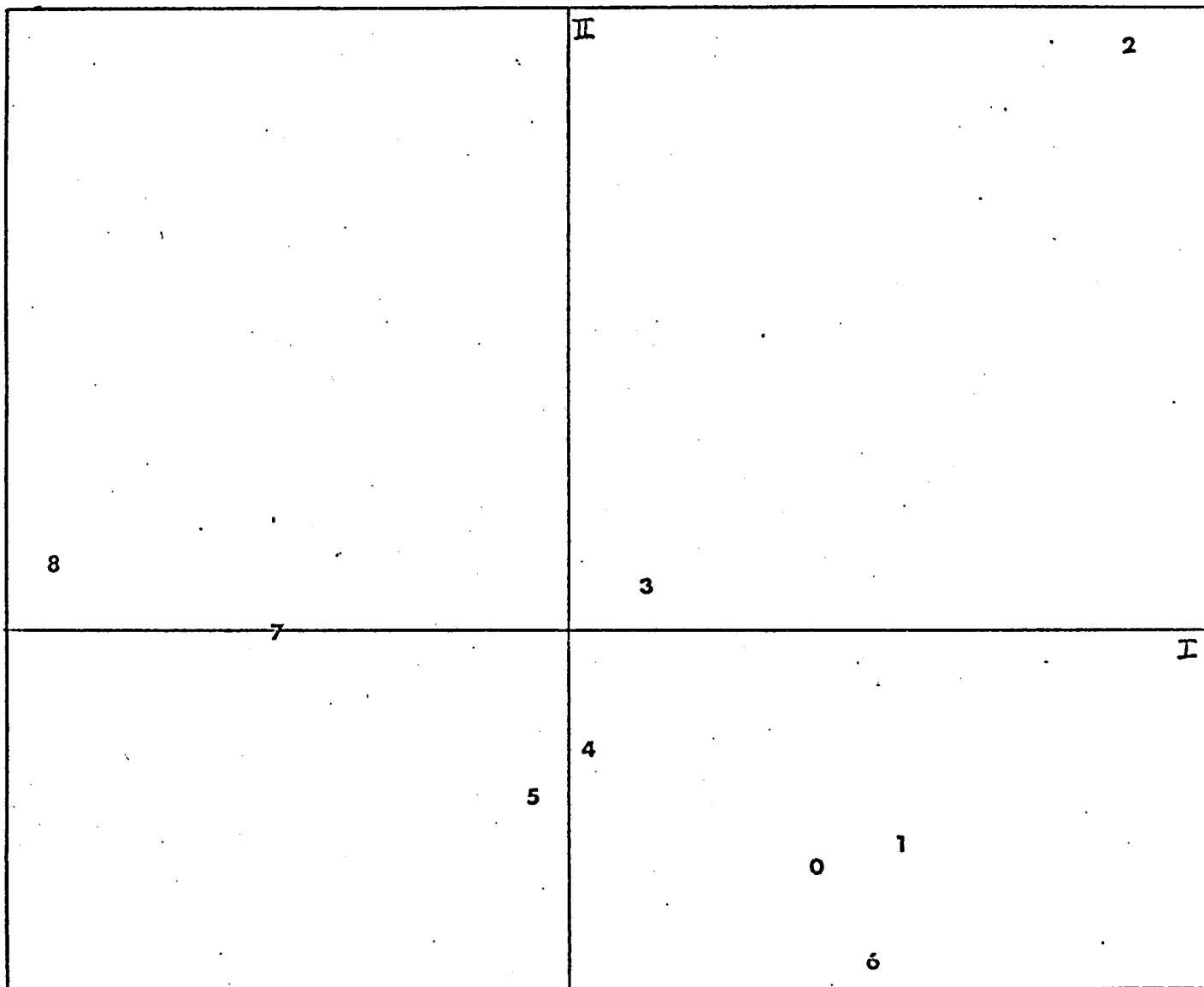
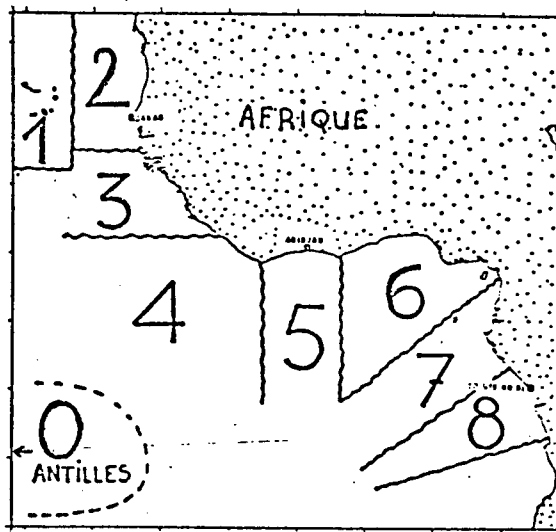


Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 35 Analyse Factorielle des Correspondances
 transformation: $\text{Log}(x+1)$.



Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 35 (suite). Analyse Factorielle des Correspondances transformation: $\text{Log}(x+1)$.

gradient nord-sud Golfe de Guinée relativement net au niveau des barycentres et l'on serait presque tenté d'avancer l'hypothèse de groupes nord (secteur 2), sud (secteur 7-8) et mixte (secteurs 3,4,5) avec cependant un rapprochement 4-5 et une légère troncature 3-4.5. Le secteur des Antilles (n° 0) a un barycentre qui semble s'individualiser.

L'observation du plan des variables correspondant indique des profils parasitaires différents pour ces secteurs.

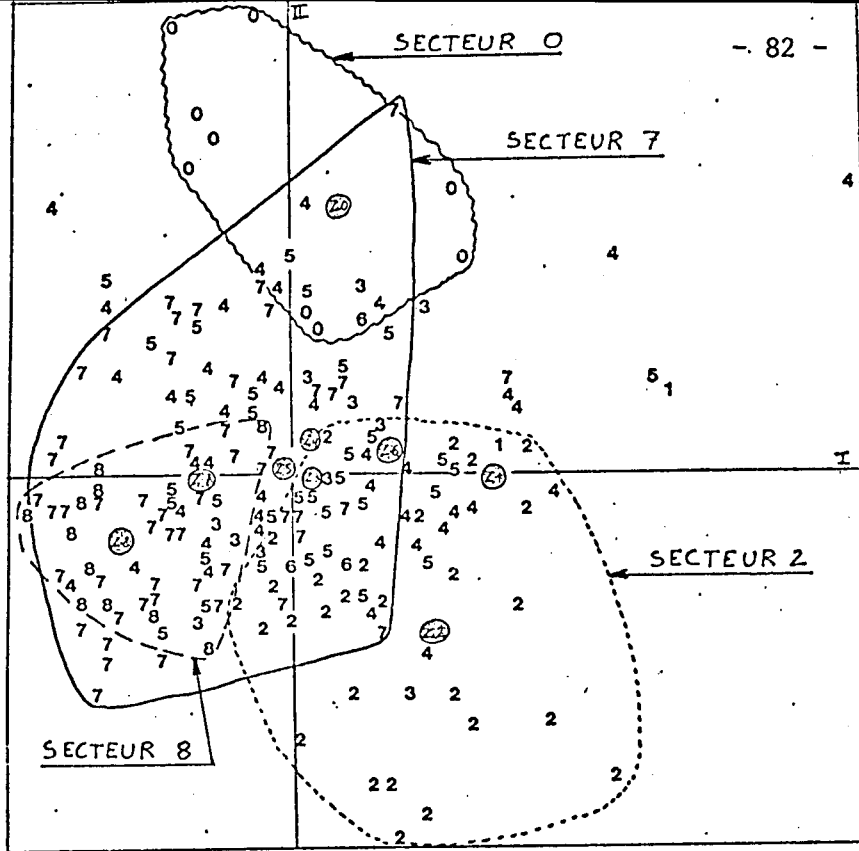
Ainsi, le secteur 2 paraît être caractérisé par les parasites n° 6, 23, 2, 7... alors que les secteurs 7 et 8 le seraient par les parasites n° 19, 27, 29... Le secteur des Antilles aurait un profil parasitaire accentué par les parasites n° 15, 31, 28, 17, 32...

. données qualitatives

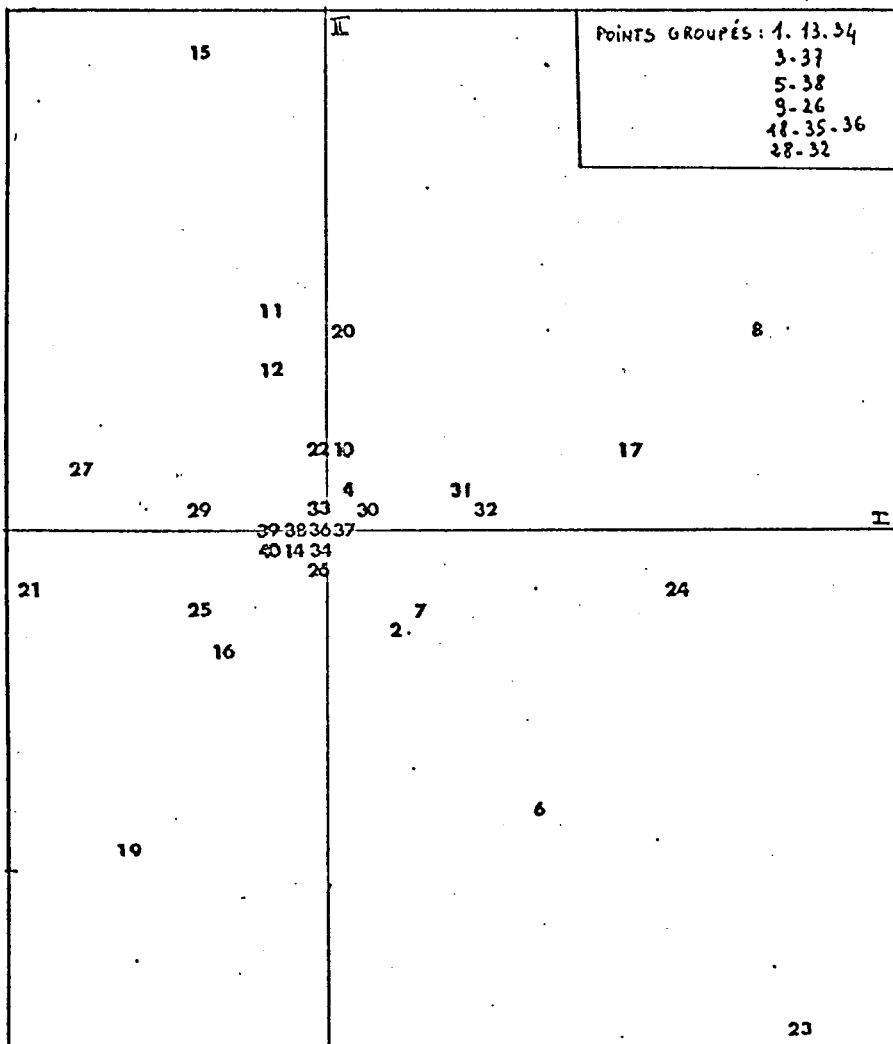
Le passage au codage logique en deux états (présence, absence) est une cause de perte d'information. Cependant, en présence-absence, la distance du χ^2 utilisée en AFC donne plus de poids à la présence simultanée d'une espèce rare que d'une espèce fréquente, ce qui est intéressant ici. Mais, de la même façon, on privilégie la double absence d'une espèce fréquente, ce qui, nous l'avons vu, est une information délicate à interpréter en parasitologie.

L'A.F.C. "en qualitatif" (figure 36) fait cependant ressortir les secteurs 2 et 7 qui s'individualisent à peu près. Toutefois, on remarque l'existence d'une intersection de ces deux secteurs. Les points communs représentent d'ailleurs les mêmes poissons que ceux que l'on a pu observer à l'intersection des secteurs 2 et 7 de l'AFC précédente (données quantitatives, transformation Log (x+1)). Ainsi, ces poissons se distinguent aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Il y a en quelque sorte redondance entre les deux analyses. Cependant, l'existence même de ces poissons "communs" aux secteurs 2 et 7 empêche toute conclusion précise, avec l'observation des parasites, sur la possibilité de deux stocks guinéens totalement indépendants.

...

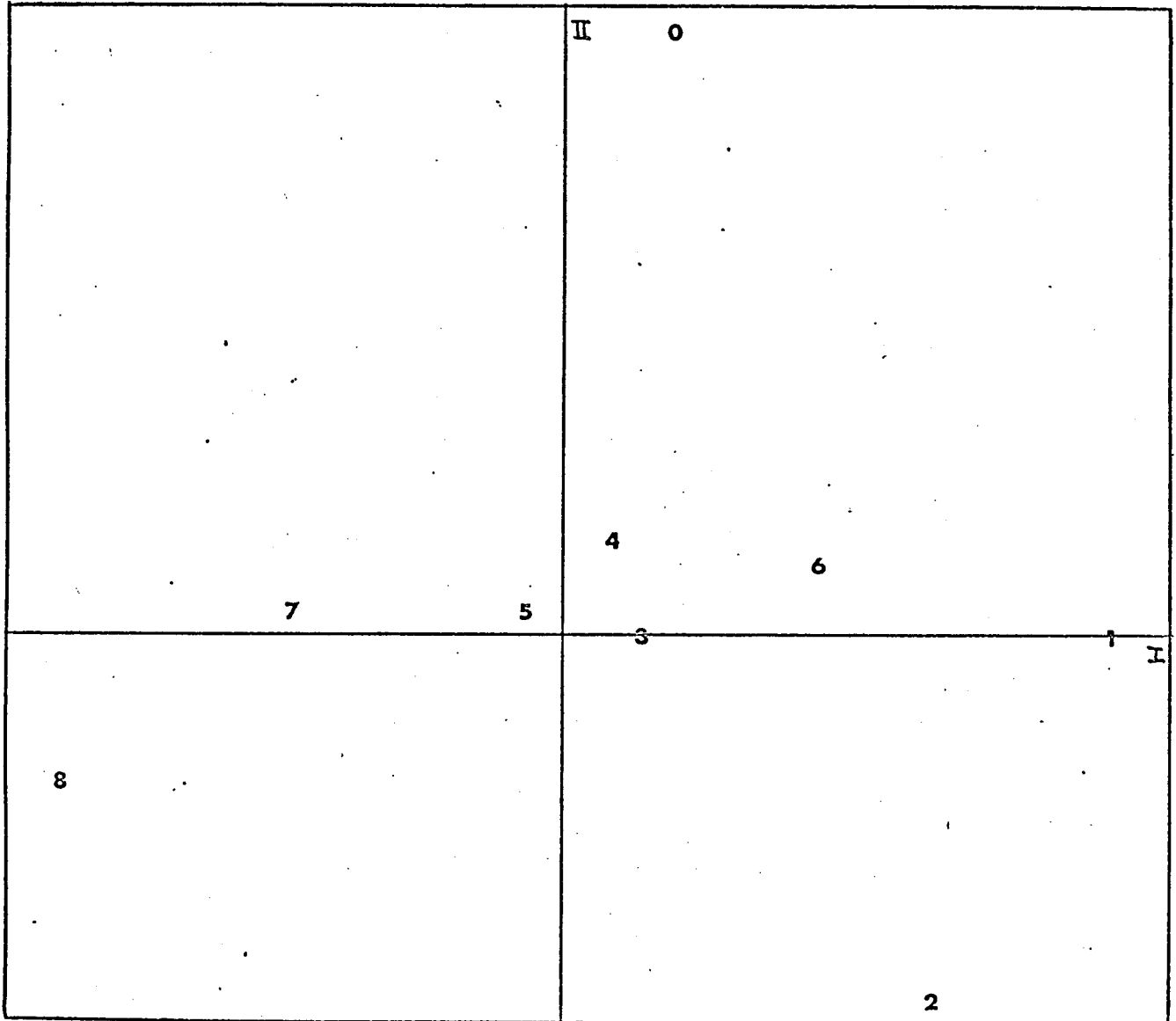
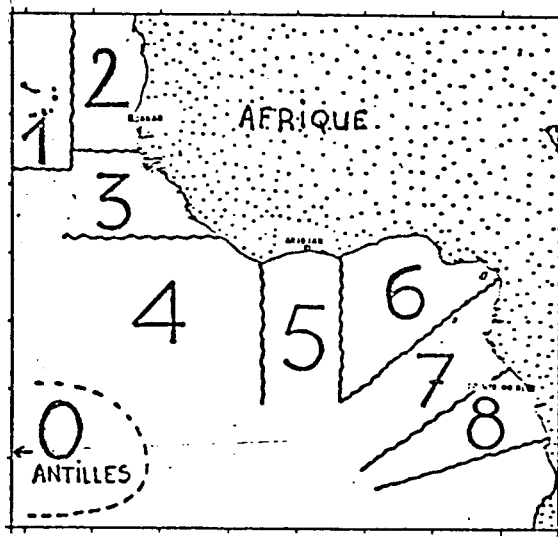


Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 36 Analyse Factorielle des Correspondances
transformation en qualitatif



Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 36 (suite) Analyse Factorielle des Correspondances transformation en qualitatif.

D'autre part, aucune structure nette d'ordre temporel n'a pu être mise en évidence. De même, la taille des poissons ne semble pas jouer de façon importante dans l'élaboration des structures observées.

Les variables les plus structurantes semblent être les parasites n° 19, 21, 27, 25, 6, 23, 24, 17, 8, 23 pour le gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée, où les barycentres des nuages des thons correspondant aux secteurs géographiques se détachent bien sur l'axe I.

Il existe une certaine redondance avec l'A.F.C. simple au niveau des variables 8 (secteur sud : 7 et 8) et 19 (secteur 2). Cependant, on remarque une contradiction entre les variables structurant les profils des secteurs nord et sud du Golfe de Guinée et les variables définissant ces mêmes profils dans l'analyse AFC avec la transformation logarithmique des données.

Les barycentres des secteurs 1 et 2 sont bien opposés à ceux des secteurs 7 et 8. Et on a bien l'impression d'une succession géographique des secteurs selon un axe nord-sud dans le Golfe de Guinée. Les secteurs 3, 4 et 5 semblent plus flous (barycentres rapprochés). Le barycentre du secteur Antilles (n° 0), est très excentré par rapport à l'ensemble des autres secteurs. Il semble lié à la variable n° 15 (*Sibitrema poonui*) qui caractérise le plus le profil parasitaire de ce secteur (déjà mis en évidence par AFC Log(x+1)).

. Discussion des AFC

Les AFC peuvent nous faire penser à l'existence de zones d'infestation différentes selon lesquelles on ne puisse établir qu'un simple gradient géographique guinéen nord-sud. Cependant, on peut déjà penser que les parasites ne sont pas de bons marqueurs biologiques des stocks (en admettant que ceux-ci existent). En effet, on peut penser que :

- les migrations des Albacores homogénéisent les populations de poissons vis-à-vis de leur faune parasitaire,

- les parasites n'étant pas en zonation géographique nette, rendent les structures spatiales des thons floues.

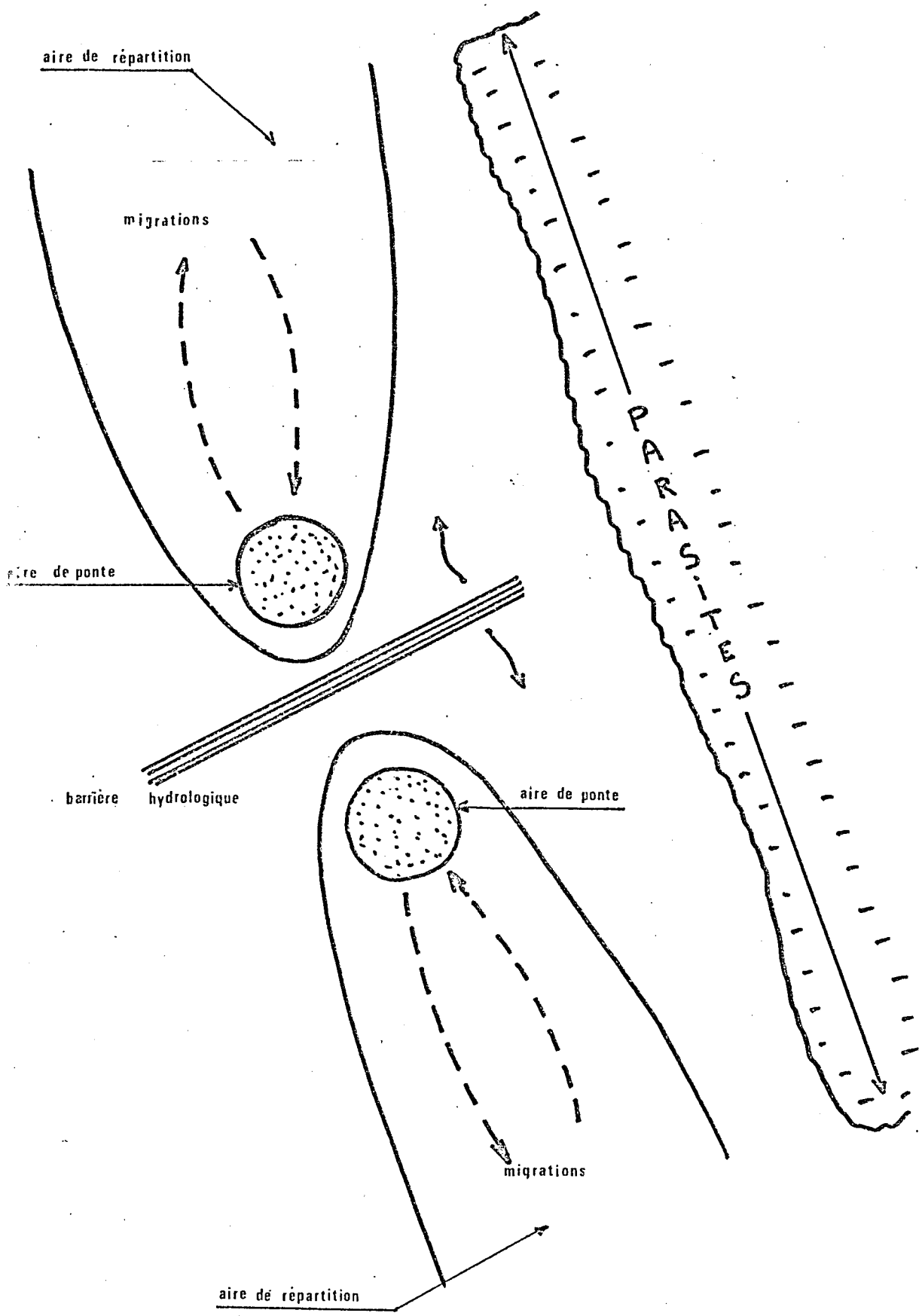


figure 37

- l'interaction de ces deux hypothèses implique une mauvaise discrimination spatiale des thons dans les analyses.

D'autre part, un problème non négligeable peut aussi être soulevé : le parasitisme est-il chez l'Albacore un indicateur de son passé récent ou prend-il en compte "l'histoire" du poisson depuis sa naissance ? De même, la faune parasitaire d'un poisson est-elle remplacée par une faune nouvelle lorsque les conditions d'infestation changent ou observe-t-on une cumulation de faunes parasitaires ? Les parasites reflètent-ils les conditions du milieu dans lequel vit le poisson ?

Toutes ces réflexions sont importantes car elles conditionnent la validité des conclusions des analyses. Par exemple, sans réponse à ces questions, l'observation de structures spatiales floues peut être interprété de façon très différente :

- soit les Albacores possèdent réellement une faune parasitaire similaire, (mais ceci ne veut pas dire forcément qu'il n'existe pas de populations distinctes de poissons que les parasites ne peuvent pas mettre en évidence).

- soit les migrations d'Albacores homogénéisent les populations et c'est statistiquement que les groupes de poissons ont le même profil parasitaire, alors qu'originellement, on a pu avoir des poissons d'origines diverses, de profils parasitaires distincts, et qui se sont mélangés (donc pas de stocks distincts).

Il ne faut pas non plus oublier que l'on peut être en présence de deux populations différentes, séparées même par des barrières naturelles (structures hydrologiques...), à reproduction différente dans l'espace voire aussi dans le temps, donc sans échange d'un groupe à l'autre et qui seraient homogénéisées dans les analyses par les parasites pouvant être éventuellement même répartis selon un gradient géographique. L'homogénéisation pourrait même être accentuée par le déplacement des barrières hydrologiques... La figure 37 illustre par un schéma très simple ce type de situation. On voit alors apparaître un gradient qui est en fait celui des parasites.

...

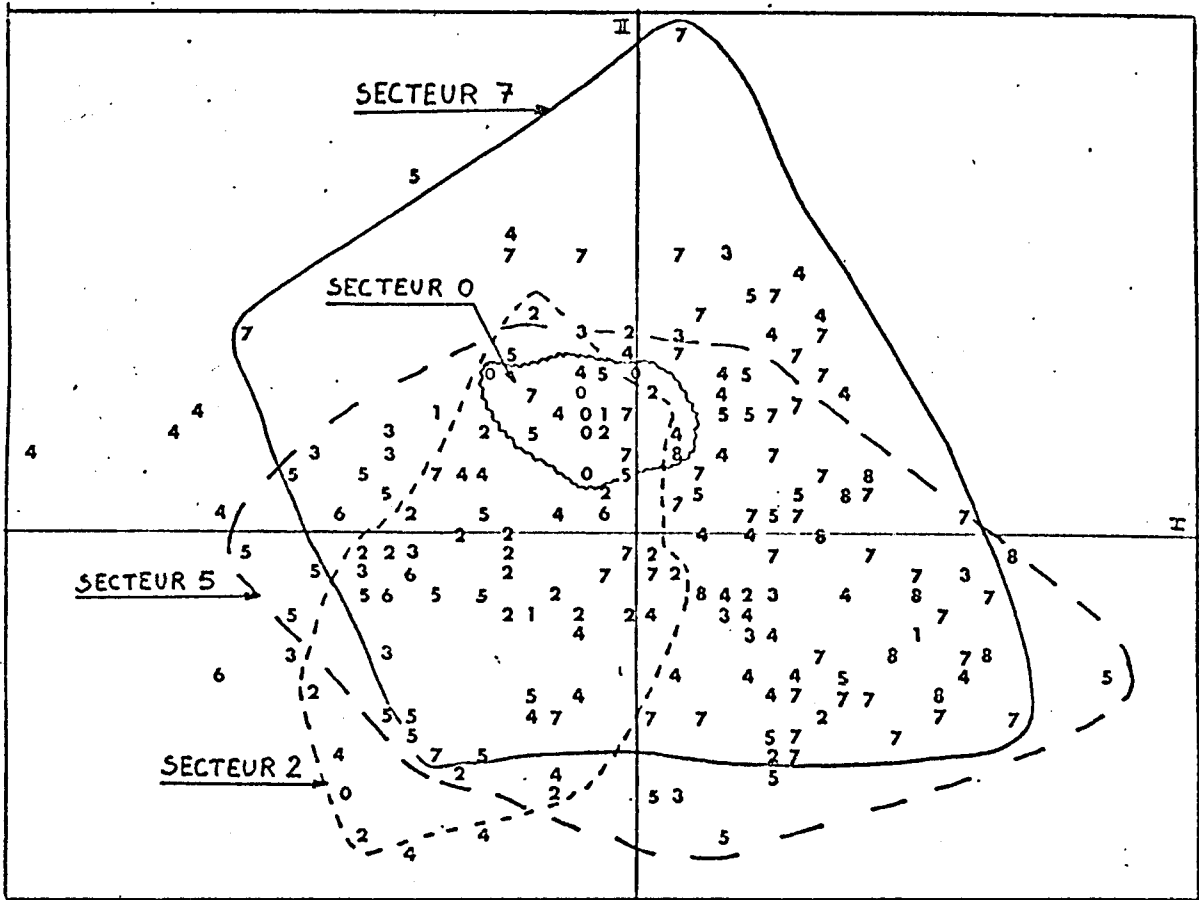
2.1.2.4 - Analyse avec indice d'OCHIAI

Le plan des axes I.II montre des structures discriminant grossièrement les thons selon une répartition spatiale (voir figure 38). Cependant, ces structures sont toutes sécantes, voire emboîtées. Les conclusions à en tirer en matière de détermination de stocks d'Albacores distincts sont donc, nous l'avons vu, difficiles. D'autre part, aucune influence temporelle précise (année, saison...) ne semble pas jouer dans l'établissement des structures observées.

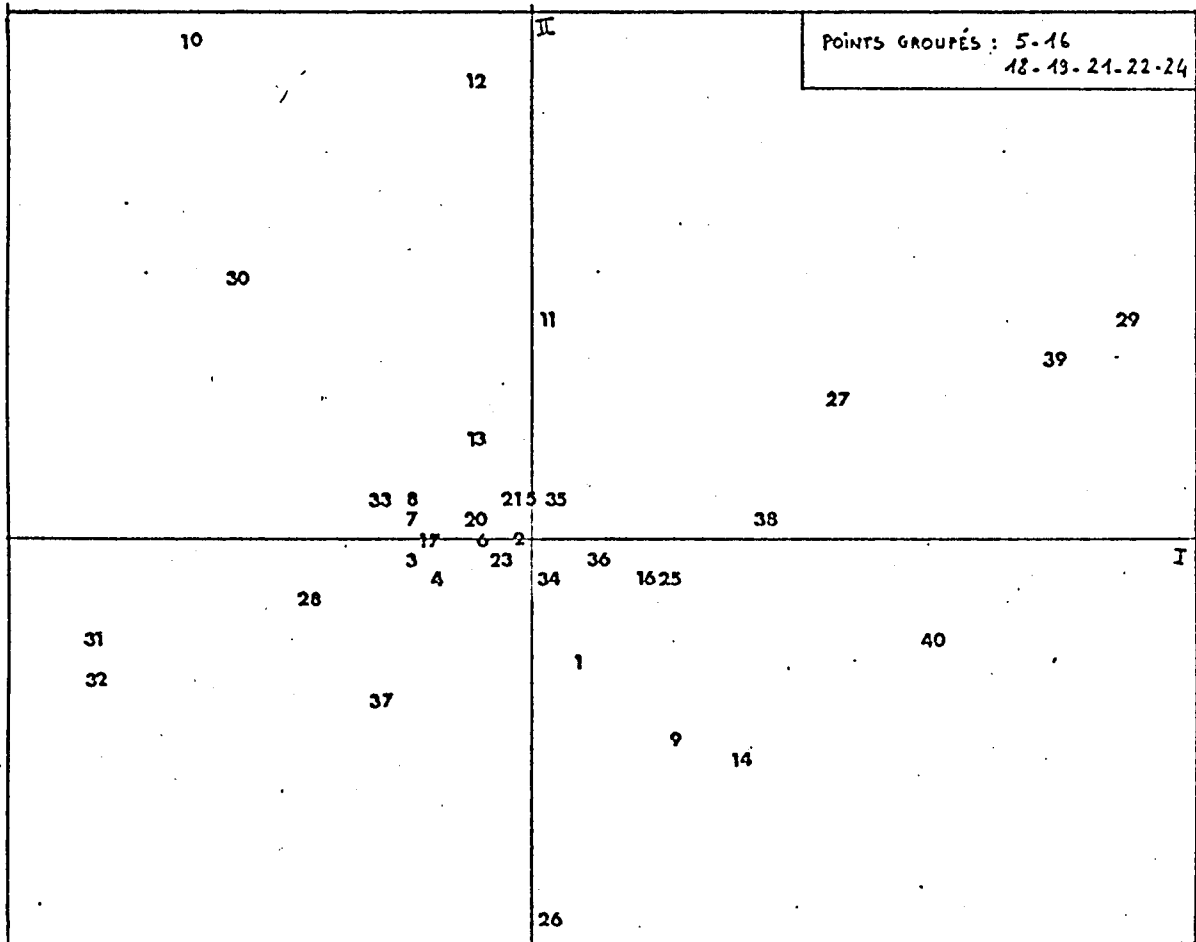
L'observation des barycentres des secteurs sur le plan I.II confirme la répartition spatiale des Albacores. Les secteurs 1 et 6 peuvent ne pas être pris en compte en raison de leur faible nombre d'observations par rapport aux autres secteurs. Cependant, les barycentres semblent s'aligner correctement sur l'axe I selon un gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée. Le secteur 2 (nord) est bien séparé des secteurs 7 et 8 (sud) qui sont rejetés plus à droite sur le graphique. Le secteur 2 semble en effet plus proche des secteurs 3,4,5 que ne le sont les secteurs 7 et 8. Ceci tendrait à confirmer l'hypothèse de deux stocks nord et sud dans le Golfe de Guinée, relativement indépendants avec cependant une légère troncature dans le stock nord (sc 1.2 d'un côté et 3,4,5 de l'autre) n'excluant pas des échanges entre ces deux sous-groupes.

Le barycentre du secteur Antilles (n° 0) semble être bien distinct et plus lié à l'axe II que le reste des barycentres. Ce secteur est donc "indépendant" de l'ensemble des autres et ne semble pas plus lié aux secteurs nord du Golfe de Guinée que sud. Ainsi, comme pour les analyses précédentes (notamment AFC qualitatif) il semble que l'axe I soit plus lié aux variations nord sud dans le Golfe de Guinée et que l'axe II fasse ressortir les différences est-ouest dans l'Atlantique. Les deux axes étant perpendiculaires, ces deux sources de variation sont donc indépendantes.

L'analyse du plan des variables fait ressortir un profil parasitaire axé sur les parasites 31, 32, 28, 37... pour les secteurs 1.2 et 38, 27, 40, 39, 29, 14... pour les secteurs 7 et 8. Le secteur des Antilles semble être caractérisé par les parasites n° 10, 12, 30, 11, 13...

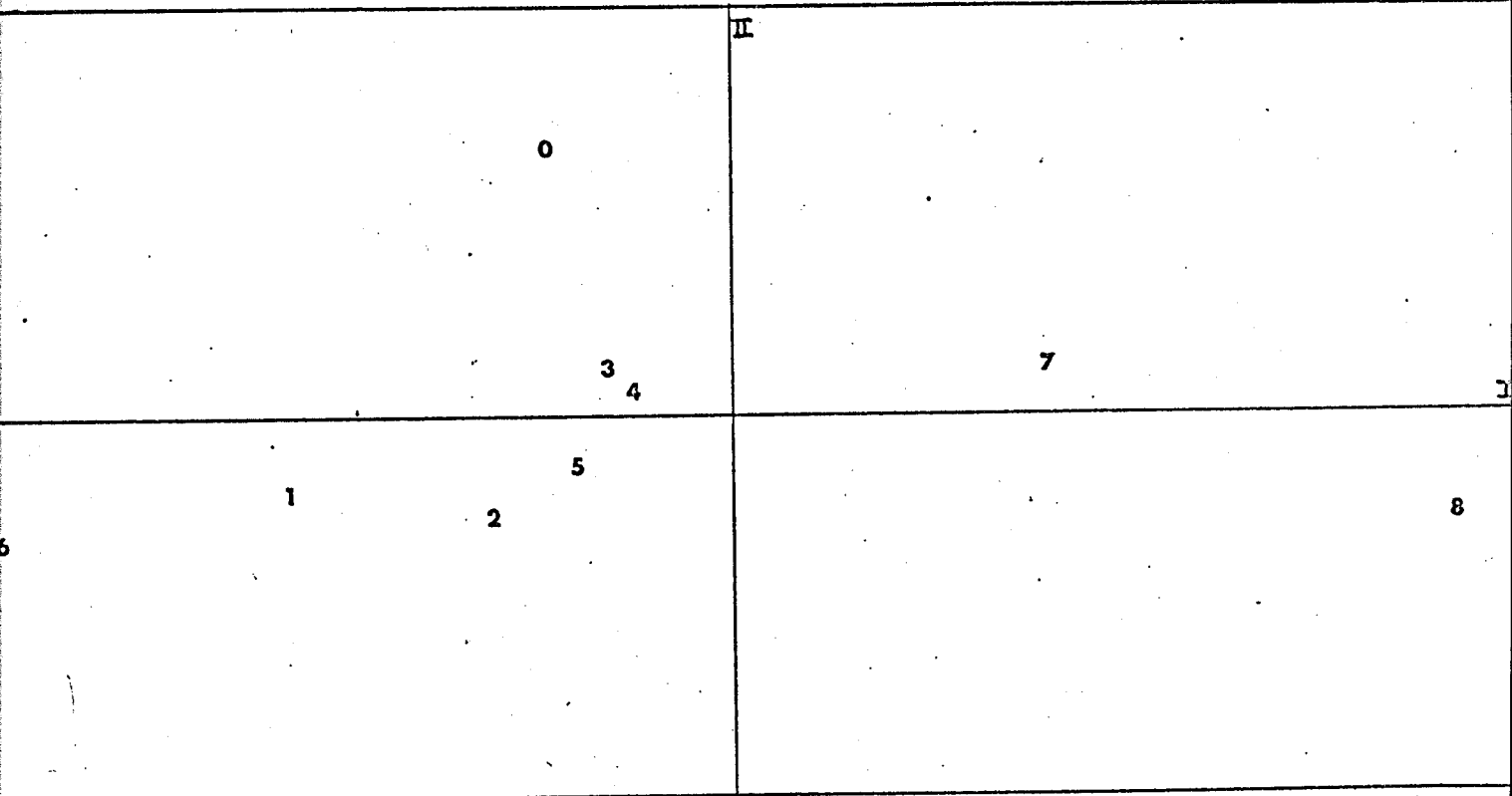
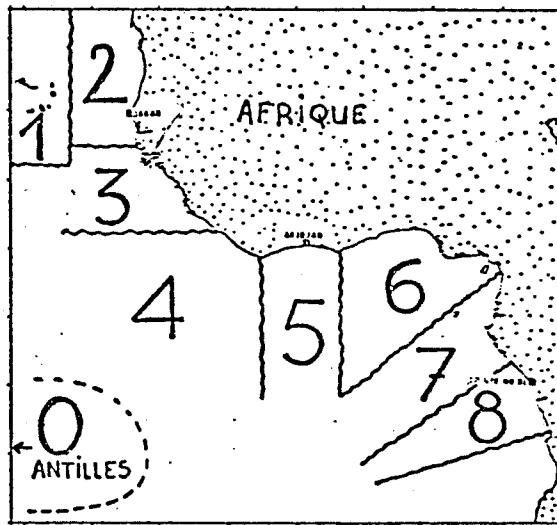


Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 38' Analyse avec l'indice d'OCHIAI.



Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 38 (suite) Analyse avec l'indice d'OCHIAI.

2.1.3 - Récapitulation

On peut dire que quelque soit le type d'analyse qualitative ou quantitative effectuée, on observe un gradient géographique nord-sud, souvent flou il est vrai, dans le Golfe de Guinée. On peut souligner aussi que si les analyses avaient fait ressortir un réel gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée, les secteurs étant "rangés" correctement selon ce gradient, même si les structures avaient été sécantes, on aurait pu conclure de façon plus intéressante quant à la possibilité d'avoir une structure géographique générale des populations d'Albacores (le problème de l'appartenance d'un poisson précis à un groupe géographique particulier resterait tout de même entier en raison des structures sécantes). Hélas, les structures obtenues sont non seulement sécantes, mais aussi très souvent emboîtées : le gradient nord-sud, s'il existe, n'est donc pas très bien structuré.

Les Albacores du secteur Antilles sont toujours assez bien individualisés bien que les analyses d'inerties globales, de part leur mode de fonctionnement mathématique aient tendance à extraire les variations internes au Golfe de Guinée (gradient nord-sud) et à sous-estimer les différences possibles entre l'atlantique ouest et est. Ils ne se rattachent pas plus à un secteur nord du Golfe de Guinée que sud. Nous reviendrons plus en détail sur ce problème dans un prochain paragraphe. On peut néanmoins déjà dire qu'il ne semble pas exister, comme le pensent certains, un stock atlantique nord équatorial (Antilles+Dakar...) et sud équatorial (Pointe-Noire) si l'hypothèse des parasites bons marqueurs biologiques est retenue.

D'autre part, les analyses qualitatives et quantitatives ne font pas ressortir les mêmes parasites structurants dans la configuration des nuages de points thons. La détermination de parasites "essentiels" est donc délicate.

....

2.1.4 - Analyses secteur par secteur

Afin de mieux comprendre les variations intra-secteurs, nous avons fait des analyses quantitatives (AFC avec transformation en Log (x+1)) et qualitatives (indice d'OCHIAI) sur les Albacores pêchés dans un même secteur. La plupart des secteurs géographiques prospectés a ainsi été analysée (voir figures 39 à 45).

Des analyses secteur par secteur il apparaît de fortes variations intra-secteur, notamment au niveau des années, voire des trimestres de capture. Or ces variations se retrouvent parfois, pour ne pas dire souvent, au niveau du secteur étudié, mais intégré dans des analyses de l'ensemble des secteurs : ainsi, une structure particulière mise en évidence à l'intérieur d'un secteur individuel peut se retrouver dans une analyse "globale".

De plus, les variations intra-secteur ne sont pas forcément les mêmes, ni d'ailleurs du même type d'un secteur à l'autre.

Nous pouvons ainsi résumer la situation :

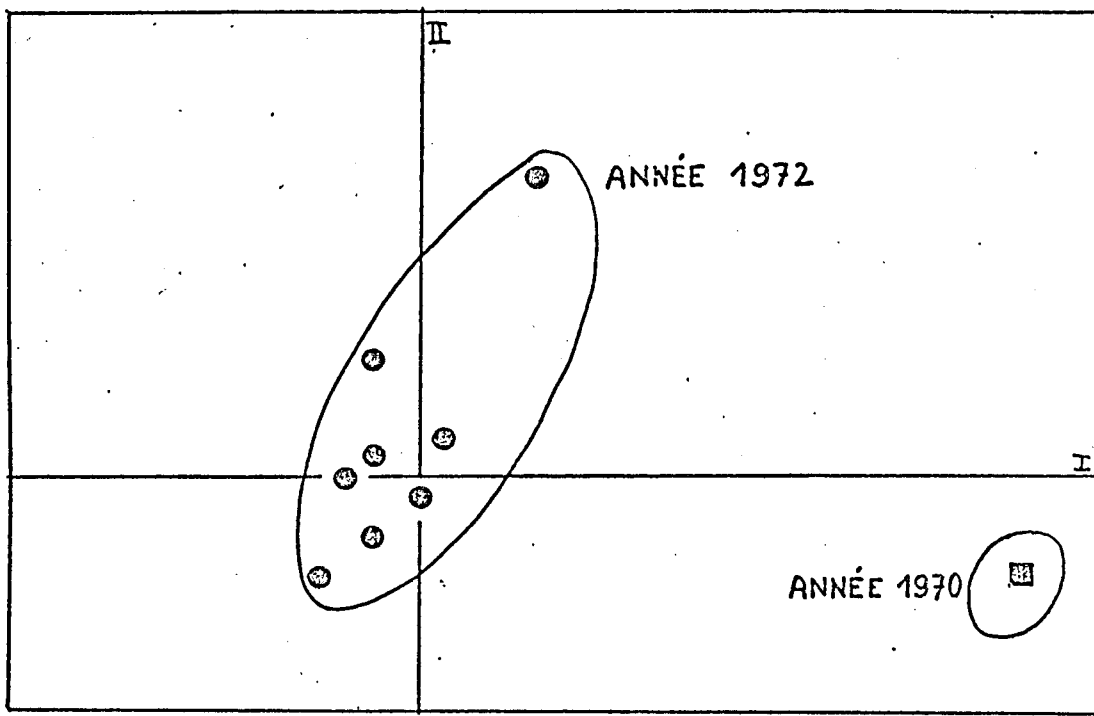
- les variations internes aux secteurs sont égales, souvent même plus importantes que les variations inter-secteur.

Une vérification simple a été faite par le calcul de moyennes des distances du Khi-deux entre thons d'un même secteur (variations internes) et d'un secteur à l'autre (variations inter-secteur).

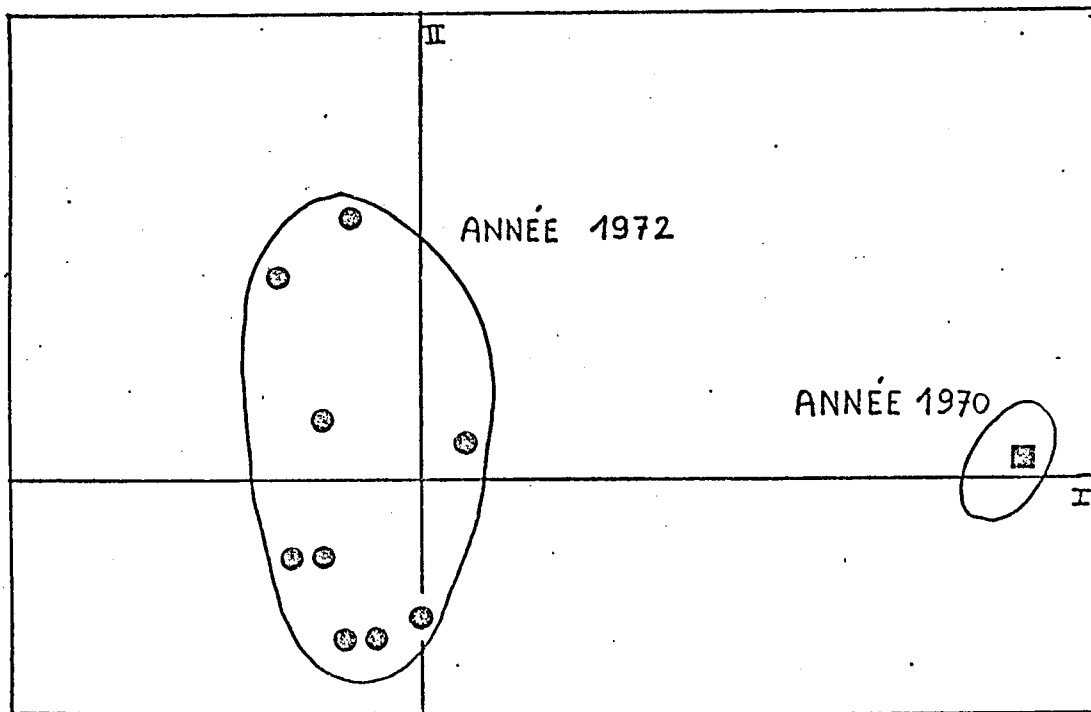
- les variations intra-secteur sont de nature souvent différente.

Ceci explique donc en partie le flou qui ressort des analyses générales.

De plus, l'analyse individuelle du secteur 4 par exemple, ne donne aucune structure très nette. Par contre, ce même type d'analyse, mais globale des secteurs, met en évidence dans les points thons du secteur 4 un type particulier de variation interne. Il ressort donc des analyses générales des structures intra-secteurs autres que celles observées dans les analyses individuelles.

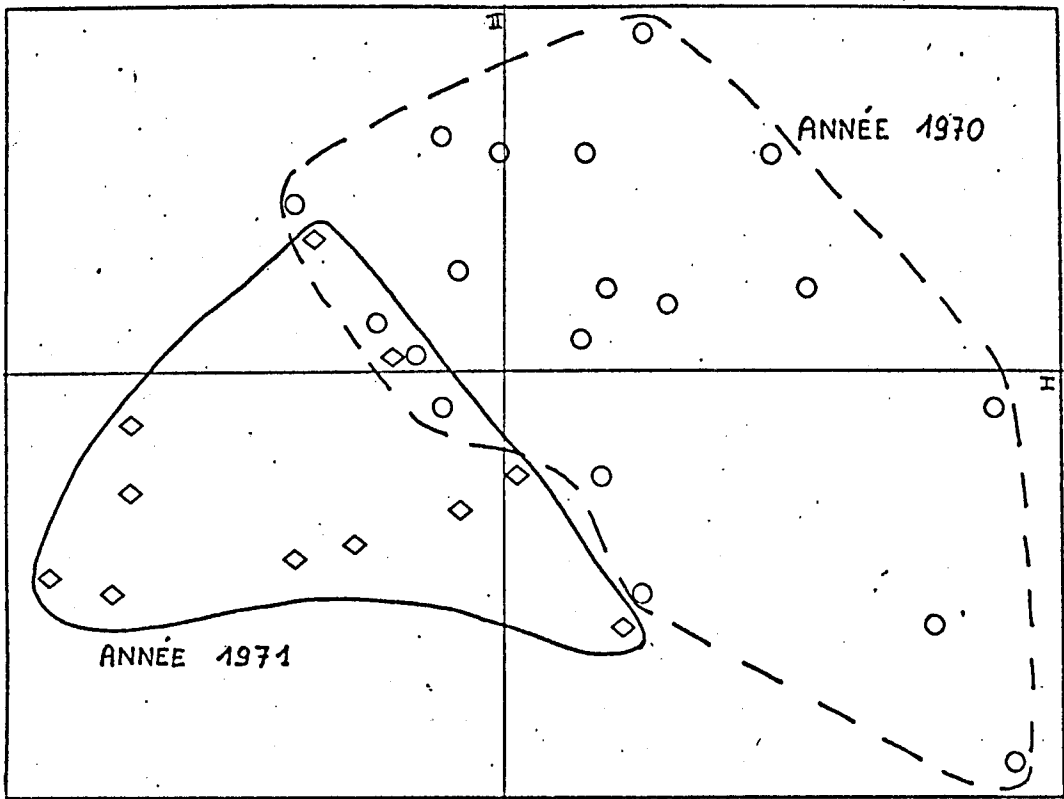


A.F.C. (Log (x+1)): Dessin des observations (Albacores).

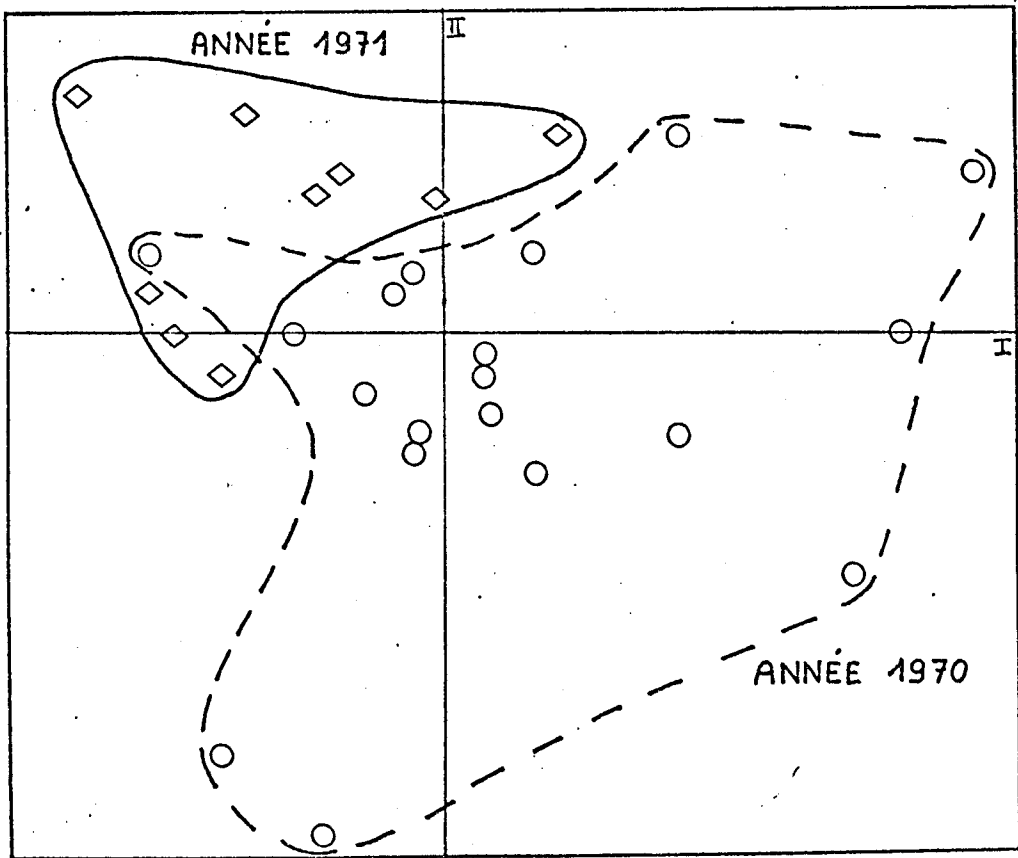


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 39 Analyses du secteur des Antilles.

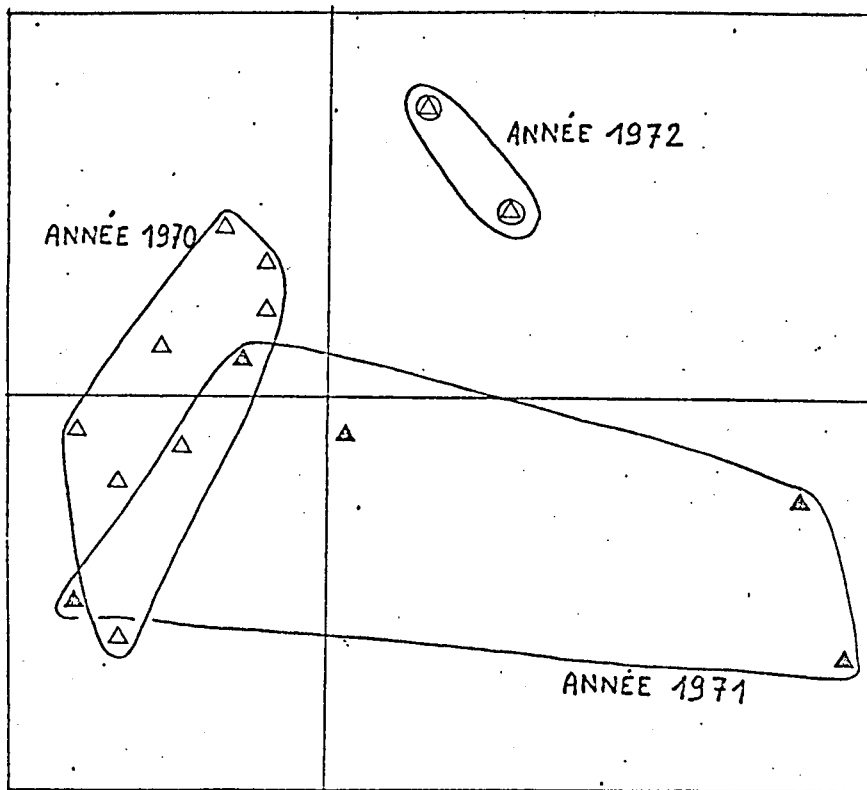


A.F.C. (Log (x+1)): Dessin des observations (Albacores).

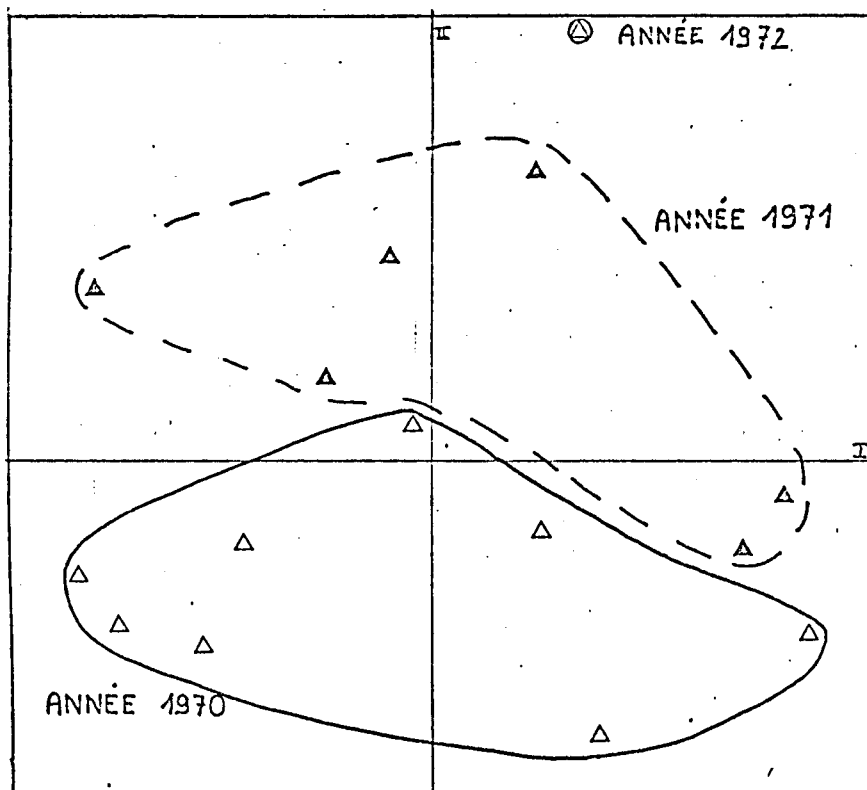


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 40 Analyses du secteur 2 (région de Dakar).

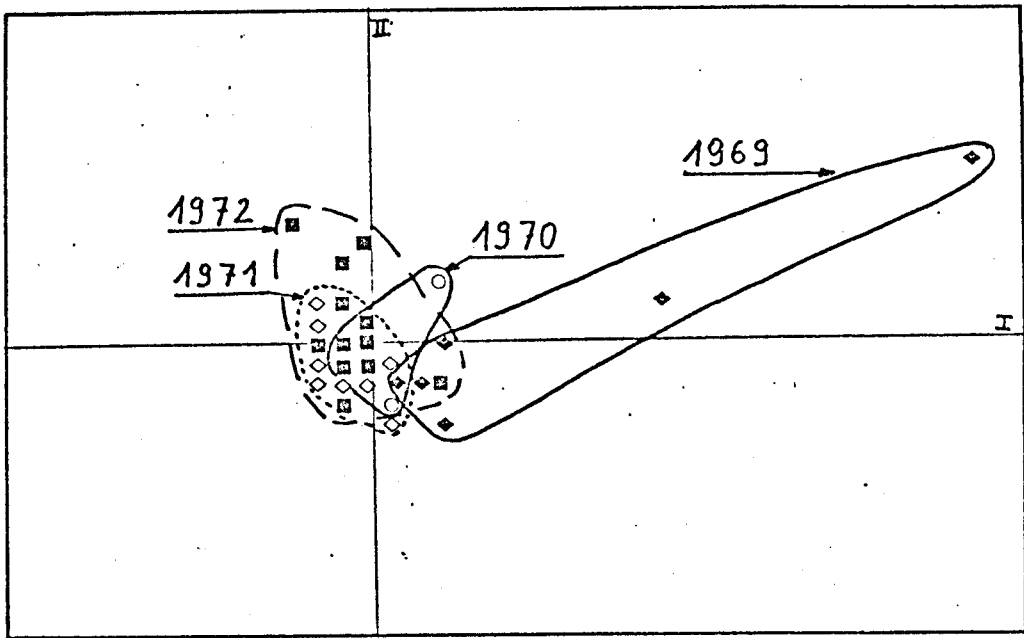


A.F.C. (Log(x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

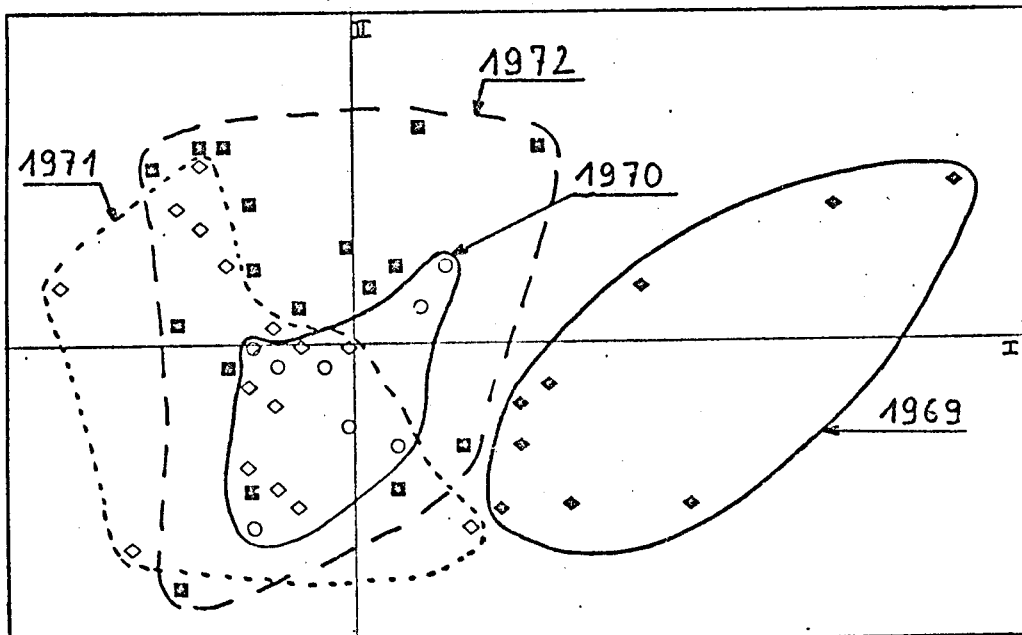


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 41 Analyses du secteur 3.

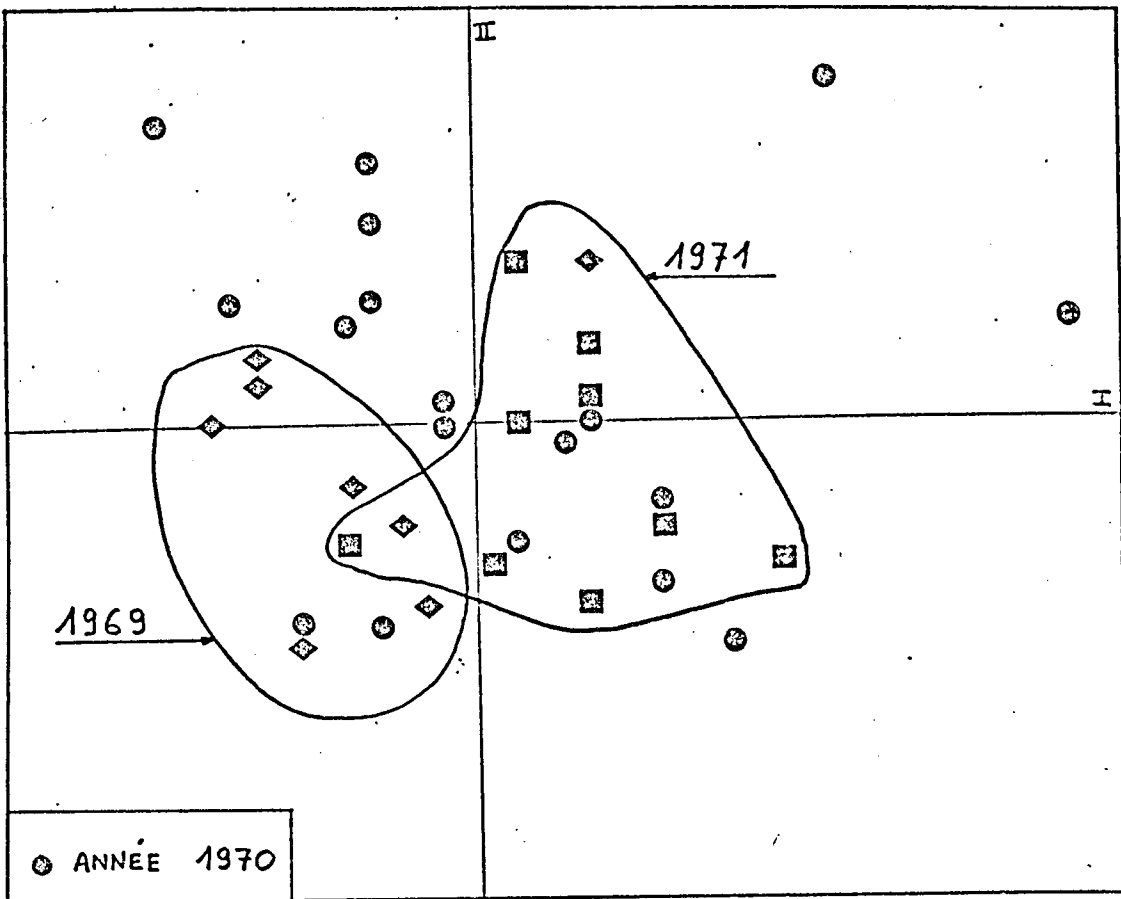


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

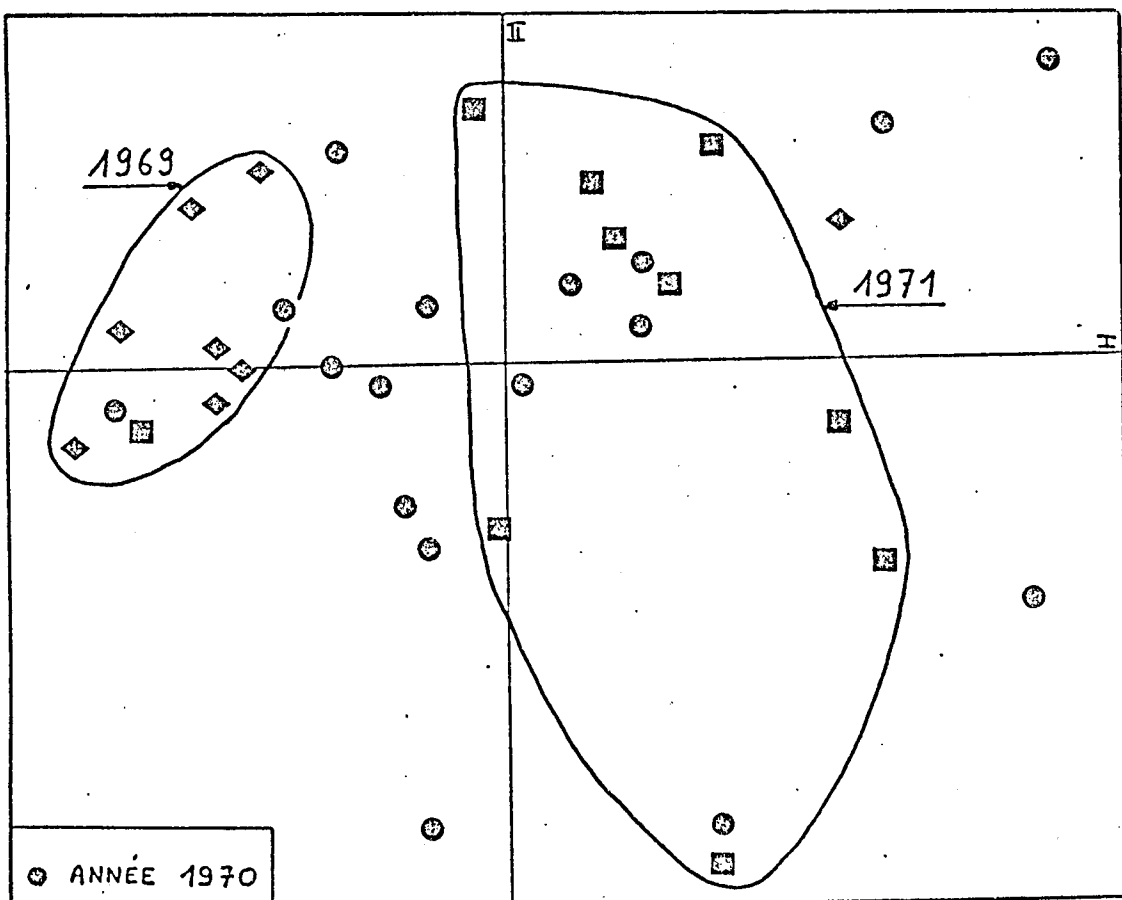


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 42 Analyses du secteur 4.

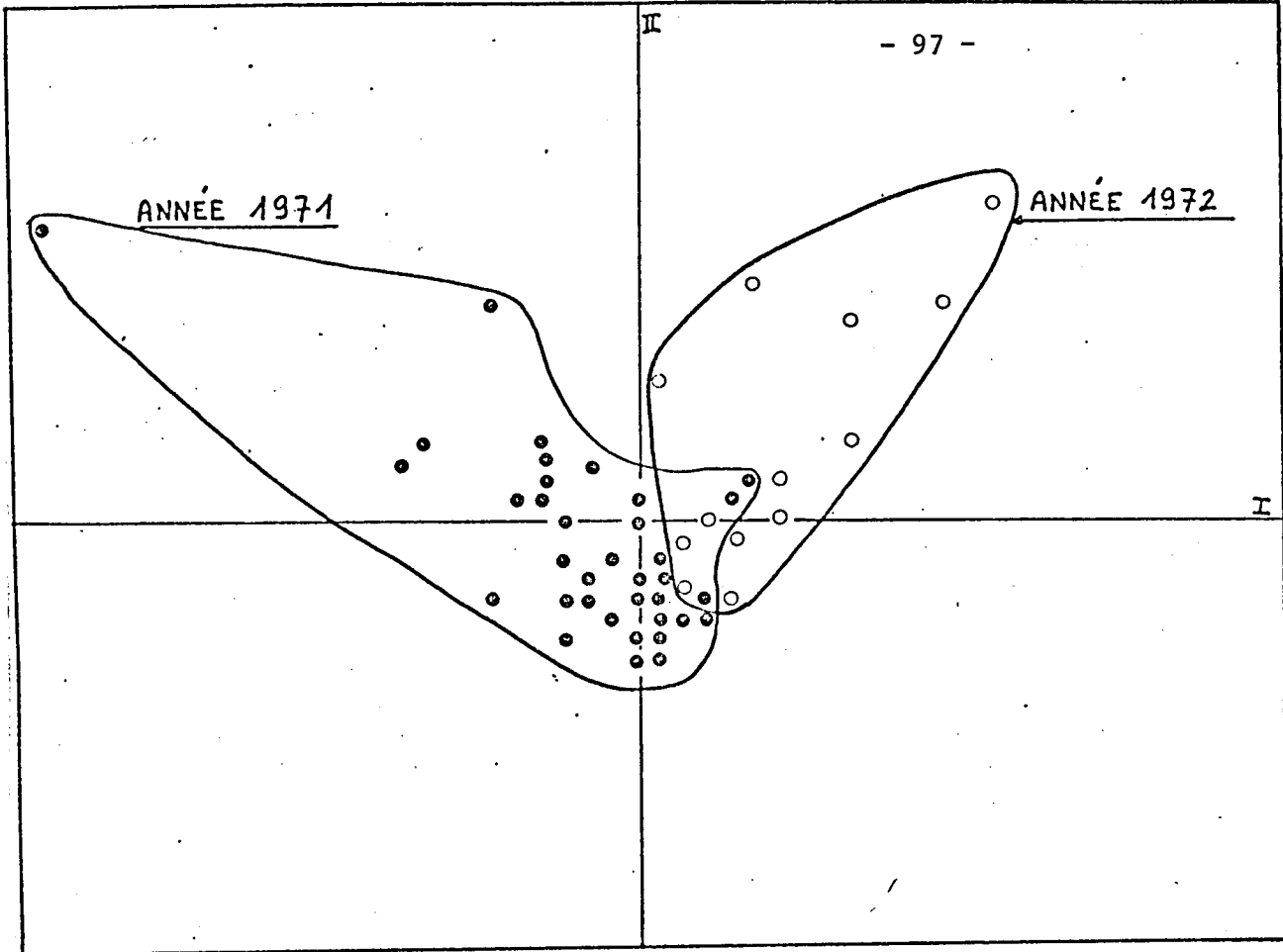


A.F.C. (Log (x+1)): Dessin des observations (Albacores).

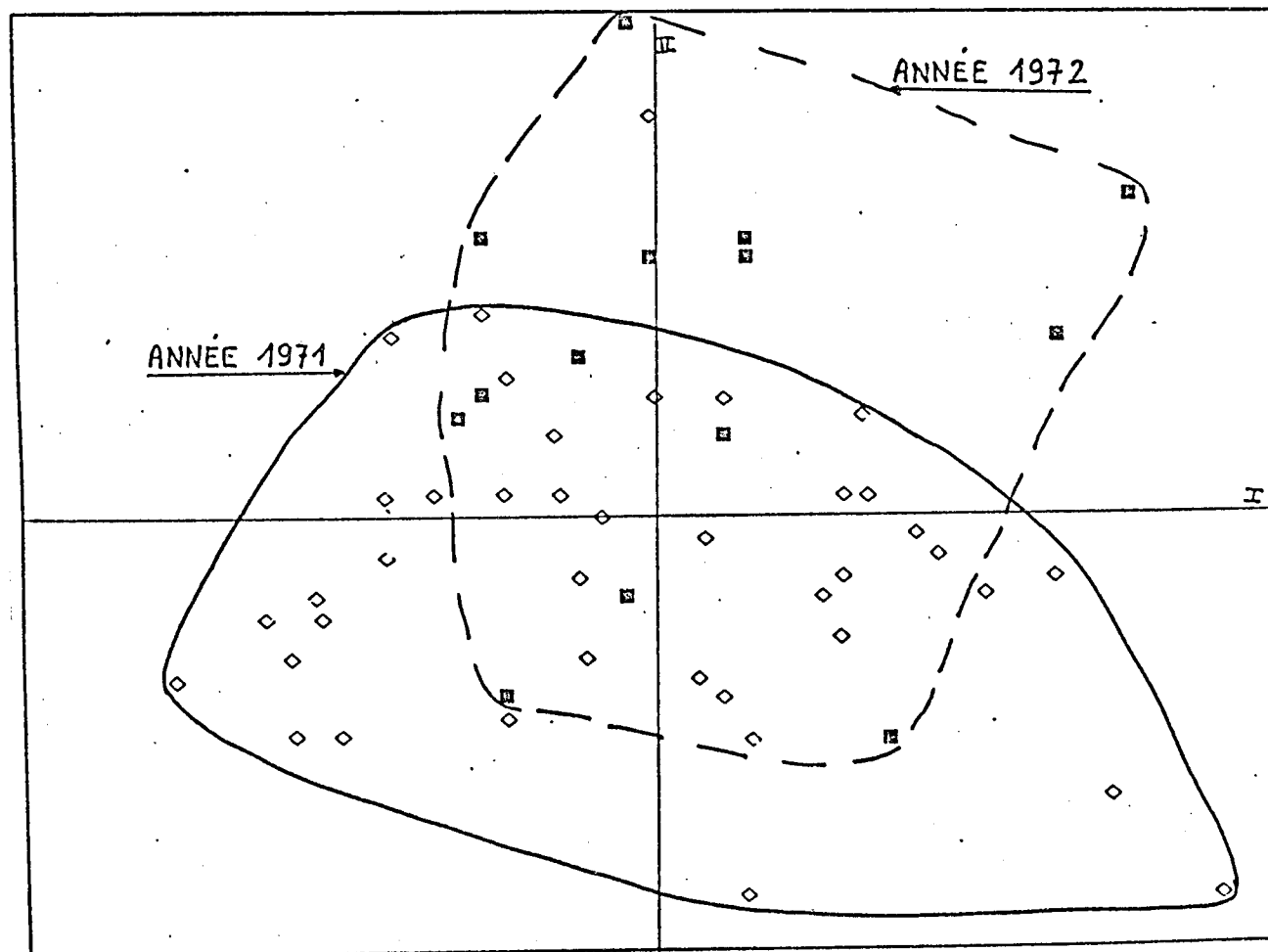


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

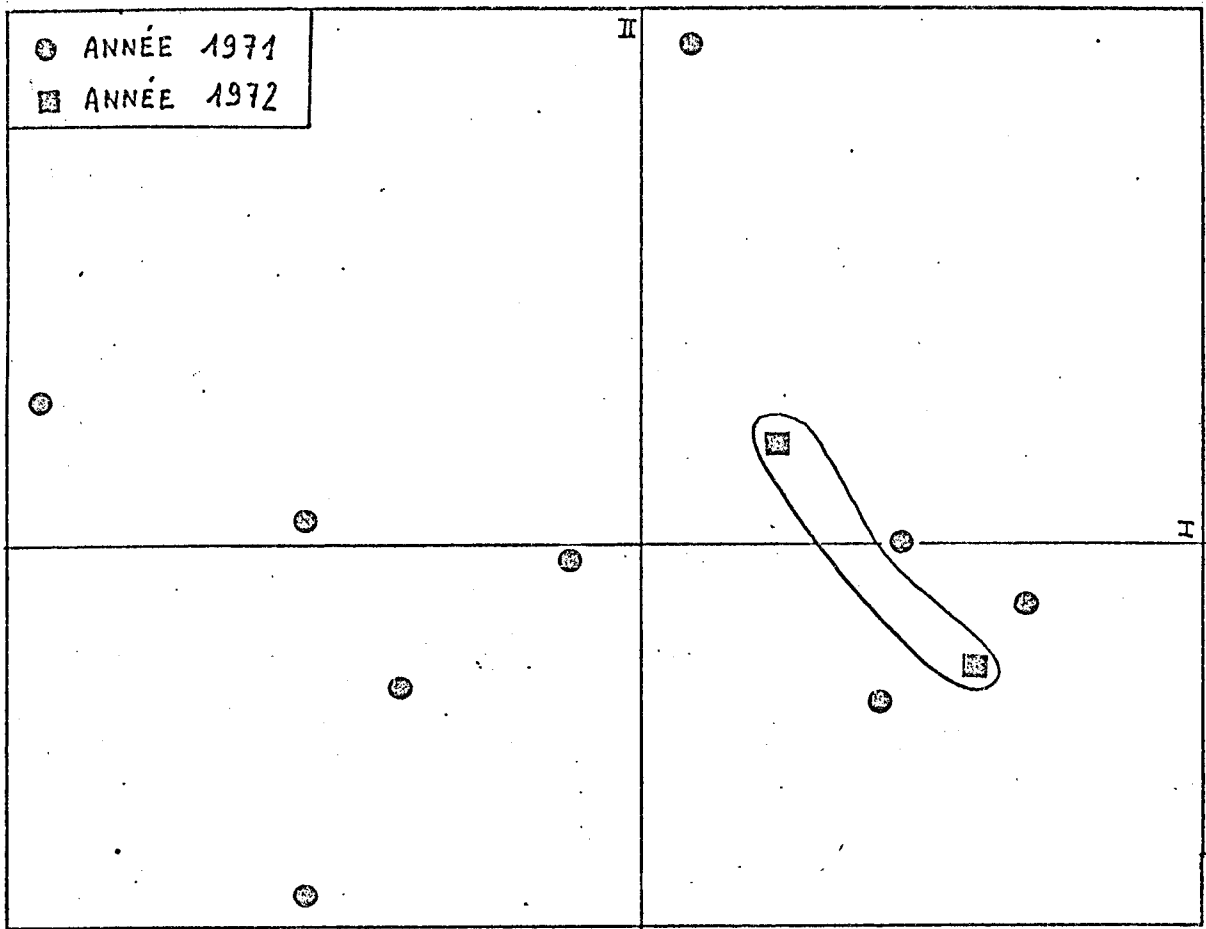
fig. 43 Analyses du secteur 5 (région d'Abidjan).



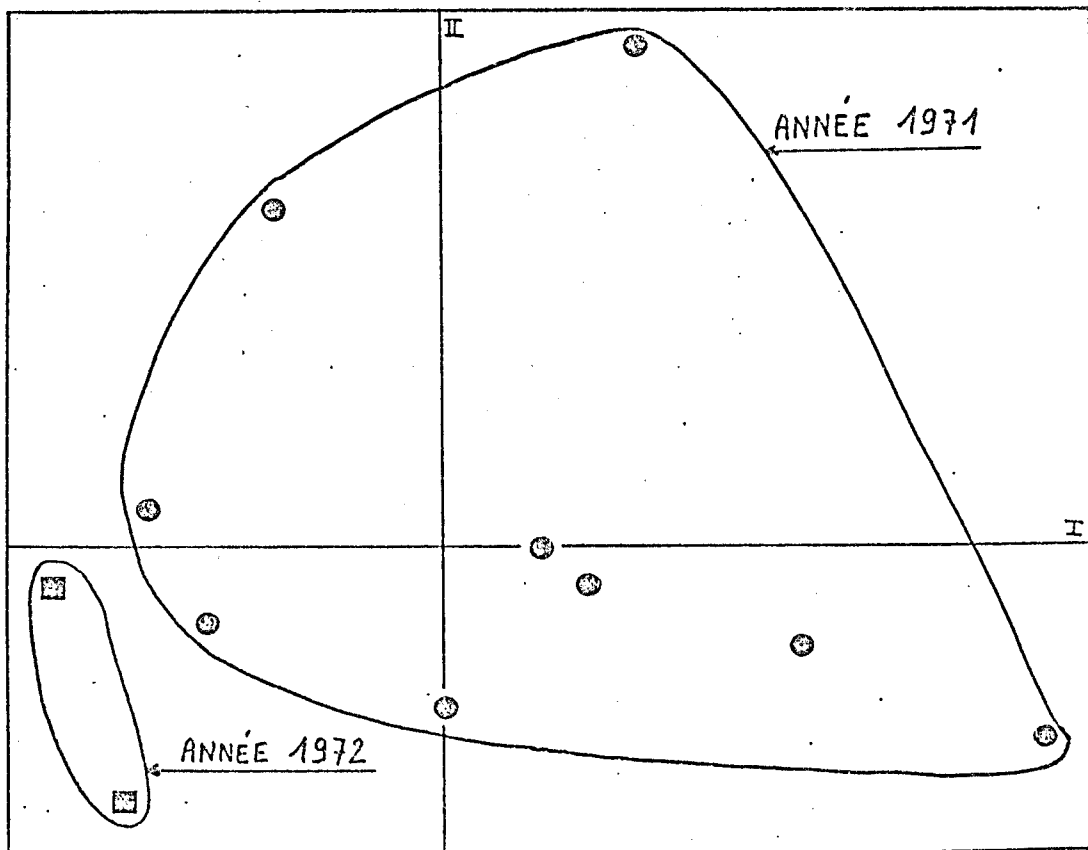
A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).



Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).



A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).



Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 45 Analyses du secteur 8 (sud de Poite Noire).

Ainsi, la complexité des variations ne peut que gêner une interprétation déjà très délicate.

D'autre part, pour un secteur donné, les analyses en qualitatif (OCHIAI) et en quantitatif (AFC, Log (x+1)) font souvent ressortir le même type de structure : il y a redondance entre les deux types d'analyses, d'autant plus que les variables (parasites) structurantes d'une analyse le sont aussi dans l'autre analyse.

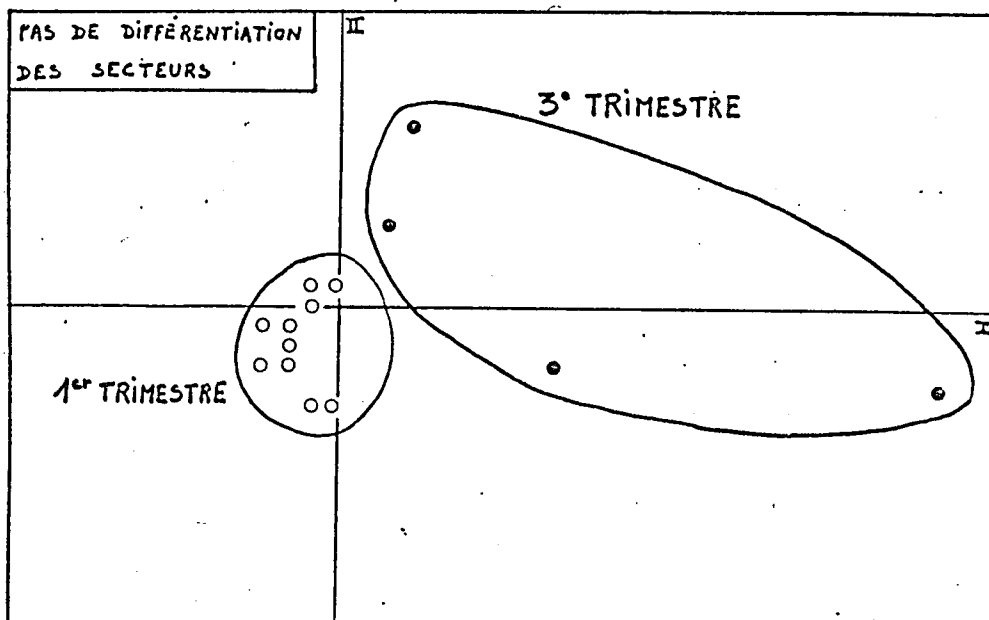
Les variations intra-secteur sont donc très importantes et liées aussi bien à une fluctuation d'abondance de parasite qu'à des observations en présence-absence. Les structures temporelles semblent jouer ici un rôle prépondérant (année, trimestre...). Il ne faut pas oublier non plus que l'échantillonnage secteur par secteur n'est pas très "homogène" ni dans l'espace ni dans le temps. Ainsi, les structures temporelles mises en évidence à l'intérieur d'un même secteur sont peut-être le fruit d'un échantillonnage déséquilibré. Il faut donc se méfier de conclusions trop hâtives.

2.1.5 - Analyses année par année

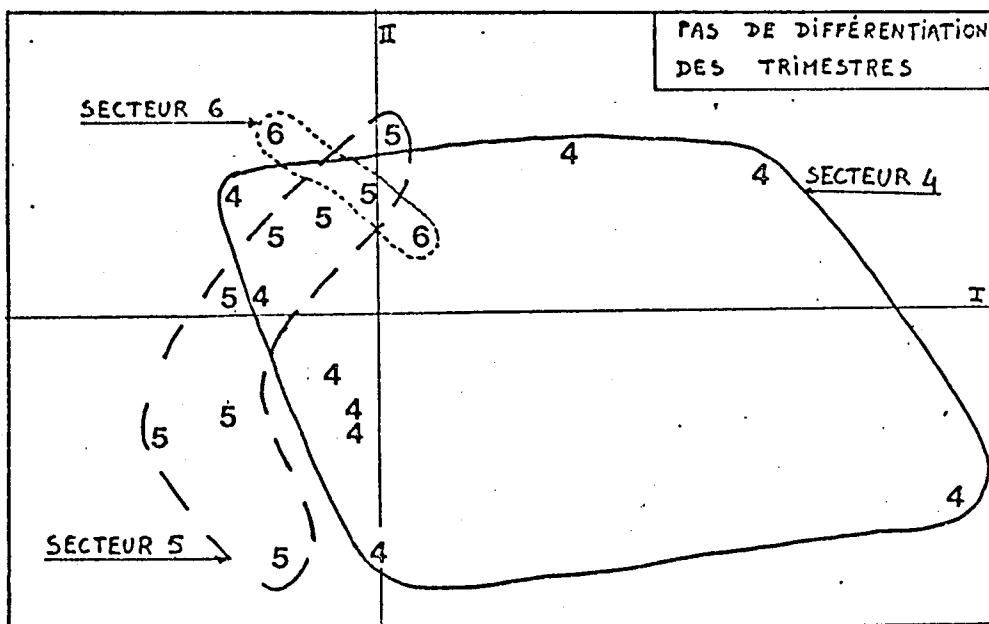
Puisque les variations saisonnières semblent importantes, nous avons essayé de les analyser en prenant successivement les thons capturés chaque année (1969, 70, 71 et 72). Des analyses quantitatives (AFC, Log (x+1)) et qualitatives (indice d'OCHIAI) ont été utilisées (figures 46 à 49).

Les structures obtenues sont très différentes d'une année à l'autre. Ainsi, pour les analyses factorielles des correspondances, on remarque que les secteurs géographiques semblent s'individualiser à peu près certaines années (1971-1972) alors qu'en 1969 par exemple, l'influence de la saison (trimestre) se fait plus singulièrement ressentir.

...

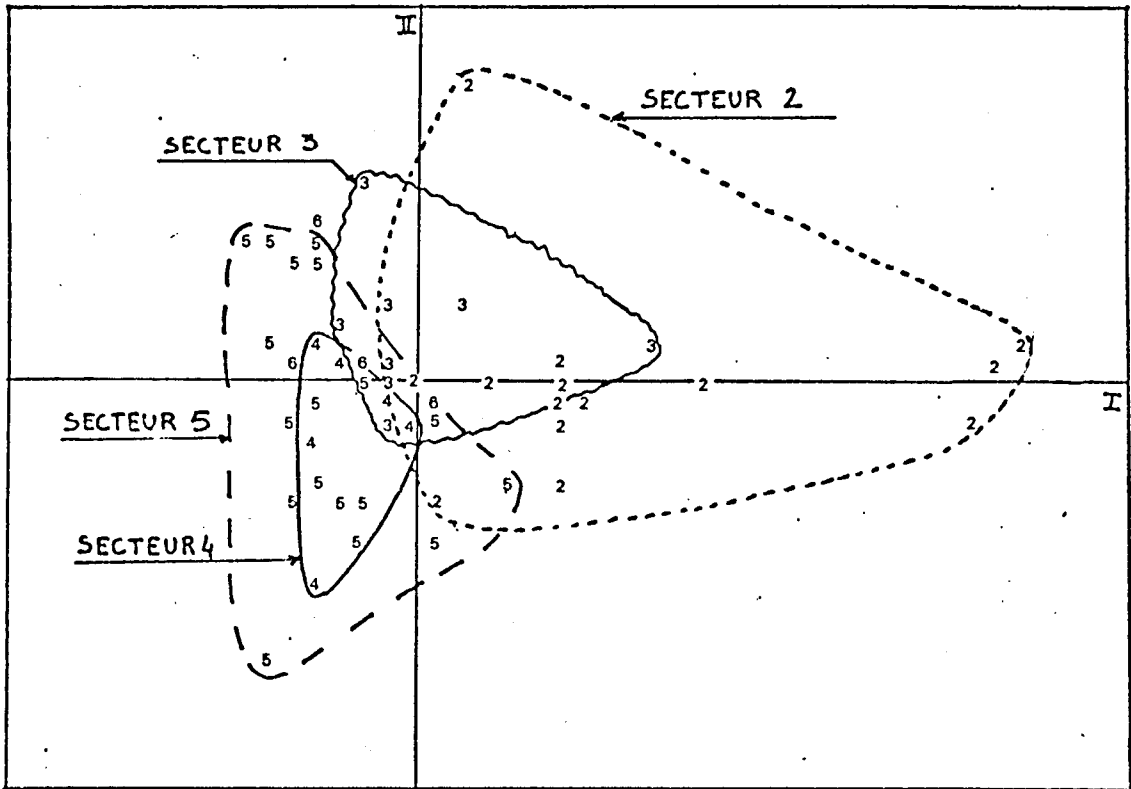


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

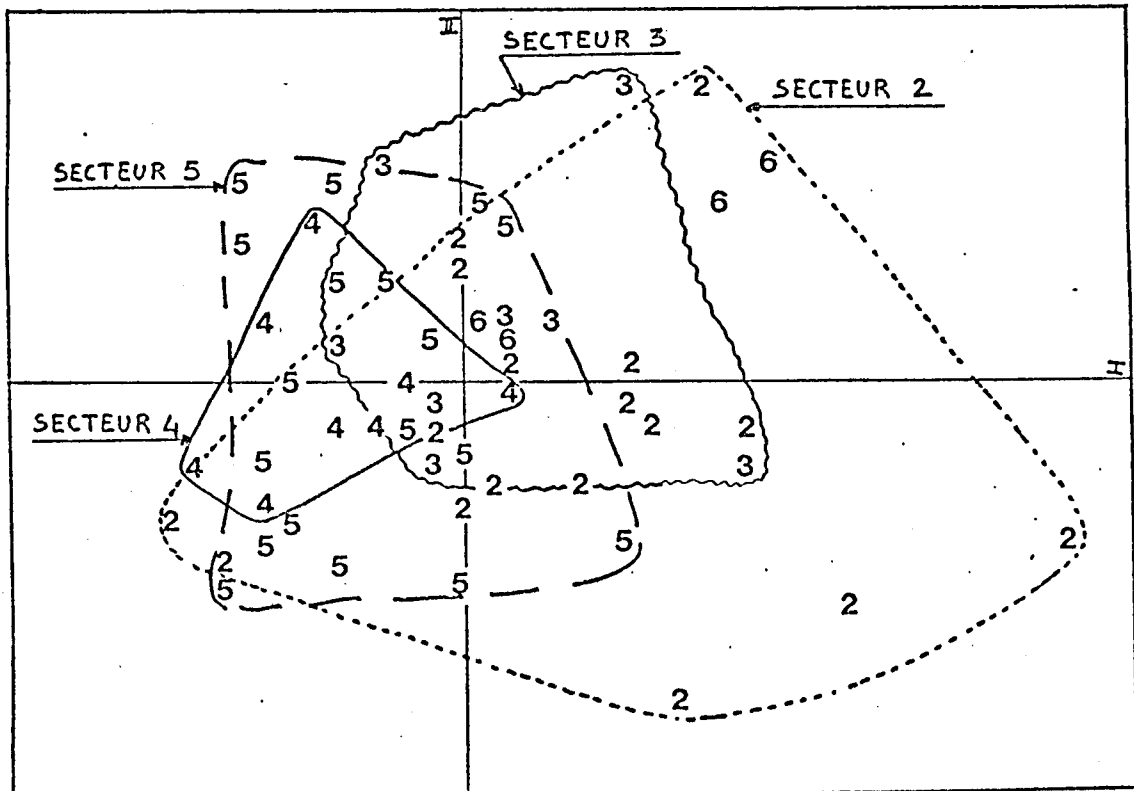


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 46 Analyses des Albacores échantillonnés en 1969.

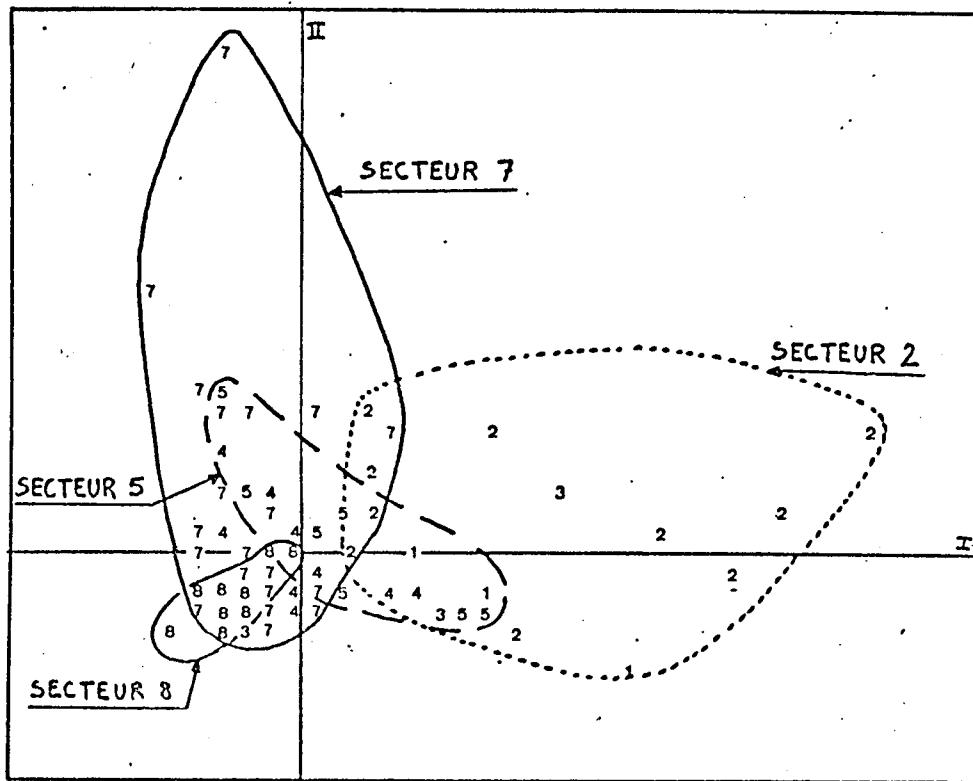


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

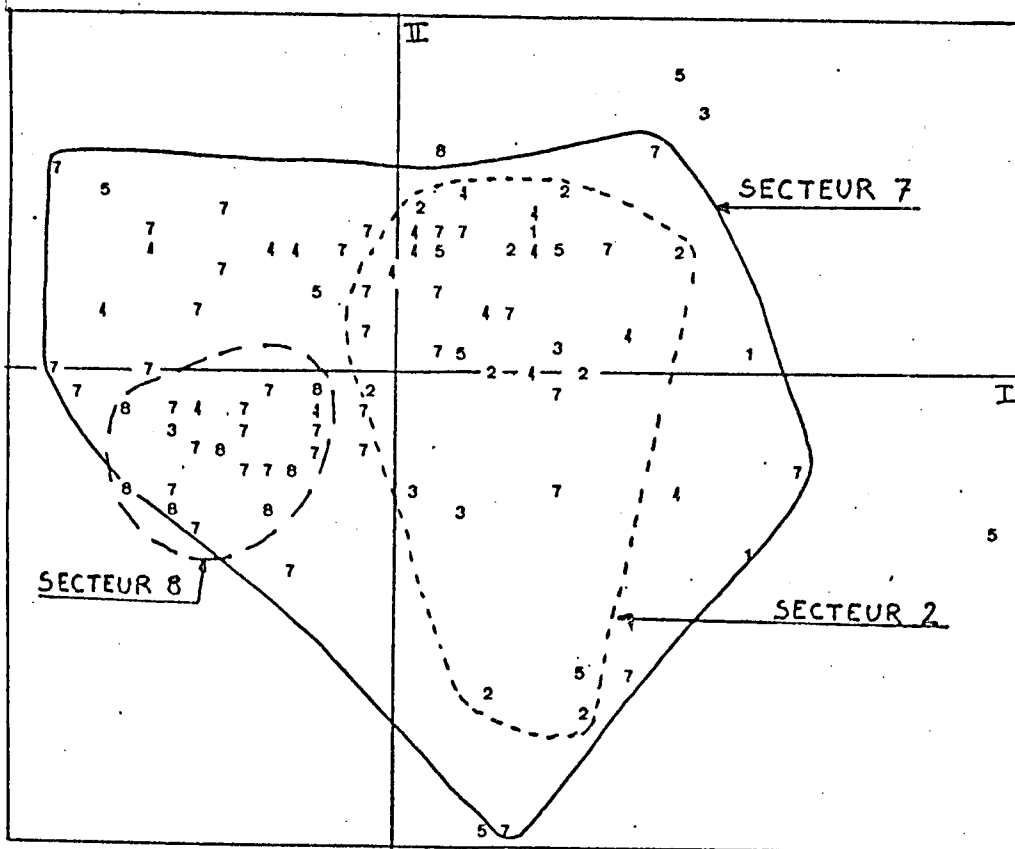


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 47 Analyses des Albacores échantillonnés en 1970.

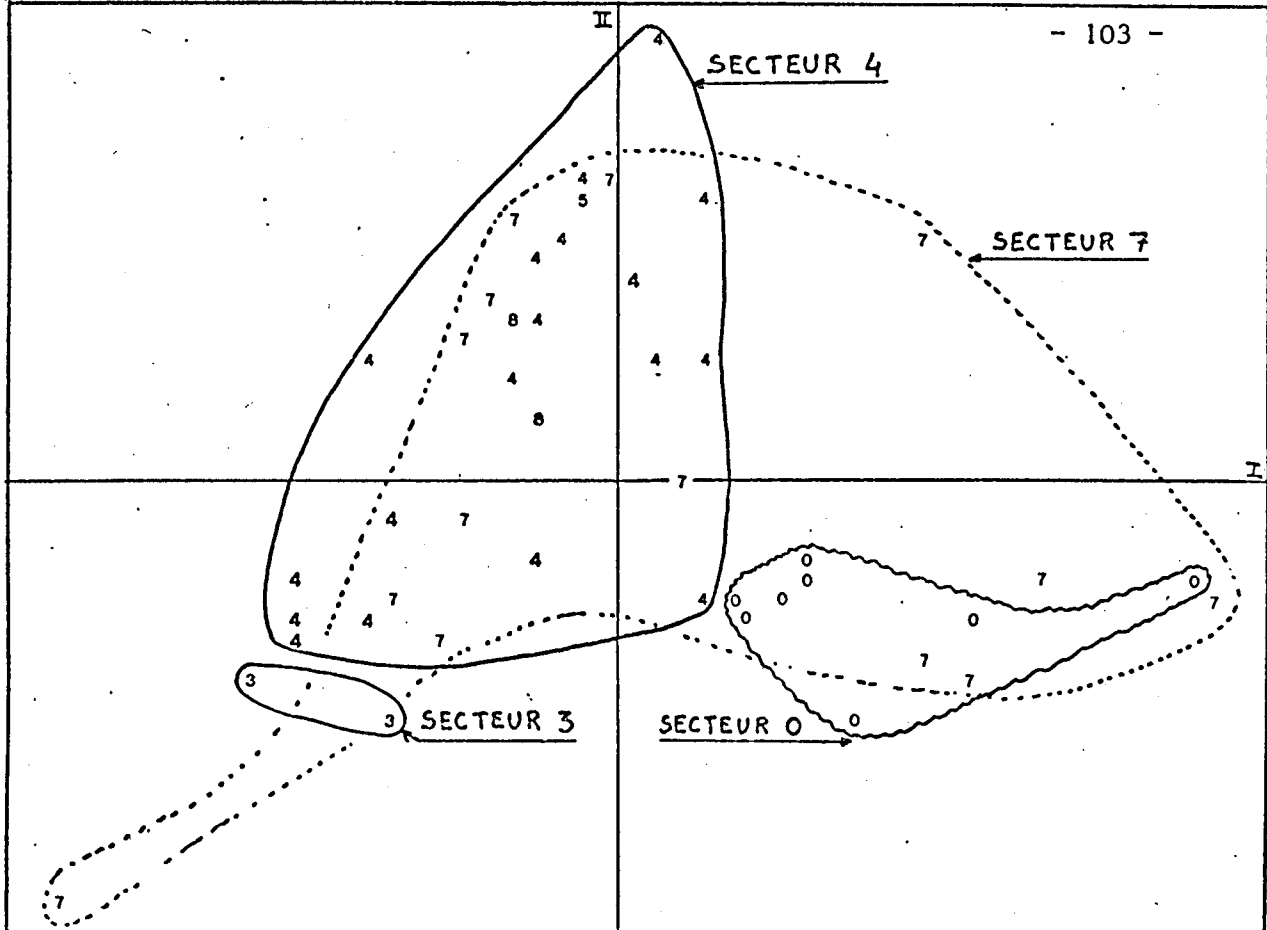


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

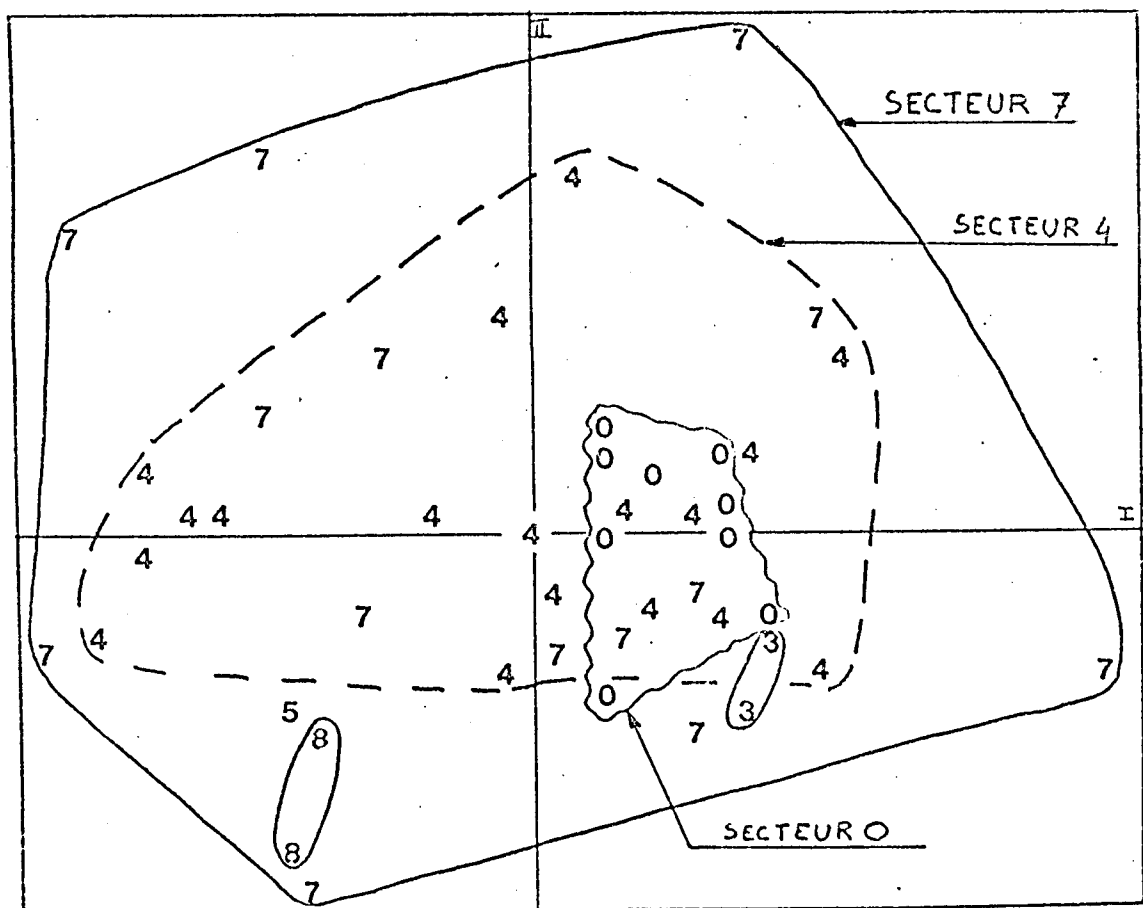


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 48 Analyses des Albacores échantillonnés en 1971.



A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).



Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 49 Analyses des Albacores échantillonnés en 1972.

Il faut souligner ici que les analyses avec l'indice d'OCHIAI n'ont donné aucune structure liée à la répartition géographique, à la saison, l'année ou la longueur à la fourche des Albacores.

2.1.6 - Analyses trimestre par trimestre

Afin d'éviter le flou introduit par les fortes variations saisonnières que l'on est en droit d'attendre des Albacores (migrations saisonnières), comme de leurs parasites (booms saisonniers), nous avons procédé à des analyses des poissons capturés pendant un même trimestre. Nous avons plus particulièrement étudié les premier et troisième trimestres. De la même façon que précédemment, des analyses sur la base de données quantitatives (AFC Log (x+1)) et qualitatives (indice d'OCHIAI) ont été utilisées (figures 50 et 51).

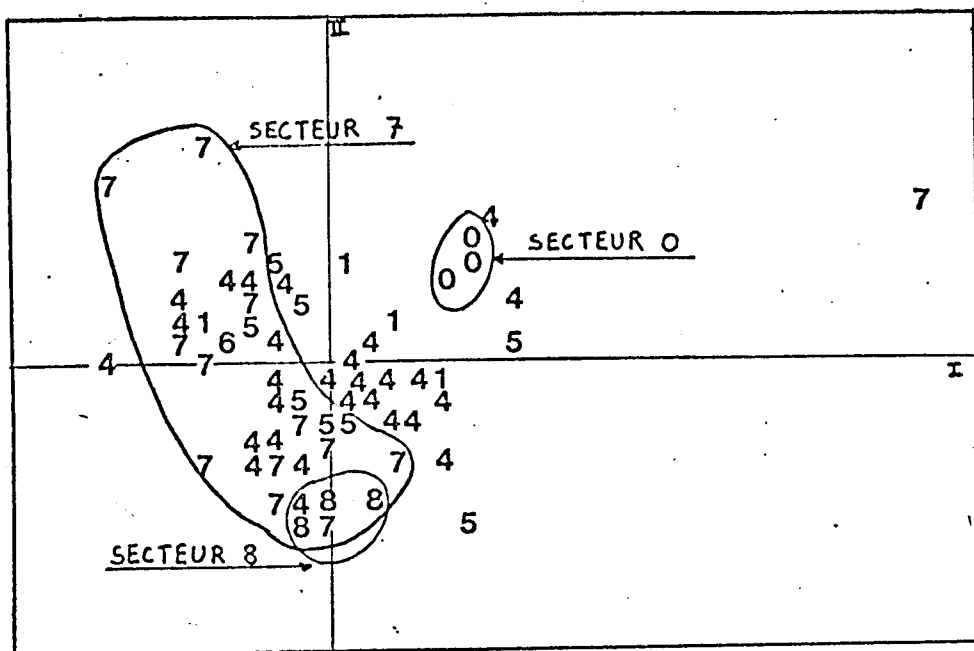
Si on distingue parfois une individualisation des secteurs géographiques (cf. analyses du 3e trimestre), on peut se demander si les différences observées entre ces secteurs ne proviennent pas plutôt d'une variabilité annuelle. Pour le troisième trimestre par exemple, on peut remarquer que les secteurs qui se distinguent ont été prospectés à des années différentes. Ici encore, se pose le problème de l'échantillon trop restreint pour une analyse fine.

L'analyse du premier trimestre ne donne absolument pas le même genre de structures que celles observées sur le troisième trimestre. Il n'y a donc pas redondance entre les saisons, les structures, peu nettes, empêchant d'ailleurs toute conclusion.

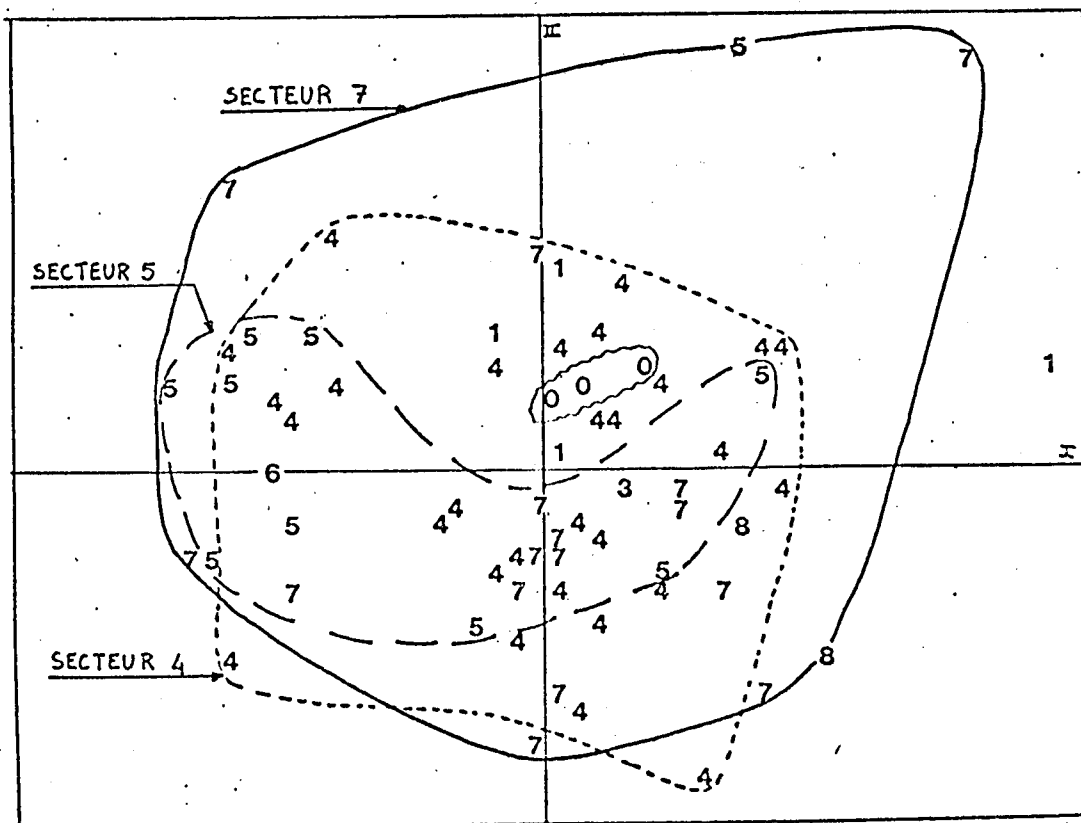
2.1.7 - Analyses sur un critère d'âge des albacores

Nous avons vu que la limite supérieure de la taille des Albacores juvéniles était de 70 cm à la fourche. Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant d'analyser un échantillon de juvéniles où les caractéristiques parasitaires devraient être plus marquées que chez les adultes (faune parasitaire peut-être homogénéisée par les migrations). En effet,

...

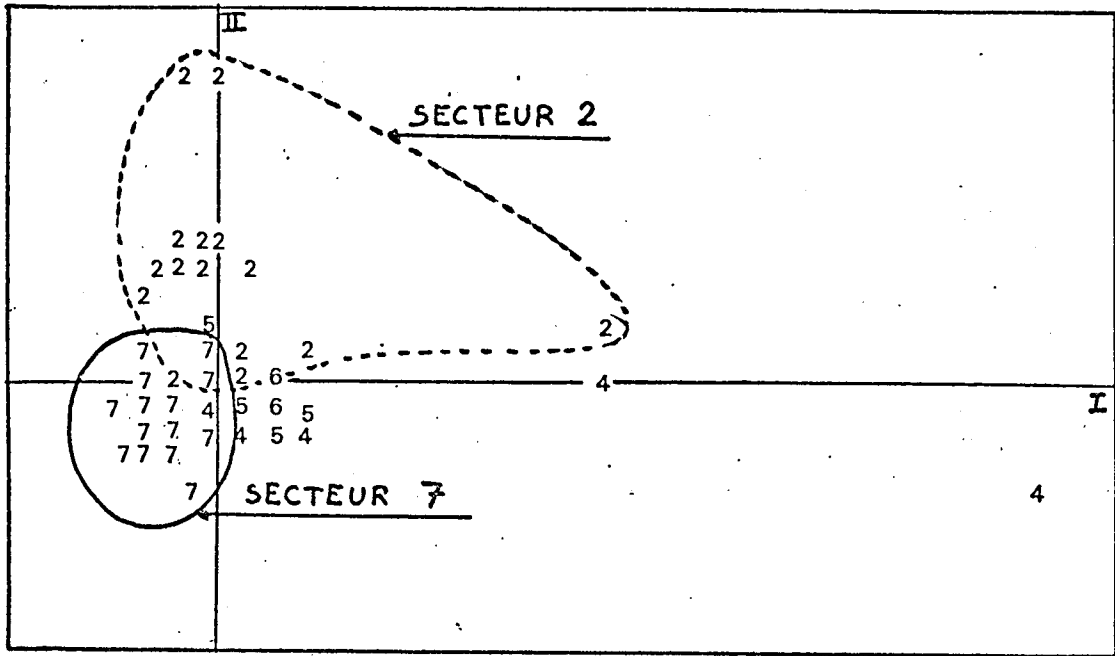


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

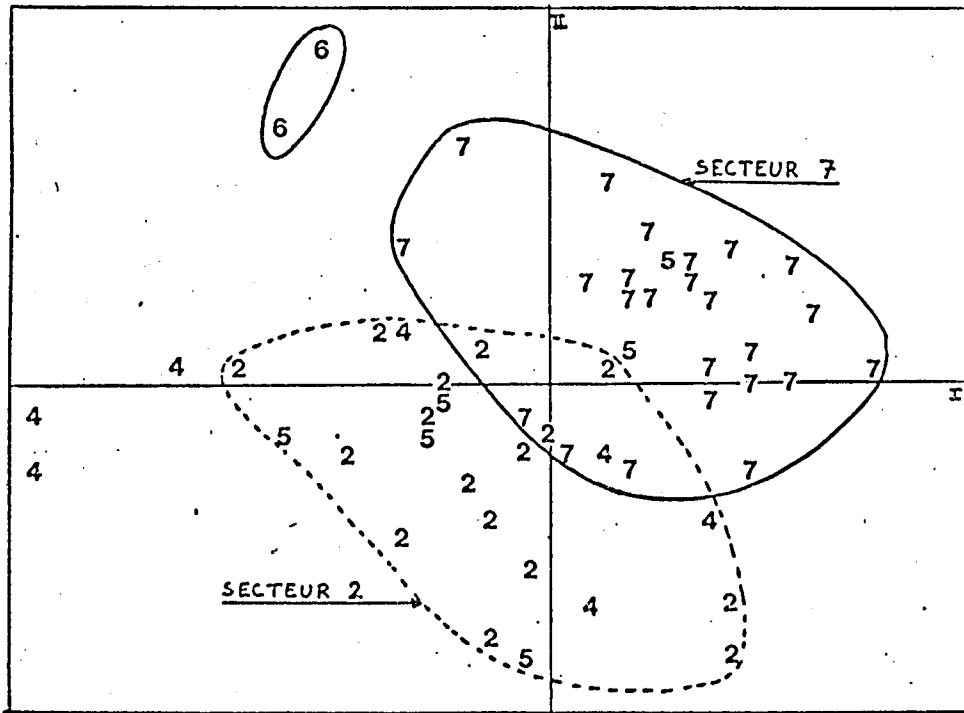


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 50 Analyses des Albacores échantillonnés au 1^{er} trimestre (années confondues).



A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).



Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 51 Analyses des Albacores échantillonnés au 3^e trimestre (années confondues).

en raison des deux grandes aires principales de ponte (fond du Golfe de Guinée, îles du Cap Vert) découvertes par les biologistes, on peut penser que si les parasites doivent discriminer les populations d'Albacores, on doit particulièrement bien l'observer sur les juvéniles dont les migrations n'ont peut-être pas eu le temps d'être importantes.

Hélas, les analyses effectuées sur l'échantillon des juvéniles, aussi bien sur la base de données qualitatives que quantitatives, n'ont pu mettre en évidence aucune structure spatio-temporelle nette (figure 52).

Ces mêmes analyses, utilisées sur les albacores adultes (>70cm) ne montrent qu'une certaine redondance avec les analyses précédentes (figure 53).

On peut ainsi penser que :

- les juvéniles proviennent d'un stock commun, ce qui n'est pas en concordance avec les observations des aires et périodes de ponte.

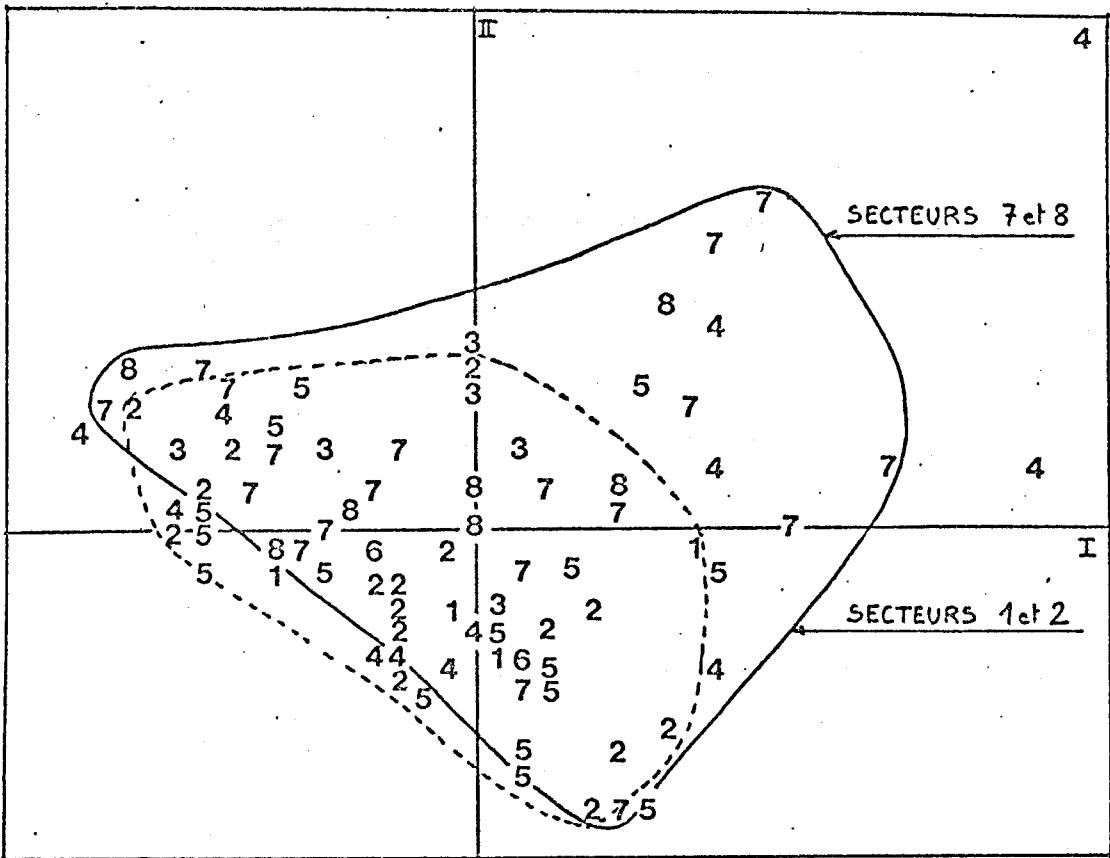
- les juvéniles étudiés sont déjà trop vieux et ont eu le temps d'effectuer des migrations qui ont homogénéisé leur profil parasitaire.

- les parasites ne sont pas (ou plus) suffisamment discriminants.

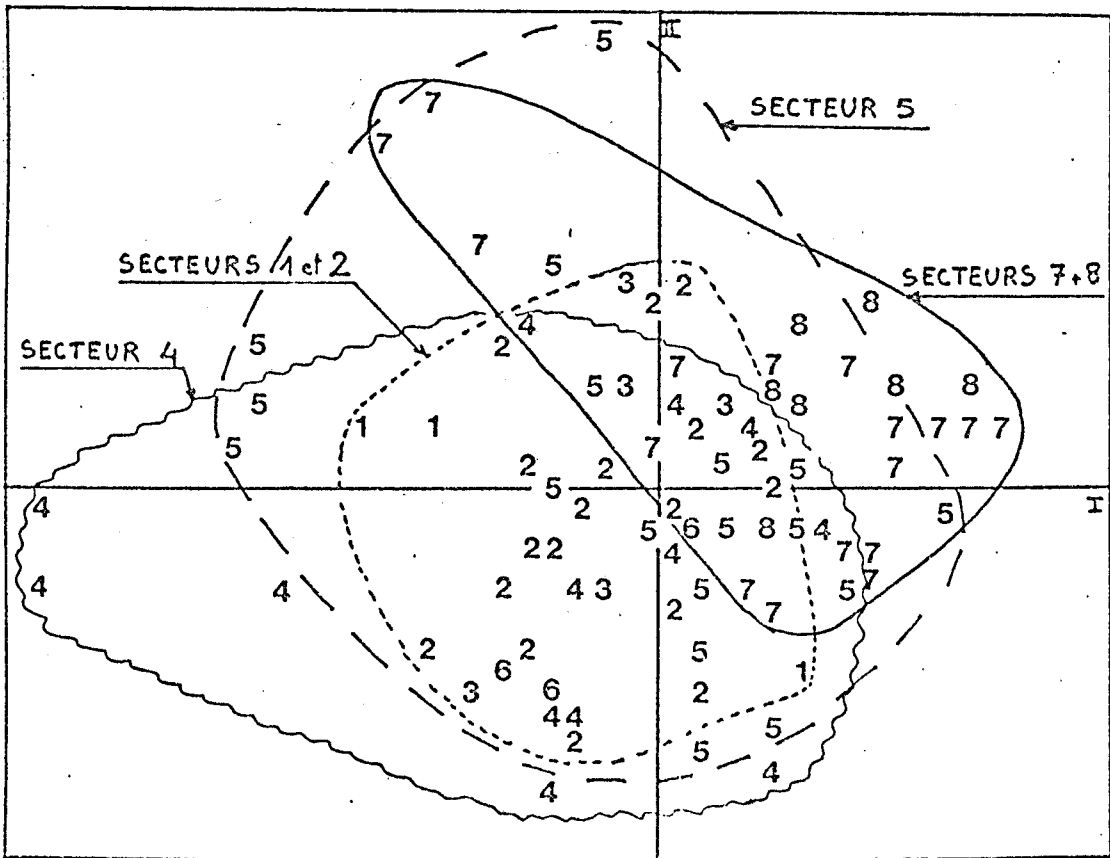
2.1.8 - Analyse sur les moyennes des parasites

Nous avons effectué une AFC sur les moyennes des parasites calculées par secteur (figure 54). Ceci permet en partie d'éviter les structures floues observées dans les analyses globales (219 thons, 40 parasites).

...

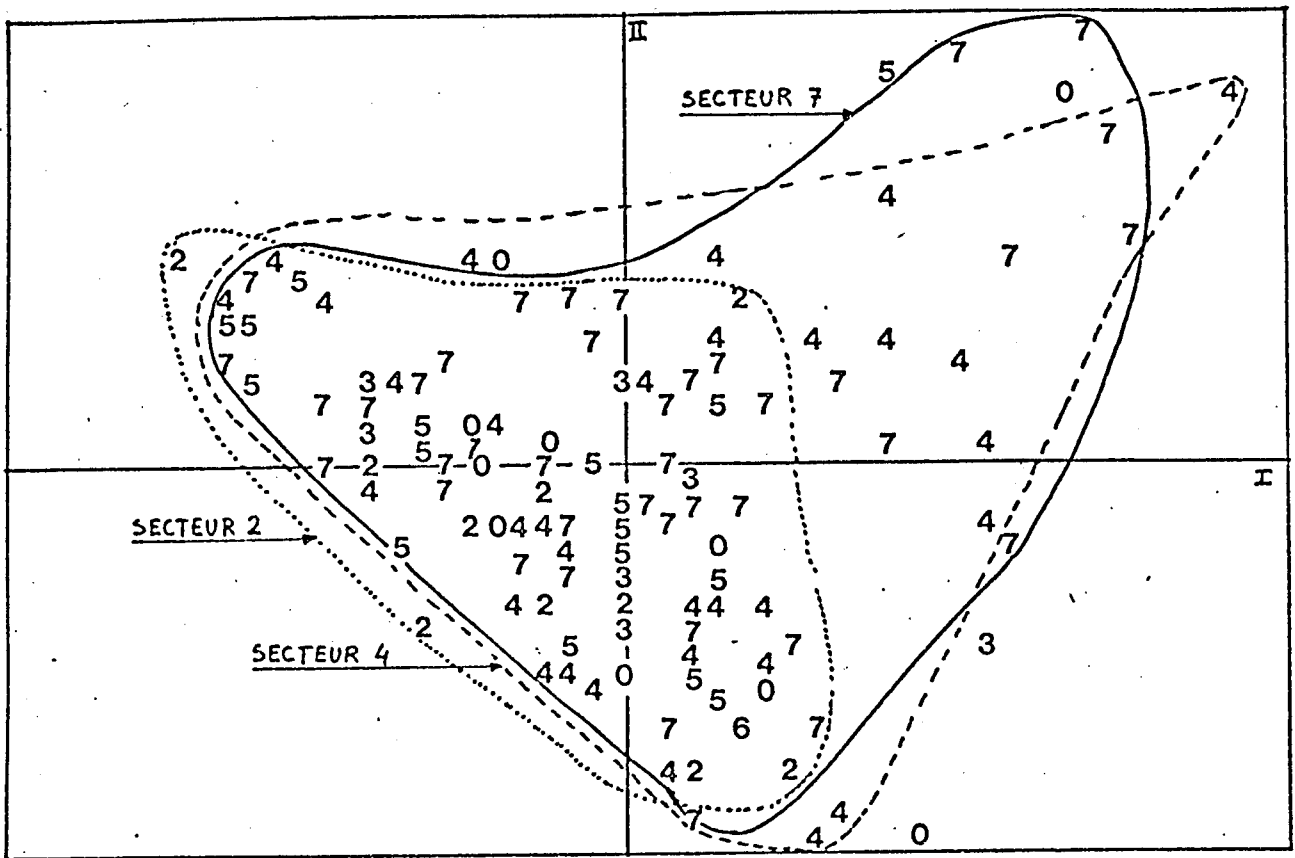


A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).

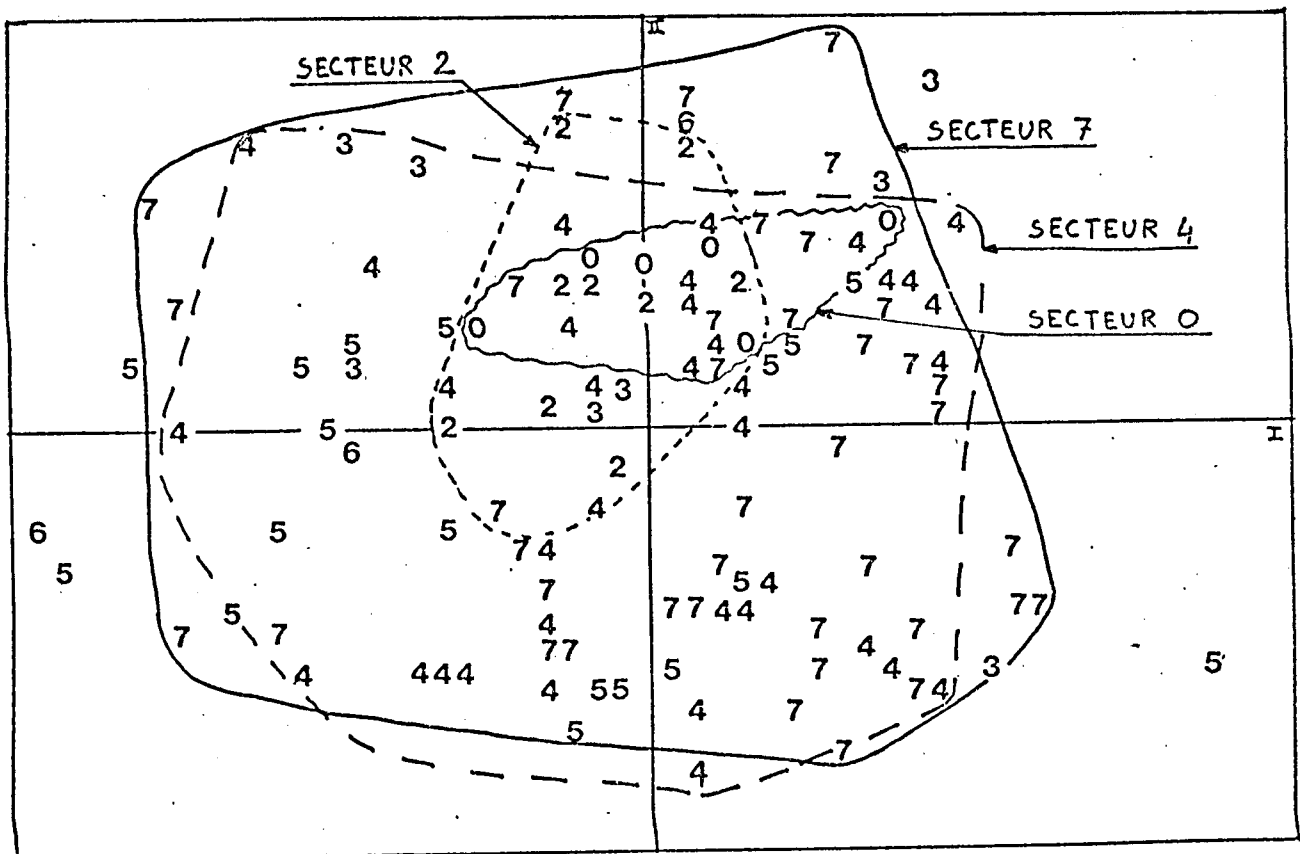


Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 52 Analyses des Albacores de longueur (fourche) inférieure à 70 cm.



A.F.C. (Log (x+1)) : Dessin des observations (Albacores).



Indice d'OCHIAI: Dessin des observations (Albacores).

fig. 53 Analyses des Albacores de longueur (fourche) supérieure à 70 cm.

Sans tenir compte du secteur Antilles ainsi que des secteurs 1 et 6 qui sont un peu particuliers en raison du nombre limité de poissons qui y ont été capturés, il semble qu'il y ait un gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée avec cependant une "cassure" au niveau du secteur 5 (Abidjan).

Afin de préciser cette hypothèse, nous avons effectué un test τ de KENDALL de la façon suivante :

soit H_0 : il n'y a pas de structure observée (gradient nord-sud)

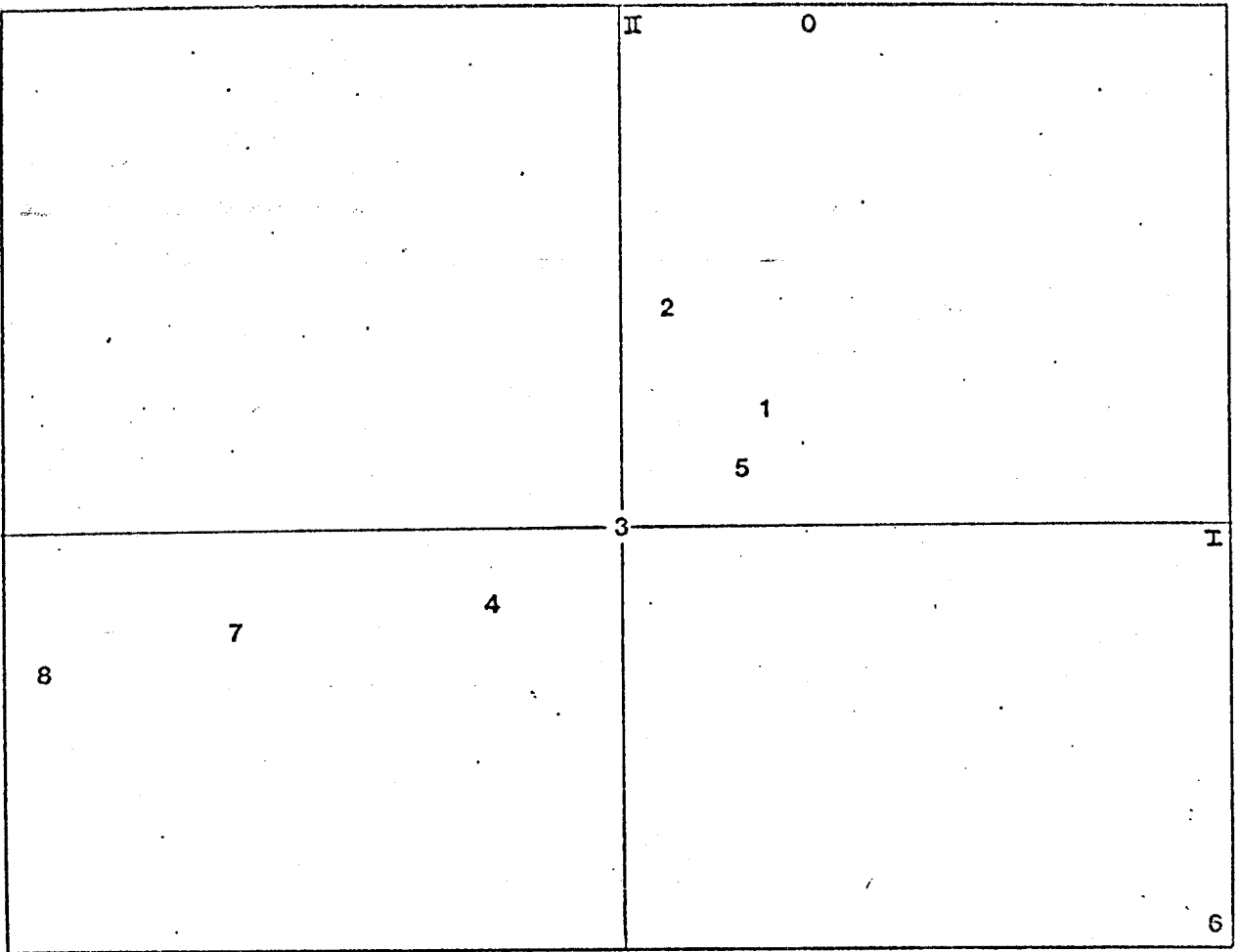
H_1 : il existe une structure

Nous voulons tester H_0 contre H_1 .

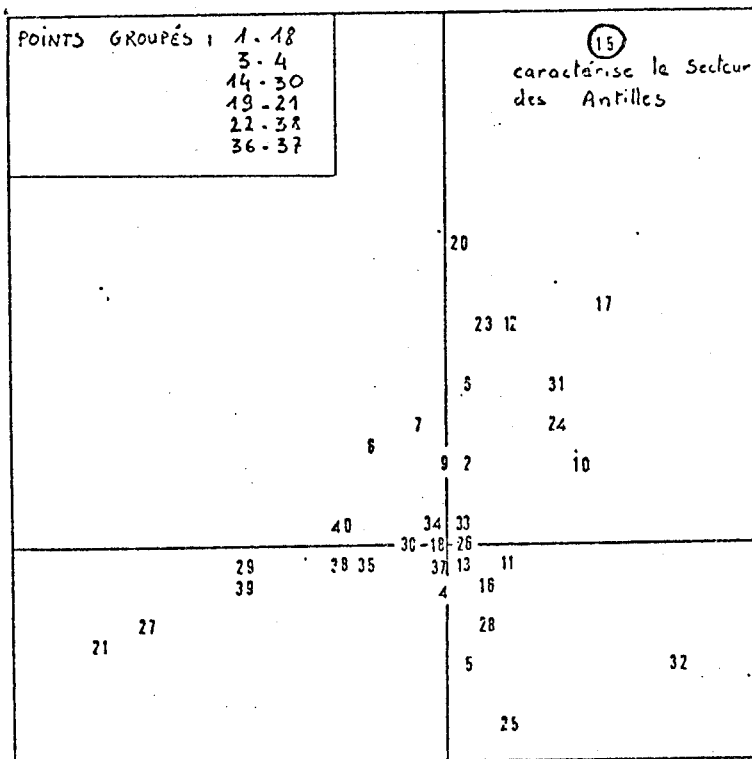
Les secteurs considérés sont les 2, 3, 4, 5, 7 et 8 pour les raisons évoquées plus haut. Sur ces 6 secteurs, on peut définir des couples où l'on comptera +1 s'ils sont dans le même ordre dans les deux permutations et -1 dans le cas contraire.

On obtient alors le tableau suivant :

Secteurs	2	3	4	5	7	8
2						
3	1					
4	1	1				
5	-1	-1	-1			
7	1	1	1	1		
8	1	1	1	1	1	



Dessin des observations



Dessin des variables (parasites).

fig. 54 A.F.C. sur les moyennes des parasites.

Soit S la somme de tous ces chiffres.

$$\text{On a alors } \tau = \frac{S}{1/2 n(n-1)} \quad \text{avec } n = 6 \text{ secteurs}$$

$$\text{d'où } \tau = \frac{9}{15} = 0,6$$

Les tables de Kendall donnent pour cette valeur un test significatif à 8,6 % (seuil 14 %).

En ce qui concerne les différences est-ouest, on remarque que le secteur 0 (Antilles) se distingue assez bien (n'est pas au milieu des autres).

2.1.9 - Analyse sur les corrélations entre thons

Afin de nous soustraire à l'influence des variables dont le taux est relativement élevé sur les Albacores (parasites très nombreux) et qui influencent les résultats des analyses prenant en compte ce nombre de parasites, nous avons effectué une analyse des corrélations des observations, (figure 55). Hélas, les résultats obtenus ne sont pas interprétables. Les structures, floues, ne permettent aucune conclusion.

2.1.10 - Etude des présences

Une étude complémentaire, uniquement axée sur les présences a été effectuée grâce à une AFC (figure 56) et une analyse avec l'indice d'OCHIAI (figure 57). Malheureusement, aucune structure n'a pu être mise en évidence.

Une étude similaire sur les absences seules n'a pas été entreprise en raison des difficultés d'interprétation que nous déjà soulignées à propos de l'absence des parasites.

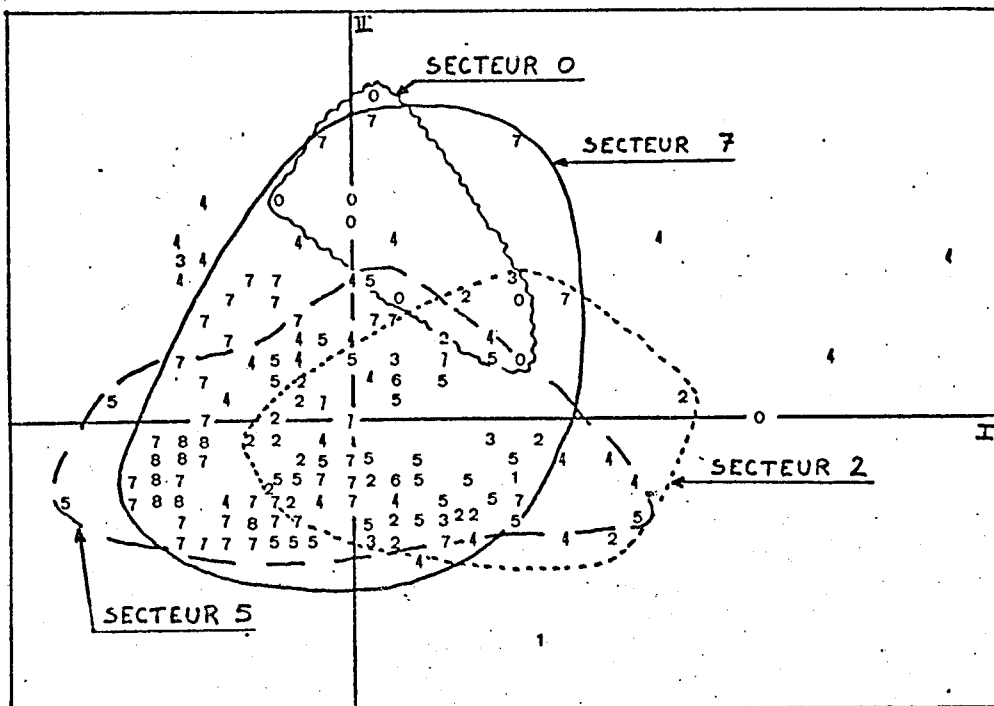
	II (5.1%)	
I (62.5%)		<p style="text-align: right;">5 2 4 1 6 3 7 8</p>
POINTS GROUPEs : 0-6		

Dessin des barycentres des observations
(plan I-II : 67,6 % d'inertie)

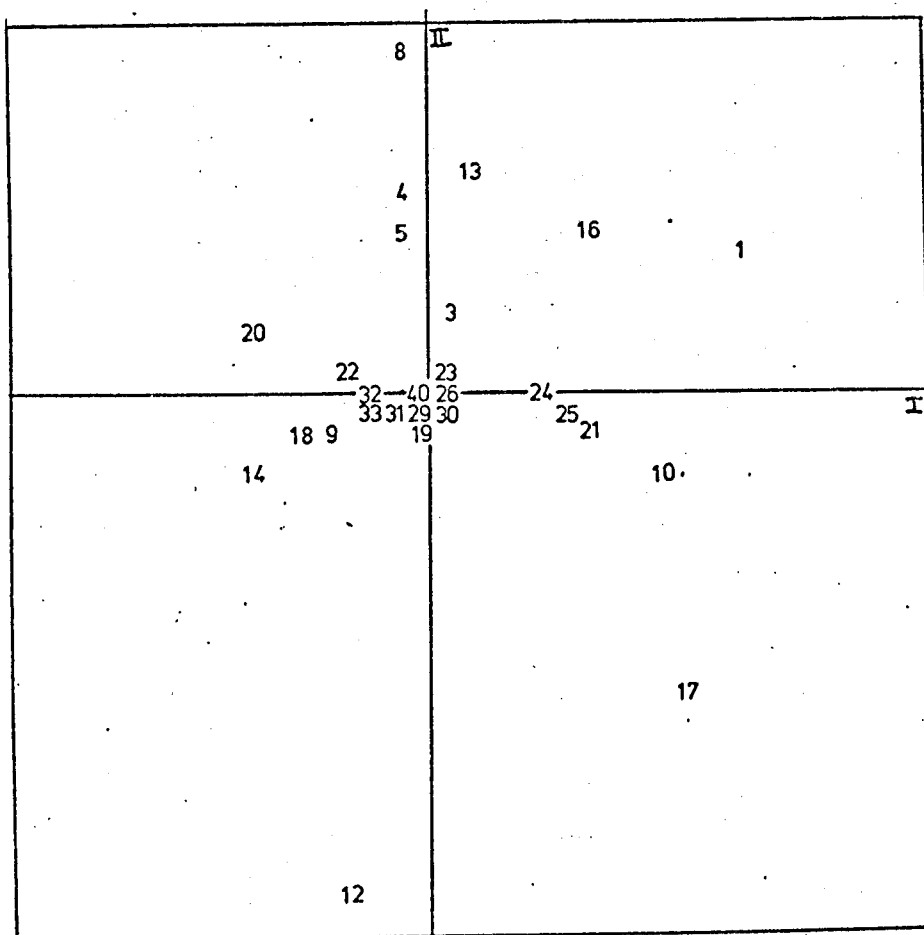
	III (4.7%)	1
6	0	2
	3	5
	4	II (5.1%)
7		
8		

Dessin des barycentres des observations
(plan II-III : seulement 9,8 % d'inertie.
Les secteurs 7-8 bien individualisés).

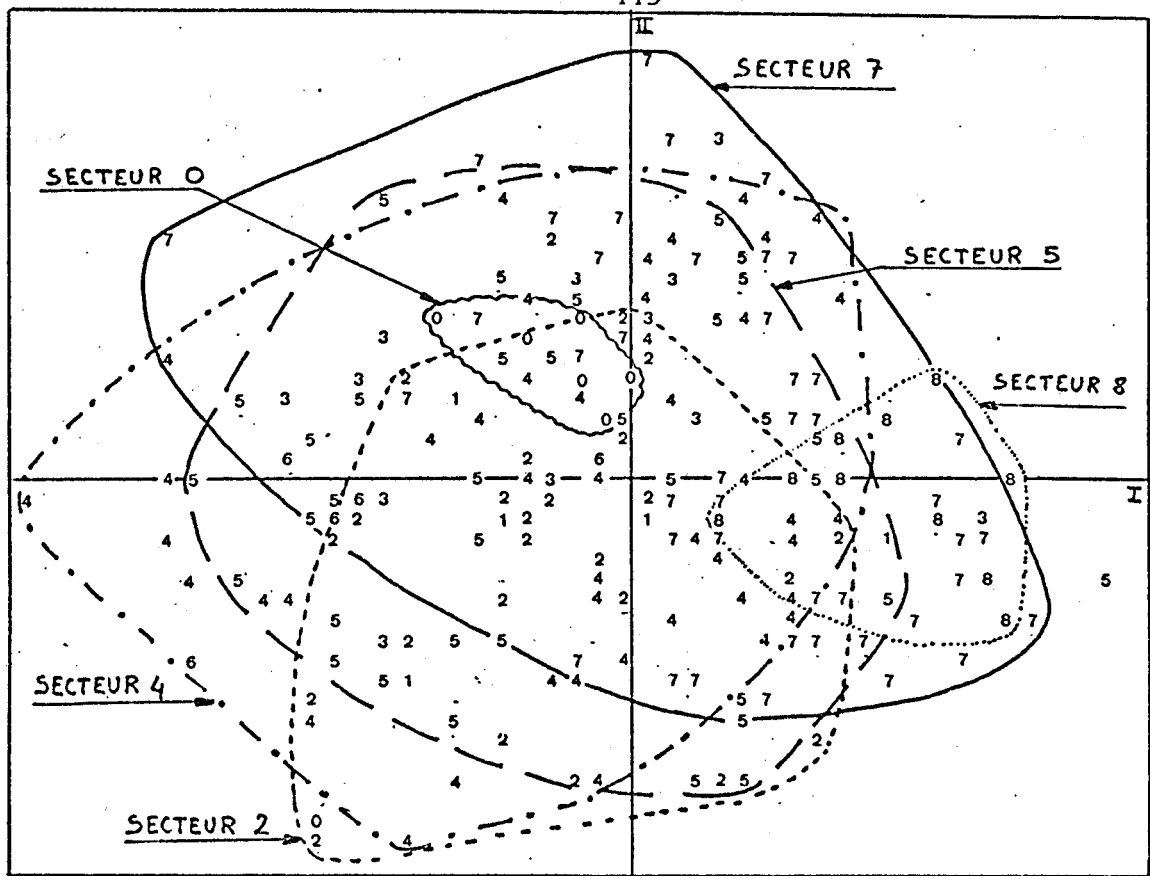
Figure 55 : corrélation - observations



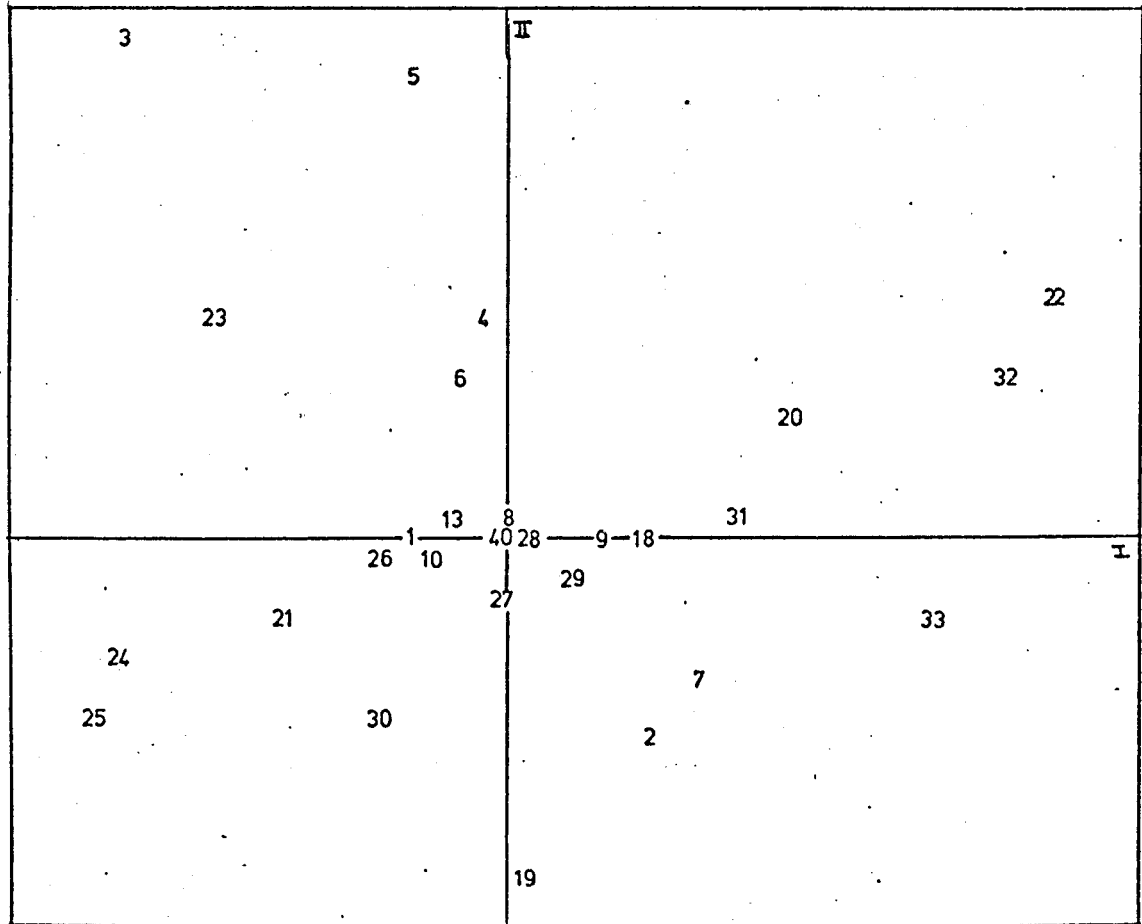
Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).



Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig.57 Analyse avec l'indice d'OCHIAI des présences des parasites.

2.1.11 - Etude plus fine des différences Est-Ouest

Puisque les analyses semblent faire ressortir préférentiellement les variations propres au "gradient" nord-sud du Golfe de Guinée, au détriment des différences est-ouest atlantique, nous avons tenté de faire ressortir ces dernières plus distinctement grâce à des AFC ($\text{Log}(x+1)$) et des analyses avec l'indice d'OCHIAI en ne prenant que le secteur Antilles et en lui opposant successivement les secteurs nord du Golfe de Guinée (1 et 2) et sud (secteurs 7 et 8).

Secteur Antilles et secteur sud du Golfe

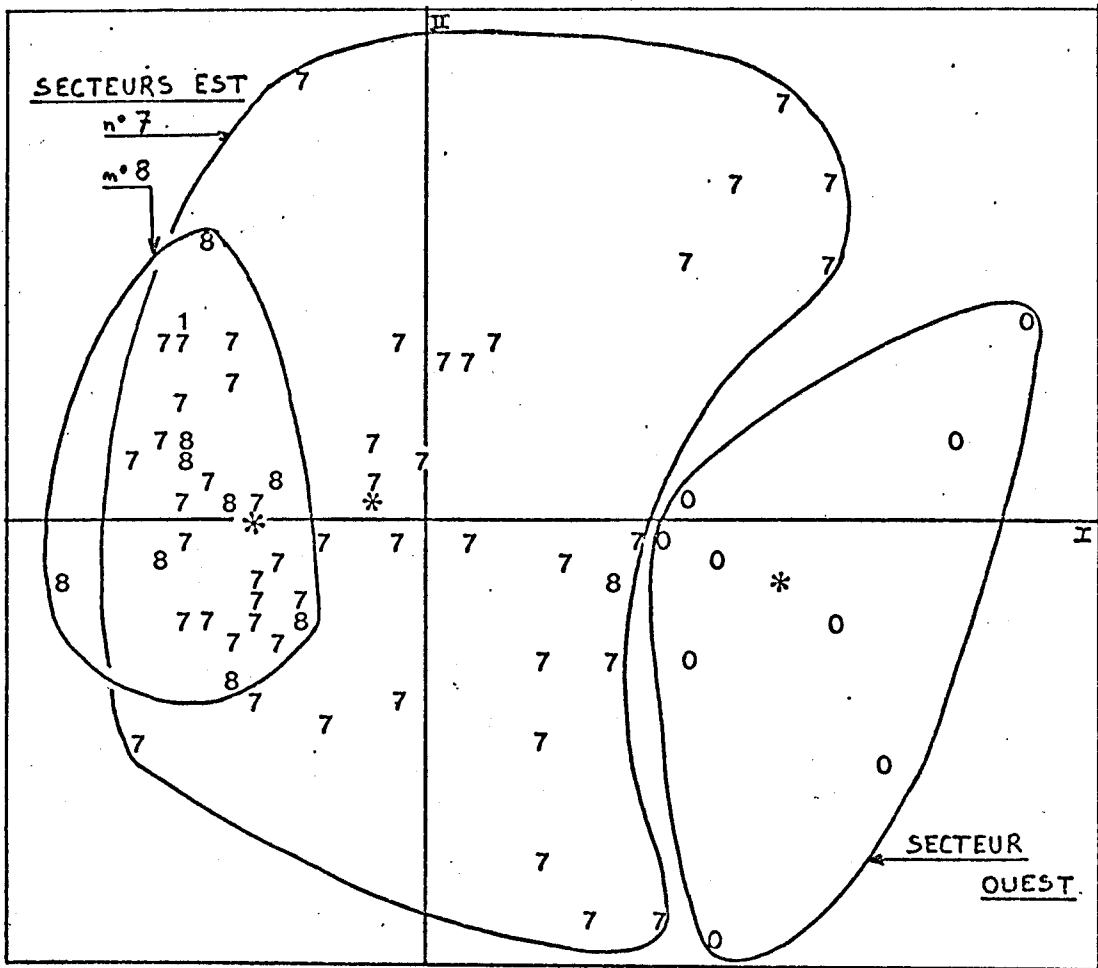
L'AFC (figure 58) montre bien une différence entre le secteur des Antilles et les secteurs sud qui ont, eux, tendance à se regrouper. Le secteur des Antilles semble caractérisé par les variables n° 15, 24, 13, 16, 33, 8, 12, 21, 10 et 19 alors que les secteurs sud (7 et 8) ont un profil parasitaire surtout mis en évidence par les autres parasites.

L'analyse avec l'indice d'OCHIAI (figure 59) confirme, sur une base qualitative la différence est-ouest. Globalement, sensiblement les mêmes parasites que dans l'AFC différencient ces deux zones.

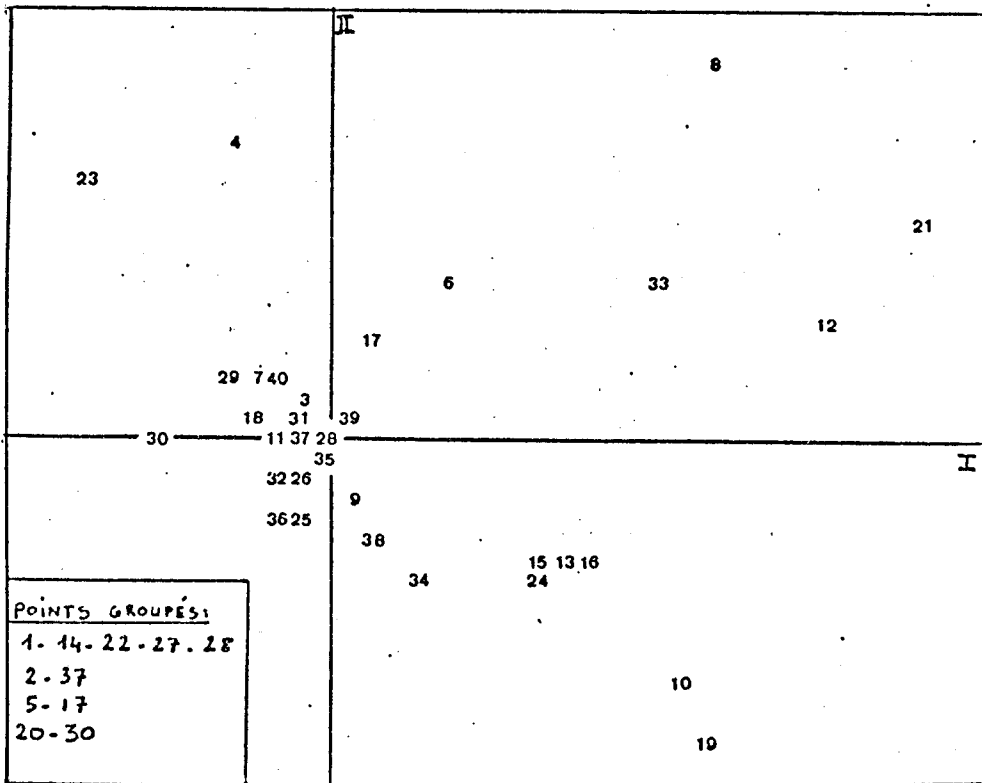
Secteur Antilles et secteurs Nord du Golfe

L'AFC (figure 60) fait encore ressortir une différence est-ouest dans l'Atlantique. Il ne faut pas ici tenir trop compte du secteur 1 (îles du Cap Vert) où seulement quatre poissons ont été récoltés. Ce secteur ne figure dans les analyses qu'à titre indicatif. L'analyse de l'espace des variables montre que les parasites n° 12, 15, 6, 16, 21, 30 etc... semblent plus particulièrement inféodés au secteur des Antilles alors que les parasites 8, 4, 20, 9, 7 caractérisent plus fortement le secteur 2 (Dakar).

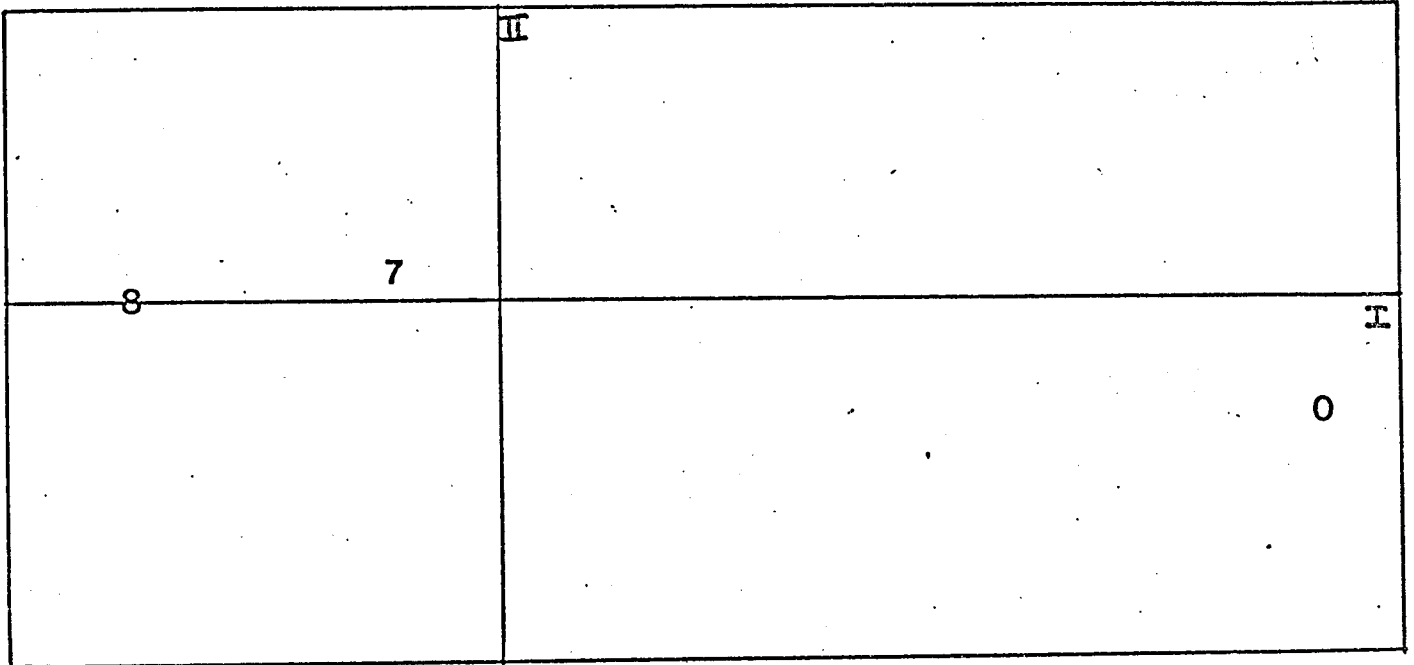
L'analyse avec l'indice d'OCHIAI (figure 61) confirme l'AFC, aussi bien au niveau de l'observation des nuages de points thons et de leurs barycentres que des parasites structurants qui sont sensiblement les mêmes. Ici cependant, le secteur 1 semble se "rapprocher" du secteur des Antilles. Mais nous avons vu que nous devons être méfiants à son égard.



Dessin des observations (Albacores).

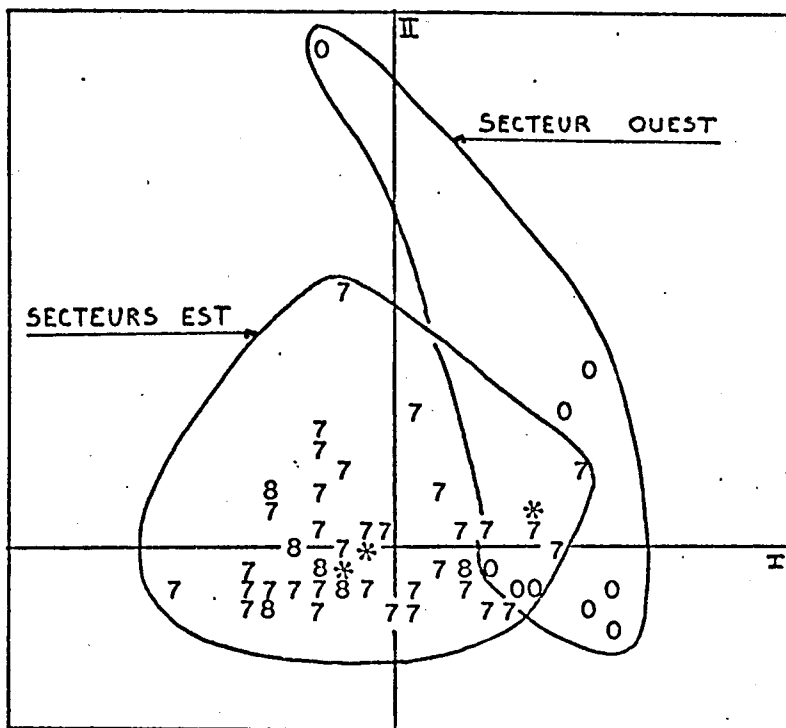


Dessin des variables (parasites).

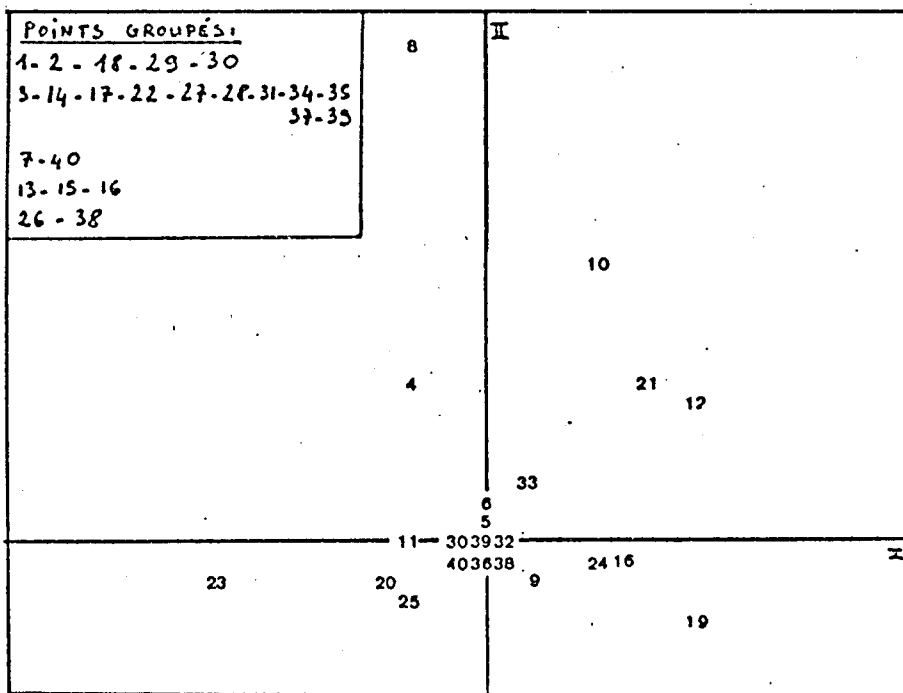


Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 58 (suite): A.F.C. des secteurs Antilles et Sud du Golfe de Guinée (Pointe Noire).



Dessin des observations (Albacores).

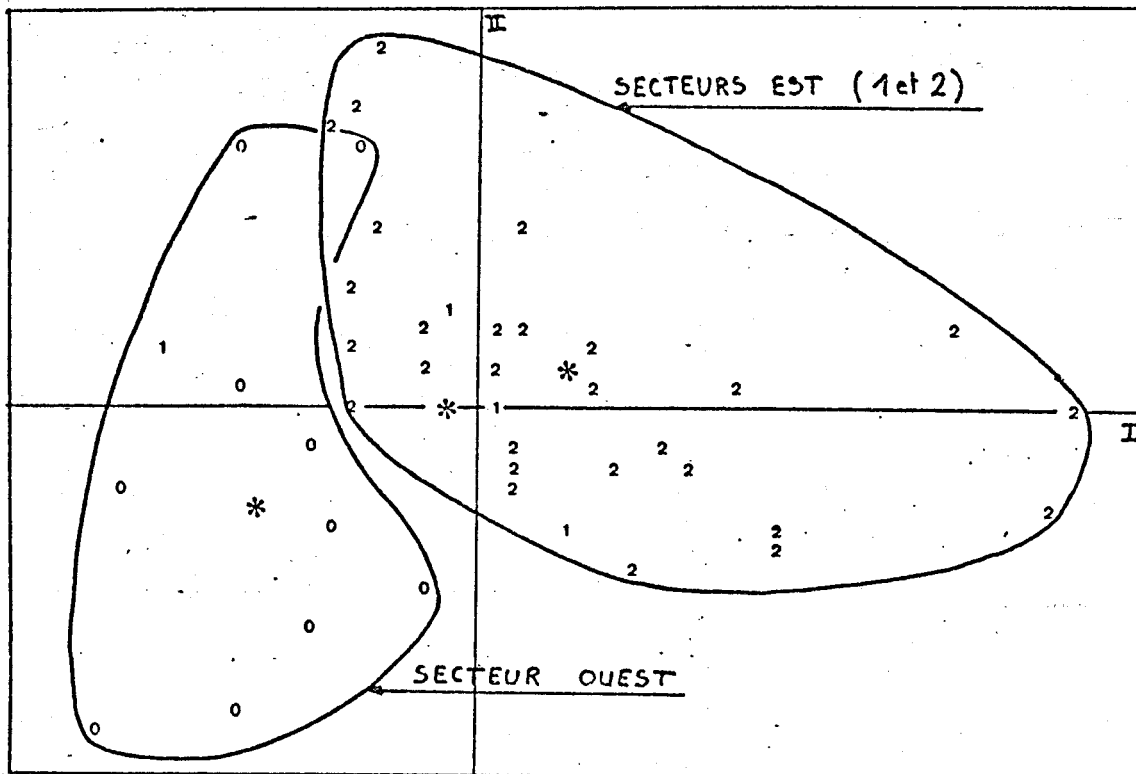


Dessin des variables (parasites).

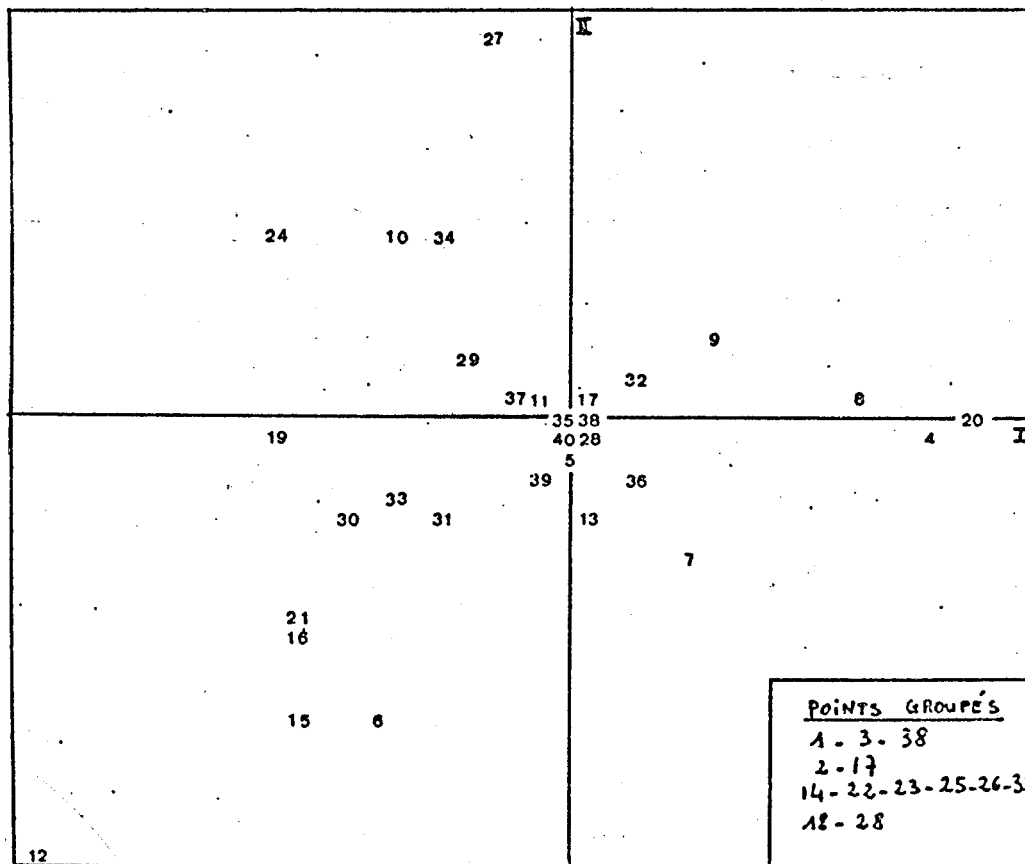
	II	0
8	7	I

Dessin des barycentres des observations (Albacores).

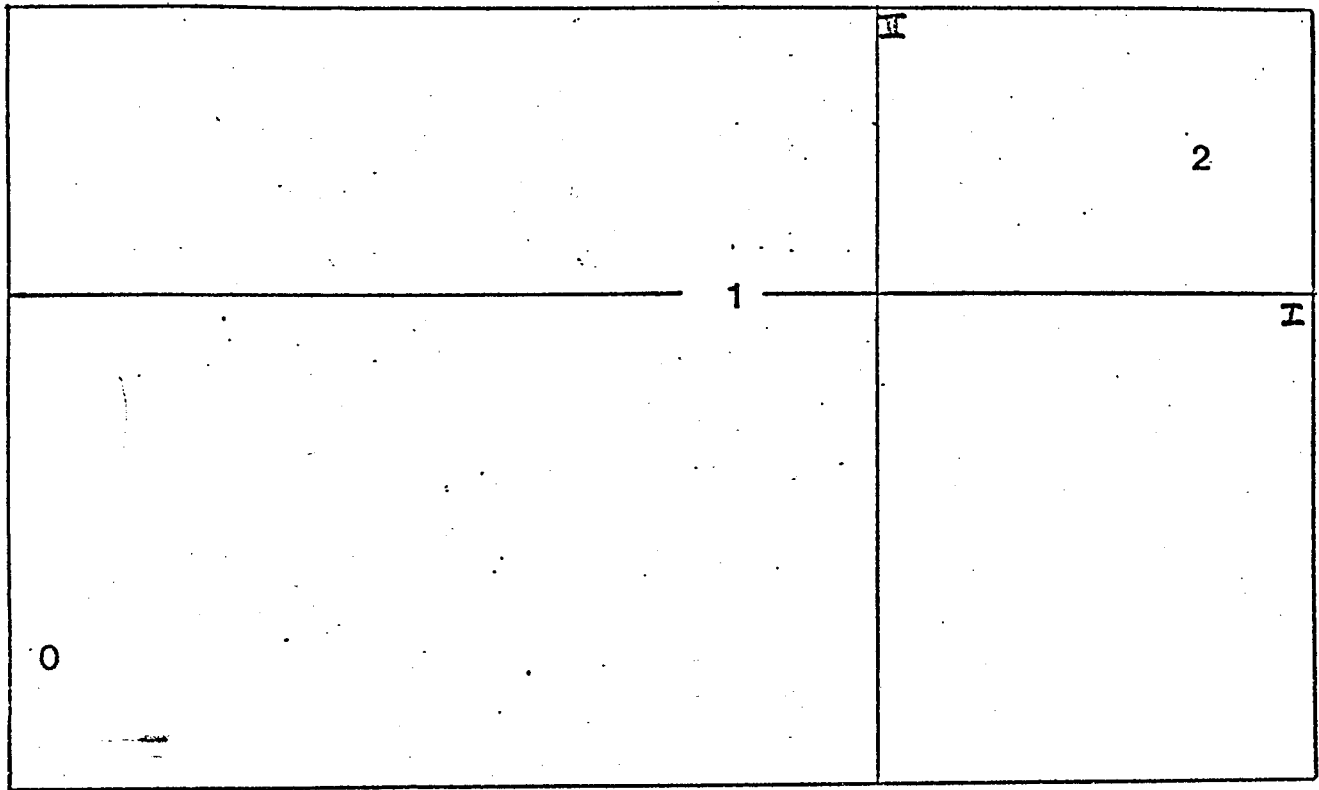
59 (suite) Analyse avec l'indice d'OCHIAI des secteurs Antilles et sud du Golfe de Guinée



Dessin des observations (Albacores).

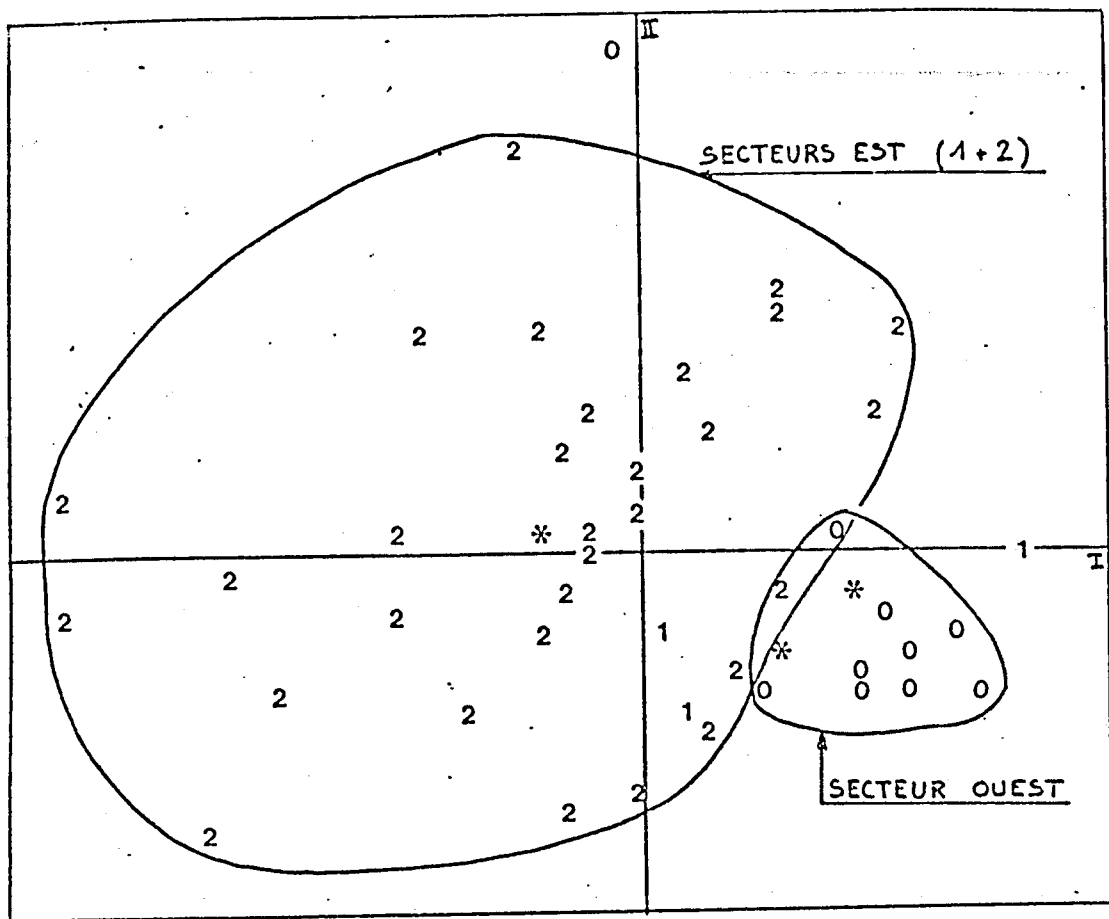


Dessin des variables (parasites).

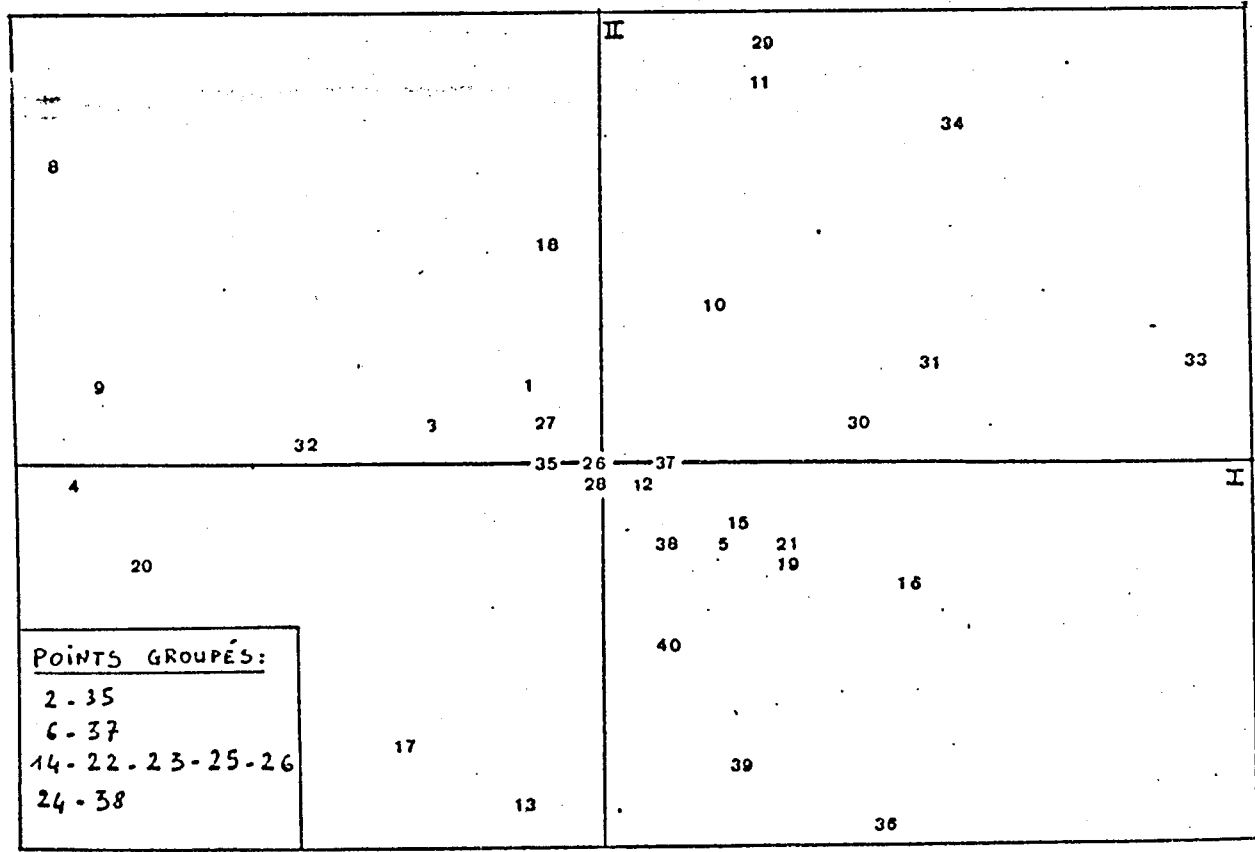


Dessin des barycentres des observations (Albacores).

Fig. 60 (suite) A.F.C. des secteurs Antilles et Nord du Golfe de Guinée (Dakar...).

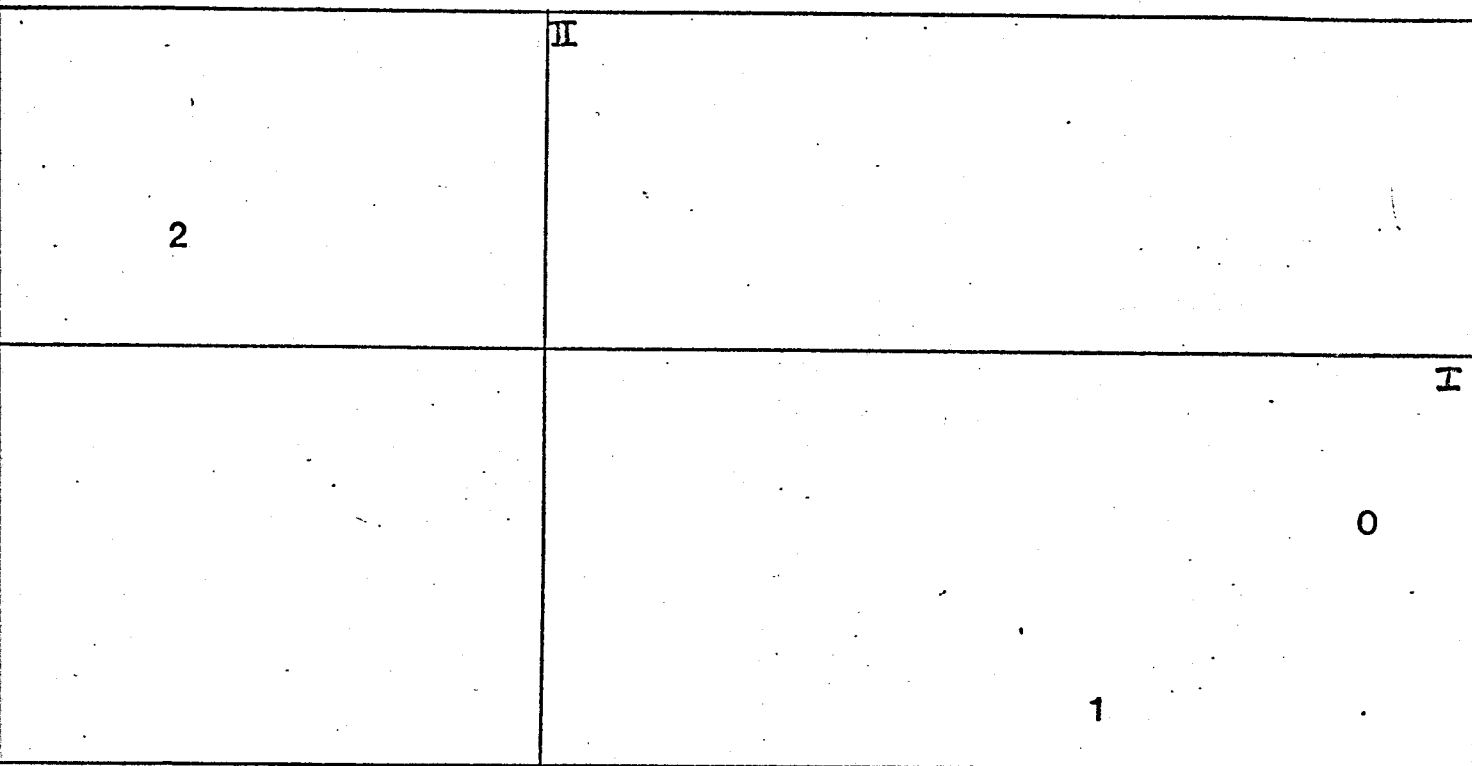


Dessin des observations (Albacores).



Dessin des variables (parasites).

fig. 61 Analyse avec l'indice d'OCHIAI des secteurs Antilles et Nord du Golfe de Guinée.



Dessin des barycentres des observations (Albacores).

fig. 61 (suite) Analyse avec l'indice d'OCHIAI
des secteurs Antilles et Nord du Golfe de Guinée.

Conclusion

L'analyse des différences est-ouest atlantique a montré la réalité de l'hypothèse de stocks séparés. L'ouest atlantique semble donc être une zone "à part" comparée à l'Atlantique est. Cependant, ceci demande confirmation car l'échantillon des Antilles n'est peut-être pas aussi représentatif de sa zone que les analyses laissent supposer : 10 poissons ont seulement été capturés. Mais, si réellement une différence est-ouest existe, il est bien évident qu'elle peut se voir sur dix poissons seulement... Auquel cas, nos analyses sont suffisantes. Sous cette hypothèse, on remarque que les Antilles sont caractérisées par une faune particulière différente de celle des Albacores de l'Atlantique est (au sens statistique global).

2.1.12 - Conclusion sur les analyses d'inertie

Les analyses d'inertie semblent montrer un gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée ainsi qu'une séparation probable Atlantique est-Atlantique Ouest.

En ce qui concerne plus particulièrement le Golfe de Guinée, trois hypothèses peuvent être émises :

- les albacores forment un continuum : des "contaminations" entre groupes formant un gradient nord-sud très flou.

- il existe deux stocks à peu près définis (Dakar et Pointe-Noire) avec une zone de mélange qui se situerait au large d'Abidjan.

- on est en présence d'une multitude de très petits groupes indépendants.

La première hypothèse semble la plus vraisemblable au vu des analyses : on pourrait par exemple penser que les poissons sont issus d'une même reproduction et que, en suivant les mêmes voies migratoires, on se retrouve dans l'impossibilité de distinguer des stocks. On observe alors un gradient nord-sud. Cependant, cette hypothèse n'est pas en accord avec les études antérieures sur la biologie de l'Albacore. Toutefois, on peut remarquer que certains parasites sont beaucoup plus discriminants (indicateurs) que d'autres qui introduisent un fort bruit

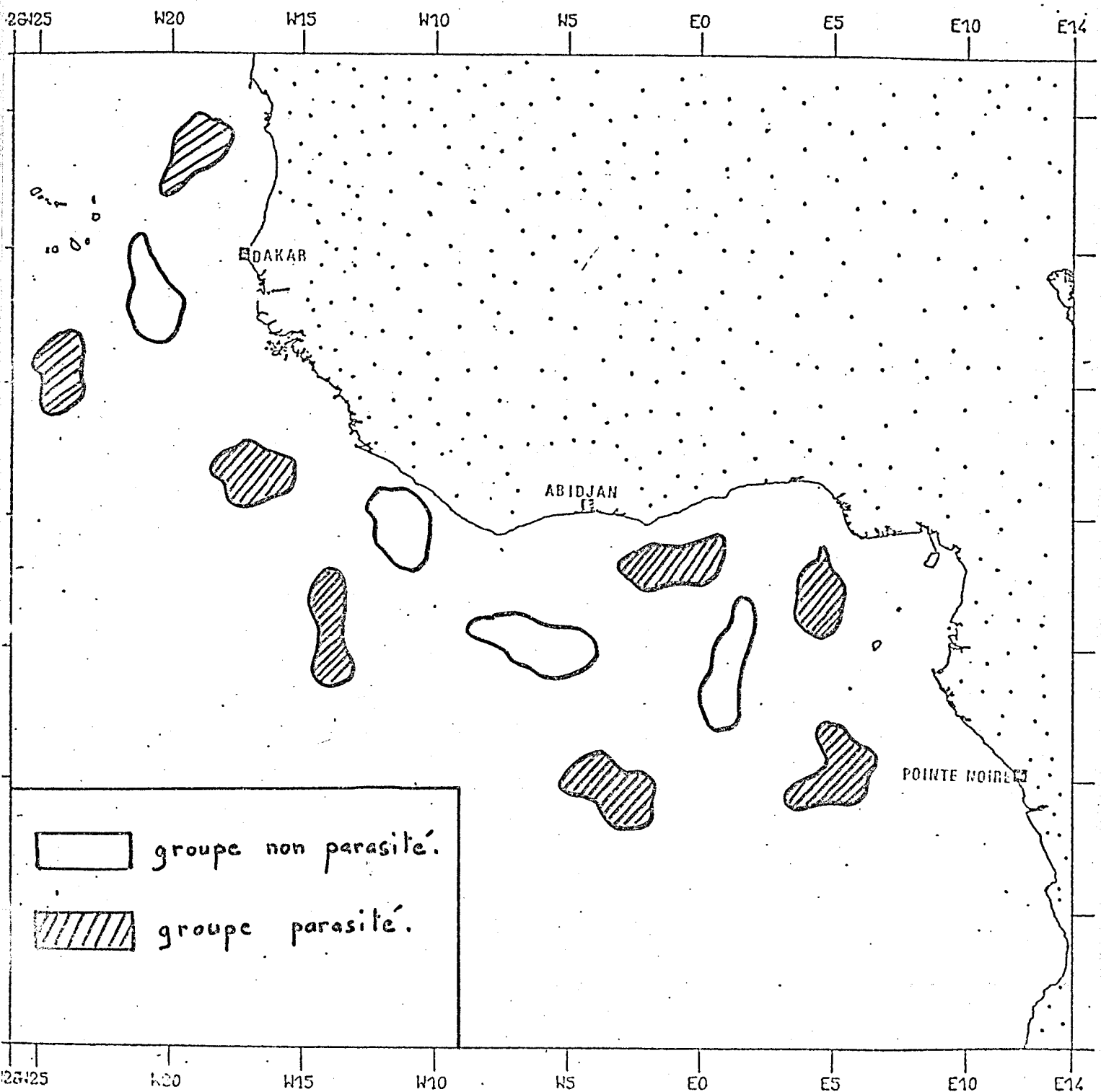


Figure 62

de fond dans les analyses. On peut donc penser que certains parasites sont inféodés à des zones précises plus que d'autres. Ces derniers, moins exigeants, seraient répartis plus uniformément dans l'environnement et parasiteraient les thons de façon semblable. Néanmoins, les analyses ne peuvent permettre que l'hypothèse d'un continuum de populations distinctes avec des échanges entre ces populations et non de stocks bien individualisés.

La deuxième hypothèse est à mettre en rapport avec les observations des océanographes (hydrologie, marquages...). Il ne faut pas oublier par exemple qu'une structure thermique puissante s'installe régulièrement au niveau du Cap Lopez, empêchant les poissons situés au sud de remonter au nord vers Abidjan. Cette structure peut être moins nette certaines années et laisser la place à un "pont thermique" permettant des échanges nord-sud entre les Albacores. Les marquages vont aussi dans le sens de l'hypothèse des deux stocks nord-sud séparés avec parfois quelques échanges. On serait ainsi en présence d'une même population, unique, mais que l'on peut éventuellement gérer en deux stocks différents (Dakar et Pointe-Noire), en prenant néanmoins quelques précautions pour la zone d'Abidjan qui serait une zone "intermédiaire" (ou peut-être un 3e "paquet" d'Albacores).

La troisième hypothèse est aussi très vraisemblable. Elle rend compte des structures observées dans les analyses d'inertie mais aucune observation effectuée en place par les océanographes ne peut la confirmer. En effet, les analyses d'inertie permettent d'observer les différences au niveau des macrostructures (que l'on désire trouver ici) mais, les structures sont peut-être aussi très liées aux micro-structures : imaginons que les parasites soient répartis en taches dans l'océan. La figure 62 nous montre alors la possibilité de petits groupes indépendants, parasités ou non (on prend ici l'exemple d'un seul parasite) et l'échantillon des albacores peut alors faire ressortir un gradient flou alors que nous sommes en présence d'une structure parfaitement explicable. Il ne faut pas non plus oublier qu'une structure observée inexplicable peut ne pas être fortuite et de même, une structure fortuite peut parfaitement (à tort) être expliquée.

Pour nous résumer, on peut dire que :

- l'étude du profil parasitaire d'un poisson unique ne permet pas de conclure de façon certaine sur son appartenance à tel ou tel groupe géographique.

- l'étude d'un petit groupe de poissons peut éventuellement permettre de les rattacher globalement à un secteur géographique. La probabilité d'erreur est néanmoins assez grande et la taille de l'échantillon serait à définir en conséquence.

Il faut aussi souligner que les analyses d'inertie font ressortir une variabilité intra-secteur aussi importante que la variabilité inter-secteur. L'échantillon n'est donc pas très bien adapté aux analyses que nous lui avons fait subir puisque le faible nombre de poissons échantillonnés a empêché toute approche précise de l'étude de microstructures.

En ce qui concerne les différences est-ouest Atlantique, il semble que l'on puisse avancer l'hypothèse de groupes séparés reconnaissables globalement au vu de leur profil parasitaire.

D'autre part, il est impossible avec les parasites de rattacher à coup sûr un poisson à un groupe géographique précis. Ce serait peut être possible à faire sur la base d'un seul parasite. Nous reprendrons donc ce problème au cours de nos analyses univariées, notamment en ce qui concerne les groupes est et ouest.

En résumé, la figure 63 (a et b) indique quels sont les parasites intéressants pour le genre d'étude que nous avons mené (analyses d'inertie). Nous avons vu que cette limitation dans le nombre de parasites peut permettre une économie à tous niveaux dans le cadre d'une poursuite de ce type de recherche.

PARASITES	Détermination		Corrélation variables (Log(x+1))	A. F. C.	A. F. C. (Log(x+1))	A. F. C. qualitatif	OCHIAI Observations	A. F. C. sur moyennes
	A	D						
<i>Dasyrhynchus</i> sp.	A	D	S.G.					
<i>Callitetrarhynchus gracile</i>	A	D	N.G.		N.G.	N.G.		
<i>Rhadinorhynchus cadenati</i>	A	D	N.G.		N.G.	N.G.		N.G.
<i>Bolbosoma vasculosum</i>	A	D	N.G.			N.G.		
<i>Hexostoma</i> sp	A	M	N.G.	N.G.				
<i>Caballerocotyla klawei</i>	A	D	At	At			At	
<i>Caballerocotyla verrucosa</i>	A	M	At			At	At	
<i>Caballerocotyla abidjani</i>	A	M	At			At	At	
<i>Dasyrhynchus talismani</i> (artères branchiales)	A	D	S.G.			S.G.		
<i>Sibitrema poonui</i>	A	D			At	At		At
<i>Phyllodistomum thurni</i>	A	D				S.G.		
<i>Tentacularia coryphenae</i>	A	D		At		N.G.		At
<i>Cardicola</i> sp.	A	M		S.G.	S.G.	S.G.		
<i>Allo pseudaxineides euthynni</i>	A	M				S.G.		
<i>Synoclitum katwo</i>	A	M			N.G.	N.G.		N.G.
<i>Nasicola klawei</i>	A	D		N.G.		N.G.		N.G.
Kystes musculaires	NA	ND				S.G.		
<i>Didymocystis</i> (Langue 2)	A	M			S.G.	S.G.	S.G.	S.G.
<i>Koellikerioïdes</i> (reins)	A	M		At			N.G.	
<i>Didymocystis</i> (Vomer 2)	A	M			S.G.	S.G.	S.G.	S.G.
<i>Koellikerioïdes albacaris</i>	A	M					N.G.	
<i>Koellikerioïdes intestinalis</i>	A	M		N.G.				
<i>Didymocystis</i> (voute palatine)	A	M	S.G.	S.G.				
<i>Didymocystis</i> (arcs branchiaux)	A	M		S.G.				
<i>Didymocystis</i> (Langue 1)	A	M	S.G.				S.G.	
<i>Didymocystis</i> (Vomer 1)							S.G.	S.G.
<i>Didymocystis</i> (feuillet branchiaux)							S.G.	

- A : parasite accessible
- NA : parasite peu accessible
- D : parasite facilement déterminable
- ND : parasite difficile à déterminer
- M : la détermination nécessite l'emploi d'un microscope
- S.G. : parasite caractérisant les secteurs Sud du Golfe de Guinée
- N.G. : parasite caractérisant les secteurs Nord du Golfe de Guinée
- At : parasite caractérisant le secteur des Antilles.

figure 63a

PARASITE	A.F.C. Ouest et Nord-Guinée	OCHIAI Ouest et Nord-Guinée	A.F.C. Ouest et Sud-Guinée	OCHIAI Ouest et Sud-Guinée
<i>Caballerocotyla abidjani</i>	At		At	At
<i>Sibitrema poonui</i>	At		At	
<i>Rhadinorhynchus cadenati</i>	At			
<i>Allo pseudaxineides euthynni</i>	At		At	At
<i>D. sp. (Langue 1)</i>	N.G.			
<i>Phyllodistomum thunni</i>	At		At	At
<i>Pseudocychus appendulatus</i>	N.G.	N.G.		
<i>Hexostoma sp.</i>	N.G.	N.G.	At	At
<i>Uropactinella spirulosa</i>	N.G.	N.G.	S.G.	
<i>Anisakis (larves)</i>	N.G.	N.G.		S.G.
<i>Didymozoïdæ</i>		At	At	At
<i>Koellikerioïdes sp.</i>		At		
<i>D. weldi</i>		At		
<i>D. sp. (yeux)</i>		At	S.G.	
<i>C. verrucosa</i>		At		
<i>D. sp (vomer 1)</i>		At	S.G.	
<i>K. albacaris</i>		N.G.		
<i>T. coryphenæ</i>		N.G.		
<i>D. talismani</i>			At	
<i>Nasicola klawei</i>			At	
<i>C. klawei</i>			At	At
<i>Cardicola sp.</i>			S.G.	S.G.
Kystes musculaires				S.G.

S.G. : parasite caractérisant les secteurs Sud du Golfe de Guinée
N.G. : parasite caractérisant les secteurs Nord du Golfe de Guinée
At : parasite caractérisant le secteur des Antilles.

figure 63b

2.1.13 - Construction d'une hiérarchie selon la méthode du simple lien

Dans les analyses d'inertie, nous avons vu que l'essentiel des structures observables étaient dues aux variabilités nord-sud dans le Golfe de Guinée. Les axes sont surtout liés à ces variabilités et les différences possibles entre l'Atlantique ouest et est, si elles ressortent, ne le font que très modérément. L'intérêt d'une classification automatique réside surtout dans le fait que l'on échappe alors à toute influence d'une variabilité particulière. Nous avons donc bâti une hiérarchie selon la méthode du simple lien, sur nos données préalablement transformées par la formule $\text{Log}(x+1)$ et en utilisant la distance du Khi-deux entre deux éléments thons. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 64. Seulement 95 poissons ont pu être utilisés en raison des capacités du programme informatique.

On remarque cependant quelques groupements de poissons selon leur secteur géographique de capture. Néanmoins, ces groupements sont peu nets et de faible amplitude. On ne peut donc pas parler de groupes distincts d'Albacores. De même, les différences est-ouest dans l'Atlantique ne ressortent pas aussi bien que ce que l'on aurait pu attendre, malgré un léger groupement des thons du secteur des Antilles. Le gradient nord-sud dans le Golfe de Guinée ne peut pas être mis en évidence en raison des mélanges trop importants. Ceci semble donc confirmer que le gradient est réellement "flou". Ainsi, malgré quelques groupements géographiques, la classification automatique n'aura que peu contribué à résoudre les problèmes de structure des populations d'Albacore.

2.2 - Etudes sur la base d'analyses univariées

2.2.1 - Introduction

Afin de compléter plus efficacement les résultats de nos analyses multivariées, nous avons procédé à quelques analyses univariées : nous avons repris chaque parasite en particulier et avons essayé de regarder quelle pouvait être sa contribution dans la mise en évidence de groupes distincts d'Albacores.

...

De la même façon que pour les analyses multivariées, nous sommes restés surtout au niveau descriptif en raison de notre échantillon déséquilibré. Il faudra cependant se méfier de conclusions trop hâtives ; il ne faut pas confondre le test statistique avec le mécanisme qui lui est sous-jacent. On peut en effet montrer qu'il existe une différence statistique sans pour autant prouver que cette différence provienne du mécanisme que l'on est en train d'analyser. Par exemple, montrer une différence de taux de parasitage d'un secteur à l'autre n'a jamais prouvé l'existence de deux stocks de poissons distincts.

Nos analyses univariées resteront très simples : d'une part parce que l'échantillon dont nous disposons ne se prête pas aux tests statistiques usuels (tests paramétriques en particulier) et d'autre part parce que l'hétérogénéité de l'échantillon, que nous avons déjà signalée ne permet pas un découpage fin et gêne en cela les analyses univariées : par exemple, si l'on s'intéresse aux années, il arrive souvent que dans un secteur géographique donné, trop peu de poissons (2 ou 3) soient pêchés et il est bien évident qu'une moyenne, calculée sur la base de deux observations peut être ainsi faussée et "éloignée" de la réalité.

2.2.2 - Variations du parasitisme avec la taille du poisson

Les courbes montrent des comportements particuliers à chaque parasite. Certaines sont difficilement interprétables en raison d'étranges variations qui ne semblent alors indiquer aucune corrélation entre le nombre de parasites et la taille du poisson (notamment chez les espèces très parasitantes). Cependant, certaines courbes montrent une certaine corrélation taille-nombre de parasites. Nous donnons trois exemples des plus représentatifs :

- *Dasyrhyncus talismani* : (région abdominale)

Le figure 65 indique une linéarité croissante du nombre de parasites avec la taille du poisson.

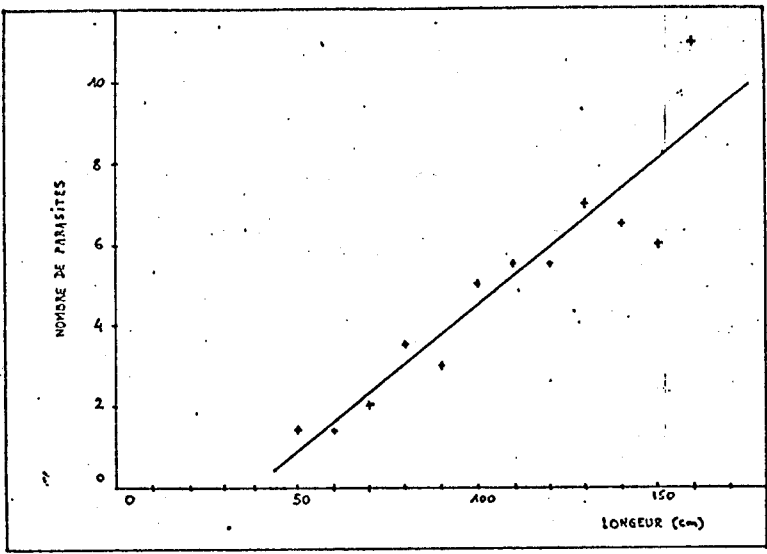


fig. 65 : *D. talismani* (région abdominale)

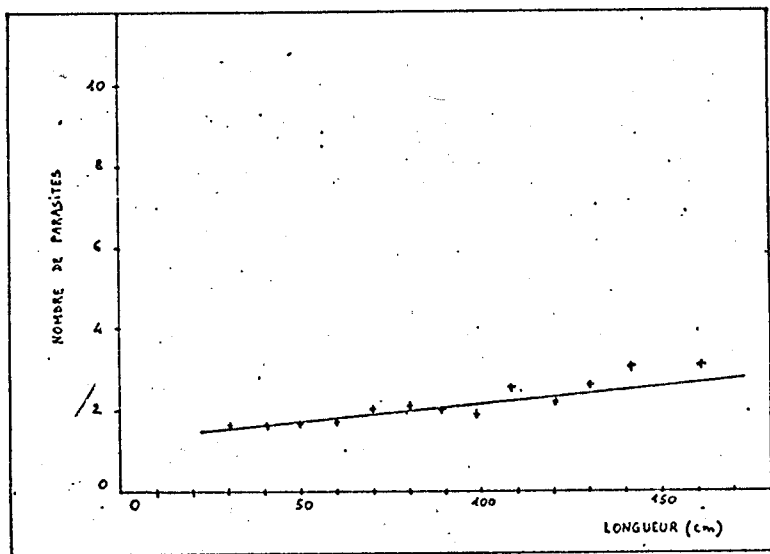


fig. 66 : *D. talismani* (branchies)

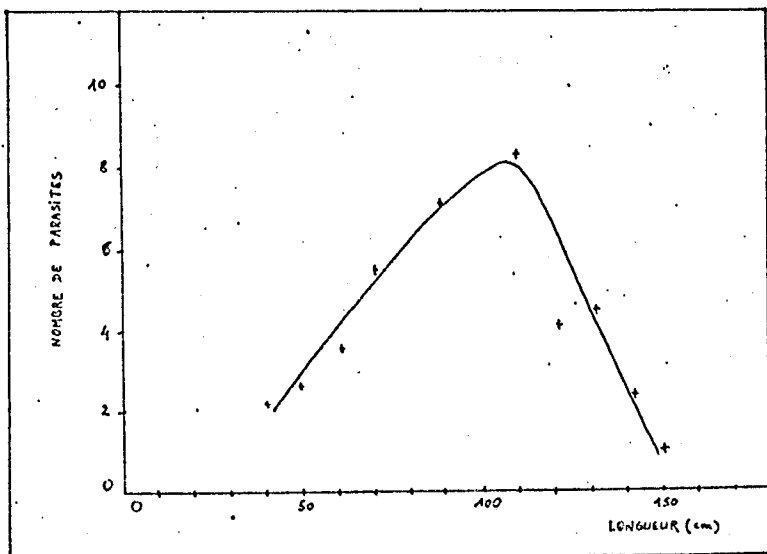


fig.67 : *U. spinulosa*

- *Dasyrhyncus talismani* (branchies)

La figure 66 indique une forte infestation des tailles moyennes. Le parasite, peu présent chez les jeunes disparaît à l'âge adulte (mort du parasite ? ou relation directe avec le cycle de vie du parasite ?)

- *Uropratinnella spinulosa*

La figure 67 montre une stabilité de l'infestation avec la longueur de l'Albacore.

Conclusion

Malgré ces quelques exemples, on ne peut pas prétendre que les parasites soient systématiquement corrélés à la longueur de l'Albacore car notre échantillon, insuffisant pour ce genre de considération, ne nous permet pas de conclure. D'ailleurs, les analyses d'inertie n'ont pas mis en évidence de liaison globale taille-intensité d'infestation, soit parce que les parasites ne sont pas liés à la taille des poissons (aux exceptions près), soit parce que ces liaisons sont très complexes. Auquel cas, une étude plus fine, qui dépasse notre propos, s'impose.

2.2.3 - Analyses sur la base de données quantitatives

2.2.3.1 - Analyse des histogrammes des parasites

L'annexe 1 regroupe les schémas correspondants. Nous avons déjà eu l'occasion de mettre en évidence les distributions non identiques des parasites l'un par rapport à l'autre, ainsi que le mode zéro qui est souvent très important.

On peut cependant remarquer que certains parasites sont :

- presque toujours présents (n° 1, 33, 34, 36, 38, 39...)
- presque toujours absents (n° 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23...)

- en nombre faible plus ou moins important (n° 5, 11, 12, 13, 14...).

On peut aussi dire que les espèces presque toujours absentes peuvent être l'indice :

- soit d'une densité de parasite faible
- soit d'une densité de thons faible (ou plutôt une densité de bancs de thons faible)

- soit une combinaison de ces deux facteurs

- soit aussi, l'indice d'un parasite peu résistant ou au cycle de vie particulier (durée d'infestation faible, etc...)

Ce sont cependant ces parasites presque toujours absents qui risquent d'être intéressants dans la mise en évidence de stocks séparés de thons (par exemple, une espèce inféodée à un secteur donné et absente ailleurs donc en nombre faible dans l'échantillon).

On pourrait raisonner de façon analogue (mais en prenant les contraposées de ces hypothèses) pour les parasites presque toujours présents. Ceux-ci semblent donc répartis "uniformément" dans tout l'Atlantique et ne serviront probablement pas les discussions sur les structures de la population d'Albacore.

On met ainsi en évidence les parasites responsables du "bruit de fond" que l'on a observé dans nos analyses précédentes ainsi que les parasites qui étaient les plus structurants.

2.2.3.2 - *Analyse des moyennes des parasites par secteur*

Cette analyse complète l'observation des histogrammes qui regroupaient tous les secteurs géographiques prospectés. Les moyennes font en quelque sorte ressortir l'importance relative de chaque secteur dans un des modes des histogrammes. Cependant, le calcul des écart-types associés aux moyennes nous a montré que ceux-ci étaient très importants et

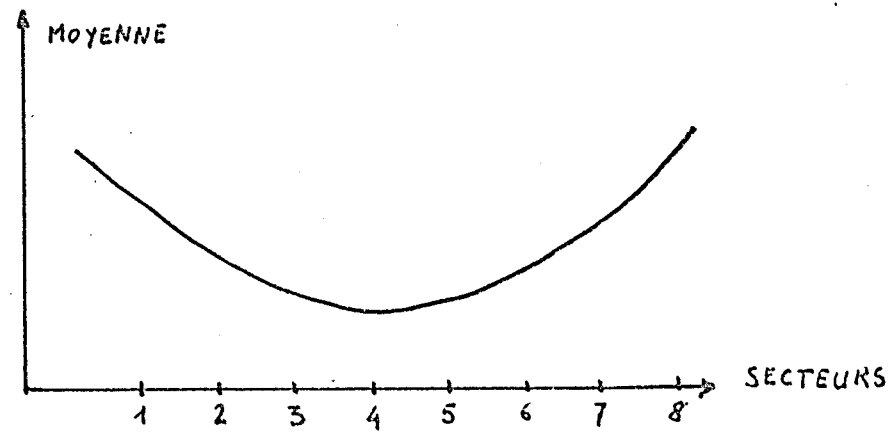
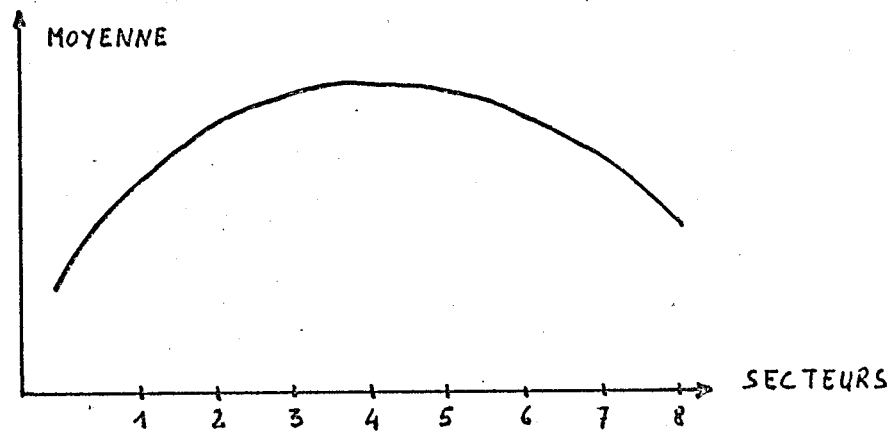
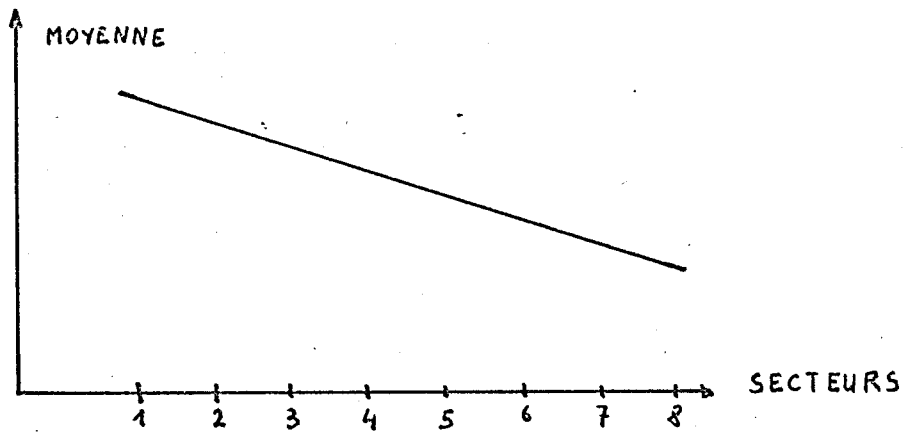
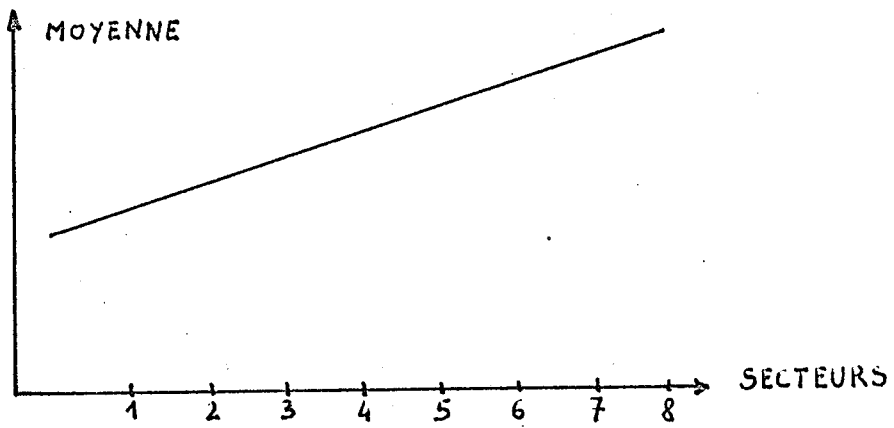


Figure 68

que la plupart des moyennes calculées, pour ne pas dire toutes, ont des plages de variation qui se recoupent de façon non négligeable et sont même emboîtées les unes dans les autres. Cette remarque est certes négative puisqu'elle sous-entend qu'il faudra se méfier de l'observation des moyennes. Les écarts-types montrent donc une grande variabilité du parasitage à l'intérieur d'un même secteur.

Malgré la difficulté, que nous avons déjà signalée, de "découper" plus finement notre échantillon, nous avons calculé les moyennes d'infestation parasitaire par secteur, selon les années, lorsque ceci était possible. Il ressort que, pour certains parasites, on observe une grande variabilité annuelle (la même analyse portant sur les fréquences d'apparition des parasites montre le même genre de résultat). Il semble donc qu'une variabilité surtout d'ordre temporel soit à l'origine des écarts-types importants. Cependant, les données sont insuffisantes pour conclure de façon certaine à de véritables fluctuations annuelles, voire saisonnières.

L'allure générale des courbes des moyennes (voir annexe 2) font néanmoins ressortir des types graphiques particuliers si l'on ne tient pas compte des secteurs 1 et 6 qui sont trop peu échantillonnés. La figure 68 indique de façon simplifiée les divers types de variation. On reconnaît ici aussi les parasites plus "structurants" de ceux qui ne le sont pas et dont les moyennes sont sensiblement égales d'un secteur à l'autre.

Nous avons complété l'observation de ces graphiques par des tests de rang de KENDALL sous les hypothèses suivantes :

Ho : on observe une structure dans le Golfe de Guinée (gradient nord-sud).

H1 : il n'y a pas de structure.

nous avons testé Ho contre H1.

Remarque : les secteurs 1 et 6 ont été éliminés des tests en raison de leur faible nombre de poissons échantillonnés (le secteur 0 des Antilles n'est bien sûr pas pris en compte).

Les résultats des tests sont portés dans la figure 69 où les parasites les plus "intéressants" sont ainsi mis en évidence.

En ce qui concerne les différences est-ouest dans l'Atlantique, on peut remarquer que les parasites 10, 12, 15, 17, 20, 31 peuvent être intéressants. En effet, sur chacun de ces graphiques, la moyenne du secteur 0 (Antilles) se distingue bien des moyennes des autres secteurs de l'Atlantique est (voir annexe.2). Le parasite le plus intéressant semble être *Sibitrema poonui* (n°15) qui n'apparaît que dans le secteur des Antilles. Nous reviendrons plus loin à son sujet.

Cependant, il faut se méfier un peu de l'allure des courbes on peut remarquer une différence ou un gradient, mais ils peuvent, l'un comme l'autre, ne provenir que de faibles, voire très faibles différences d'un secteur géographique à l'autre. Nos tests ne tiennent pas compte de cette remarque. Un test de KENDALL peut être très significatif sans pour autant que sa valeur biologique soit évidente. De plus, nous avons vu que les écarts types étaient très importants. C'est pourquoi, il faudra faire attention aux parasites dont les moyennes sont sensiblement égales et ne retenir que ceux dont les différences ou les gradients sont très nets. Il faudra aussi faire attention aux parasites présents uniquement dans un secteur donné, mais en très petite quantité. La nécessité d'essayer de les découvrir aussi dans d'autres régions s'impose si l'on veut vraiment tirer des conclusions de la faible présence de ces parasites particuliers.

Le tableau de la figure 69 peut servir de conclusion à l'étude des moyennes. Il indique quels sont les parasites intéressants pour notre étude sur la base des tests de KENDALL pour le gradient nord-sud du Golfe de Guinée et des allures des courbes des moyennes pour les différences est-ouest. Il indique aussi la redondance possible de ces parasites avec certains parasites "structurants" des analyses d'inertie.

PARASITES	Gradient Nord-Sud du Golfe de Guinée (τ KENDALL)		Différence Est - Ouest atlantique (intérêt)	Parasite structurant d'une analyse d'inertie*	Remarques sur les moyennes
	Seuil 14%	Seuil 5,6%			
<i>Dasyrhynchus</i> sp	X			1	
<i>Rhadinorhynchus cadenati</i>	X			1, 3, 4, 6	sc 2 et 3 se distinguent
<i>Pseudocyonus appendiculatus</i>	X	X			Différences faibles
<i>D. talismani</i> (vaisseaux hépatosphéno-pyloriques)	X				Différences faibles
<i>D. talismani</i> (artères branchiales)	X	X		1, 5	
<i>Tentacularia coryphenae</i>	X	X	X	2, 4, 6	Différences faibles
Kystes musculaires	X	X		4	Différences faibles
<i>Didymocystis</i> (Langue 2)	X	X		3, 4, 5, 6	Abondant dans le secteur 8
<i>Didymocystis</i> (Vomer 2)	X			3, 4, 5, 6	
<i>Koellikerioides intestinalis</i>	X			2	
<i>Didymocystis</i> (voute palatine)	X		X	1, 2	
<i>Didymocystis</i> (Langue 1)	X	X		1, 5	
<i>Didymocystis</i> (Vomer 1)	X	X		5, 6	
<i>Didymocystis weldi</i>			X		
<i>Anisakis</i> (Larves)			X		Différences faibles
<i>Sibitrema poonui</i>			X	3, 4, 6	Uniquement aux Antilles
<i>Caballerocotyla abidjani</i>			X	1, 4, 6	
<i>Bolbosoma vasculosum</i>				1, 4	Différences faibles
<i>Callitetrarhynchus gracile</i>				1, 3, 4	
<i>Cardicola</i> sp				2, 3, 4	Uniquement dans le secteur 7
<i>Allopseudaxineides euthynni</i>				4	
<i>Synoclium katuwo</i>				3, 4, 6	Uniquement dans le secteur 2
<i>Nasicola kluwei</i>				2, 4, 6	Uniquement dans le secteur 1

* Ce sont les analyses "globales" suivantes :

- 1 - Corrélations variables (Log (x+1))
- 2 - Correspondances
- 3 - Correspondances (Log (x+1))
- 4 - Correspondances qualitatif
- 5 - Analyse avec l'indice d'OCHIAI
- 6 - Correspondances sur les moyennes des parasites

figure 69

2.2.4 - Analyses sur la base de données qualitatives

2.2.4.1 - Graphe des fréquences d'apparition

Nous avons calculé la fréquence d'apparition de chaque parasite par secteur. L'annexe 3 donne l'ensemble des résultats ainsi que les graphiques obtenus.

De la même façon que pour les moyennes, nous avons effectué des tests de rang de KENDALL pour estimer le "gradient" nord-sud dans le Golfe de Guinée et nous nous sommes aussi attachés à repérer les parasites les plus intéressants pour l'observation des groupes d'albacores est-ouest de l'Atlantique. Le parasite n° 15 (*Sibitrema poonui*) semble particulièrement intéressant pour ce dernier point puisqu'il n'est jamais observé dans l'Atlantique-Est alors qu'on le rencontre chez 50 % des Albacores pêchés aux Tortugas. Il est donc possible de rattacher un poisson parasité par *Sibitrema poonui* au groupe des Antilles avec une quasi certitude. *Sibitrema poonui* est un parasite qui donne un indice positif pour l'hypothèse de stocks est-ouest atlantiques distincts. Les parasites 31, 20, 16, 12 peuvent être aussi intéressants sur le problème est-ouest (voir annexe 3). Ils peuvent compléter des observations sur des analyses plus strictes et plus rigoureuses. Une mention particulière peut être donnée au parasite n° 16 (*phyllodistomum thunni*) qui n'est pas observé aux Tortugas alors qu'on le rencontre toujours (parfois en faible quantité certes) dans l'Atlantique Est.

De la même façon que dans les analyses sur les moyennes, il faudra se méfier des parasites trop peu présents dans un secteur unique donné, de même que des différences trop faibles des taux de présence. C'est pour cette raison qu'il faut continuellement se référer aux figures de l'annexe 3.

Le tableau de la figure 70 donne un résumé de ces analyses.

...

PARASITES	Gradient Nord-Sud du Golfe de Guinée (τ KENDALL)		Redondance av. les tests sur les moyennes		Différence Est-Ouest atlantique (intérêt)	Redondan. av. analy. des Moy. Est-Ouest	Parasite structur- rant d'une analyse d'inertie *	Remarques sur les fréquences
	Seuil 14 %	Seuil 5,6 %	14 %	5,6 %				
<i>Callitetrarhynchus gracile</i>	X						1, 3, 4	
<i>Caligulus productus</i>	X	X			X			
<i>Pseudocycnus appendiculatus</i>	X		X					
<i>Caballerocotyla klawei</i>	X	X					1, 2, 5	
<i>D. Talismani</i> (artères branchiales)	X	X	X	X			1, 5	Différences faibles
<i>Tentacularia coryphenae</i>	X	X	X	X			2, 4, 6	
Kystes musculaires	X	X	X	X			4	
<i>Didymocystis</i> (Langue 2)	X	X	X				3, 4, 5, 6	
<i>Koellikerioides</i> (reins)	X						2, 5	Différences faibles
<i>Didymocystis</i> (vomér)	X	X	X				3, 4, 5, 6	Abondant ds sc 7 et 8
<i>Didymozofidae</i> (intestin)	X	X						Différences faibles
<i>Didymocystis</i> (Langue 1)	X		X				1, 5	Différences faibles
<i>Rhadinorhynchus cadenati</i>							1, 3, 4, 6	Abondant dans sc 2
<i>Caballerocotyla abidjani</i>					X	X	1, 4, 5	
<i>Sibitrema poonui</i>					X	X	3, 4, 6	Intéressant E-W Atlantique
<i>Cardicola</i> sp							2, 3, 4	Uniquement ds sect. 7
<i>Anisakis</i> (Larves)					X	X		Différences faibles
<i>Allopseudaxineides euthynni</i>							4	Uniquement ds sect. 7
<i>Synodiun katuwo</i>							3, 4, 6	Uniquement ds sect. 2
<i>Nasicola klawei</i>							2, 4, 6	Uniquement ds sect. 1
<i>Didymocystis weldi</i>					X			
<i>Caballerocotyla verrucosa</i>					X		1, 4, 5	Différences faibles

* Ce sont les analyses "globales" suivantes :

- 1 - Corrélations variables (Log (x+1))
- 2 - Correspondances
- 3 - Correspondances (Log (x+1))
- 4 - Correspondances qualitatif
- 5 - Analyse avec l'indice d'OCHIAI
- 6 - Correspondances sur les moyennes des parasites

2.2.4.2 - Indépendance des parasites

Il ne semble pas que les parasites soient tous indépendants. En effet, la présence d'un parasite entraîne parfois la présence d'un autre parasite. La figure 71 montre le pourcentage des doubles présences de parasites. Ainsi, un chiffre de 100 indique que les deux parasites sont présents simultanément chez tous les poissons échantillonnés alors que 0 indique qu'aucun des parasites n'est présent.

Un chiffre intermédiaire n indique que $n\%$ des poissons échantillonnés possèdent les deux parasites.

2.2.5 - Conclusion : apport des méthodes univariées

Nous avons vu que l'on devait être prudent dans nos conclusions sur les analyses univariées. C'est pour cela que nous n'avons pas cherché à les approfondir. Le travail aurait été, pour les résultats que nous voulions, trop laborieux. Nous nous sommes donc attachés plutôt au côté descriptif des parasites, d'ailleurs plus ou moins imposé par un échantillon déséquilibré. Les histogrammes, les graphes des moyennes et des fréquences d'apparition des parasites nous semblent assez concluants en soi pour ne pas s'y étendre en longues considérations. Leur observation se suffit à elle-même et nous n'avons donné que quelques commentaires qui permettraient seulement de compléter les résultats obtenus avec les analyses multivariées.

Cependant, il ne faut pas conclure trop vite de la simple observation ou description de ces schémas. Nous donnons deux exemples simples parmi beaucoup d'autres afin d'illustrer ceci :

Tout d'abord, le fait de trouver un taux décroissant d'un secteur à l'autre peut indiquer la venue de thons non parasités, issus d'une zone vierge (thons n'ayant pas le même lieu de naissance par exemple). Ce n'est donc pas forcément l'indice d'une différenciation de groupes mais plutôt, dans ce cas, un indice de migrations.

De même, le fait d'observer un taux constant de parasite ne veut pas forcément dire que les thons sont répartis indistinctement dans l'Atlantique : ce sont peut-être les parasites qui, répartis uniformément ou en petites taches très nombreuses, rendent invisibles les groupes de poissons...

Conclusion : apport des méthodes univariées

On peut dire que, globalement, les analyses univariées n'ont pas considérablement amélioré les résultats des analyses factorielles en ce sens que les structures géographiques de répartition des poissons ne peuvent pas apparaître très facilement. Il faut cependant reconnaître qu'elles ont mis en évidence certains parasites structurants, aussi bien au niveau du gradient nord-sud du Golfe de Guinée que de la différence est-ouest atlantique.

CHAPITRE IV

SUGGESTIONS - AVENIR

1 - SUGGESTIONS

Nos suggestions toucheront essentiellement le domaine de l'échantillonnage et de la récolte des données en vue d'une étude des chiffres d'infestation parasitaire. Ces suggestions ne sont que de simples idées venant d'une part en réponse aux critiques que nous avons formulées précédemment et d'autre part de l'ensemble de nos analyses.

1.1 - Echantillonnage

Les problèmes que nous nous sommes posés tout au long de nos analyses sont issus de données d'origine spatiale. L'estimation statistique y a été impossible en raison de multiples aspects. D'autre part, la variabilité des mesures est énorme et composite : ainsi, à un instant donné, une espèce est présente ou non. En cas de présence, sa fréquence (ou son nombre) peut varier en fonction du milieu, soit de façon continue, soit avec un seuil (barrière biologique par exemple). De même, l'agrégation des individus crée une variabilité importante entre échantillons élémentaires. Enfin, de multiples problèmes techniques (coût, quantité de travail, déplacements...) ont maintenu la quantité des données en deçà des seuils définis par la théorie statistique. C'est pourquoi les problèmes d'estimation nous ont renvoyés ici à des problèmes de description. Ceux-ci ne peuvent néanmoins être résolus sans l'appui d'un procédé d'échantillonnage assez correct.

Notre but n'est pas de donner ici le plan d'échantillonnage idéal, ce qui dépasse notre propos mais plutôt d'essayer d'envisager (de façon ponctuelle certes) une procédure à partir de l'échantillon tel qu'il a été récolté.

Nous ne discuterons pas maintenant de la taille de notre échantillon, problème pourtant intéressant qui doit nous guider sur les inférences possibles que l'on serait tenté de faire entre l'échantillon et la population des Albacores dont il est issu. Nous passerons aussi sous silence (pour le moment), le délicat problème de la représentativité de notre échantillon. Nous allons plutôt donner ici quelques remarques sur des démarches possibles qu'il serait judicieux d'effectuer afin de lever, dès la récolte des données, certaines ambiguïtés.

Les difficultés d'échantillonnage proviennent de deux pôles principaux :

- le premier est une méconnaissance totale de la biologie et de l'écologie des parasites (répartition géographique, cycle de vie...).

- le second, plus spécifique mais aussi plus classique en théorie d'échantillonnage, provient de la population des Albacores que l'on désire échantillonner : celle-ci, en effet, vit non seulement dans un espace à 3 dimensions (volume) mais de plus, se déplace dans ce volume. D'autre part, on sait déjà que cette population n'est pas uniformément répartie mais qu'il existe :

- des unités : poissons solitaires
- des bancs de poissons
- des groupements de bancs (en liaison avec les conditions thermohalines...)

et que des échanges peuvent avoir lieu entre ces entités.

L'échantillonnage n'apparaît donc pas très aisé. En ce qui concerne le premier pôle de difficulté, nous laissons aux parasitologues le soin d'apporter des précisions afin de pouvoir sonder, dans l'avenir, les thons aux lieux géographiques et aux époques adéquates.

L'influence du deuxième pôle aurait pu être sensiblement diminuée si par exemple on avait pu échantillonner correctement un banc afin d'observer les éventuelles variations internes au banc (homogénéité ou non...), puis, en prenant le banc comme unité, de comparer deux bancs voisins et similaires au point de vue de la composition afin d'avoir une idée des variations inter-banc et donc aussi des variations intra-secteurs géographiques à un moment donné. Cette argumentation purement théorique ne prend évidemment en compte aucune contingence matérielle. En fait, nous avons conscience de la difficulté, voire de l'impossibilité d'obtenir de tels résultats. Néanmoins, il aurait été intéressant de savoir si certains poissons proviennent ou non d'un même banc. Sans cette information, il se peut que l'on puisse conclure, à l'issue d'analyses statistiques, à une différence entre lieux géographiques alors qu'il ne s'agit que d'une différence entre bancs.

Toutefois, sans vouloir obtenir un "bon" échantillon, on peut suggérer qu'il aurait été plus facile d'en manipuler un plus "homogène" dans l'espace et dans le temps. Nous avons vu en effet, au cours de nos analyses, que le déséquilibre spatio-temporel de l'échantillon avait considérablement gêné l'obtention de résultats interprétables. Il aurait été plus intéressant de pouvoir travailler sur plus de poissons, pêchés dans plus de secteurs et de réitérer cette opération très régulièrement pendant quelques années (plus de 4 ans au moins).

On peut même déjà penser qu'un échantillon "instantané" sur l'ensemble des zones étudiées (tout le Golfe de Guinée par exemple) aurait pu être d'une aide précieuse dans la compréhension des structures de population : on éviterait ainsi toute influence temporelle (notamment l'influence de la saison) qui, on le sait, peut jouer sur les taux d'infestation parasitaires.

On peut aussi regretter l'absence, dans l'échantillon, de poissons capturés dans les eaux plus profondes. En effet, seuls les poissons de surface sont concernés par cette étude. Aucun aspect des relations entre populations de surface et populations profondes, envisagées par les spécialistes de la biologie de l'Albacore, n'a donc pu être étudié ici. Or, il est fort possible de prélever et de déterminer des parasites sur des poissons congelés si ceux-ci sont en bon état de conservation. Il y a donc ici la possibilité de travailler avec les pêches des palangriers, donc de pouvoir étudier systématiquement les groupes d'Albacores des eaux profondes.

Une suggestion assez défaitiste nous incite à dire que pour l'étude des groupes d'albacores à l'aide des chiffres d'infestation parasitaire, il aurait fallu un échantillonnage quasi instantané dans les trois dimensions et sur toute la zone atlantique ou alors, qu'il aurait fallu étudier systématiquement tous les poissons depuis au moins un "siècle".

Sans être trop pessimiste, on pourrait penser améliorer les caractéristiques de l'échantillon en procédant à un échantillonnage au hasard ou même à un échantillonnage des bancs de thons selon un cheminement aléatoire (transect). L'idéal serait de pouvoir procéder au port à un échantillonnage plus classique : sondage stratifié et/ou en grappes (ports, bateaux, coups de senne, etc...). Il est néanmoins certain que ces techniques ne pourront sûrement jamais être appliquées au thon Albacore en raison des difficultés matérielles que cela entraînerait (notamment coût et temps de travail).

1.2 - Récolte des données

Il semble que l'accès des parasites soit relativement facile sur les Albacores à condition de savoir où et comment les chercher car la taille des parasites est très souvent petite (quelques mm). La ressemblance et la taille des parasites posent de gros problèmes de détermination qui ne sont résolus (parfois) que par l'appui du microscope et d'une préparation très soignée. Ce travail reste donc l'affaire d'un spécialiste et il serait donc profitable de stocker pendant quelque temps tous les parasites récoltés sur les Albacores afin, éventuellement, de pouvoir corriger les erreurs de détermination, donc de comptage. Cette suggestion est peut-être difficile à réaliser. C'est pourquoi nous pensons qu'il serait bon d'insister plus sur la recherche des parasites mis en évidence par nos analyses (parasites structurants est-ouest atlantique et nord-sud pour le Golfe de Guinée). Un gain de temps serait ainsi acquis et la récolte des données améliorée (d'où aussi la possibilité d'étudier plus de poissons). Peut-être alors l'étude des chiffres d'infestation parasitaire permettrait-elle de mieux discuter sur les structures de la population des Albacores de l'Atlantique.

2 - AVENIR DE CE TYPE D'ETUDE

En premier abord, il semble que l'avenir de ce type d'étude soit assez compromis. En effet, les résultats ne sont pas aussi concluants qu'on l'aurait espéré. La seule solution est bien sûr de ne tenir compte que d'un nombre limité de parasites. Mais là encore, les problèmes d'échantillonnage et de récolte des données se posent de façon cruciale,

(moyens matériels et humains trop importants). D'autre part, la quasi nécessité de la présence d'un spécialiste limite la généralisation de ce type d'étude pour la recherche de groupes géographiques de poissons : il est en effet beaucoup plus facile d'implanter des marques, de mesurer des longueurs, que de déterminer (au microscope) une espèce de parasite.

Il semble donc que, pour l'Albacore, ce type d'étude ne soit qu'un appoint aux recherches déjà entreprises dans d'autres domaines. La parasitologie, en dynamique des populations, ne verra son avenir que dans son intégration en tant que méthode à d'autres méthodes complémentaires. Chez d'autres espèces que l'Albacore, les parasites apporteront peut-être une conclusion nette sans l'appui d'indices extérieurs trouvés par d'autres techniques... Mais ceci est fort peu probable.

L'étude des chiffres d'infestation parasitaire semble donc se plier à la dure loi du tout ou rien : ou bien on donne de gros moyens (techniques et financiers) à ce type de recherche pour espérer des résultats ou alors, il vaut mieux ne rien entreprendre plutôt que d'essayer de traiter des données imparfaites.

CONCLUSION GENERALE

Le but de notre étude était d'essayer d'apporter des indices nouveaux, à l'aide de l'étude des chiffres d'infestation parasitaire, aux discussions en cours sur les structures possibles de la population d'Albacores de l'Atlantique.

Des analyses multivariées et univariées, essentiellement pratiquées dans un but descriptif en raison de l'échantillon déséquilibré d'Albacores dont nous avons disposé, ont montré que :

- L'échantillon dont nous avons disposé ne pouvait faire de cette étude qu'une première approche d'un problème complexe (structures de population).

- Il existerait vraisemblablement deux stocks séparés est et ouest atlantique, caractérisés par des profils parasitaires sensiblement différents. Un parasite particulier, *Sibitrema poonui* (monogène) semble être inféodé plus particulièrement à la zone ouest atlantique puisqu'on ne le rencontre que chez les Albacores de la mer des Antilles.

- Il semble y avoir un "gradient" nord-sud dans le Golfe de Guinée où deux groupes de poissons de la région de Dakar et de Pointe-Noire paraissent plus particulièrement se distinguer par des profils parasitaires différents.

On peut vraisemblablement identifier de la même façon un autre groupe, plus disparâtre, au large d'Abidjan et qui aurait des affinités avec les albacores de la région de Dakar.

- Il existe des sources de variation très importantes, vraisemblablement spatio-temporelles, d'un secteur géographique à l'autre, ainsi qu'à l'intérieur d'un même secteur, et qui masquent en partie les structures de populations possibles.

- L'ensemble de ces observations ne permet pas de rattacher un poisson unique à une région géographique précise, si ce n'est la découverte de *Sibitrema poonui* qui indique la provenance "ouest" de l'Albacore.

- En aucun cas, une telle étude ne peut être une fin en soi mais doit s'inscrire dans le cadre d'autres recherches afin d'apporter des indices nouveaux aux discussions sur les problèmes de l'identité des stocks.

- L'avenir plus lointain de ce type d'étude risque d'être compromis car son développement nécessite la mise en oeuvre de moyens importants, notamment un plan d'échantillonnage strict qui entraîne la nécessité d'un personnel important et relativement bien qualifié, ceci sans compter les problèmes qui peuvent ensuite se poser au niveau de la recherche et la détermination des parasites.

On peut certainement attendre quelques découvertes particulières et précises intéressantes de l'étude des parasites comme marqueurs biologiques (*Sibitrema poonui* en est un exemple). Cependant, il ne faut pas attendre de miracles de ce type de recherche qui est très complexe à saisir de manière globale. La présente étude nous a montré que l'apport de la parasitologie à la dynamique des populations d'Albacores n'est peut-être pas si négligeable mais bien en-deçà des espérances premières.

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

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

ALBARET J.J., 1975

Maturité sexuelle, fécondité et sex-ratio de l'albacore (Thunnus albacares, Bonnaterre) du Golfe de Guinée ; résultats préliminaires.
ICCAT, SCRS 75/75.

ALBARET J.J., CAVERIVIERE A. et SUISSSE DE SAINTE CLAIRE, 1975

Périodes et zones de ponte de l'albacore de l'Atlantique d'après les études du rapport gonado-somatique et des larves, résultats préliminaires.
ICCAT, SCRS/75/77.

ALBARET J.J., 1977

La reproduction de l'albacore (Thunnus albacares) dans le Golfe de Guinée.
Cahiers ORSTOM, sér. Océanogr., vol. XV, n° 4, 1977 : p 389-419

ALONCLE H., DELAPORTE F., 1973.

Populations, croissance et migrations du germon Thunnus alalunga dans le nord est Atlantique. Essai de synthèse.
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 37(1), 1973, p 97-115.

ANONYME, 1970

Tropical Atlantic Biological Laboratory Progress in Research, 1965-1969. Miami, Florida.
Bureau of Commercial fisheries. U.S. Fish and Wildlife Service Circular 344.

ANONYME, 1972

Rapport de la réunion du groupe de travail spécial sur l'évaluation des ressources d'albacore (Abidjan, 12-16 juin 1972).
ICCAT, S.N. Madrid, L.N. 1972 (62) F.

BAGES M., FONTENEAU A., 1979

Prises de la flottille thonière franco-ivoiro-sénégalaise et températures de surface en 1977.
ICCAT, SCRS/79/103.

BANE Gilbert W., 1969

Parasites of the yellowfin tuna, Thunnus albacares, in the Atlantic Ocean.
Wasmann Journal of Biology. San Francisco, Calif., 27 (1) : p 163-175, Spring 1969.

BAUDIN-LAURENCIN F., 1971

Crustacés et helminthes parasites de l'albacore Thunnus albacares du Golfe de Guinée. Note préliminaire.

Doc. Scient. Centre. Rech. Océanogr. Abidjan, vol. II., n° 1, 2, p 11-30.

BAUDIN-LAURENCIN F., 1973

Mise en évidence, chez l'albacore de l'Atlantique (Thunnus albacares) de groupements spatio-temporels, à partir de chiffres d'infestation parasitaires. Premiers résultats obtenus par l'analyse factorielle des correspondances.
ICCAT, SCRS/73/56.

BENZECRI F., et coll. 1973

L'analyse des données.
I La taxinomie numérique.
II - L'analyse des correspondances.
Ed. Dunod, Paris, 615 p et 619 p.

BERRIT G.R., 1962

Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation.
ORSTOM, Cah. océanographiques, vol. XIV. p 633-643.

BERRIT G.R., 1973

Recherches hydroclimatiques dans les régions côtières de l'Atlantique Tropical Oriental. Etat des connaissances et perspectives.
Bull. Muséum National d'Histoire Naturelle. 3e série, n° 148, mai-juin 1973, Ecologie générale 4.

BLANC F., CHARDY P., LAUREC A., REYS J.P., 1976

Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. "Marine Biology".
International Journal on Life in Oceans and Coastal Waters, vol. 35, n° 1, March 1976, p 49-68.

BUSSIERAS J., BAUDIN-LAURENCIN F., 1973

Les helminthes parasites des thons tropicaux.
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1973, 26(4) : 13a 19a.

...

CAVERIVIERE A., SOISSON P., AMON J.B.K., 1973

Taille au recrutement des albacores pêchés par la flottille FIS.

ICCAT, Coll. vol. Sci. Pap., vol. 2 : 35-39. SCRS 73/33.

CAVERIVIERE A., 1976

Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique.

Cah. ORSTOM, sér. océanogr. 1976, vol. XIV, n° 3, p 201-208.

CAYRE P., LE HIR Y., PIANET R., 1974

Marquage et migrations des albacores dans la région de Pointe-Noire.

ORSTOM, doc. scient. du Centre de Pointe-Noire. Nouvelle série n° 37 N.S.

CHAMPAGNAT C., LE MARREC R., 1972

La pêche thonière à Dakar en 1970 et 1971.

D.S.P. n° 41, ORSTOM Dakar.

CHAMPAGNAT C., 1974

Structure de la population d'albacores de l'Atlantique Tropical oriental.

C.R.O.D.T., archive n° 9, 27 p.

CHARDY P., GLEMAREC M., LAUREC A., 1974

Application des méthodes d'inertie à l'écologie marine benthique. Implications pratiques des options fondamentales.

Estuarine and Coastal Marine Science.

CHARDY P., GLEMAREC M., LAUREC A., 1976

Application of Inertia methods to Benthic Marine Ecology : Practical implications of the Basic Options.

Estuarine and Coastal Marine Science. (1976) 4, 179-205.

CHEssel D., 1978

Description non paramétrique de la dispersion spatiale des individus d'une espèce.

Biométrie et Ecologie n° 1, p 45-137.

COAN A.L., 1975

Length, weight and age conversion tables for Atlantic Tunas.

ICCAT, SCRS/75/53.

COAN A.L., 1977

Length and age composition of Yellowfin tuna (Thunnus albacares) from the Atlantic Ocean, 1966-1976.
ICCAT, vol. VII (1), SCRS 77/64 : p 4-20.

DEROO M., 1978

A propos de l'échantillonnage en écologie.
Biométrie et écologie, n° 1, p 201-223.

DESSIER A., LAUREC A., 1978

Le cycle annuel du zooplancton à Pointe-Noire (R.P. Congo).
Description mathématique.
Oceanologica Acta 1978, vol. 1, n° 3.

DUFOUR P., STRETTA J.M., 1973

Fronts thermiques et thermohalins dans la région du Cap Lopez (Golfe de Guinée). Juin-Juillet 1972 : phytoplancton, zooplancton, minonectar et pêche thonière.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol IV, n° 3, p 99-142.

ESCOFIER B., 1978

Analyse factorielle et distances répondant au principe d'équivalence distributionnelle.
Revue de statistique appliquée, 1978, vol. XXVI, n° 4, p 29-37

FONTENEAU A., 1974

Simulation stochastique des structures démographiques : application aux populations d'Albacore, Thunnus albacares.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol. V, n° 3-4, Déc. 75, p 53-62.

FONTENEAU A., AMON J.B.K., 1975

Echantillonnage de l'Albacore Atlantique (Thunnus albacares).
Cah. ORSTOM, sér. océanogr., vol XIII n° 2, 1975 : p 133-143.

FONTENEAU A., 1975

Exploitation rationnelle des stocks de poissons et les techniques de simulation. Exemple de la pêche intertropicale d'Albacores.
La Pêche Maritime, n° 1167, juin 1975, p 425-430.

FONTENEAU A., 1975

Programme de simulation de la pêche d'Albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol. XIII, n° 1, 1975 : p 79-97.

FONTENEAU A., PIANET R., 1976

Analyse de la situation de la pêche d'Albacore de l'Atlantique de l'Est.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol. XIV (2) : p 129-138.

FONTENEAU A., MARCILLE J., 1977

Analyse de l'état des stocks d'Albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique (au 30.09.1977).
ICCAT, SCRS/77/101).

FONTENEAU A., MARCILLE J., 1978

Analyse de l'état des stocks d'Albacore Atlantique (Thunnus albacares) au 31 décembre 1977.
ICCAT, SCRS/78/67.

FONTENEAU A., 1979

La croissance de l'Albacore de l'Atlantique Est.
ICCAT, document 79/51. 32 p.

FONTENEAU A., CAYRE P., 1979

Analyse de l'état des stocks d'Albacore (Thunnus albacares) et de listao (Katsuwonus pelamis) de l'Atlantique Est au 30 septembre 1979.
ICCAT, SCRS/79/104.

GALLARDO Y., LE GUEN J.C., 1972

Caractères hydrologiques des régions frontales d'Angola, du Gabon et du Congo favorables aux concentrations d'Albacores.
Doc. Sci. du Centre ORSTOM de Pointe-Noire, NS n° 23 : 18 p.

GIRAULT M., 1967

Éléments de méthodologie statistique.
Dunod. Paris 1967.

HAYASI S., 1973

An hypothesis on population structure of Yellowfin tuna in the Atlantic Ocean, mainly based on long line data.
ICCAT, Coll. vol. Sci. Pap., vol 2 : p 40-48.
SCRS 73/17.

HENRY LABORDERE A., 1977

Analyse des données. Applications et méthodes pratiques.
Masson.

HONMA M., HISADA K., 1971

Structure of Yellowfin tuna population in Atlantic Ocean.
Bull. Far. Seas Fish. Lab., vol 4 : p 93-124.

HONMA M., HISADA K., 1971

Population structure of the Yellowfin's tuna in the Atlantic Ocean.
F.A.O. Fish. Rep. n° 71-2, cont. 4.3 : p 127-131.

JEAN G. BAER, 1960

Le parasitisme
Connaissance du Monde - Hachette.

KENDALL M.G., 1970

Rank correlation methods (4th edition).
Charles GRIFFIN and Co. Ltd.

LAEVASTU T., ROSA JR. H., 1963

Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment.
F.A.O. Fish. Rep., (6), vol. 3 : p 1835-51.

LAMOTTE M., 1967

Initiation aux méthodes statistiques en biologie.
Masson et Cie, éditeurs.

...

LAUREC A., LE GALL J.Y., 1974

Application des méthodes d'analyse multivariante à l'étude d'une pêcherie plurispécifique : la pêcherie palangrière thonière en Atlantique.

C.I.C.T.A., recueil des documents scientifiques. vol. III, 1974, 37 p.

LAUREC A., 1979

Analyse des tableaux bidimensionnels en écologie marine. Ordination et classification (chapitre I de thèse d'Etat).

Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences Naturelles. Université d'Aix Marseille. p 1-152.

LEBART L., FENELON J.P., 1975

Statistique et informatique appliquées.
Dunod, Paris - 1975.

LEBART L., MORINEAU A., TABARD N., 1977

Techniques de la description statistique. Méthodes et logiciels pour l'analyse des grands tableaux.
Dunod 1977.

LEBART L., MORINEAU A., FENELON J.P., 1979

Traitement des données statistiques. Méthodes et programmes.
Dunod, Paris 1979.

LEFEBVRE J., 1976

Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles.
Masson.

LE GUEN J.C., 1968

Etude du stock d'Albacores Thunnus albacares exploité par les palangriers japonais dans l'Atlantique Tropical américain de 1956 à 1963.

Cah. ORSTOM, sér. océanogr. vol. 6, n°3/4, p 27-30.

LE GUEN J.C., BAUDIN-LAURENCIN F., CHAMPAGNAT C., 1969

Croissance de l'Albacore dans les régions de Pointe-Noire et de Dakar.

Cah. ORSTOM, sér. océanogr. vol VII, (1) : p 19-40.

LE GUEN J.C., SAKAGAWA G.T., 1973

Apparent growth of Yellowfin tuna from the Eastern Atlantic Ocean.

Fish. Bull. vol 71, n° 1 : p 175-188.

LE GUEN J.C., 1973

Croissance des Albacores (Thunnus albacares).

Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol. IV, n° 3, septembre 1973, p 1-28.

LENARZ W.H., SAKAGAWA G.T., 1972

A review of the Yellowfin tuna fishery of the Atlantic Ocean.

ICCAT, SCRS/72/28. Collective volume of Scientific Papers, vol. 1 : p 1-58.

LIMA F.R., WISE J.P., 1963

A first examination of the abundance and distribution of Yellowfin and Albacore tuna in the Western tropical Atlantic, 1957 to 1961.

F.A.O. Fish. Rep. (6), vol. 3 : p 1515-21.

NOEL J., STRETTA J.M., VERCESI L., 1976

Compte rendu de l'Opération Cap Lopez 1976. Radiométrie sur le front du Cap Lopez en juin-juillet 1976.

Rapport ORSTOM, 1976.

POINSARD F., 1969

Relations entre longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (Thunnus albacares) pêchés dans le sud du Golfe de Guinée.

Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. Vol. 7, n° 2, p 89-94..

POSTEL E., 1966

Répartition et abondance des thons dans l'Atlantique Tropical. Actes du Symposium sur l'océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique Tropical. Rapports de synthèse et communications, Abidjan, 20-28/10/1966.

Rapports de synthèse n° 10 : p 109-138.

RICHARDS W.J., 1969

An hypothesis on Yellowfin tuna migrations in the Eastern Gulf of Guinea.

Cah. ORSTOM, sér. océanogr., vol. 7, n° 3, p 3-7.

ROSSIGNOL M., 1968

Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique Thunnus (néothunnus) albacares (Bonnaterre) 1788.
Mémoire ORSTOM n° 25, 116 p.

SAKAGAWA G.T., 1972

Growth of Yellowfin tuna from the Eastern Atlantic Ocean.
Nat. Mar. Fish. Serv., La Jolla, U.S.A., 56 p.

SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1957

Méthodes statistiques. 6e édition.
Association de Coordination Technique Agricole. Paris.

STRETTA J.M., NOEL J., 1972

Etude des variations thermiques superficielles mesurées par radiométrie aérienne et leur rapport avec les concentrations de thons dans le Golfe de Guinée.
Rapport ORSTOM 1972.

STRETTA J.M., NOEL J., LE GUEN J.C., 1973

Mesures de températures de surface par radiométrie aérienne et concentrations de thons au large d'Abidjan en août 1973.
Rapport ORSTOM 1973.

STRETTA J.M., 1977

Température de surface et pêche thonière dans la zone frontale du Cap Lopez (Atlantique Tropical Oriental) en juin et juillet 1972, 1974, et 1975.
Cah. ORSTOM, sér. océanogr. vol XV, n° 2, 1977 : p 163-180.

Van der WAERDEN, 1967

Statistique mathématique.
Dunod, Paris 1967.

WALTERS V., 1979

Parasitic copepoda and monogenea as biological tags for certain populations of Atlantic bluefin tuna.
ICCAT, SCRS/79/82/

...

WISE J.P. et LE GUEN J.C., 1969

The Japan Atlantic longline fishery 1956-1963
T.A.B.L., Bur. Comm. Fish. Miami, contribution
n° 35, 37 p multigr.

YANEZ RODRIGUEZ E., 1980

Etude comparée des pêcheries palangrières (1956-1977) et de
surface (1969-1978) de l'Albacore (Thunnus albacares, Bonna-
terre 1788) de l'Océan Atlantique.
Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université de Bretagne Occiden-
tale.

ZHAROV V.L., 1966

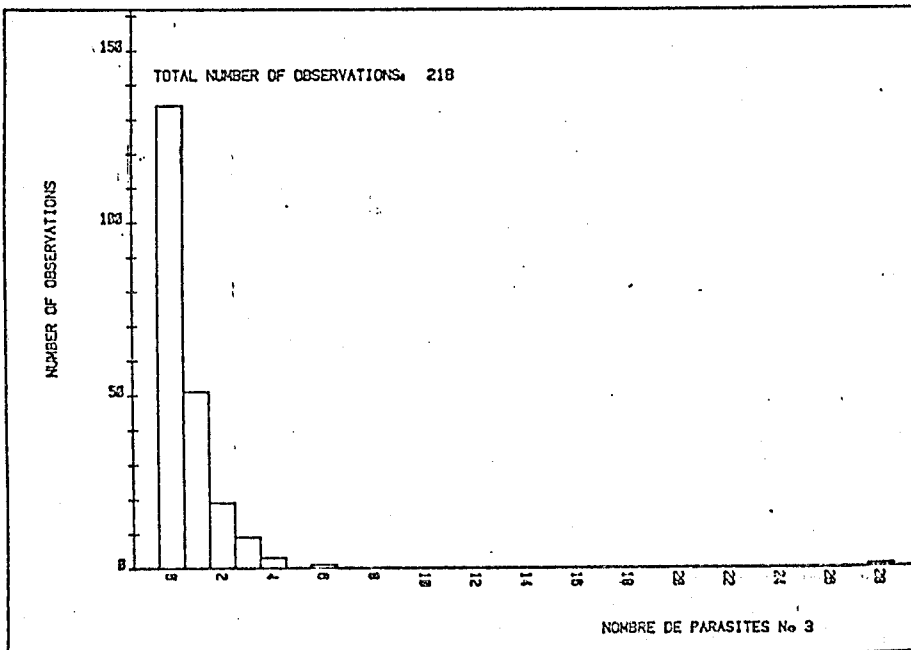
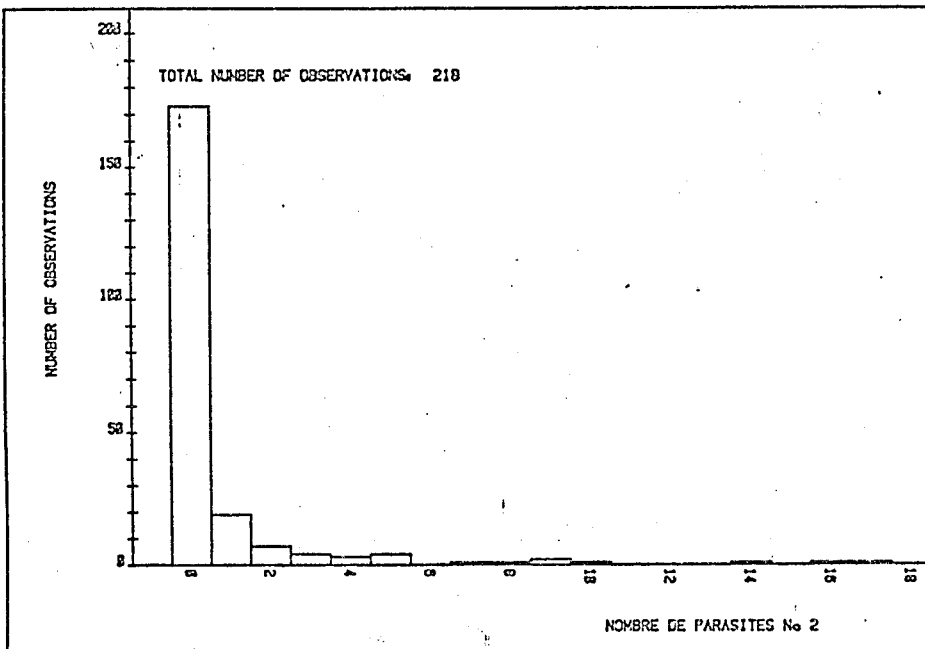
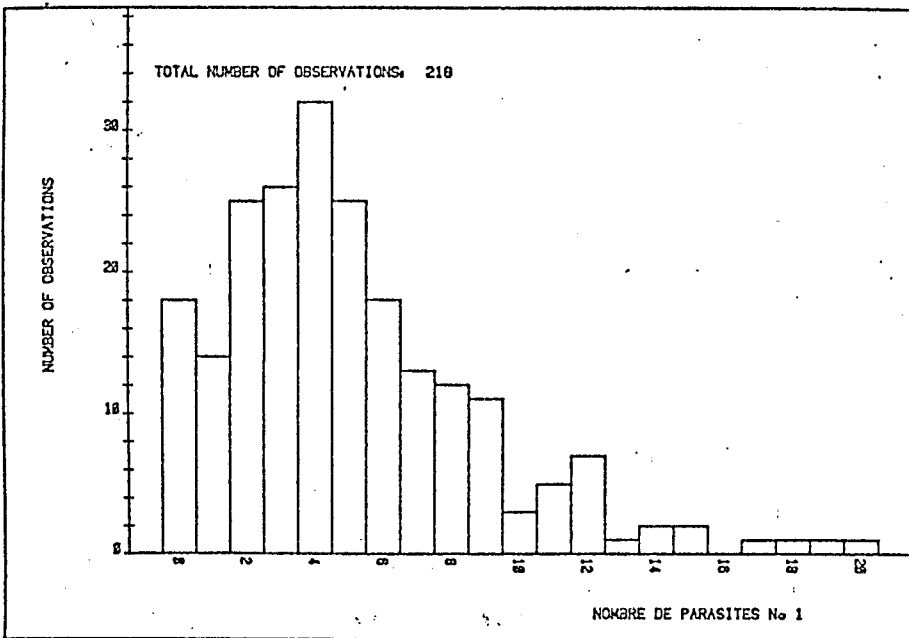
Reproduction of the Yellowfin tuna (Thunnus albacares, Bonna-
terre) in the Atlantic Ocean.
CIEM, CM 1966/K : 2.
Scombriform Fish Committee.

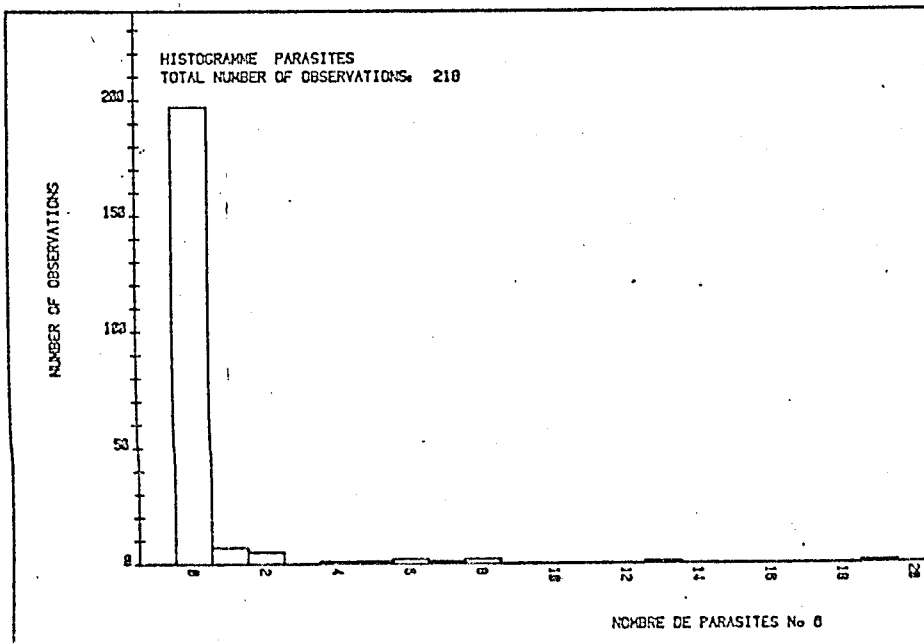
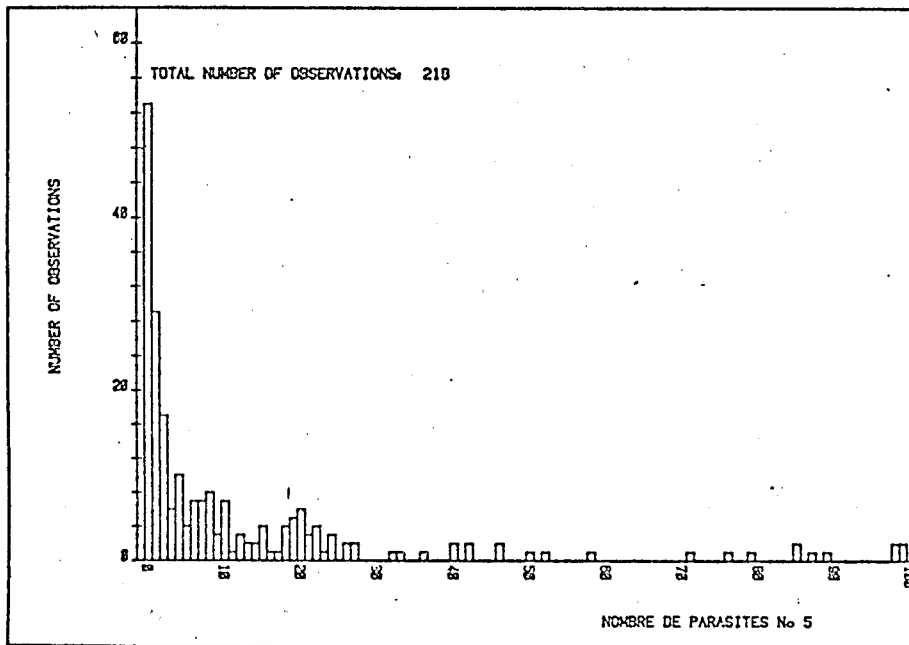
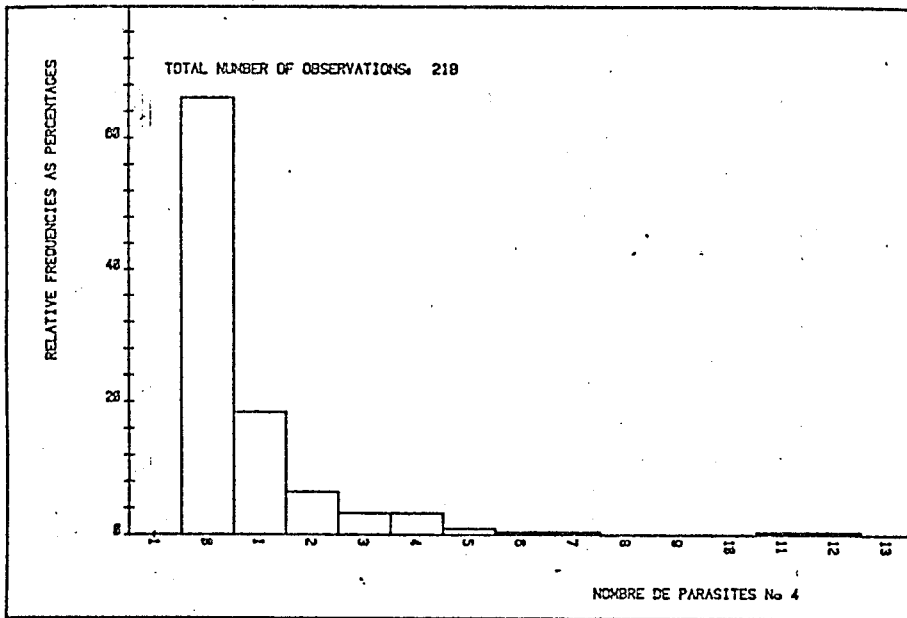
ZHAROV V.L., 1967

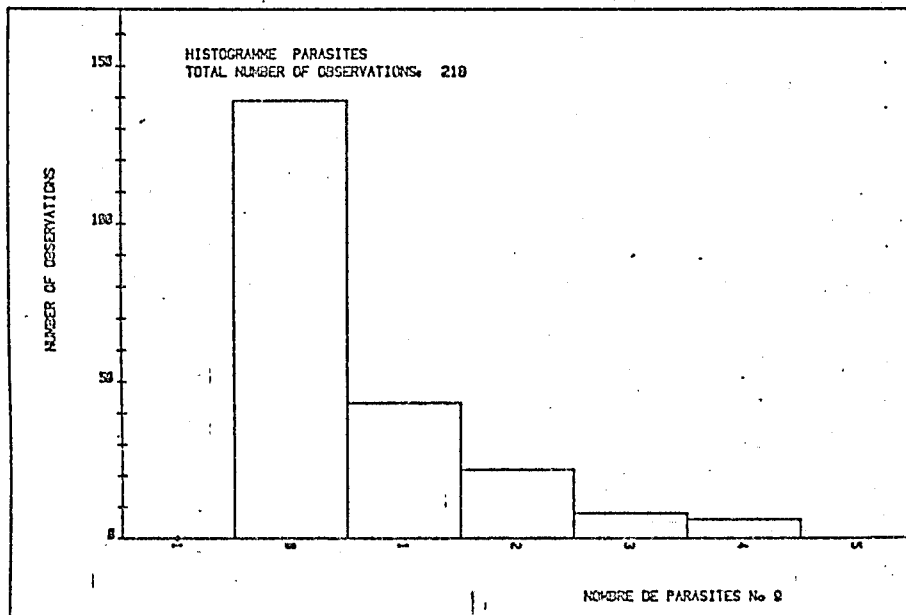
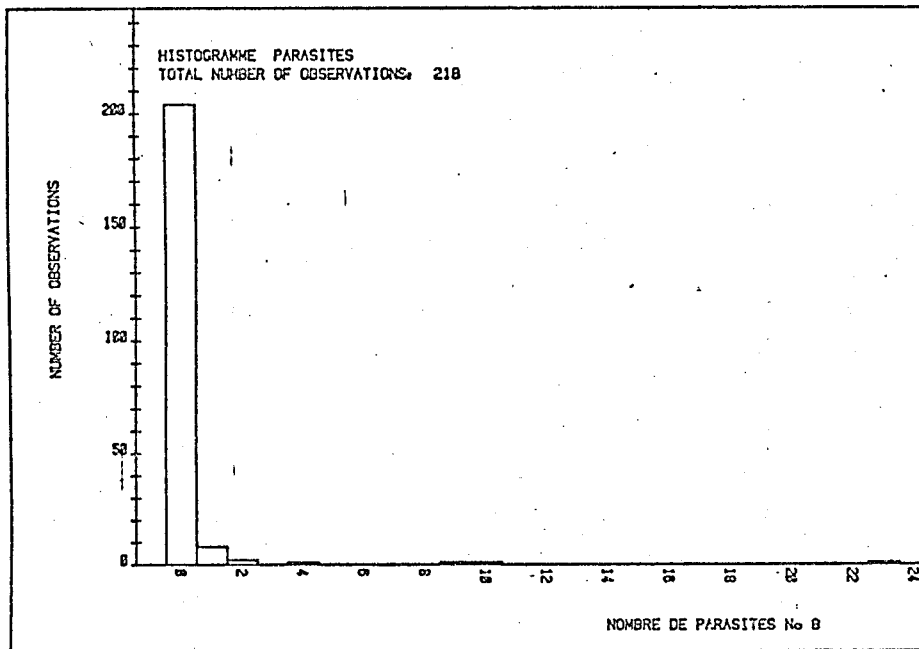
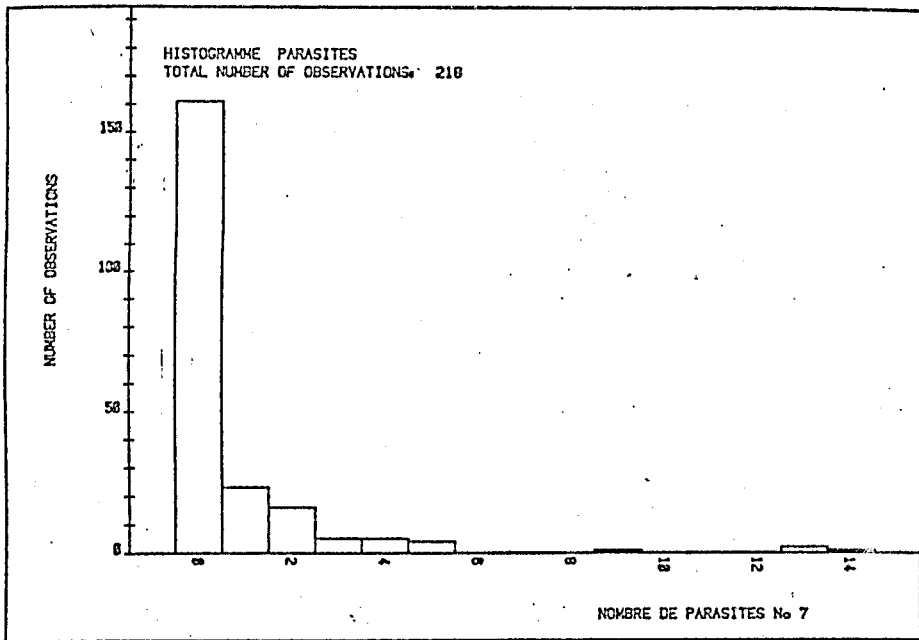
On migration of the Yellowfin tuna, Thunnus albacares (Bonna-
terre) in the Atlantic ocean.
CIEM, CM 1967/J/11.
Pelagic Fish (Southern) Committee.

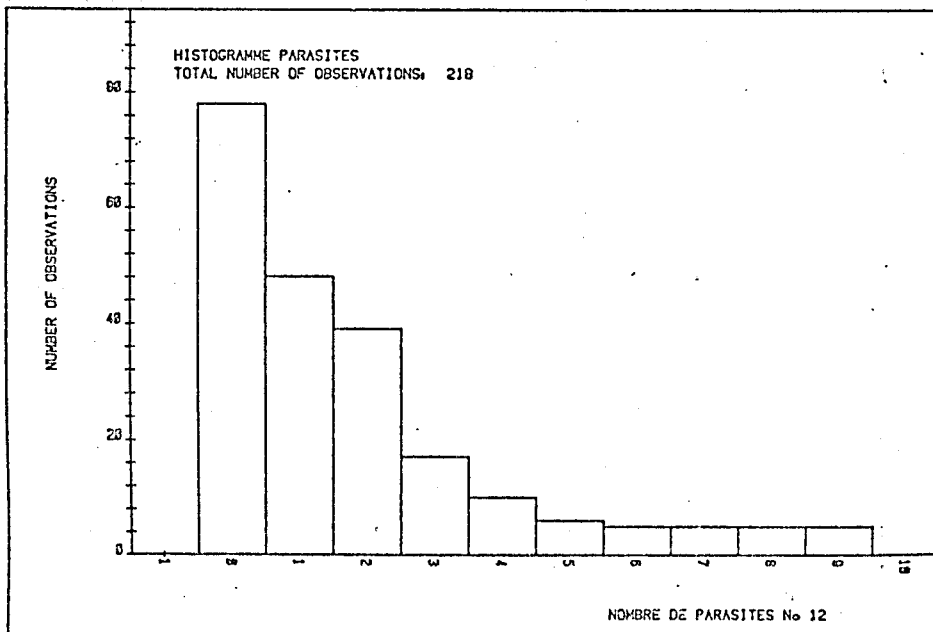
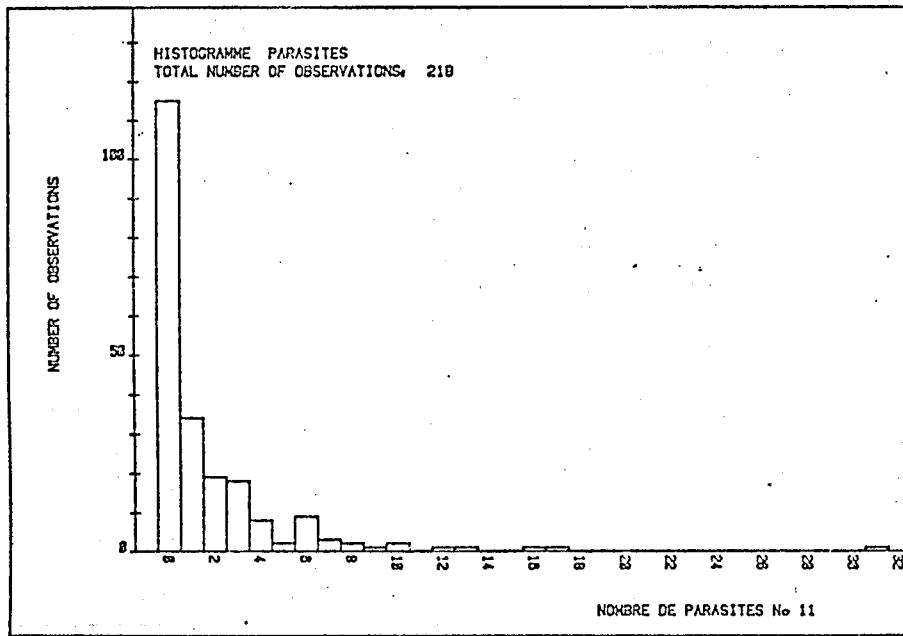
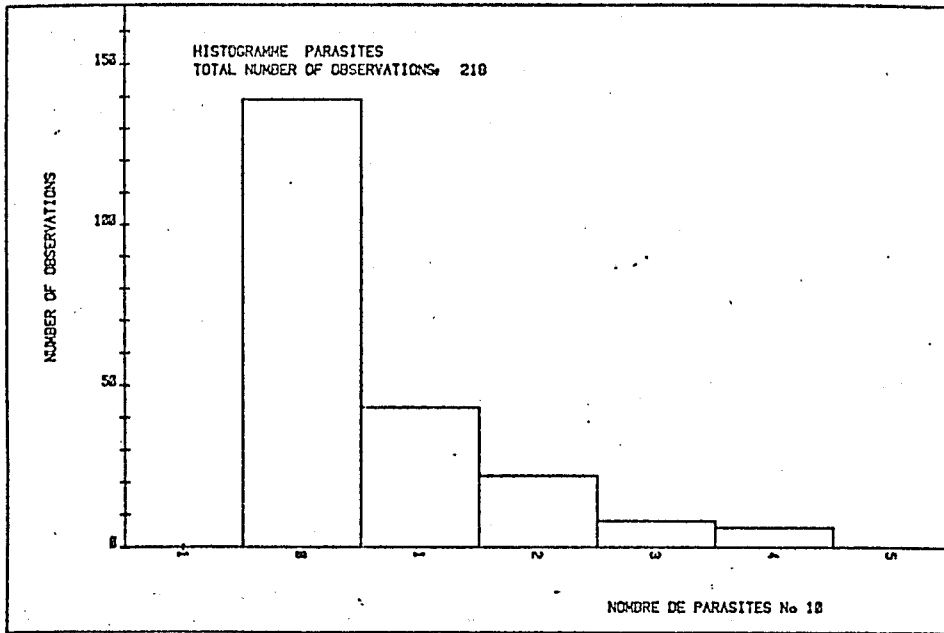
A N N E X E 1

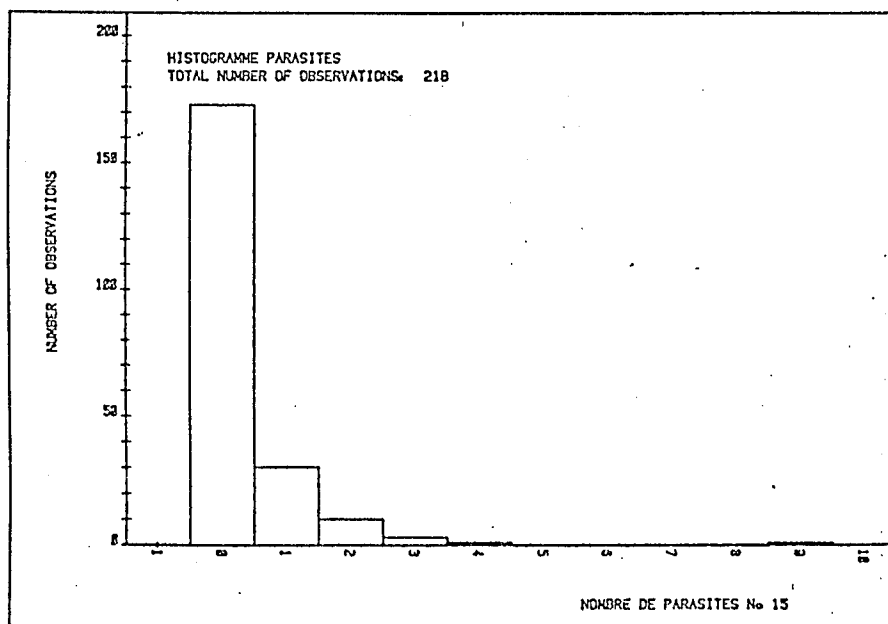
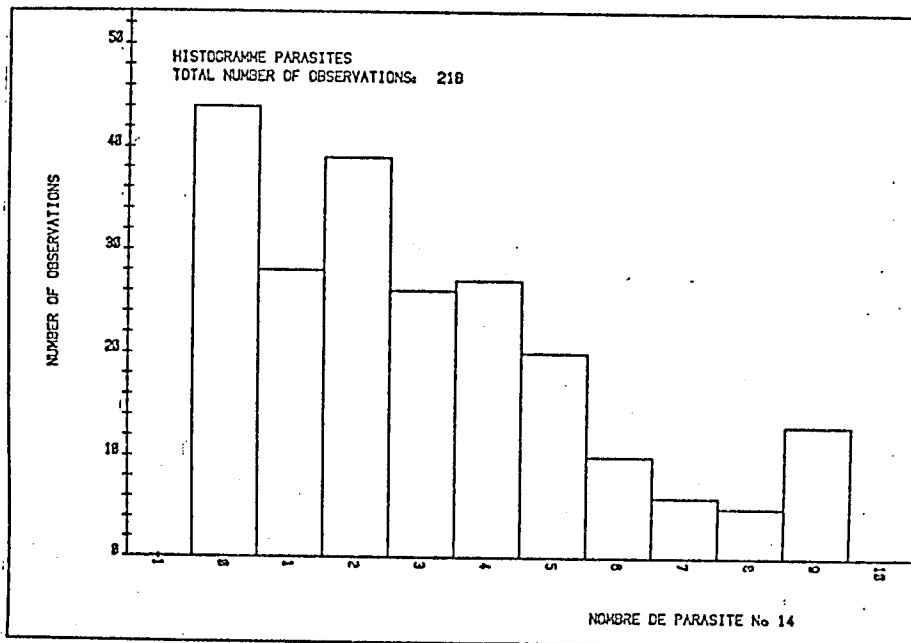
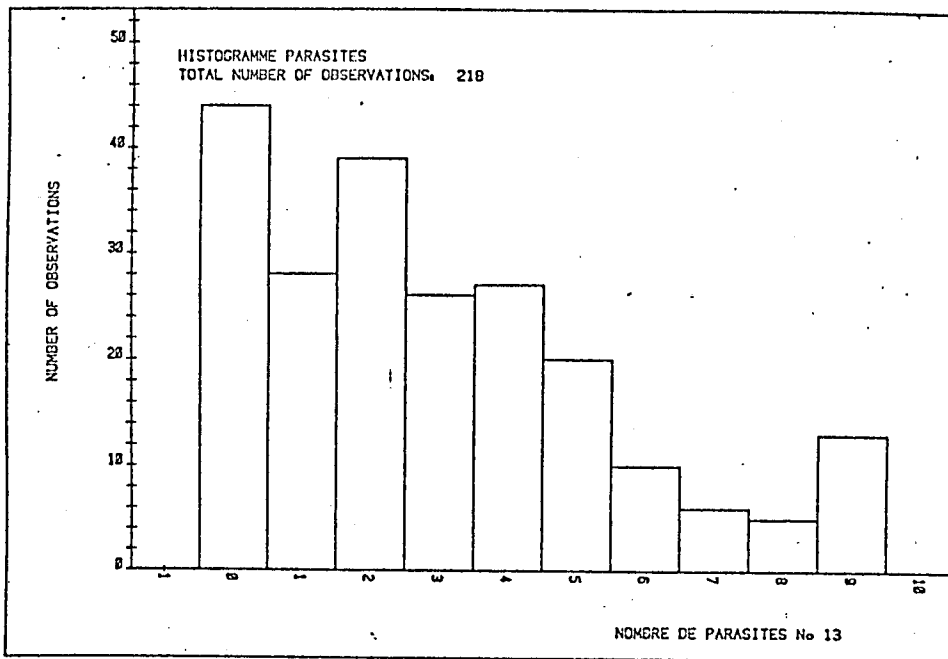
HISTOGRAMME DES PARASITES

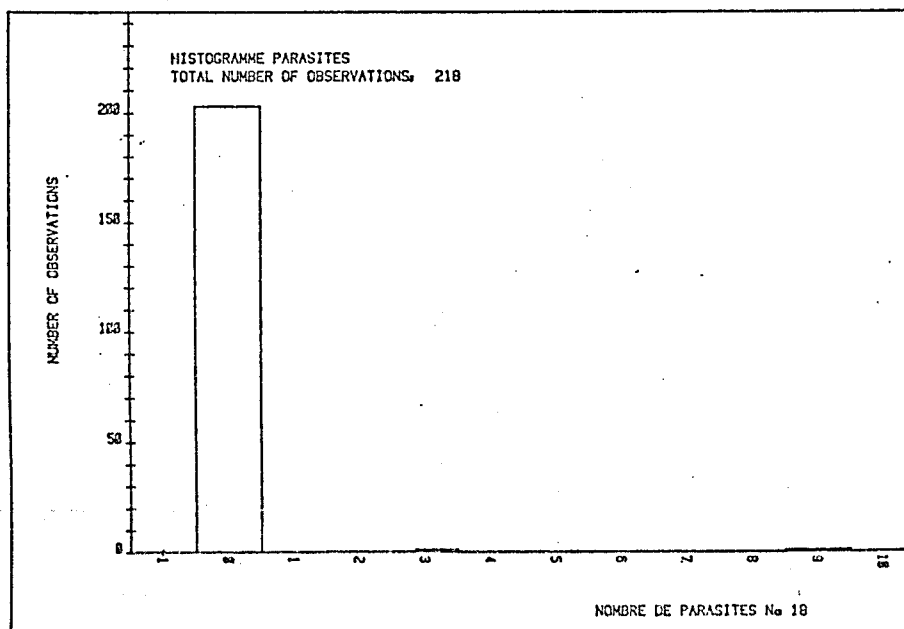
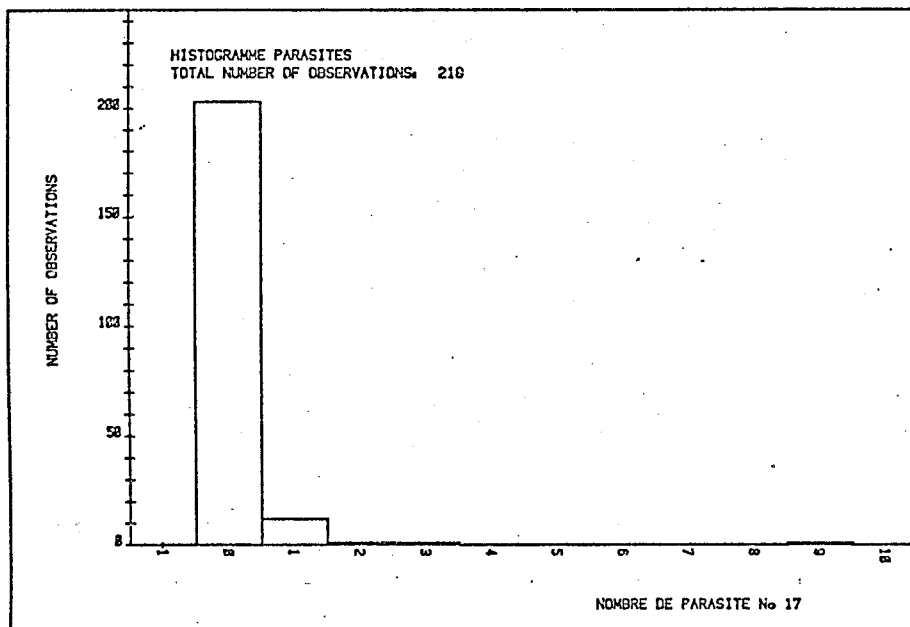
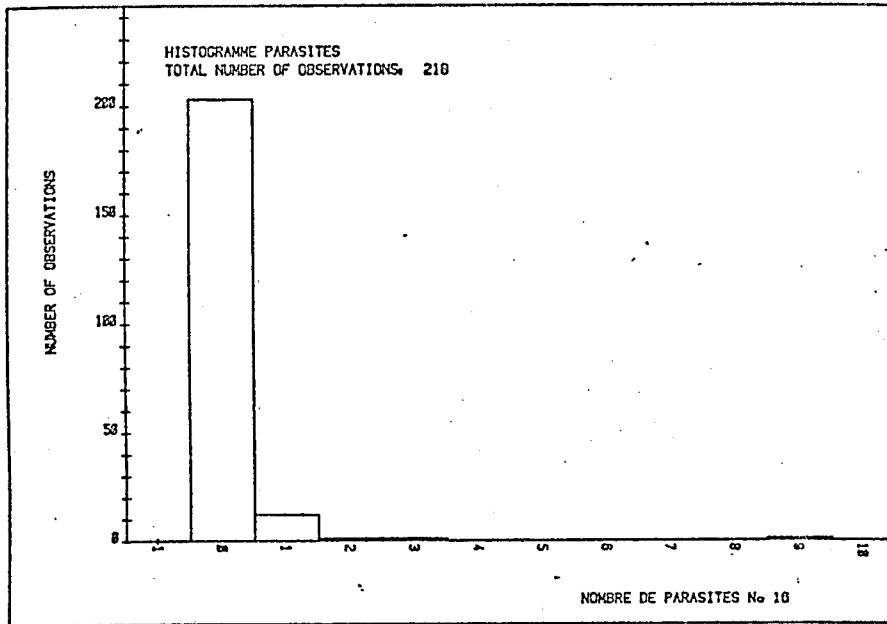


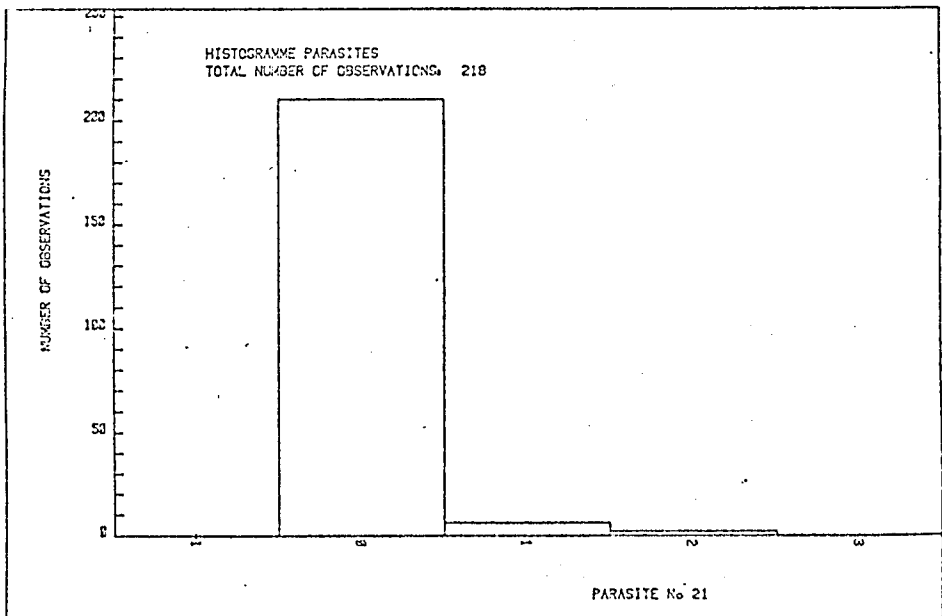
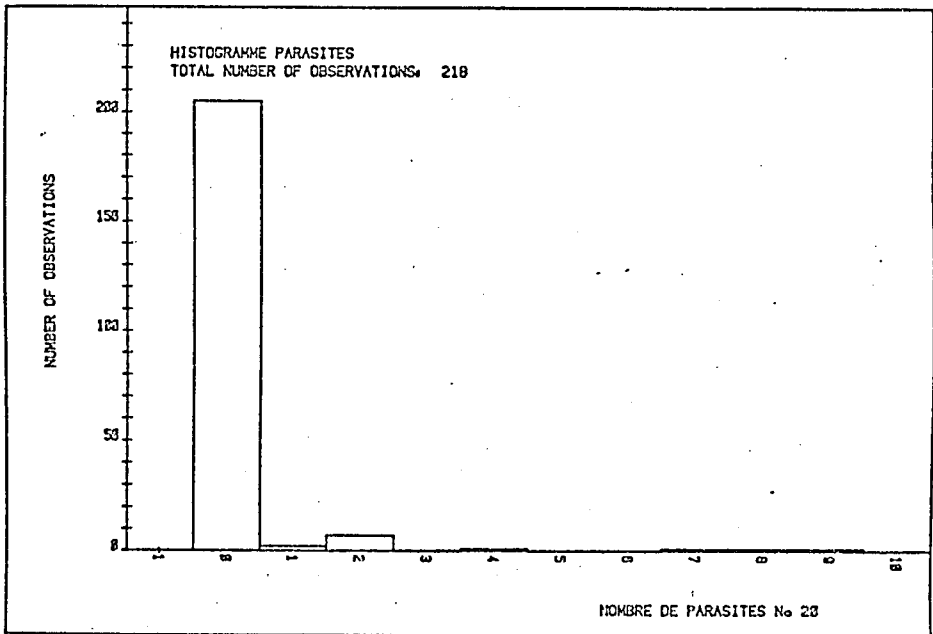
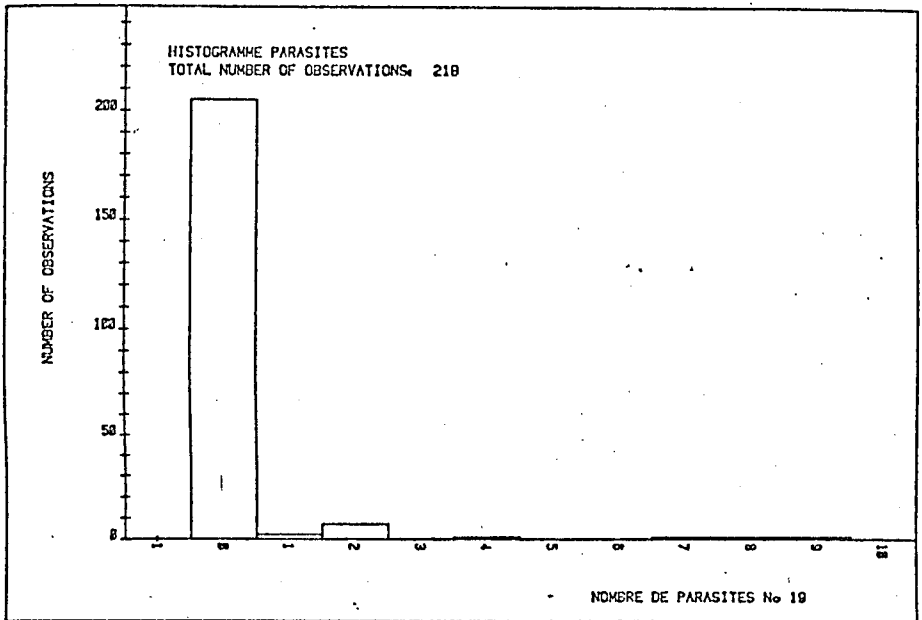


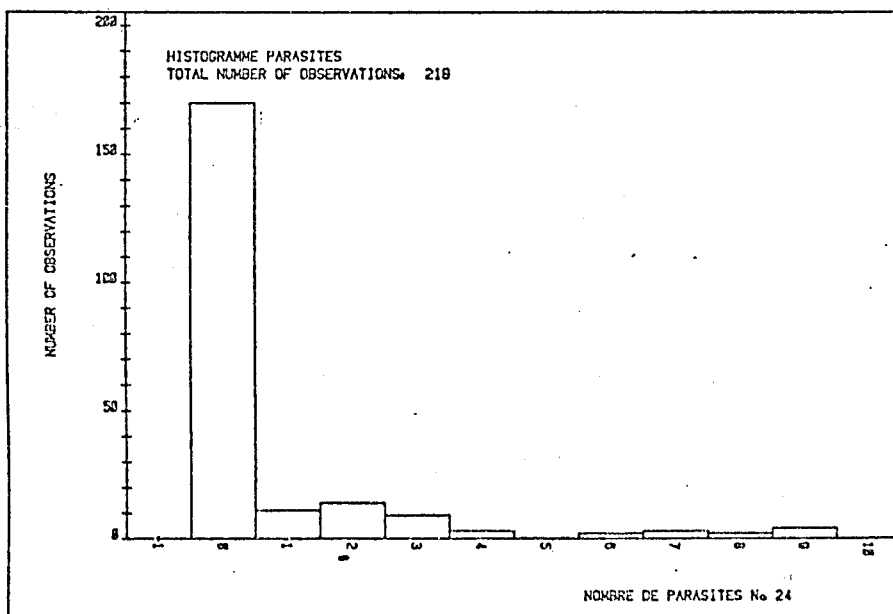
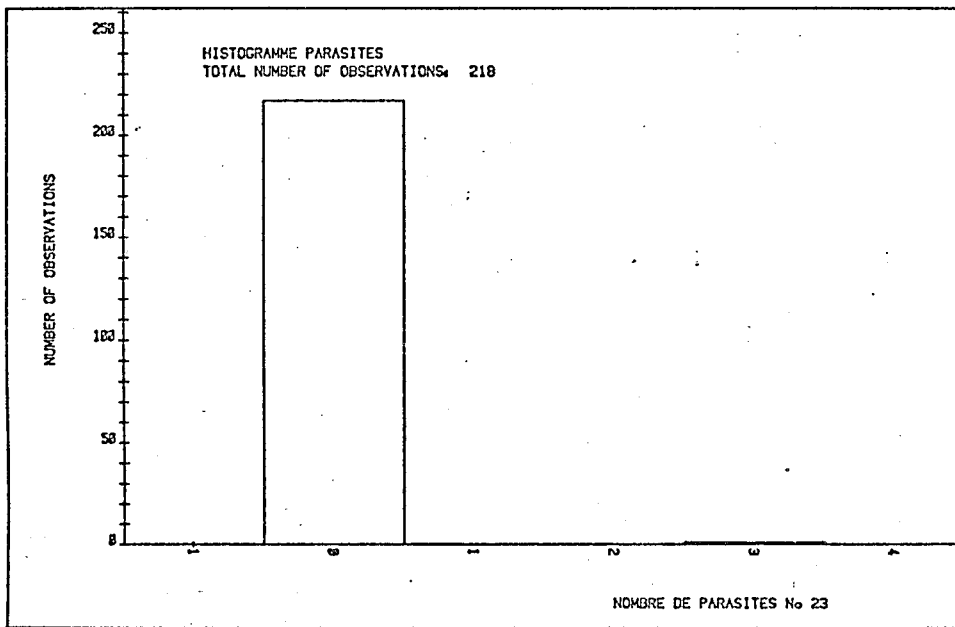
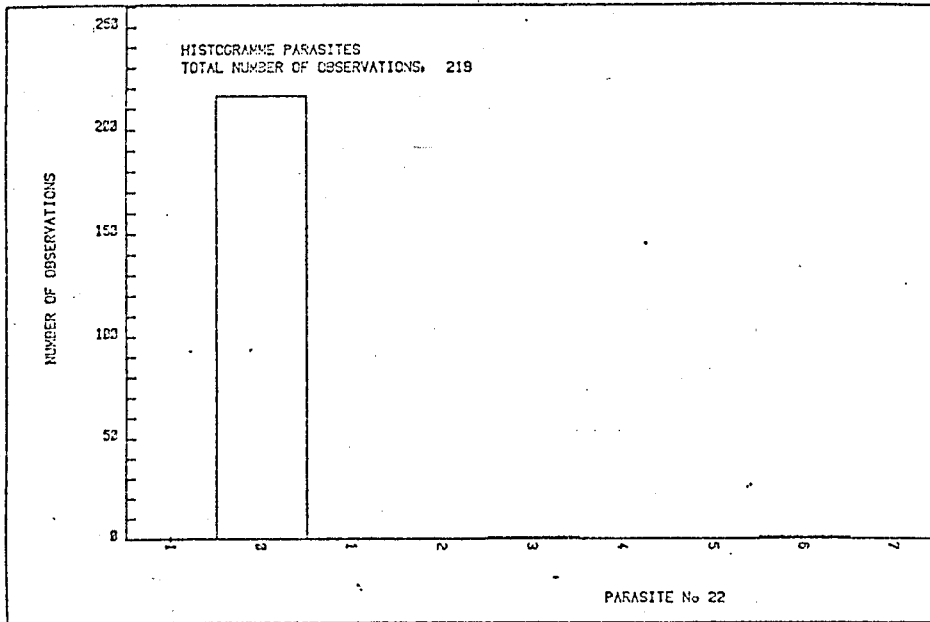


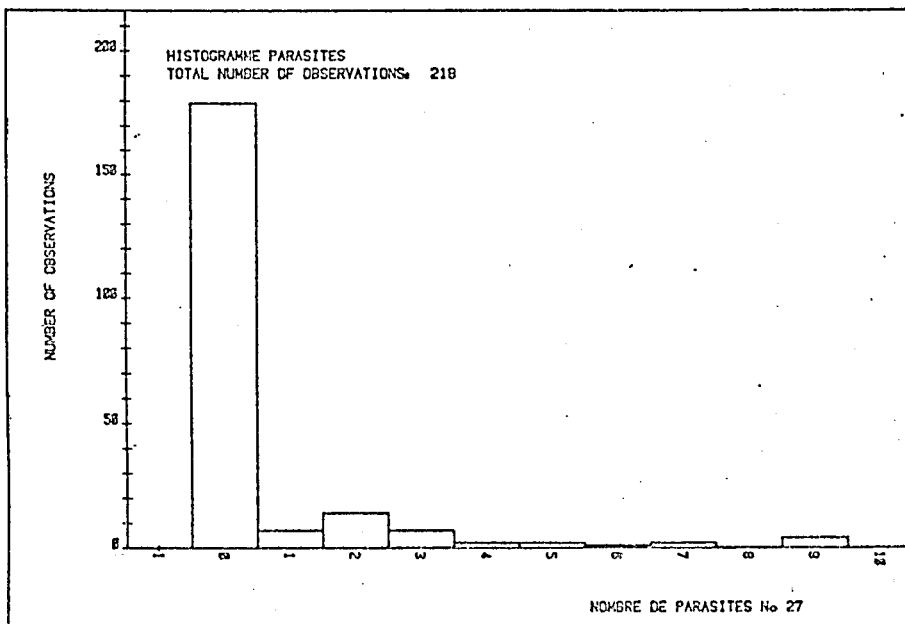
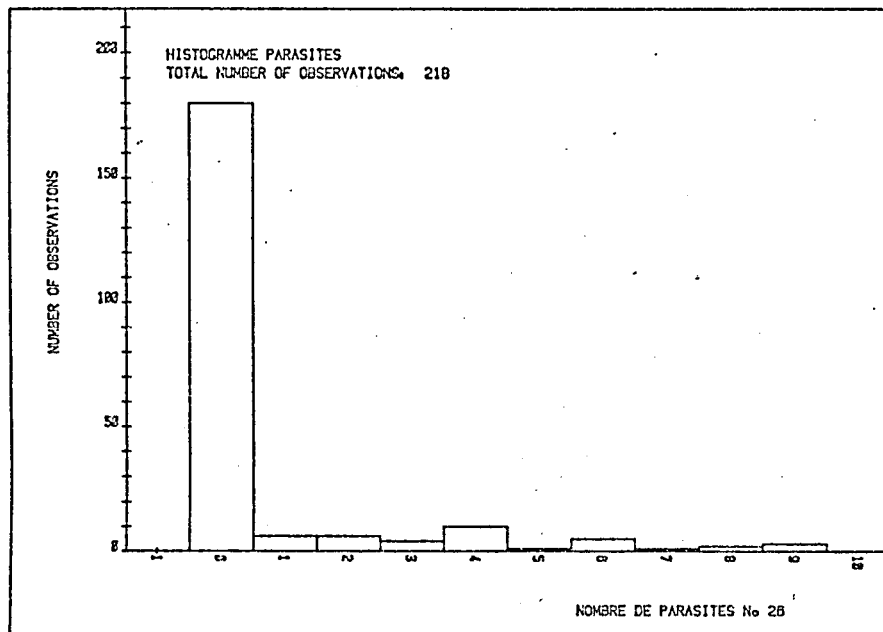
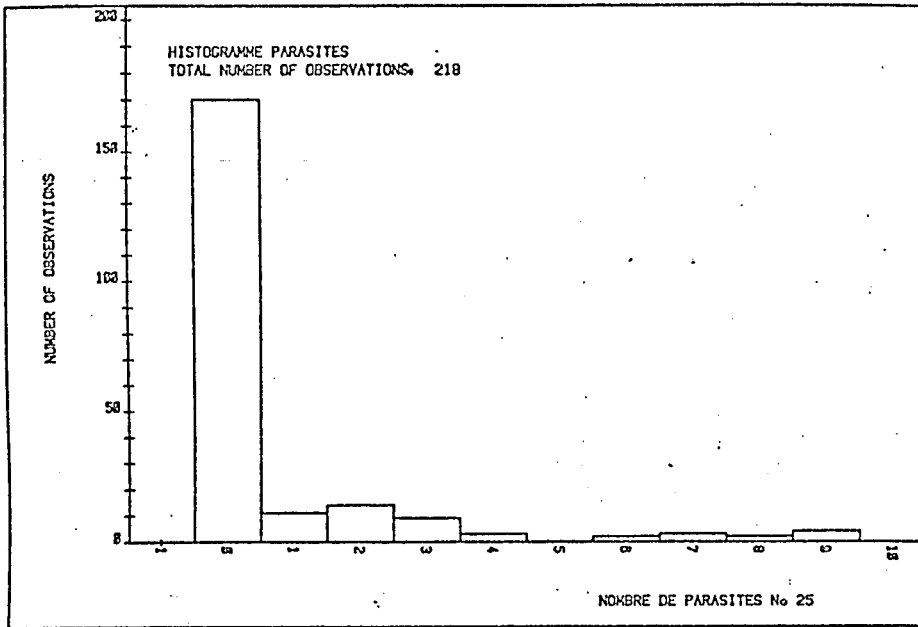


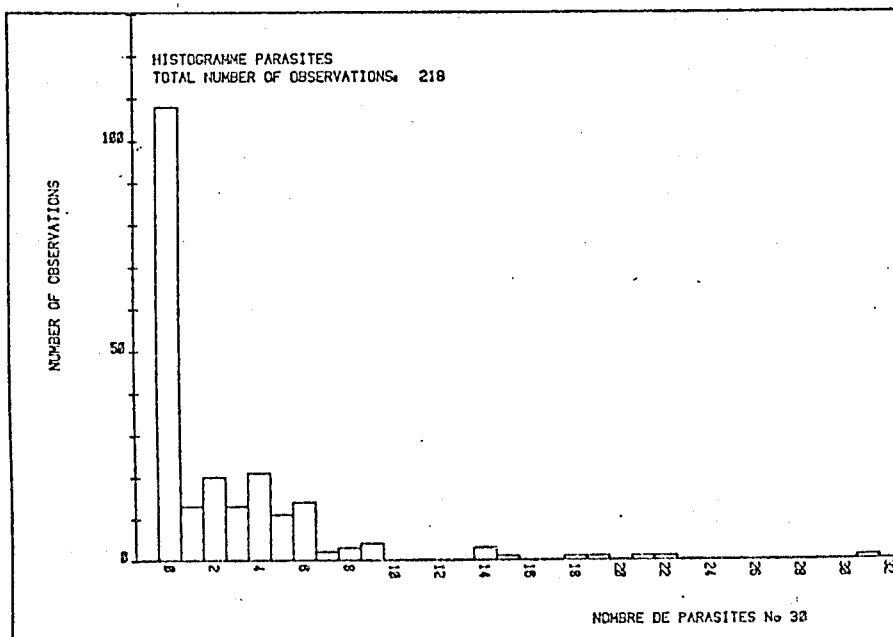
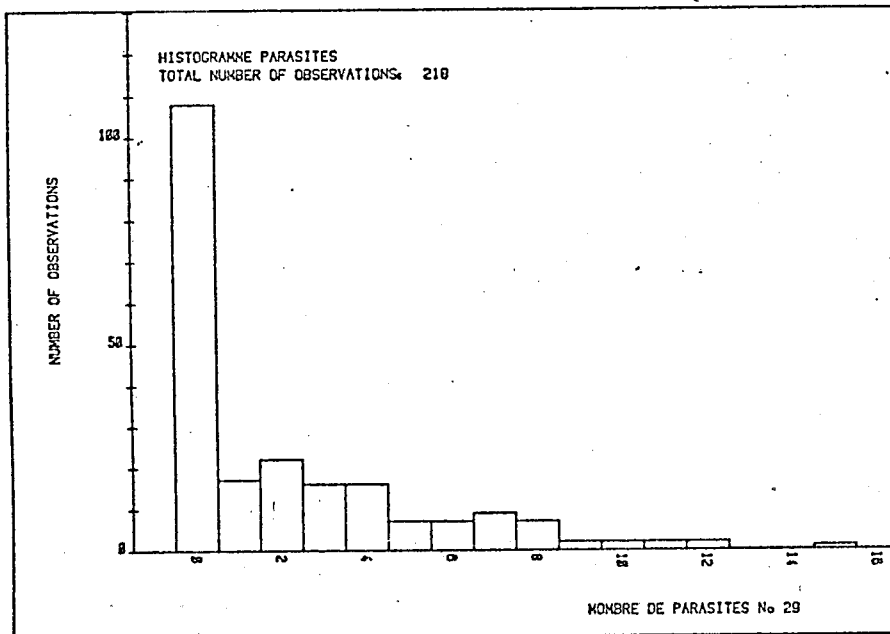
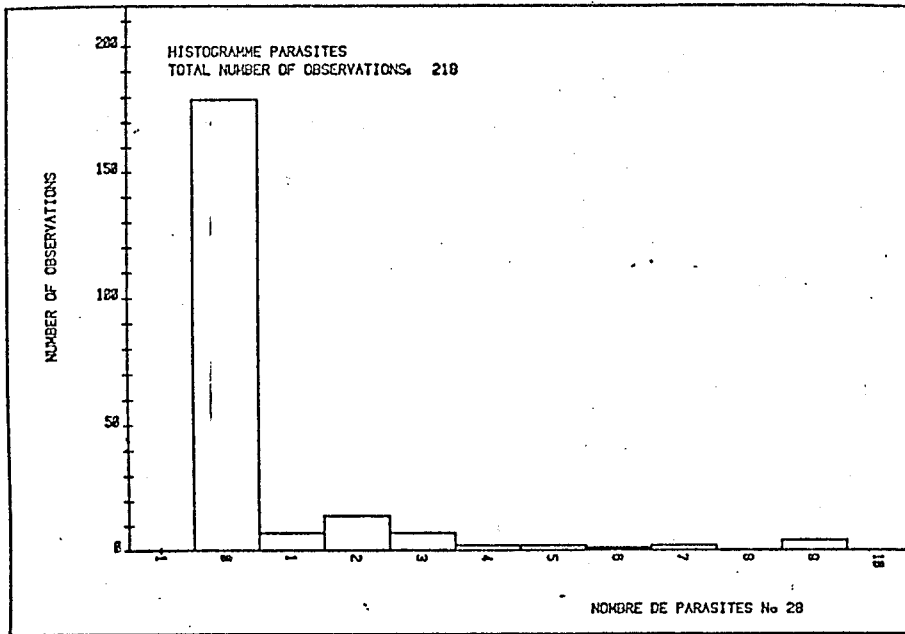


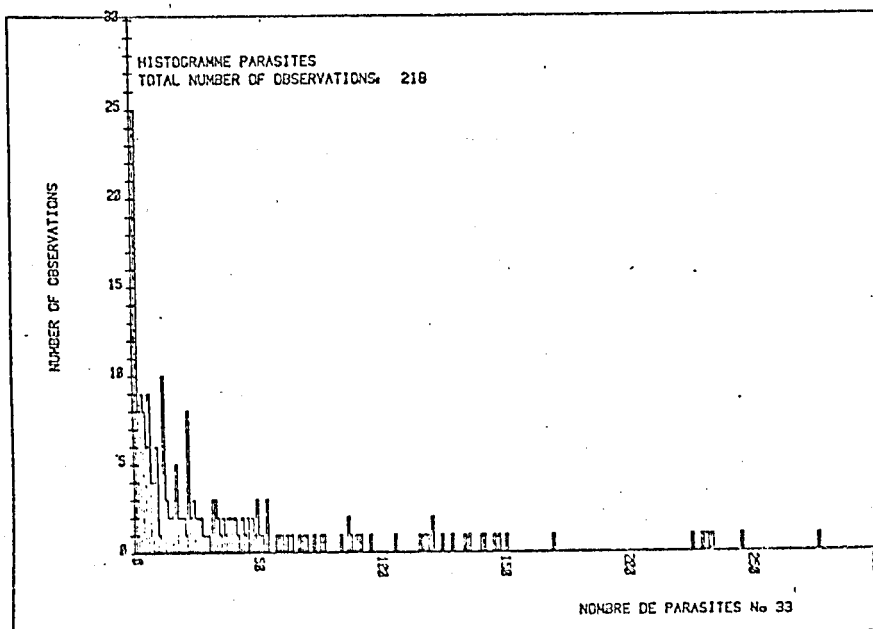
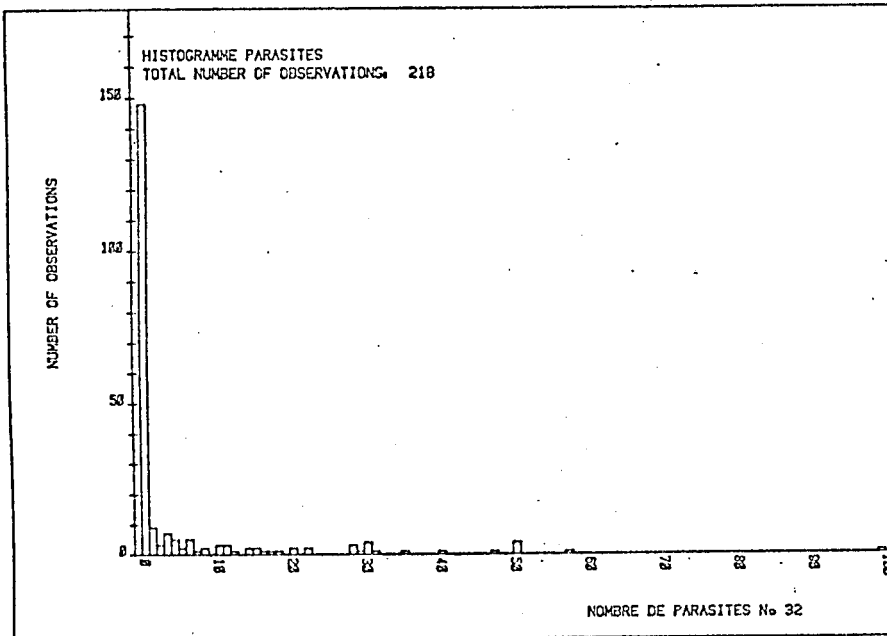
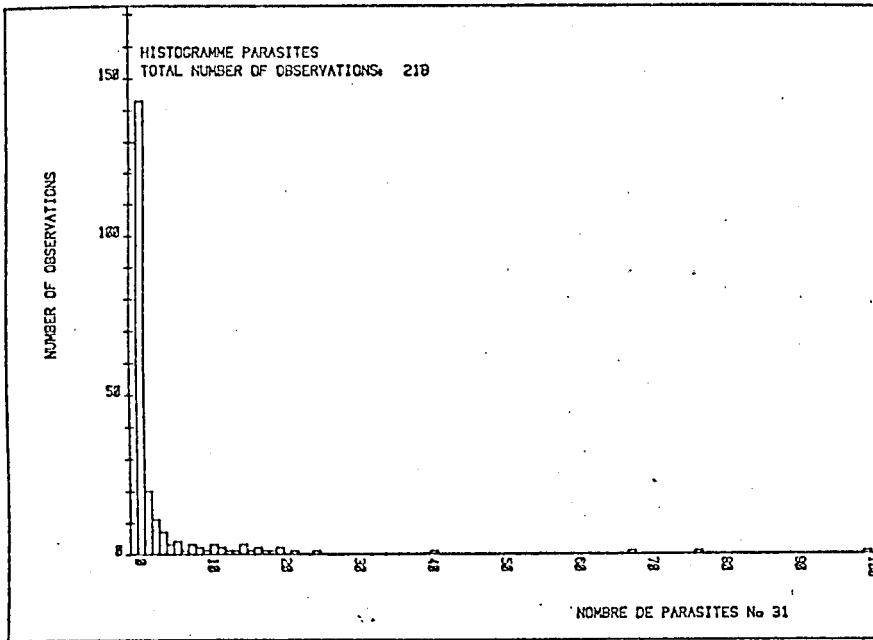


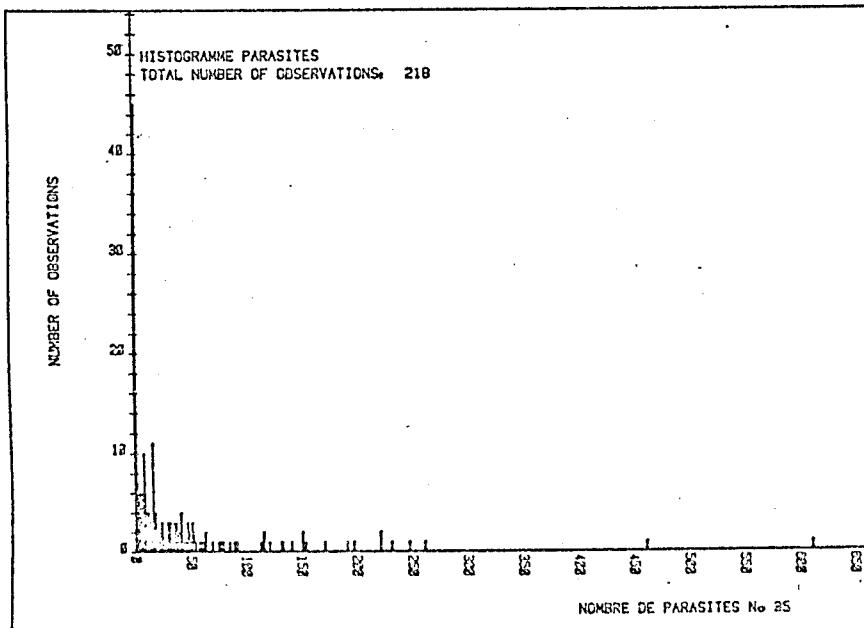
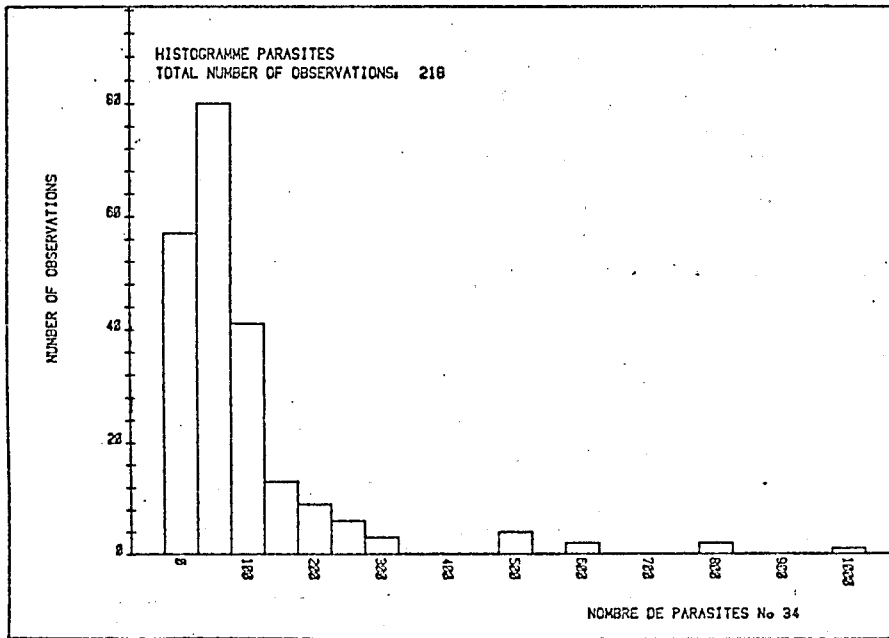
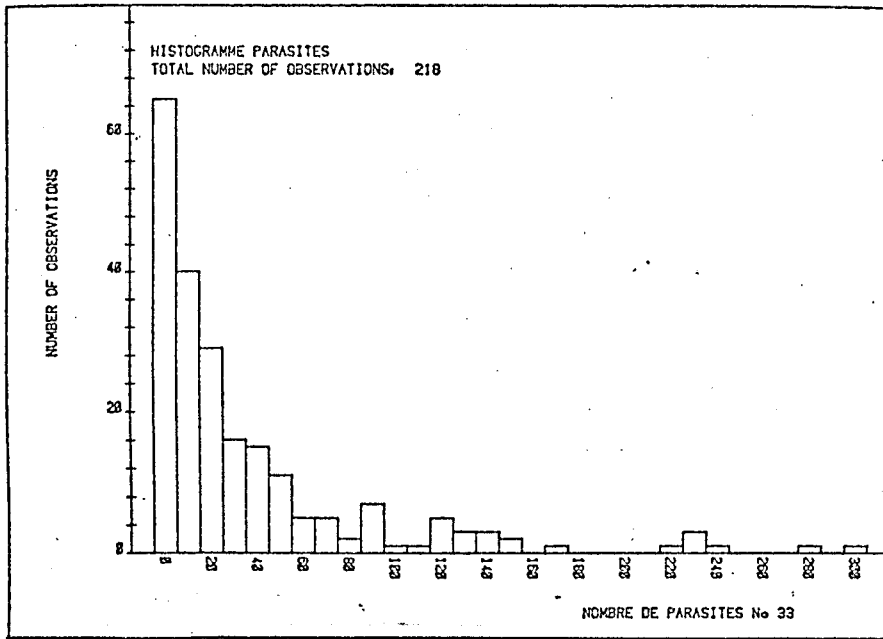


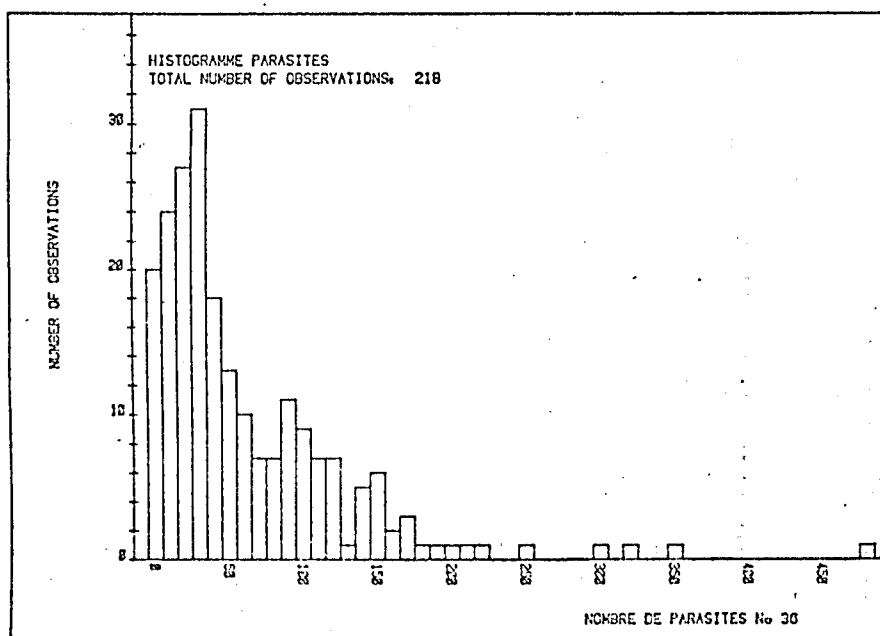
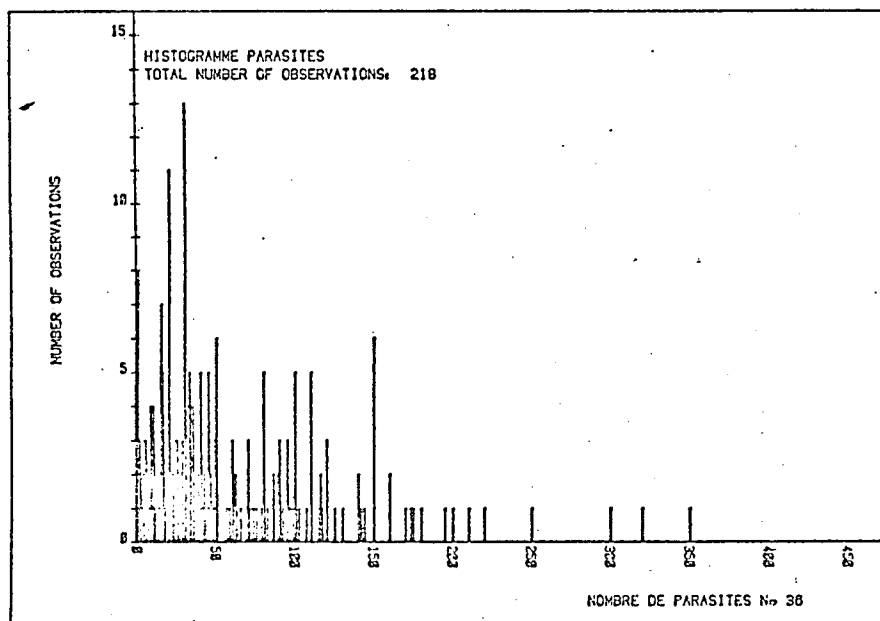
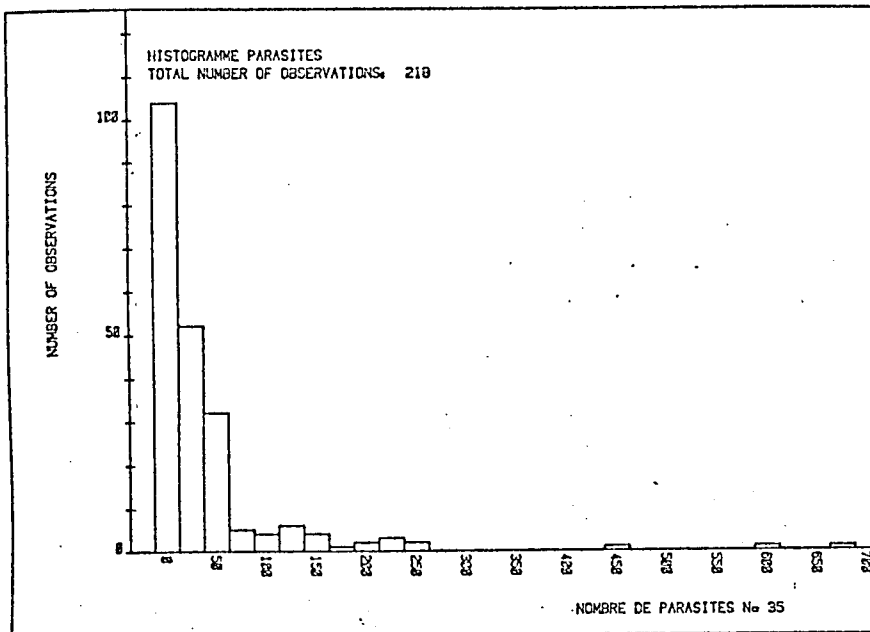


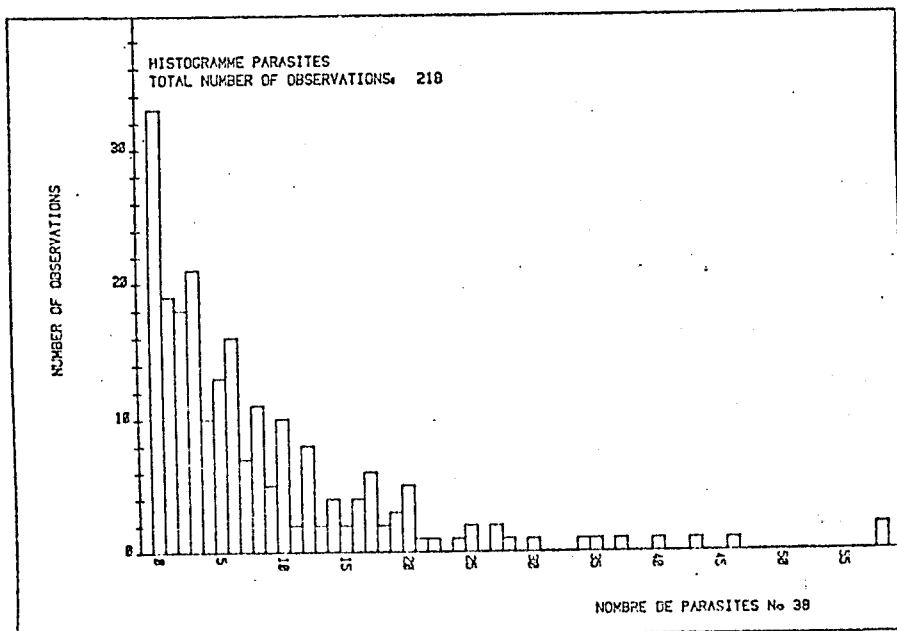
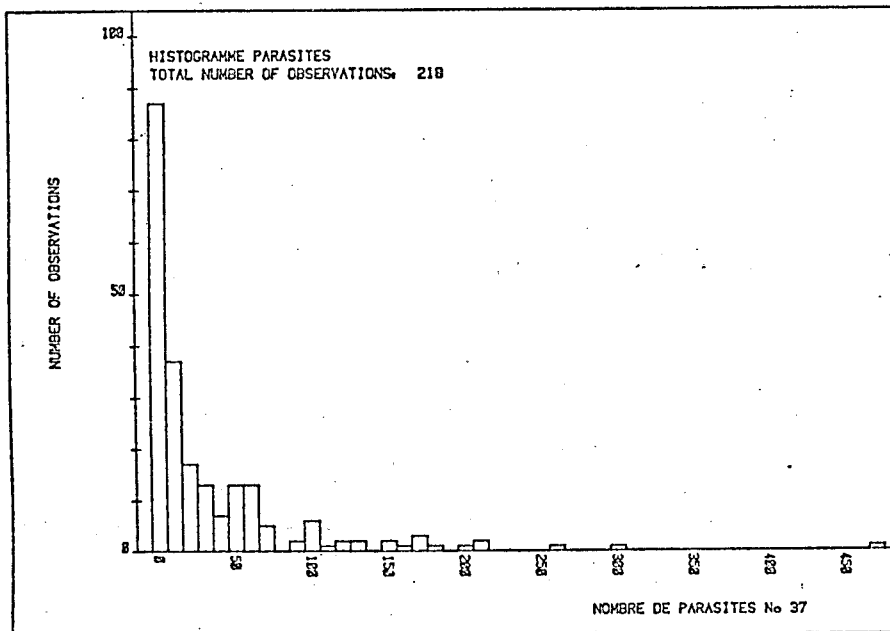
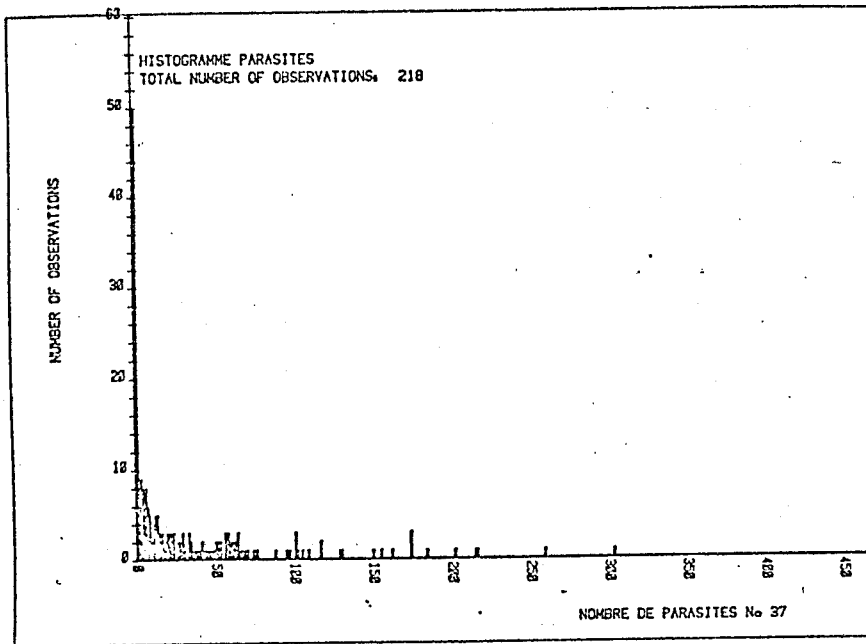


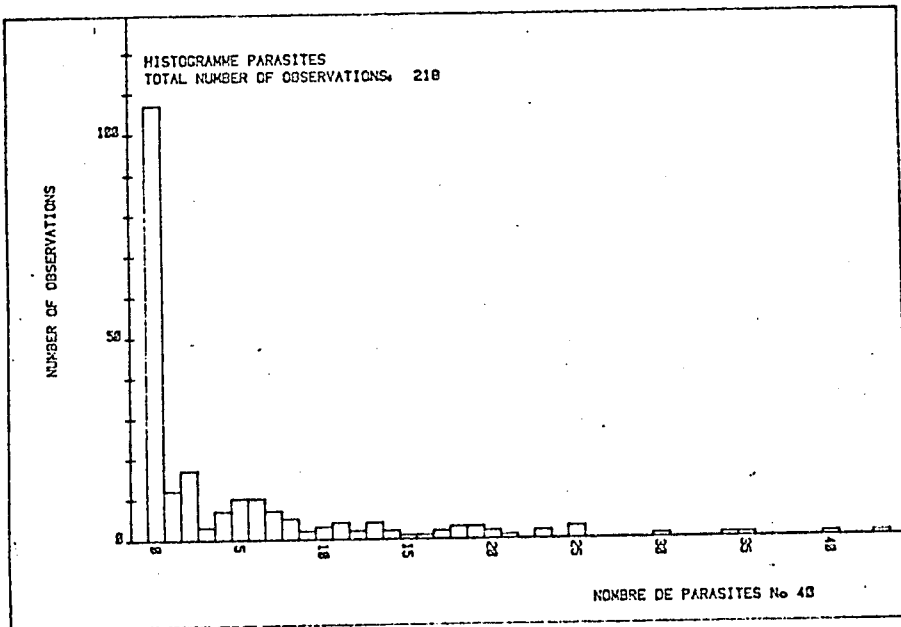
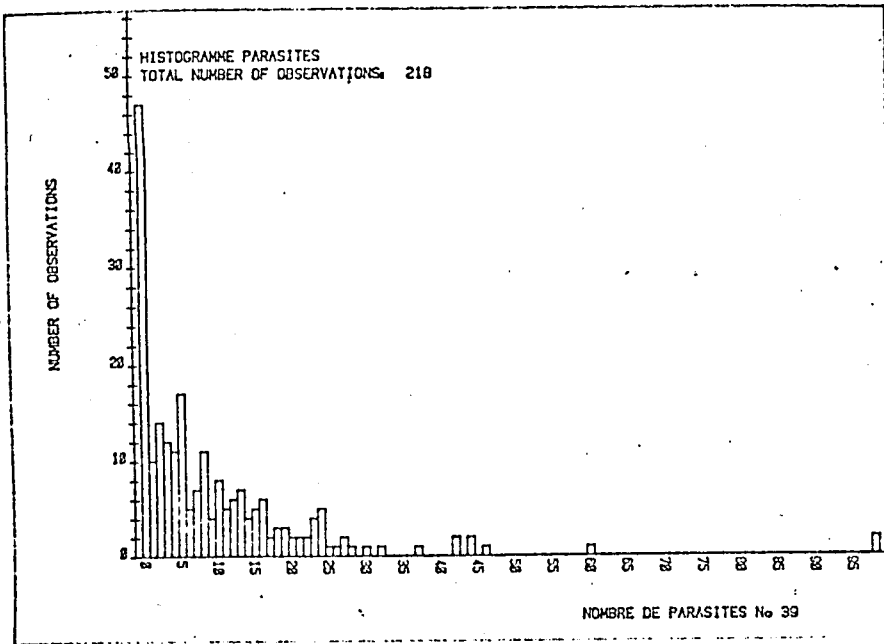






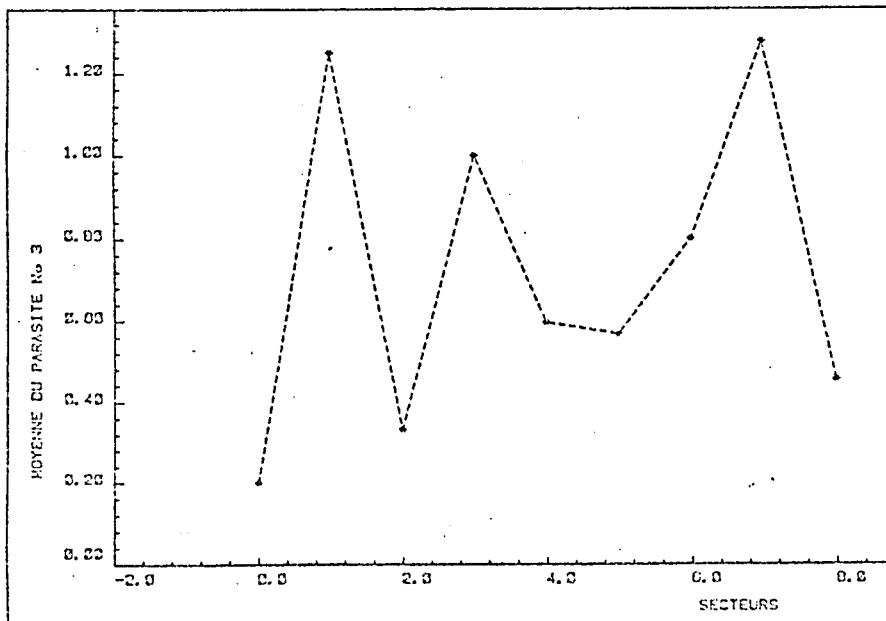
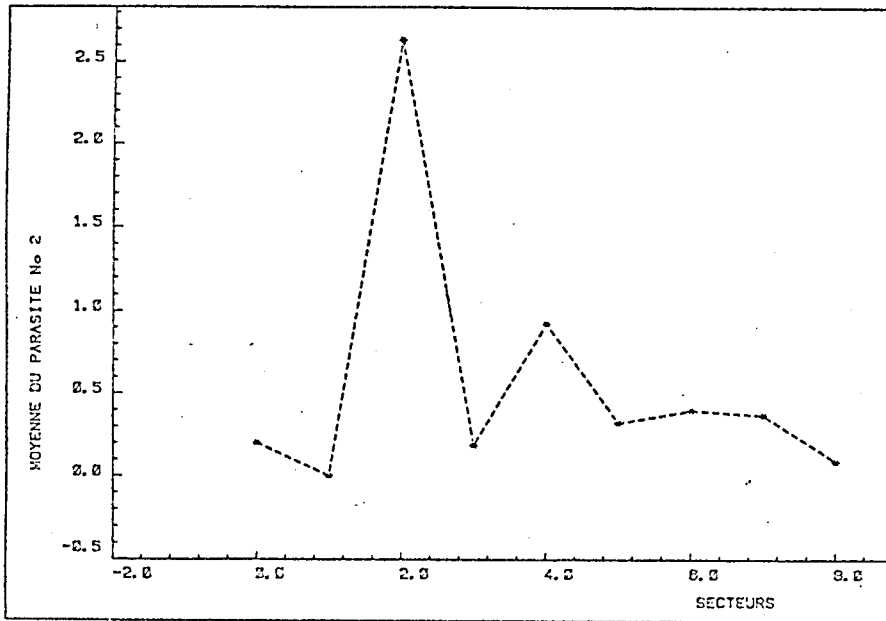
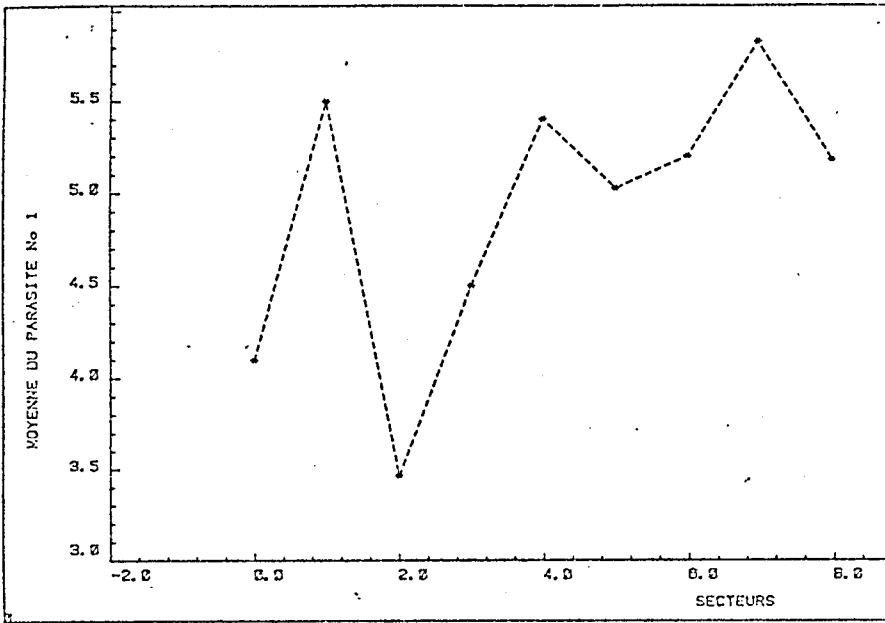


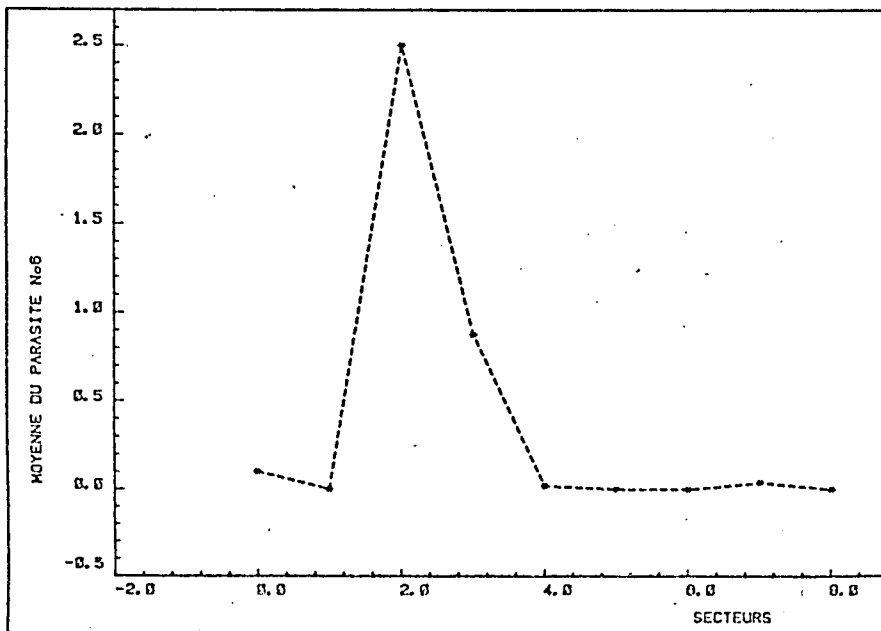
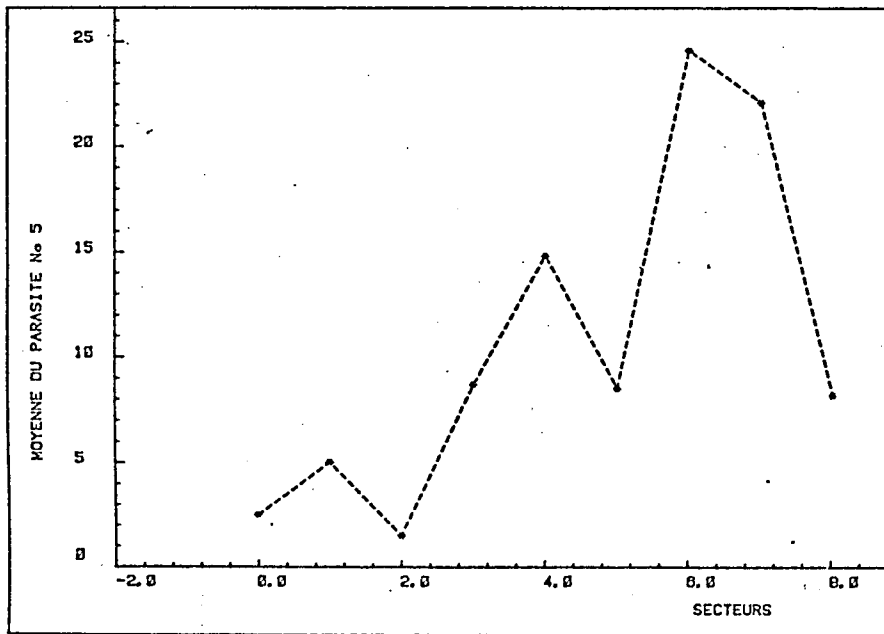
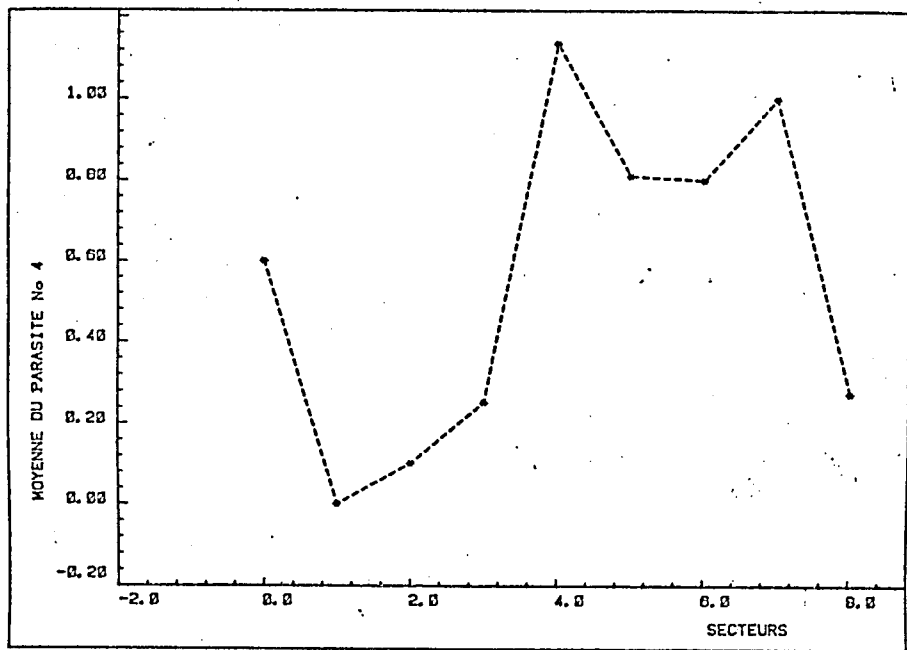


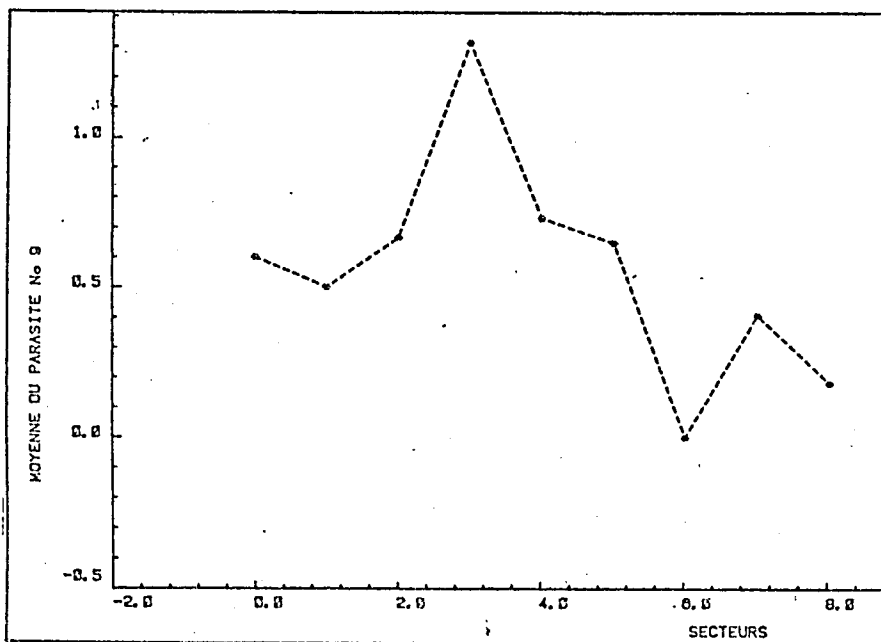
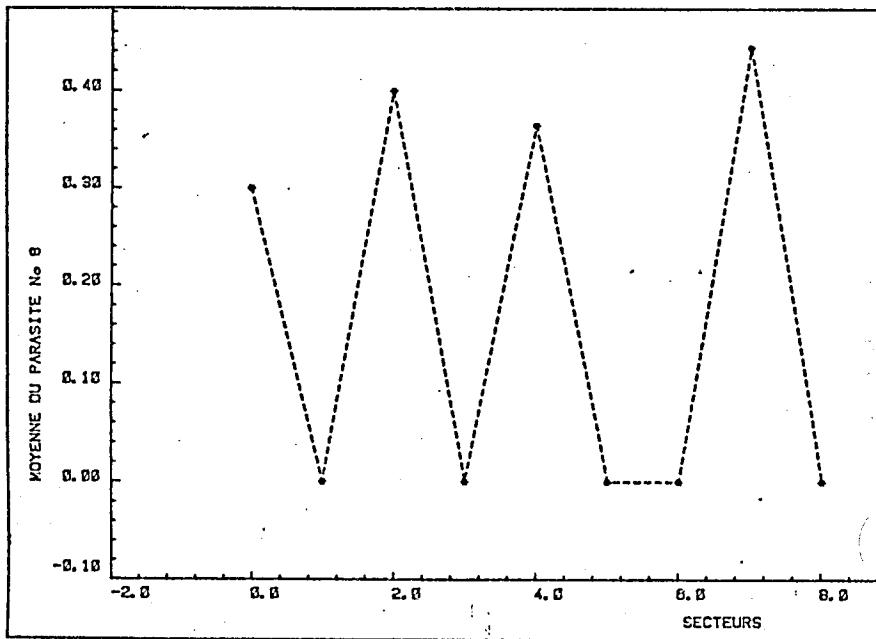
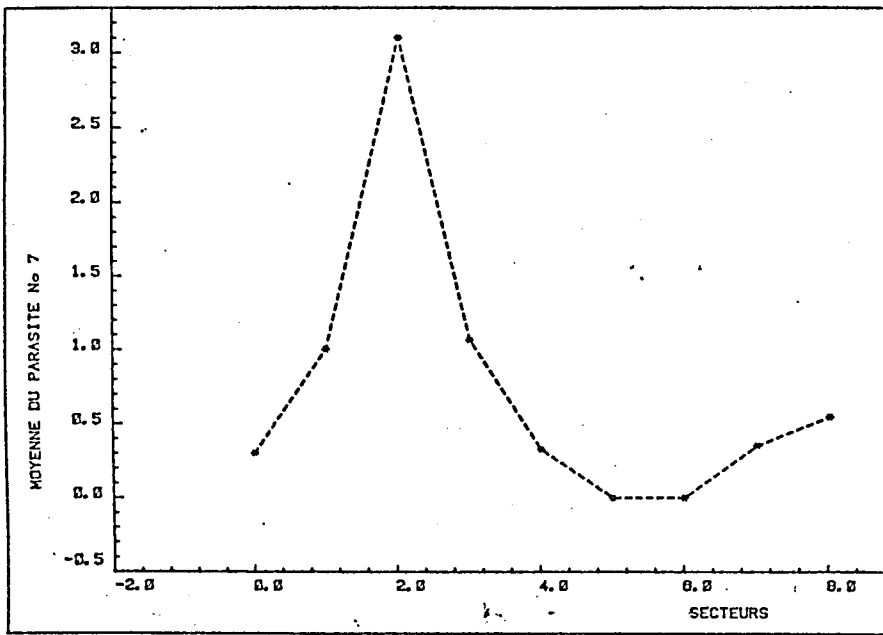


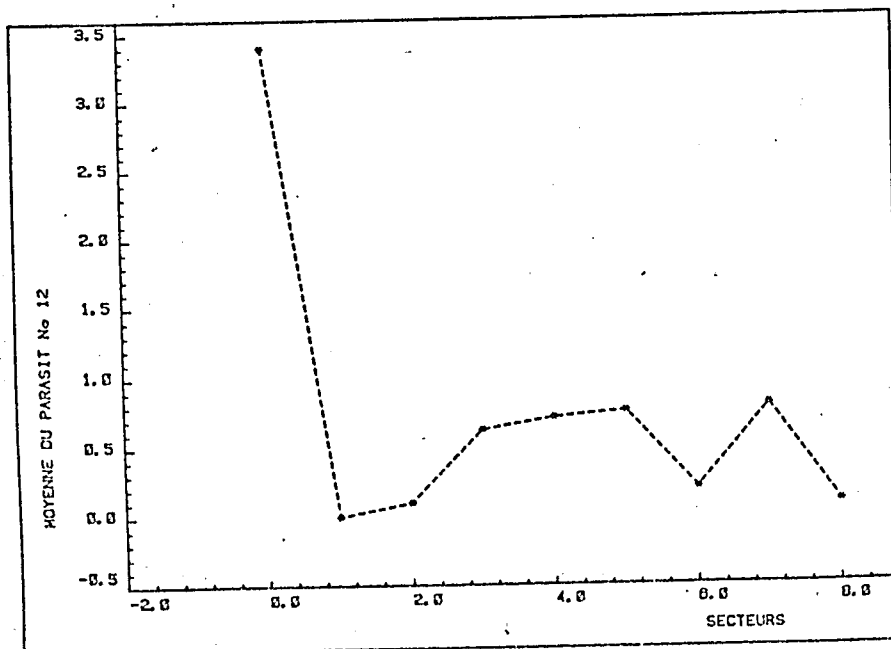
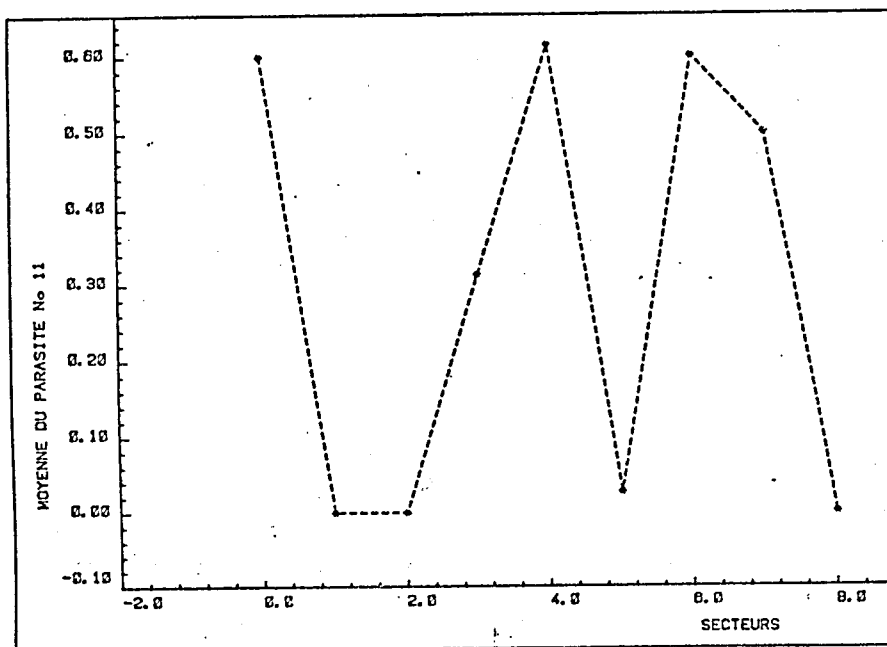
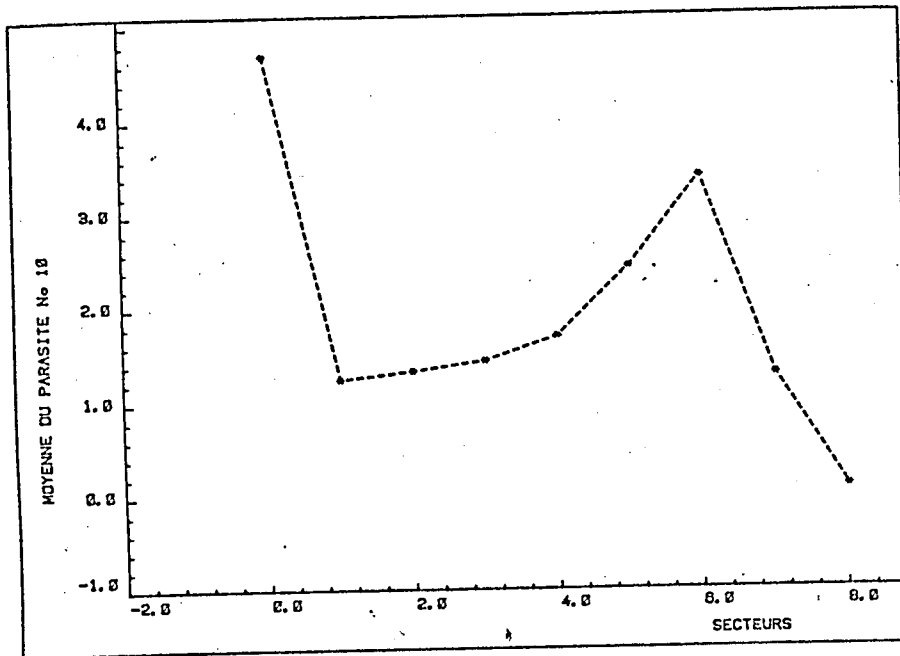
A N N E X E 2

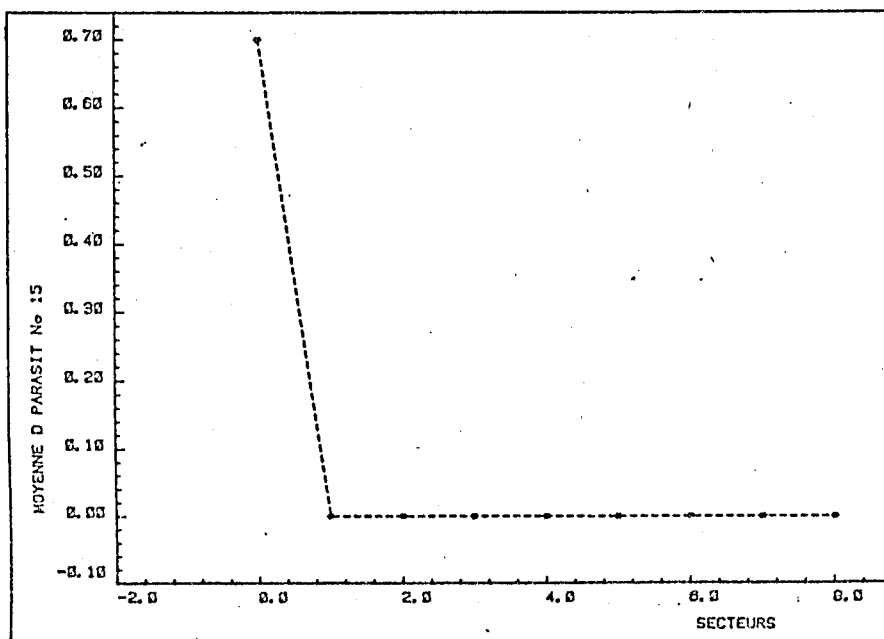
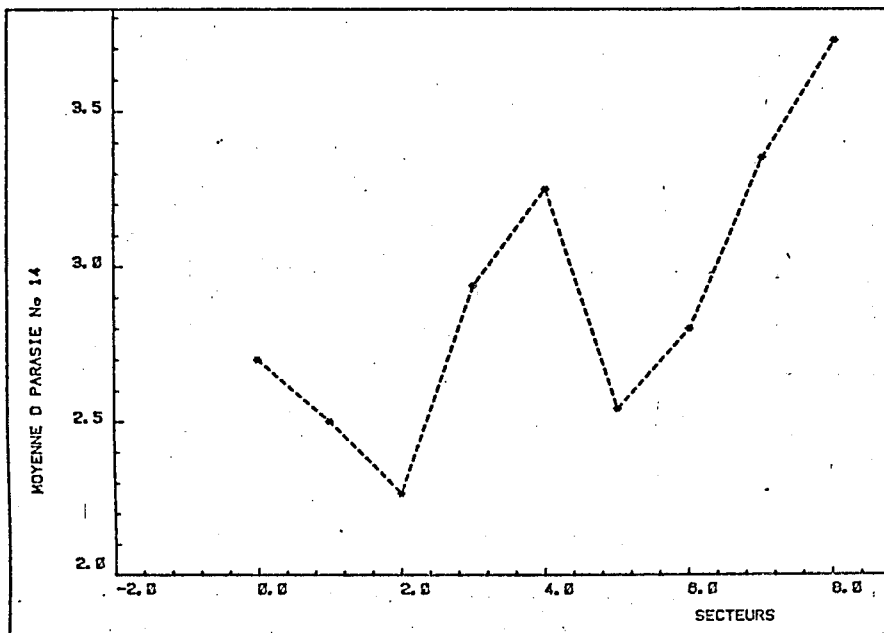
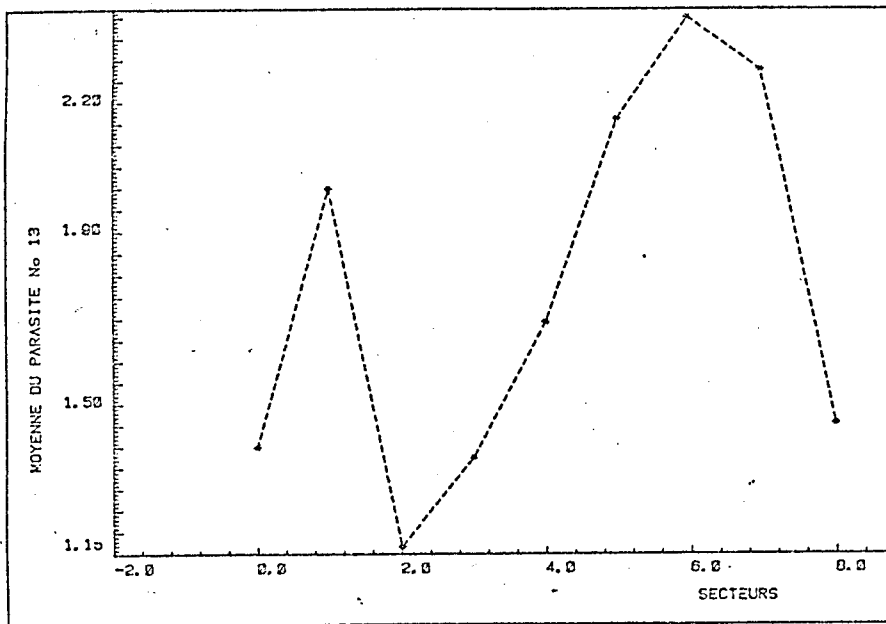
MOYENNE DES PARASITES

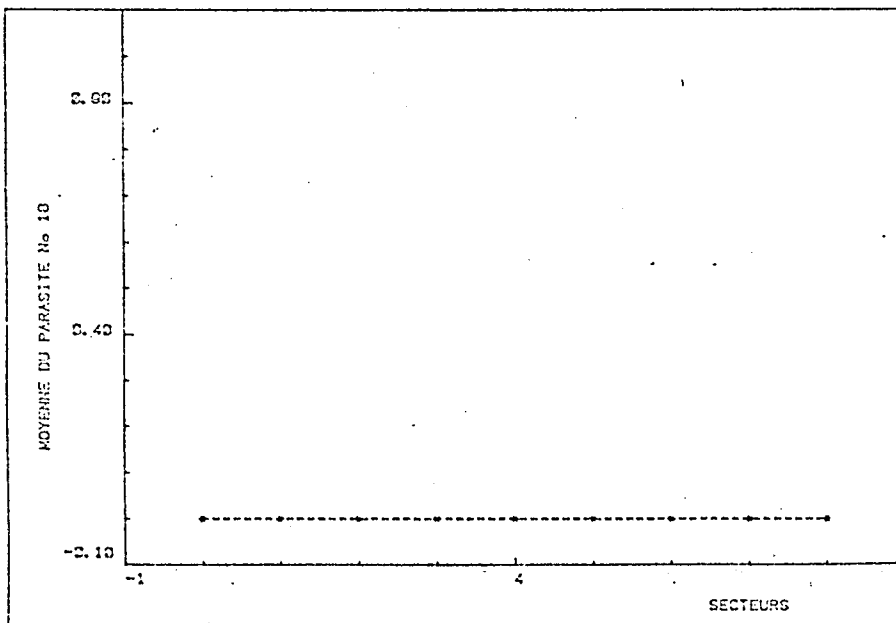
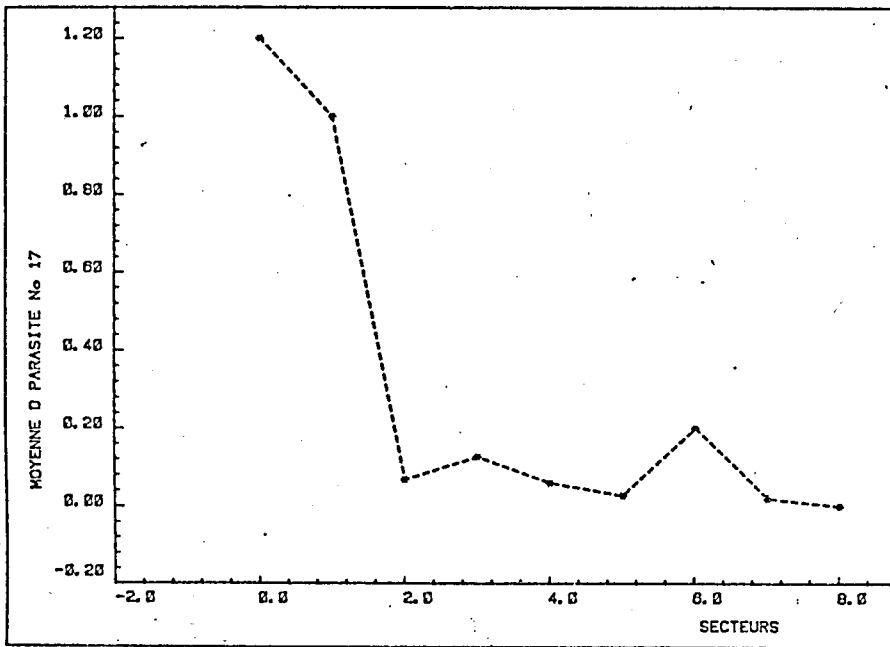
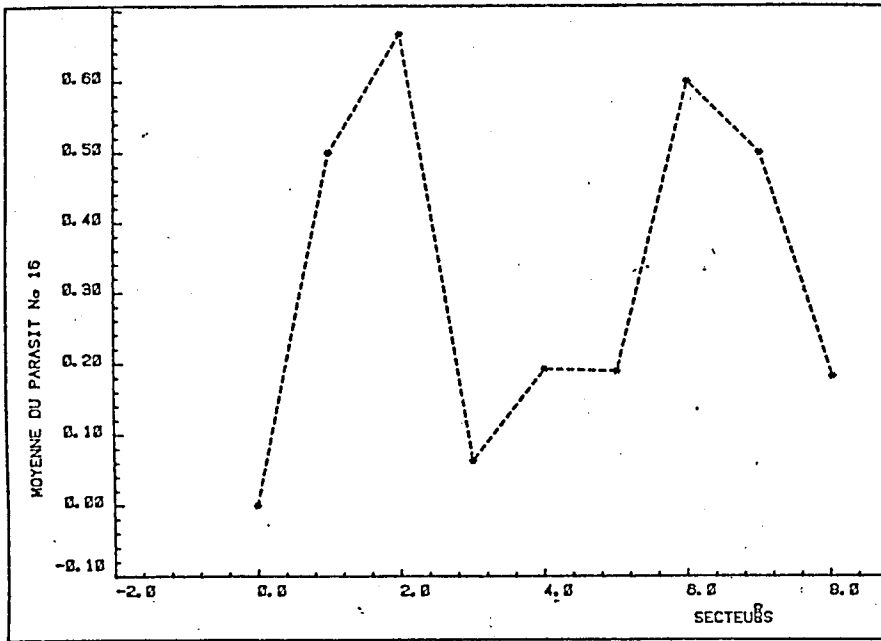


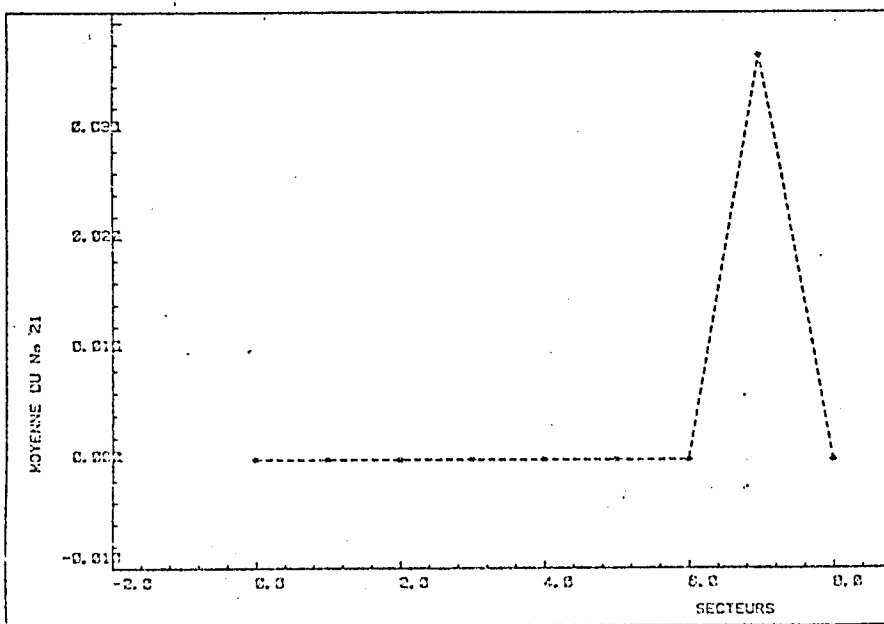
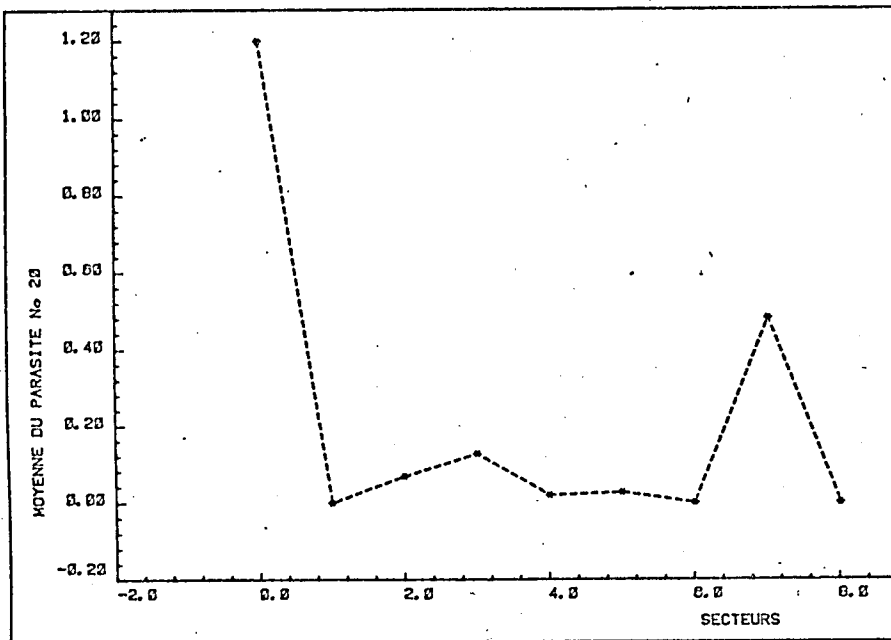
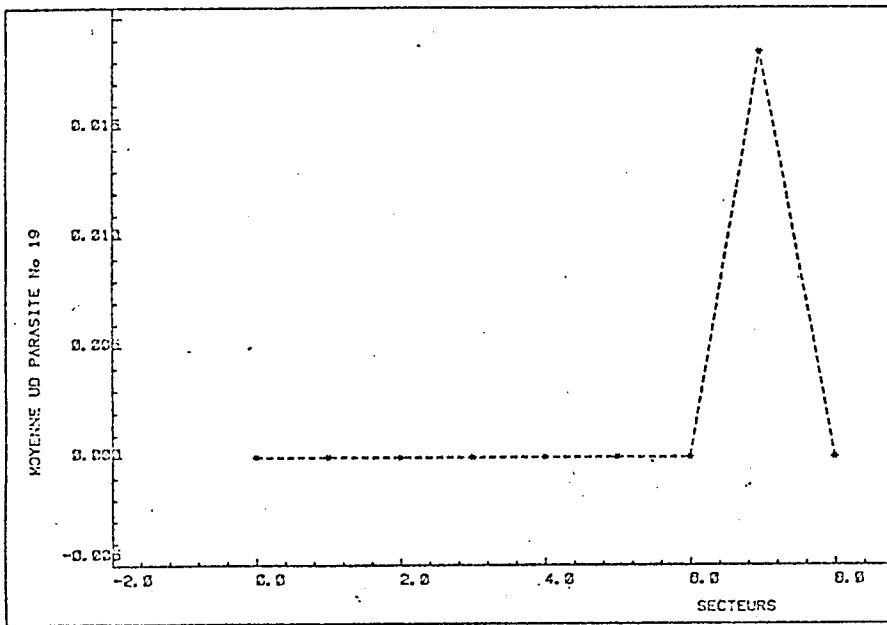


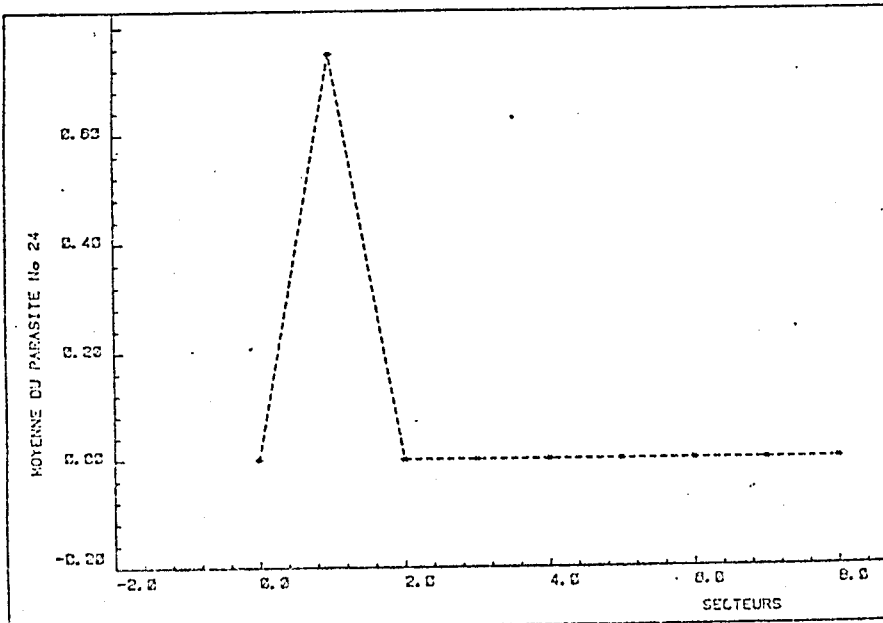
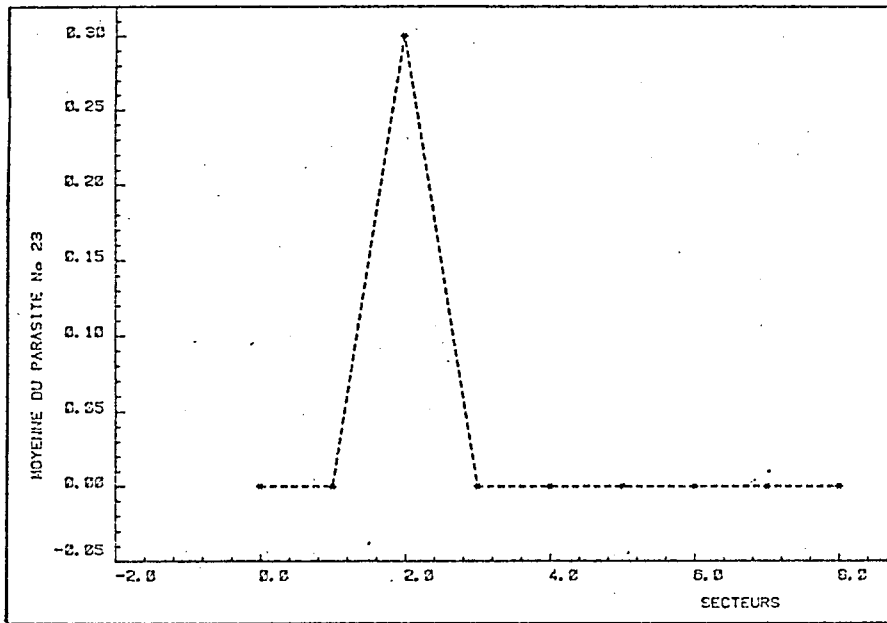
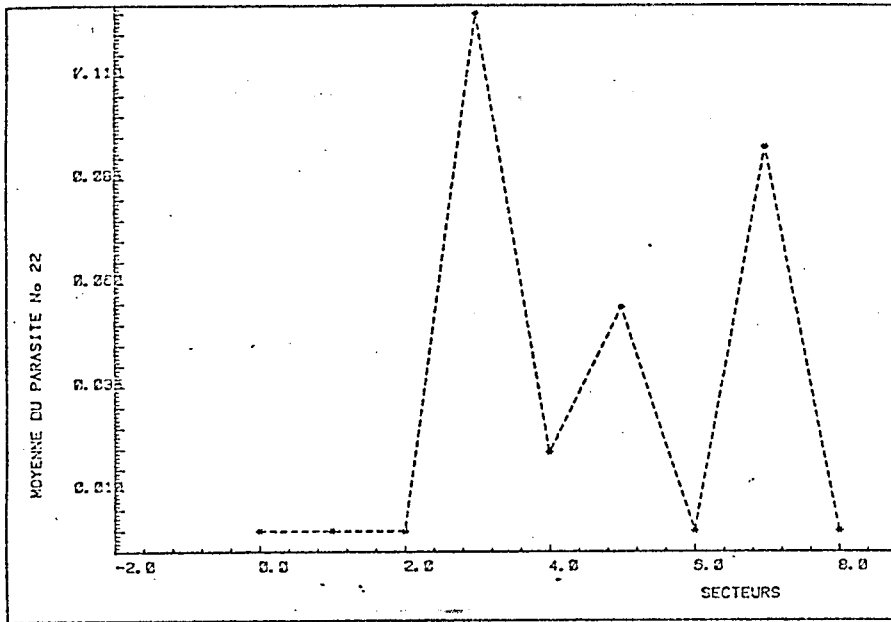


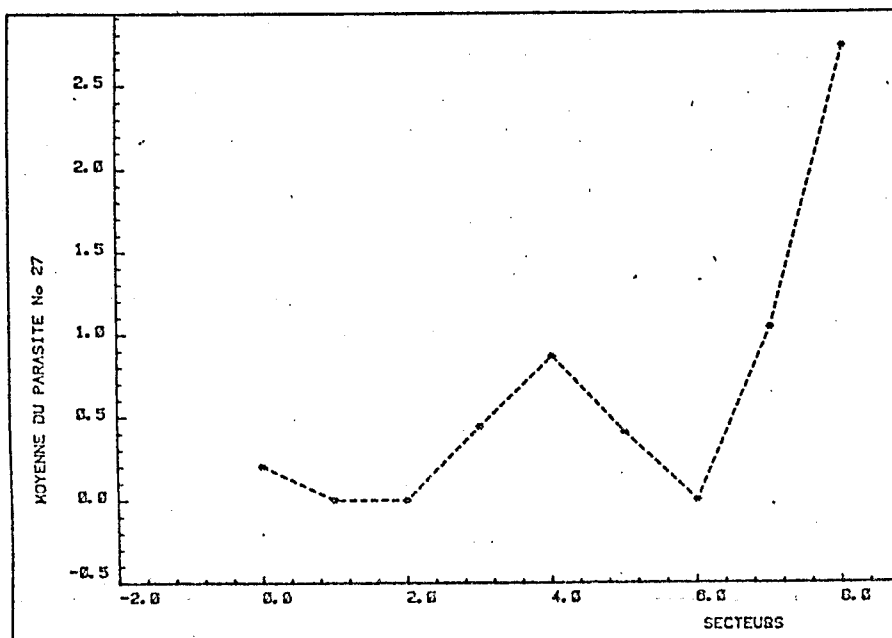
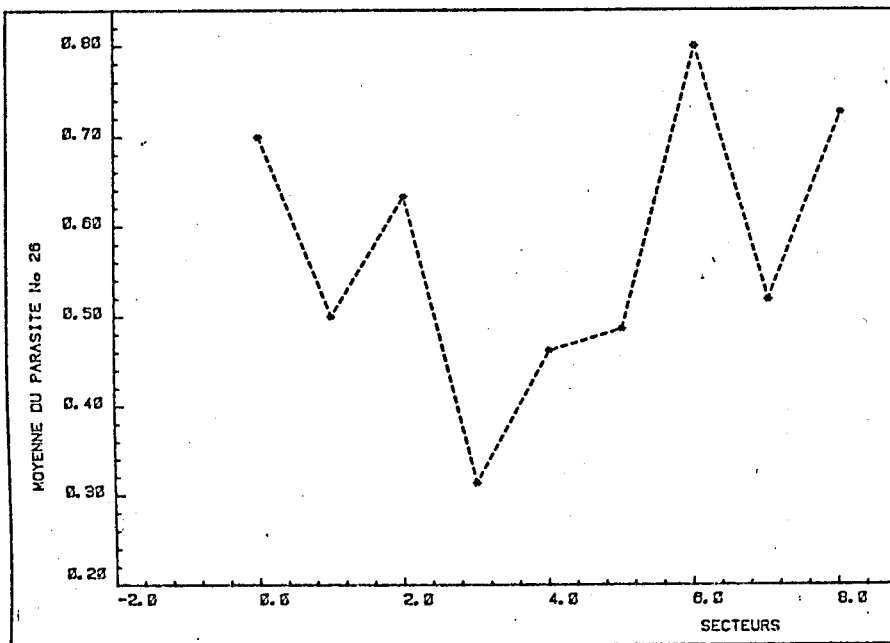
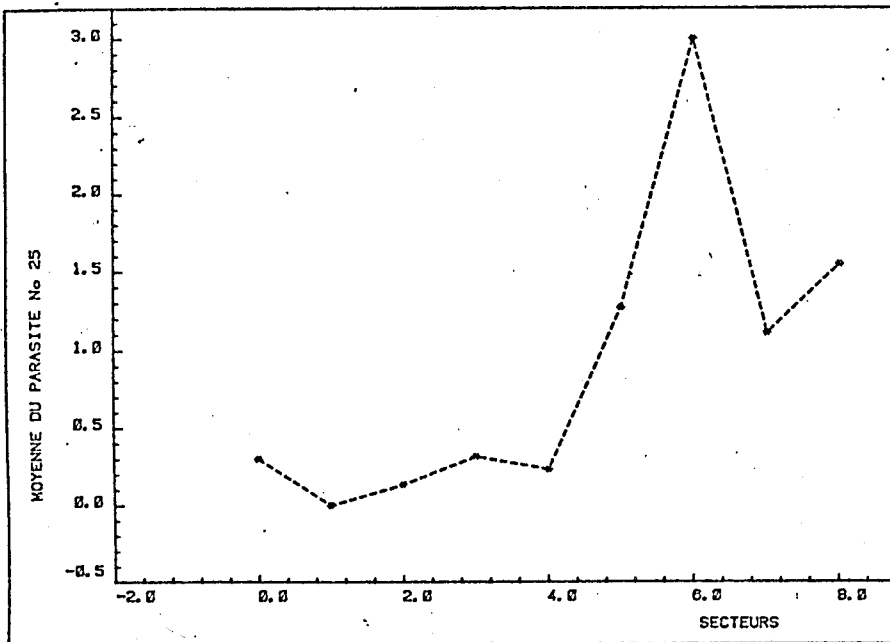


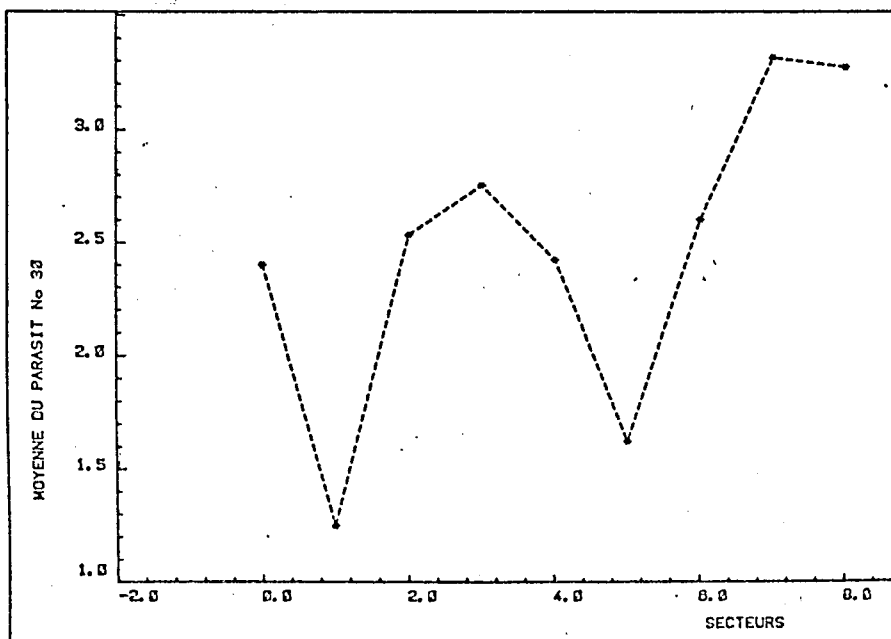
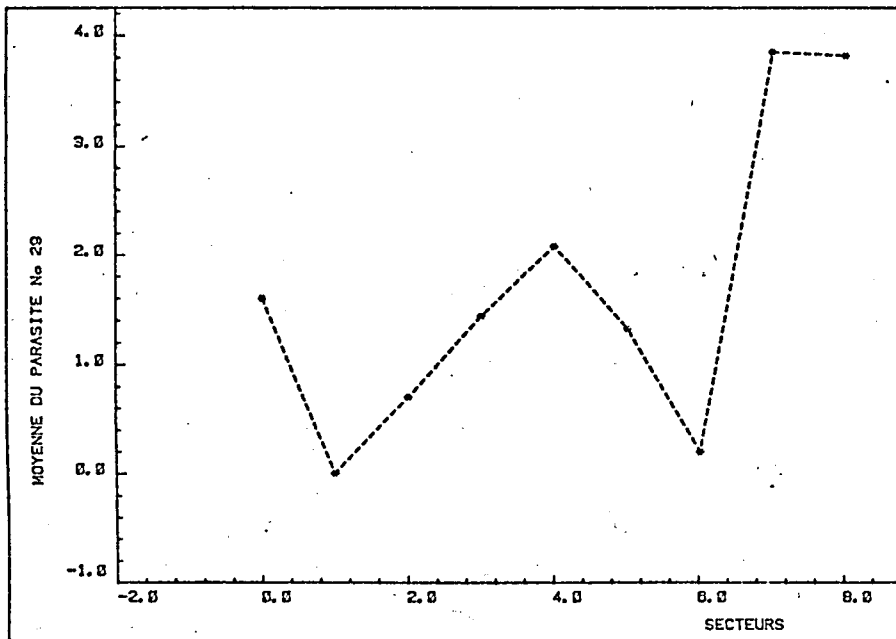
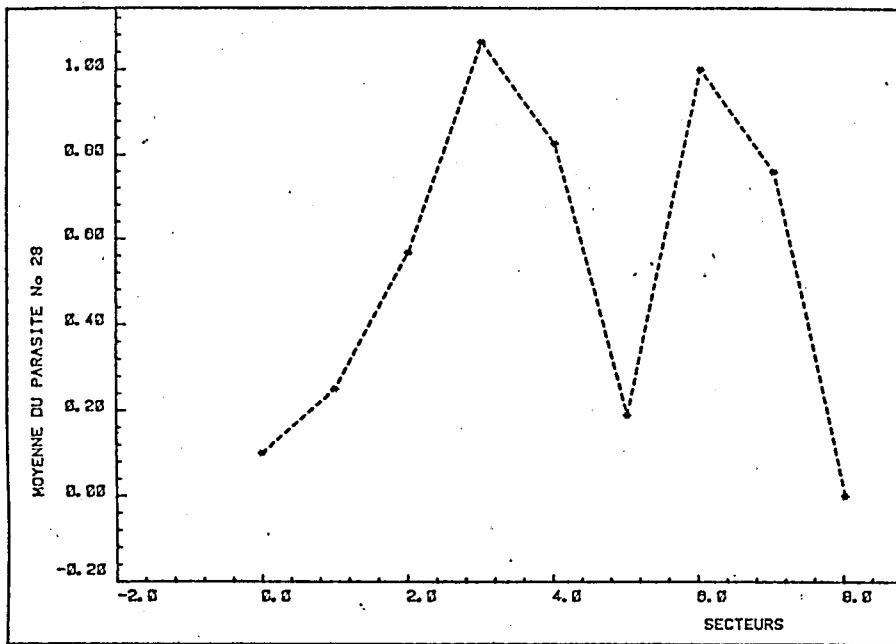


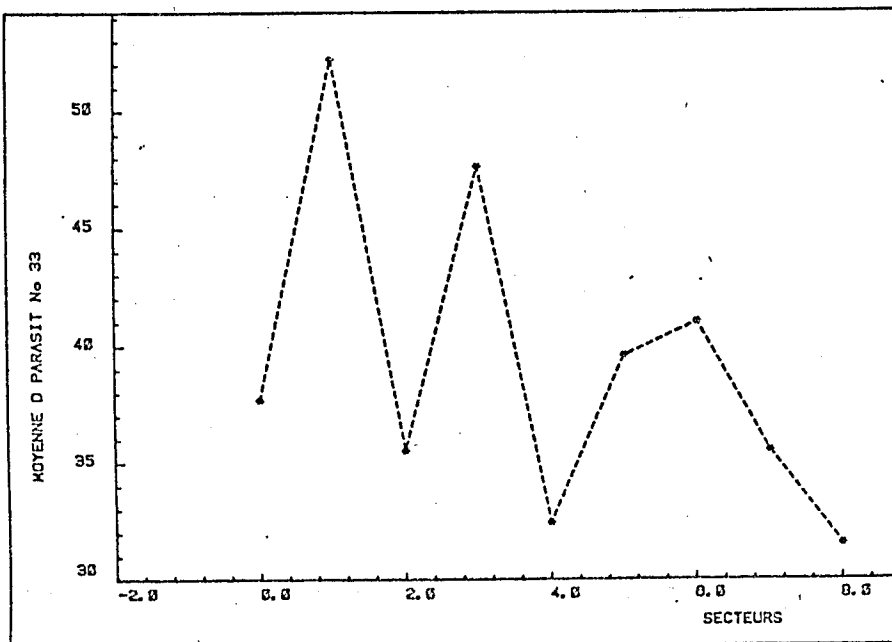
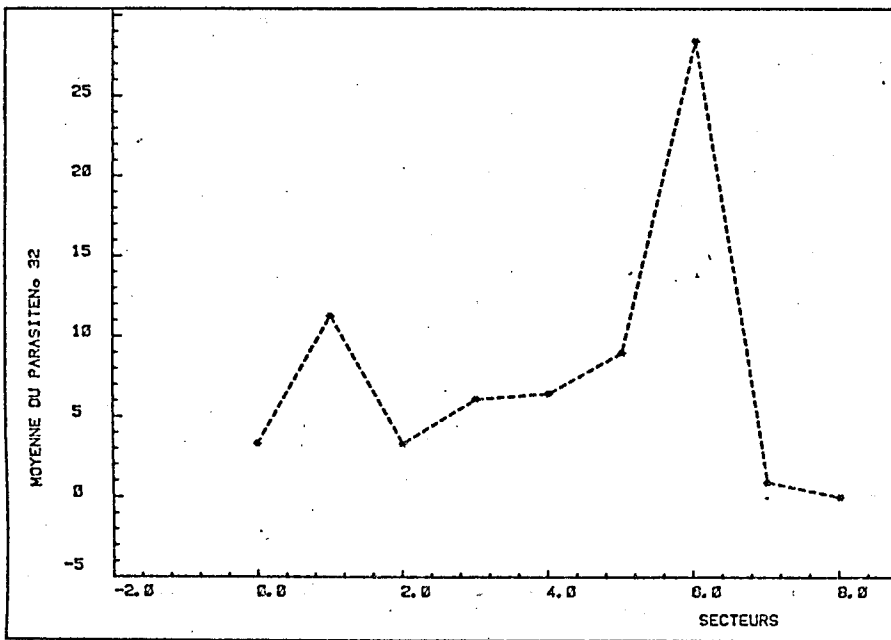
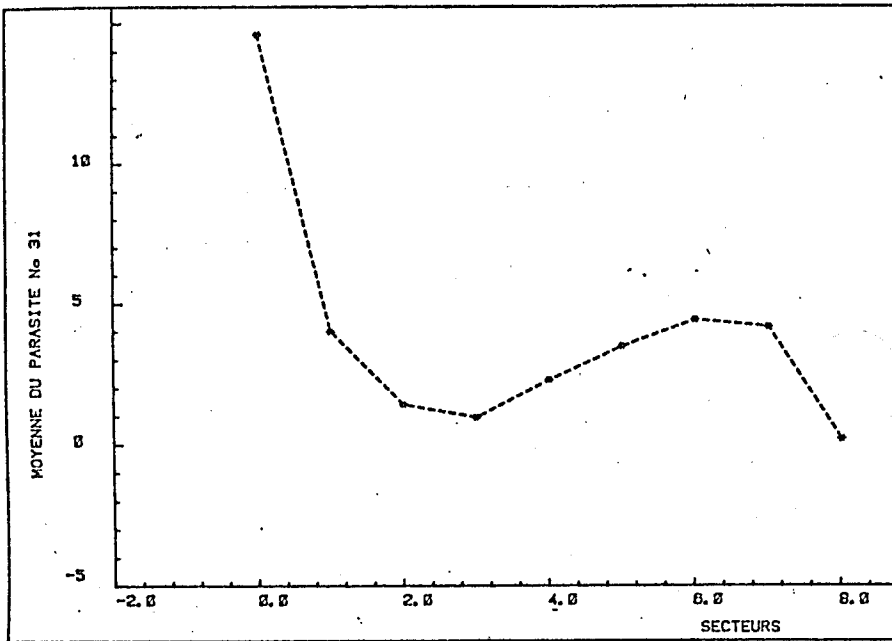


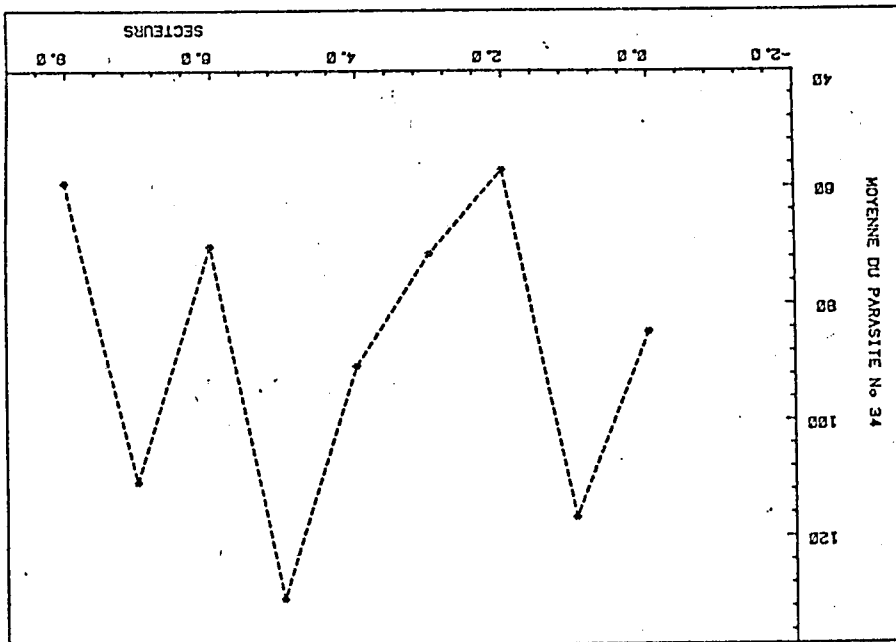
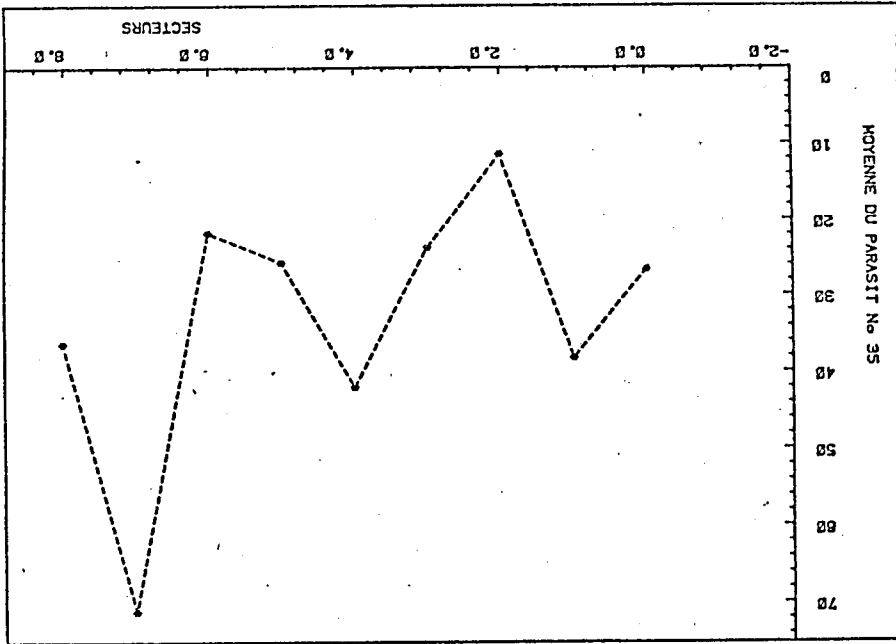
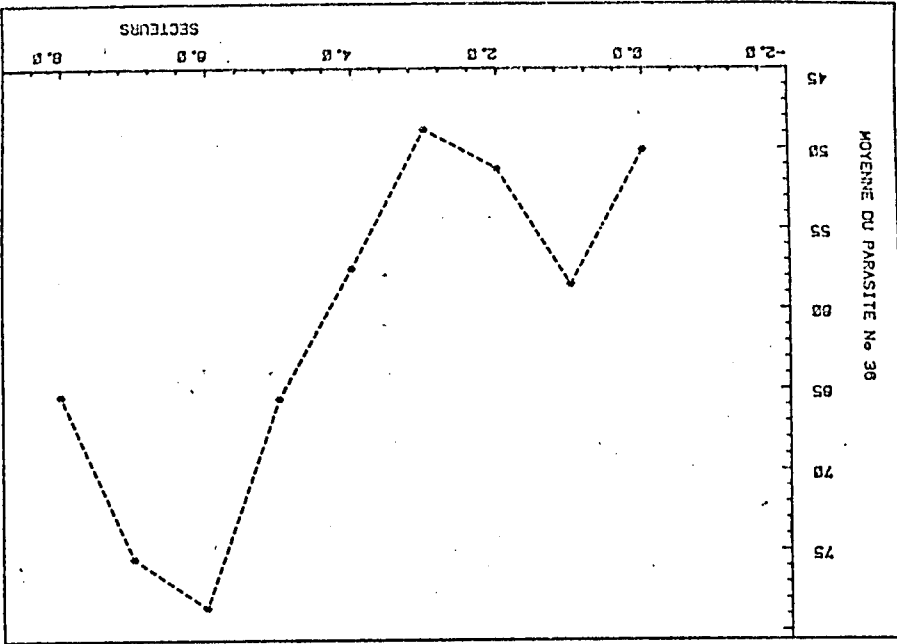


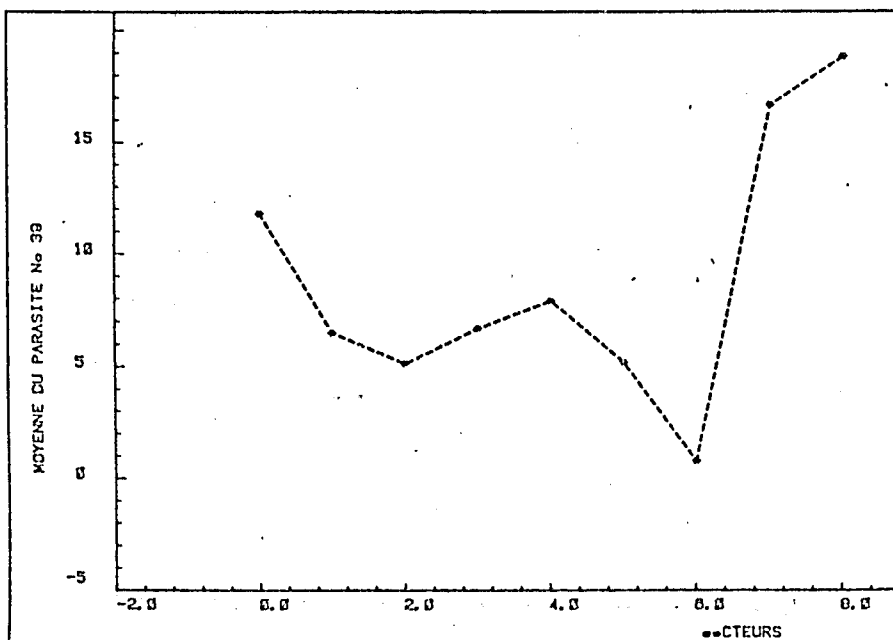
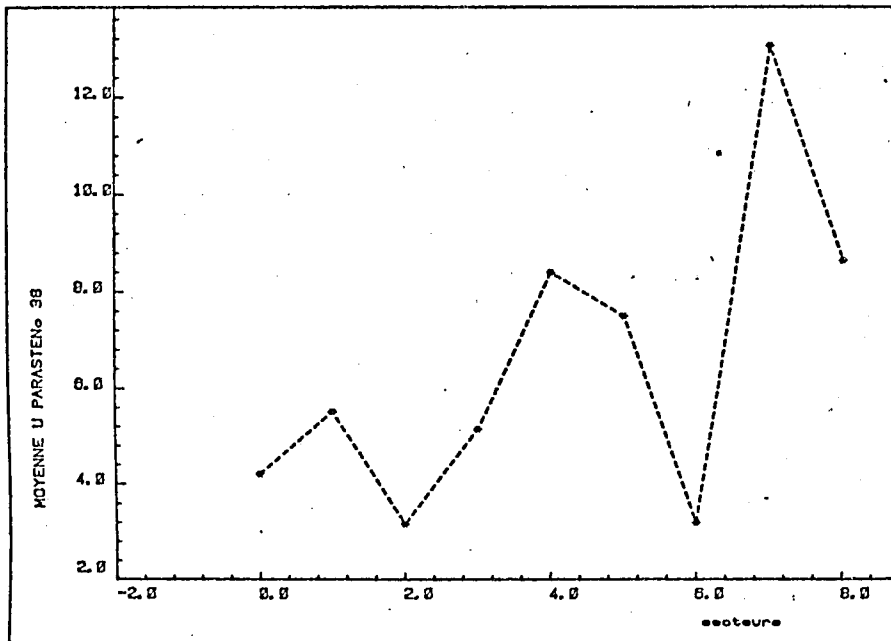
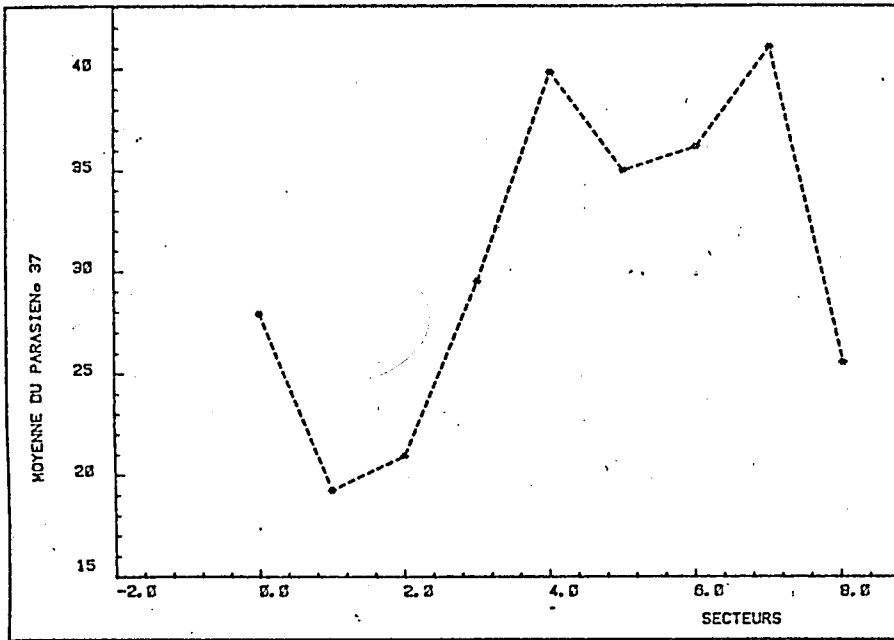


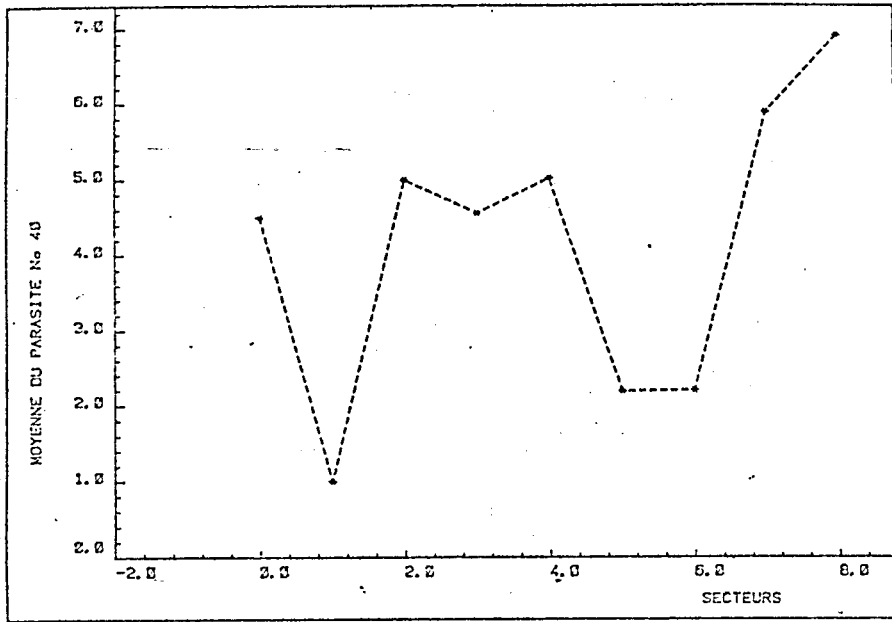






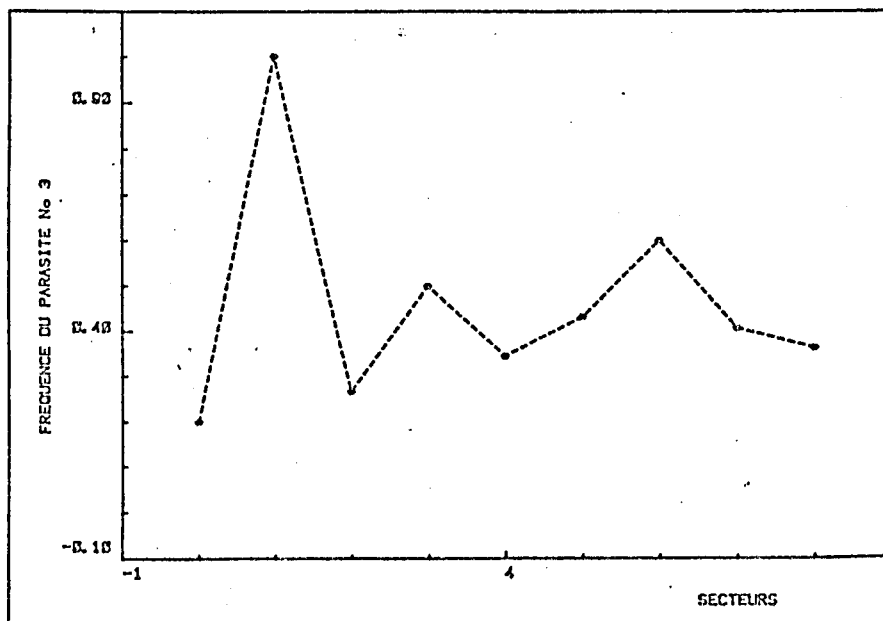
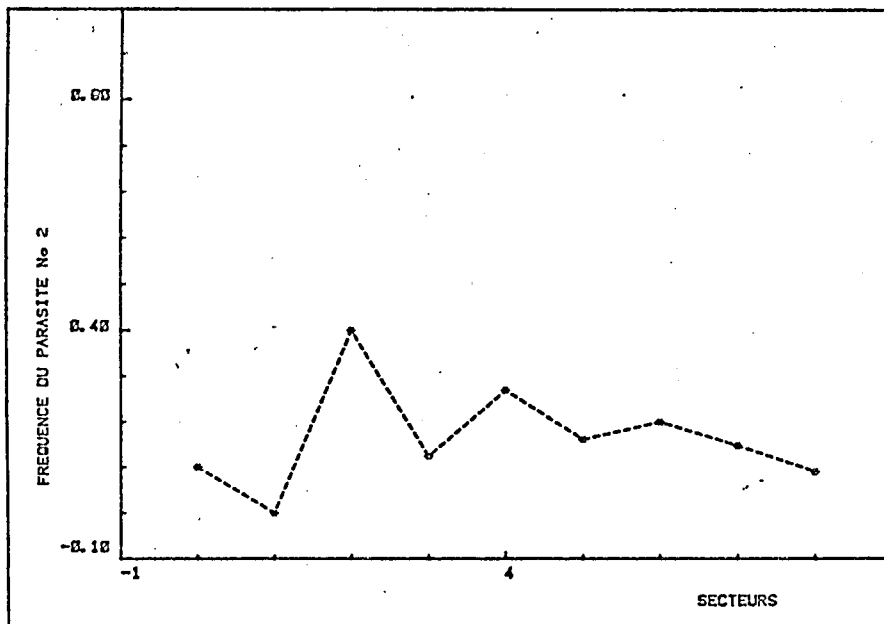
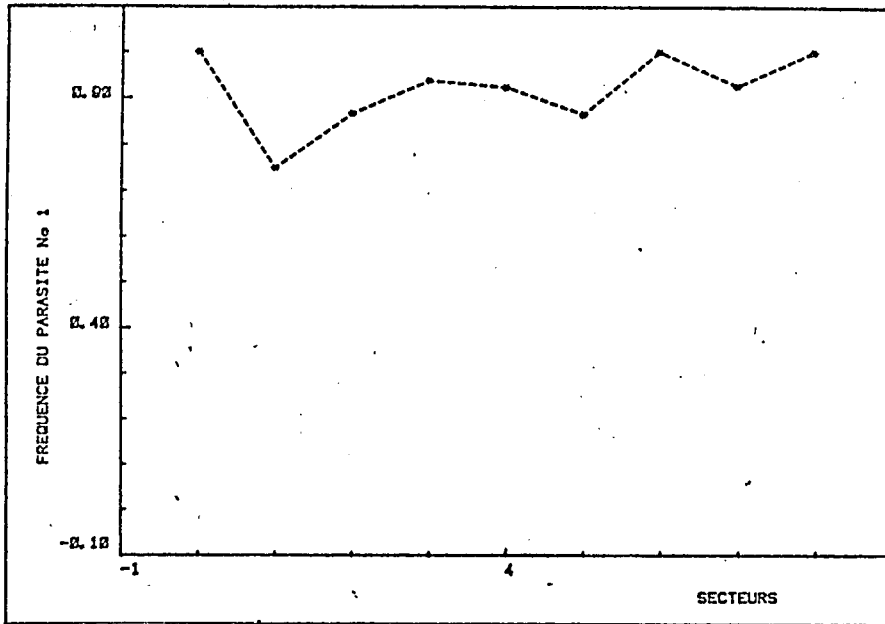


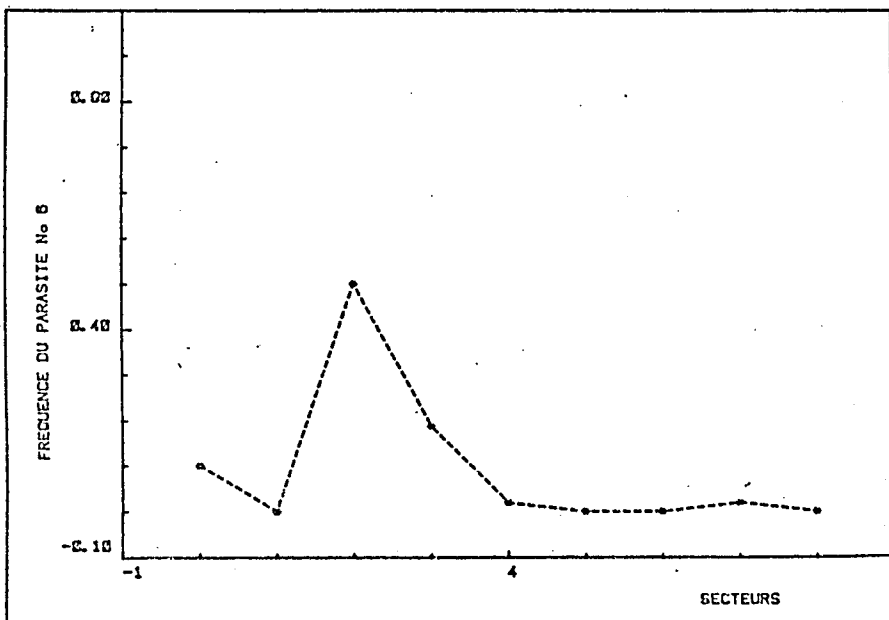
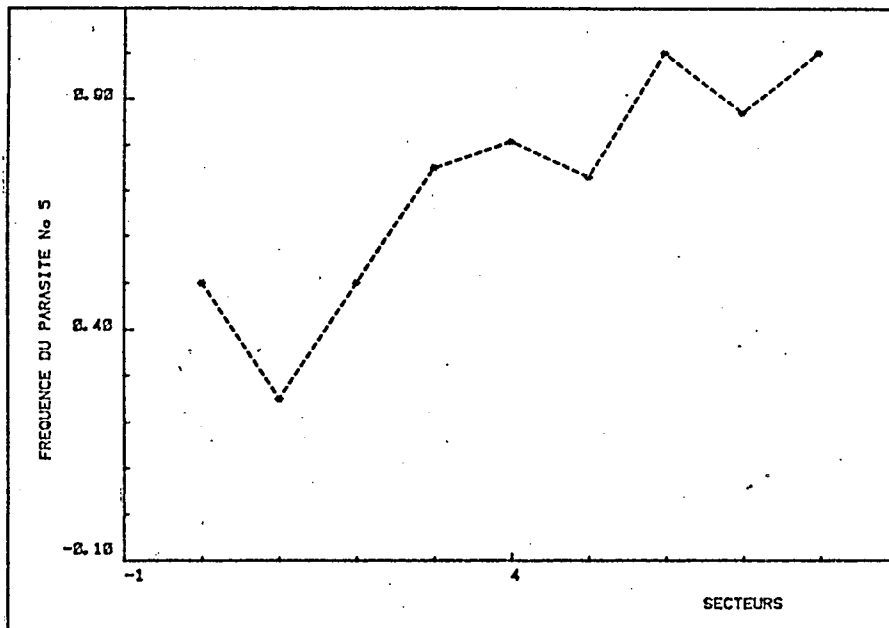
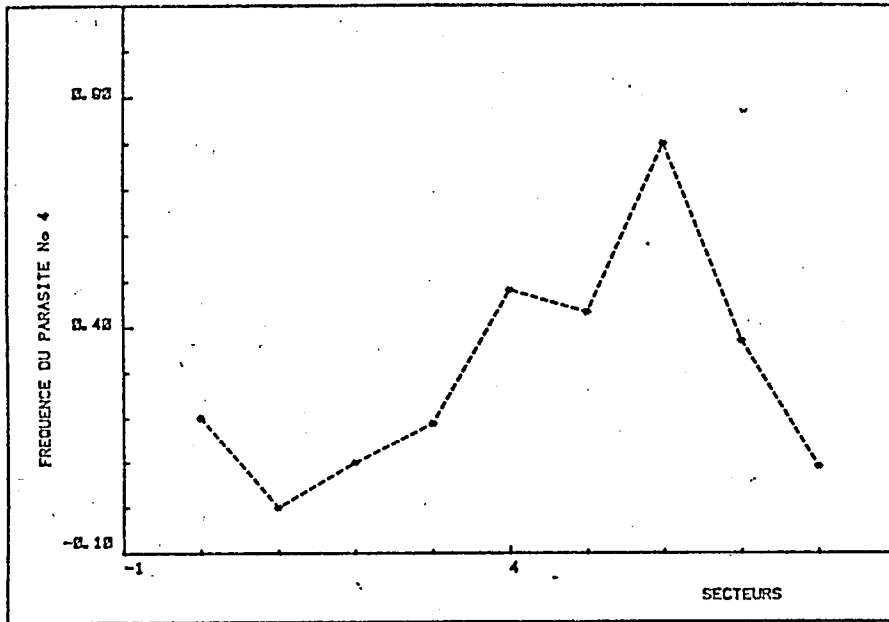


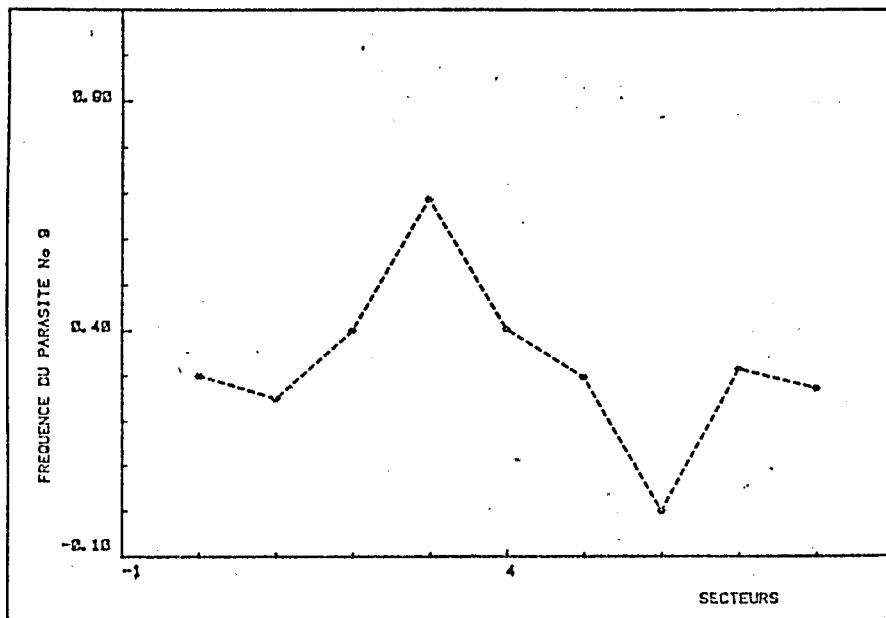
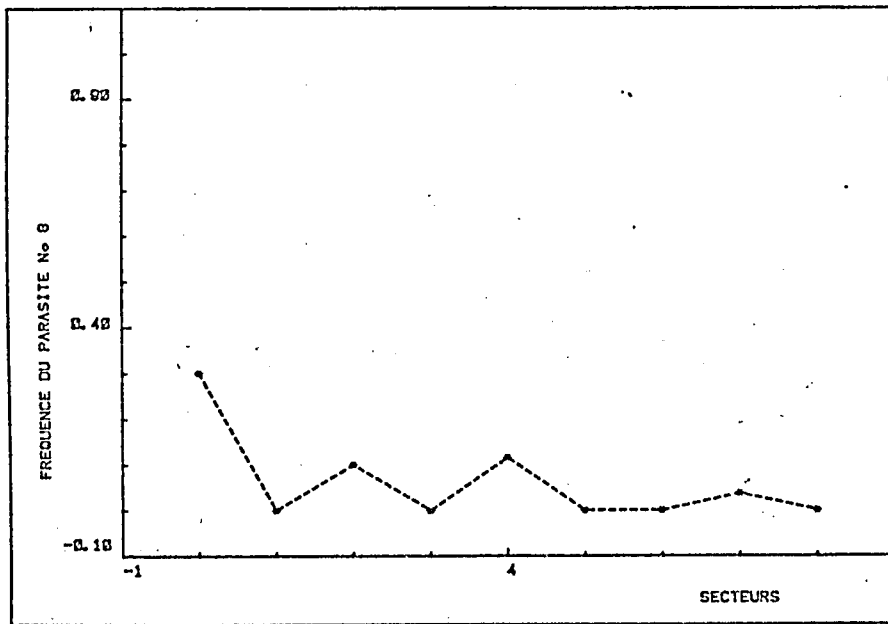
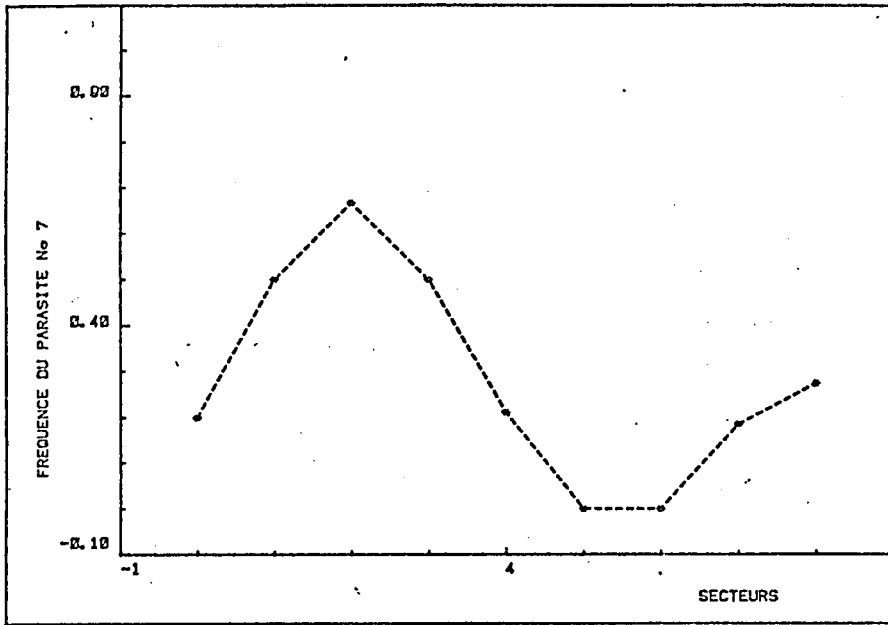


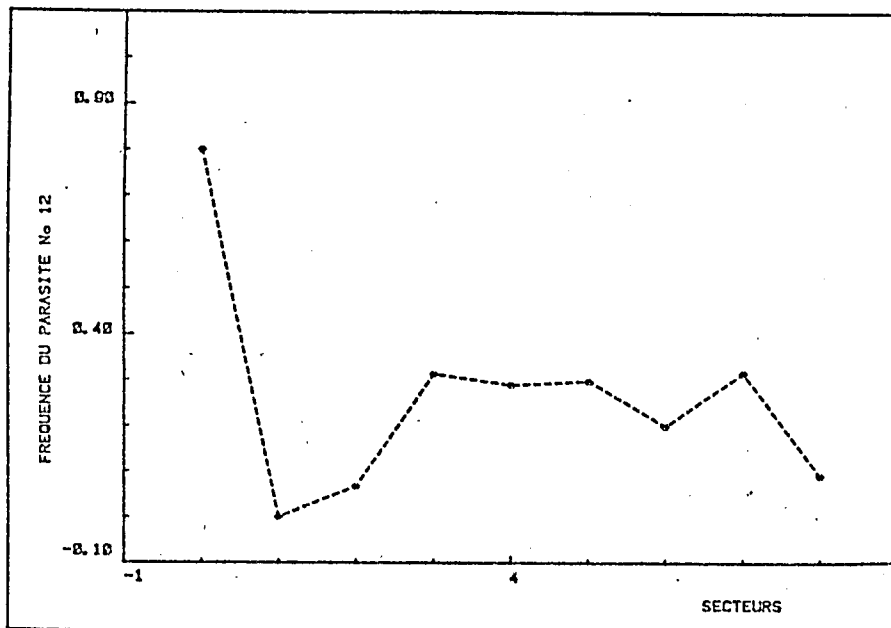
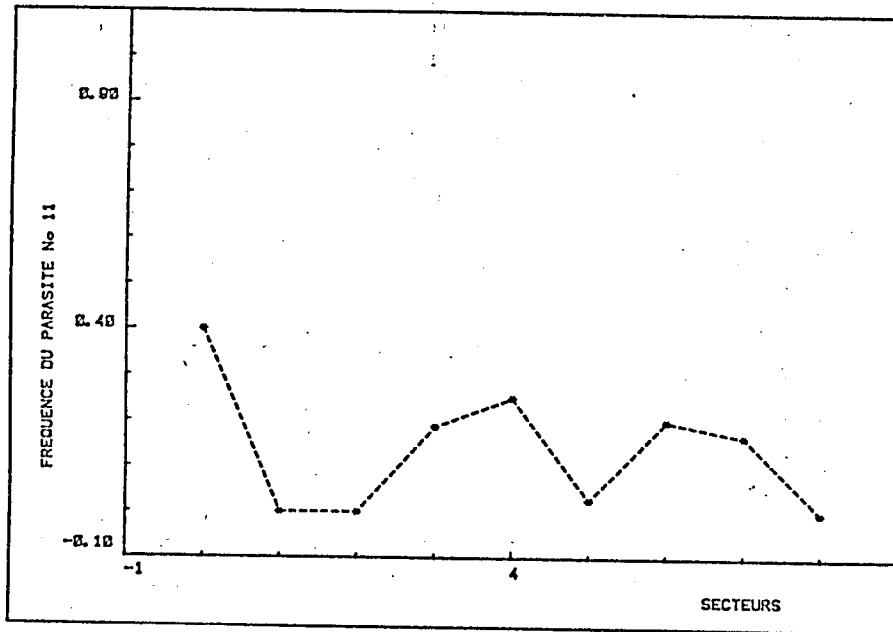
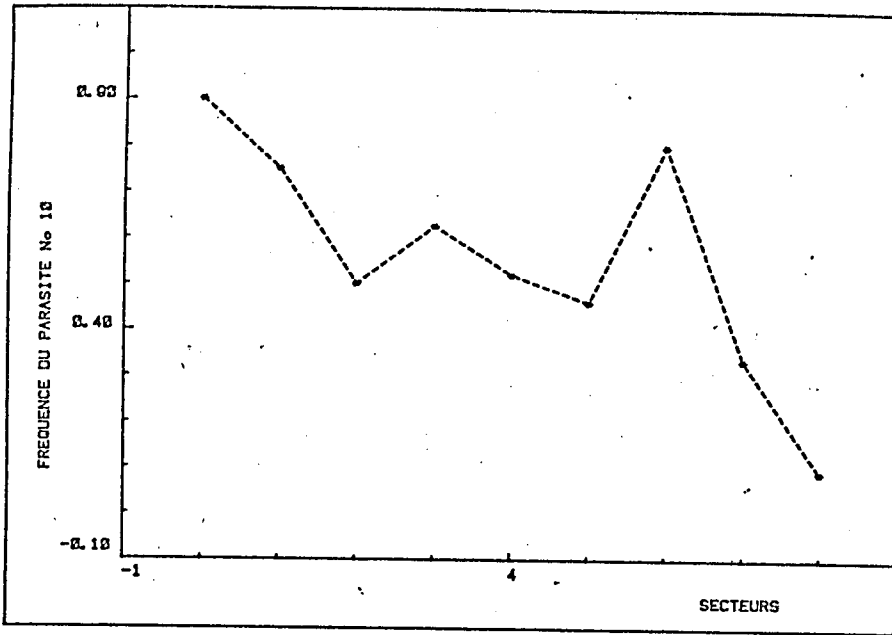
A N N E X E 3

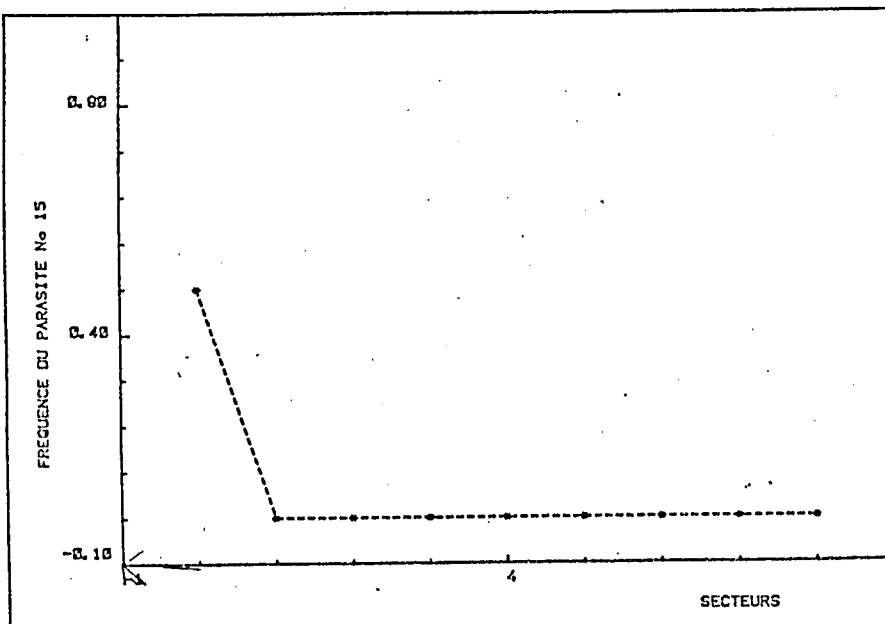
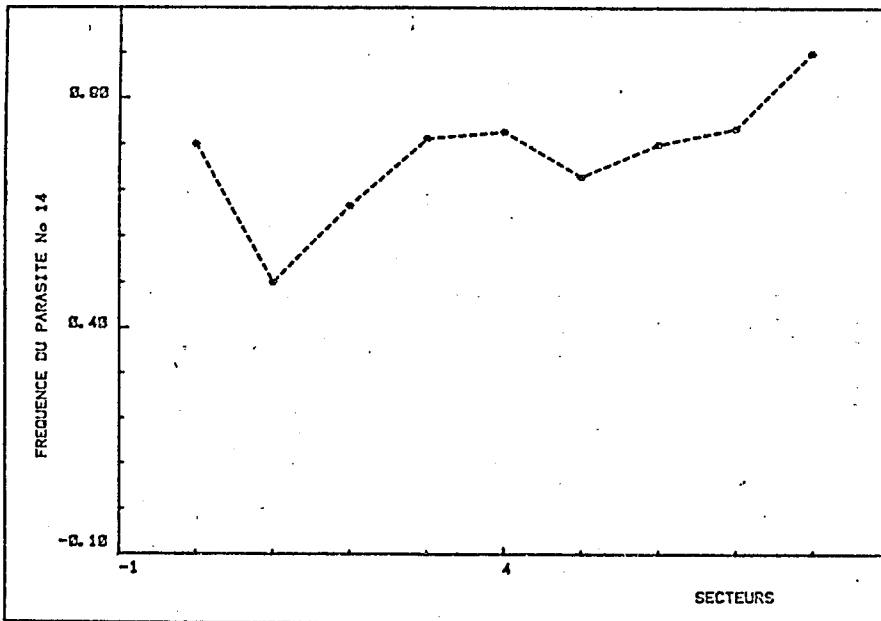
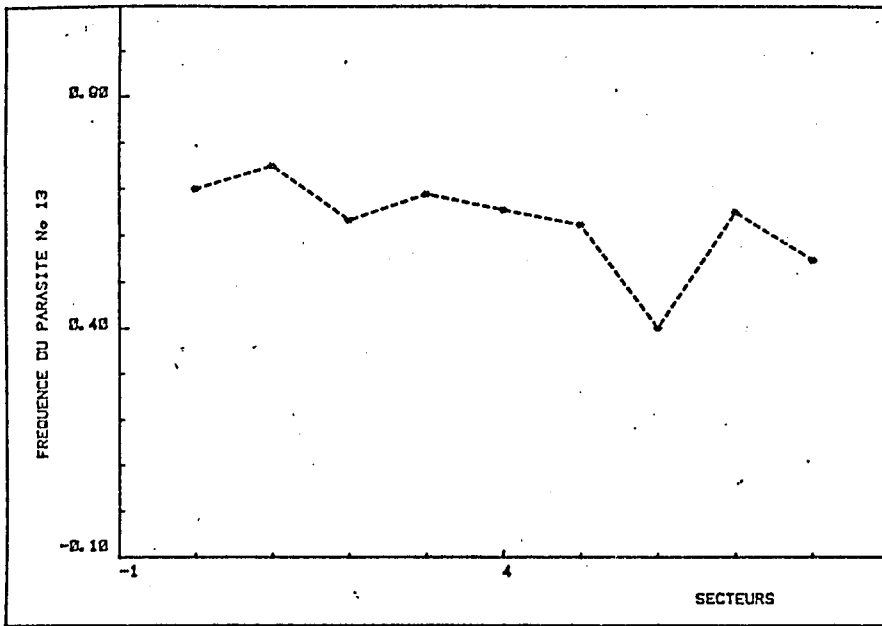
FREQUENCE DES PARASITES

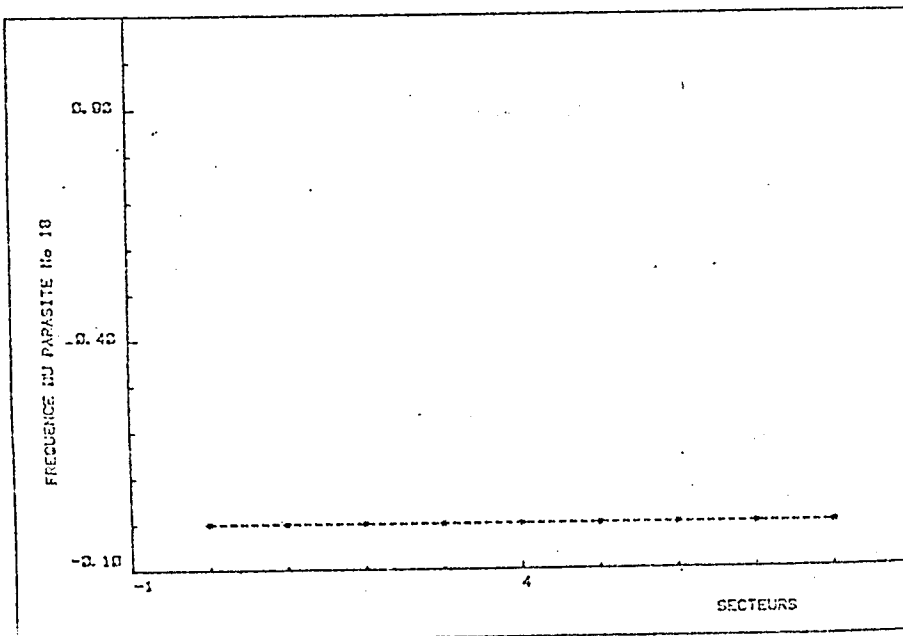
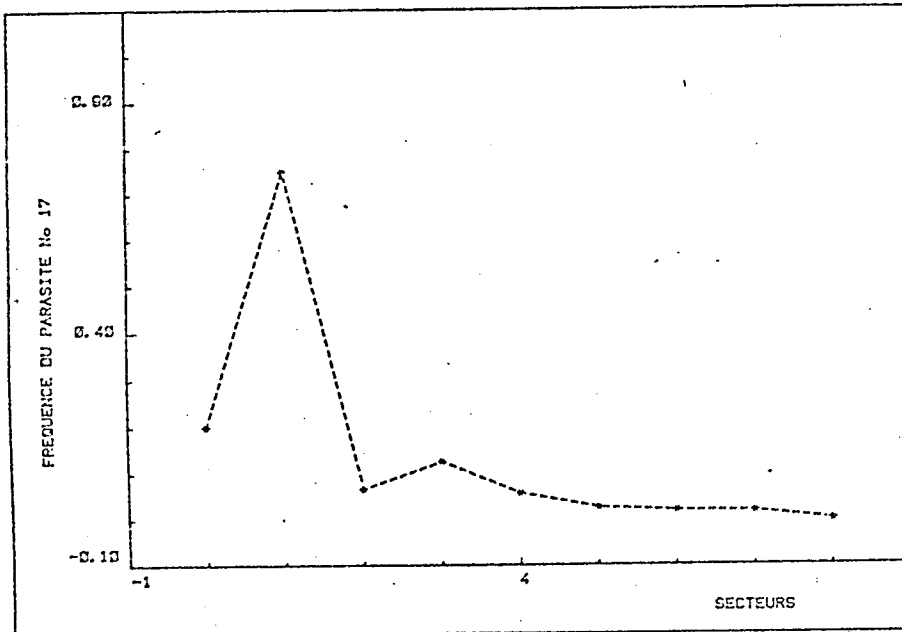
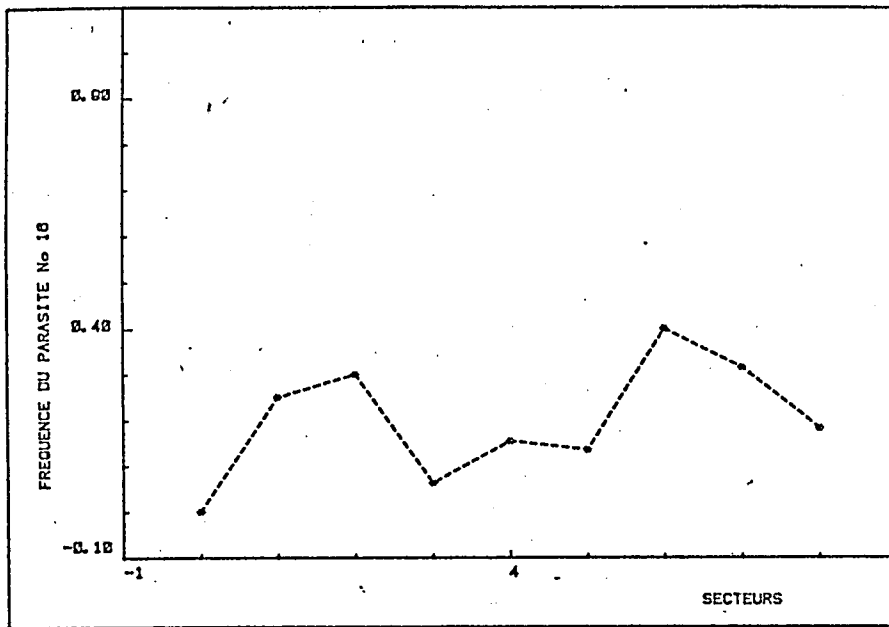


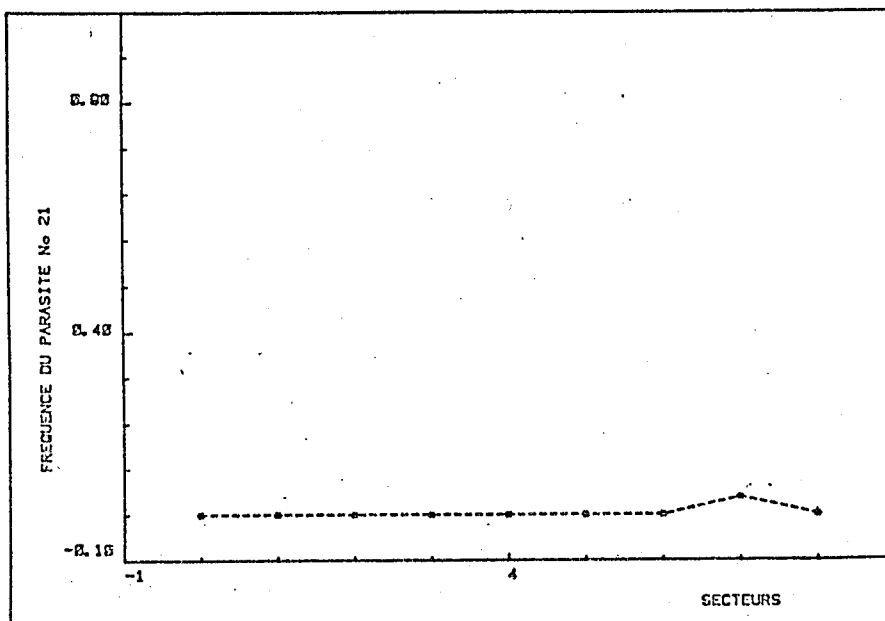
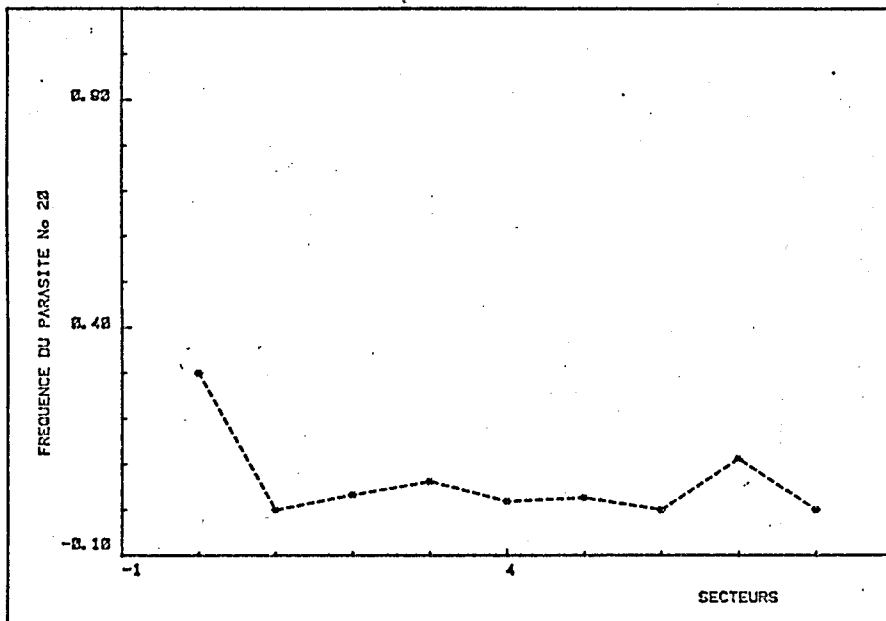
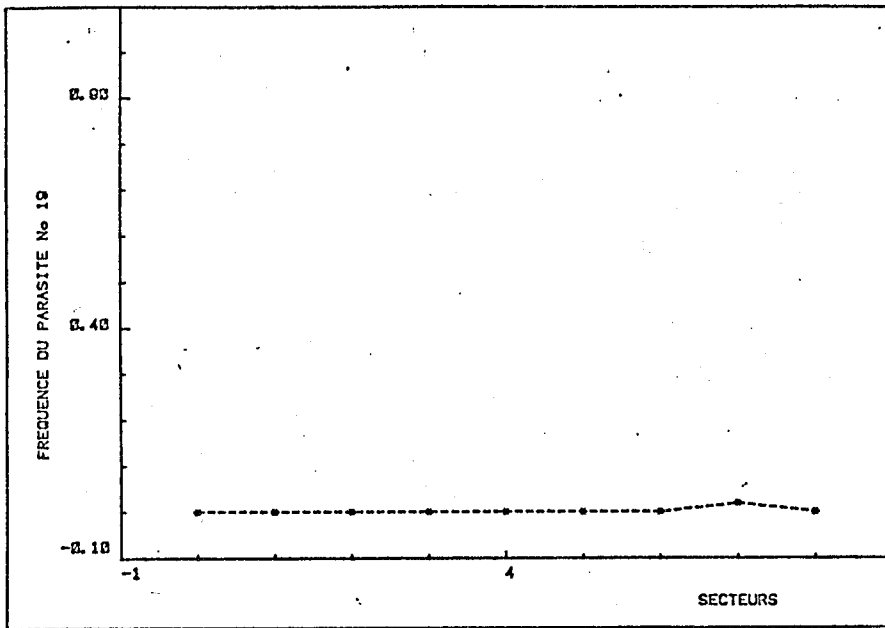


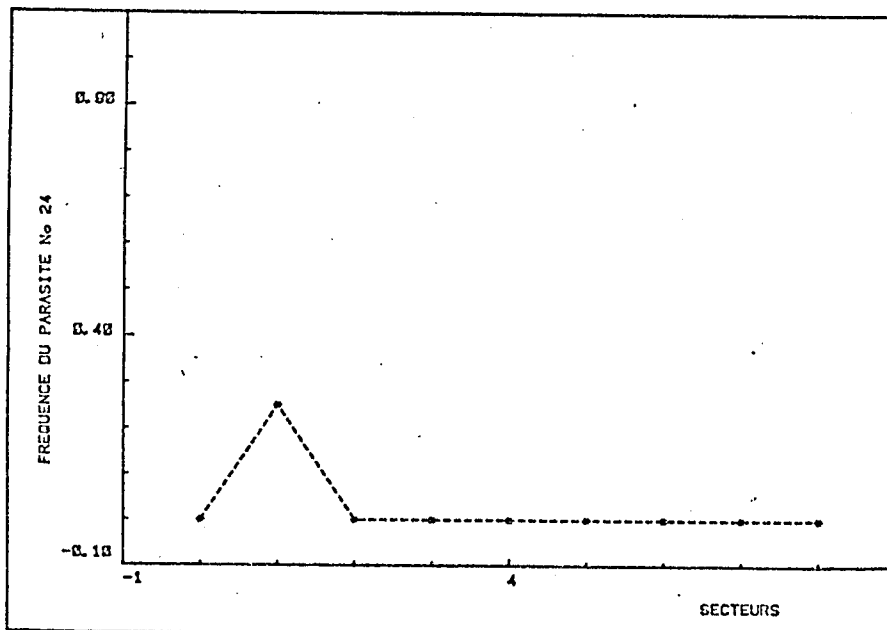
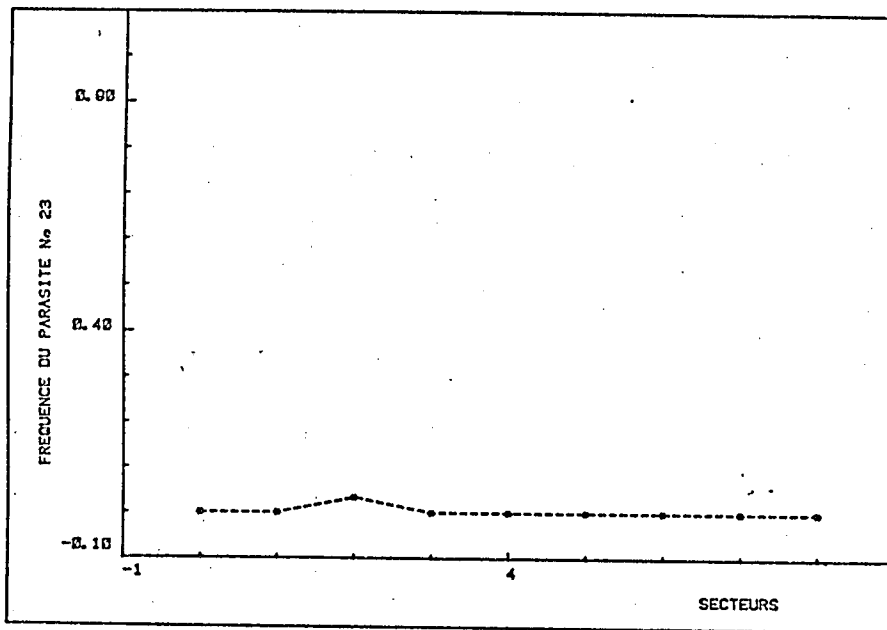
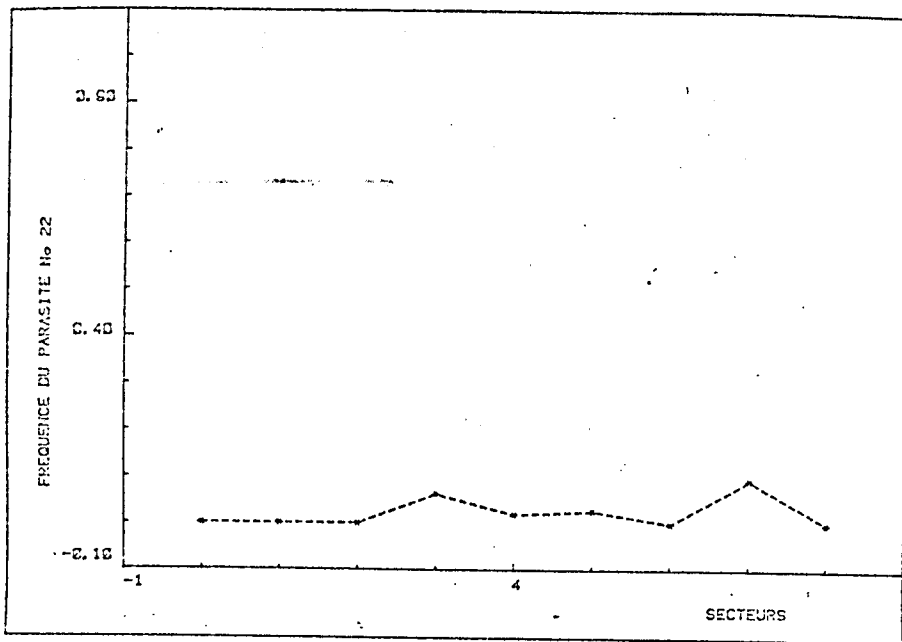


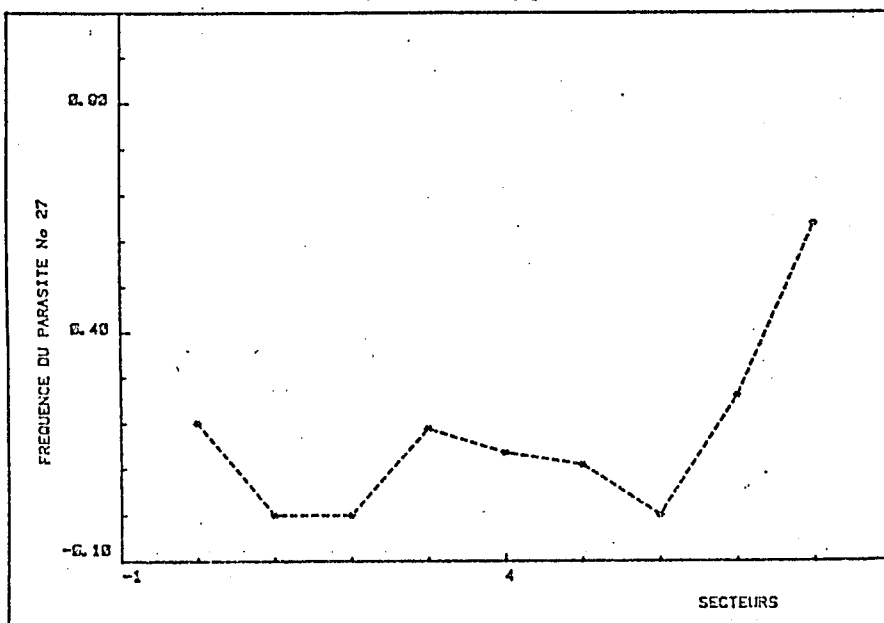
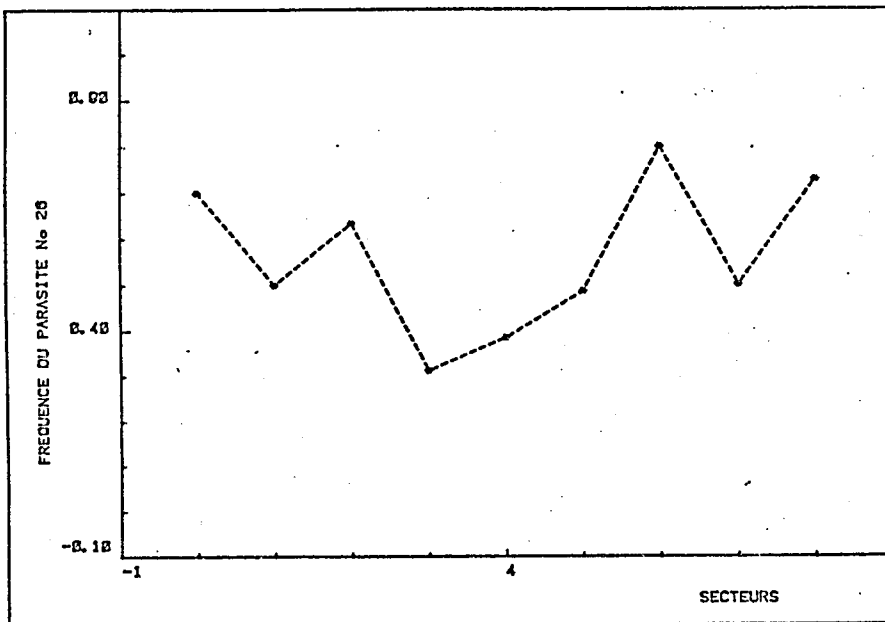
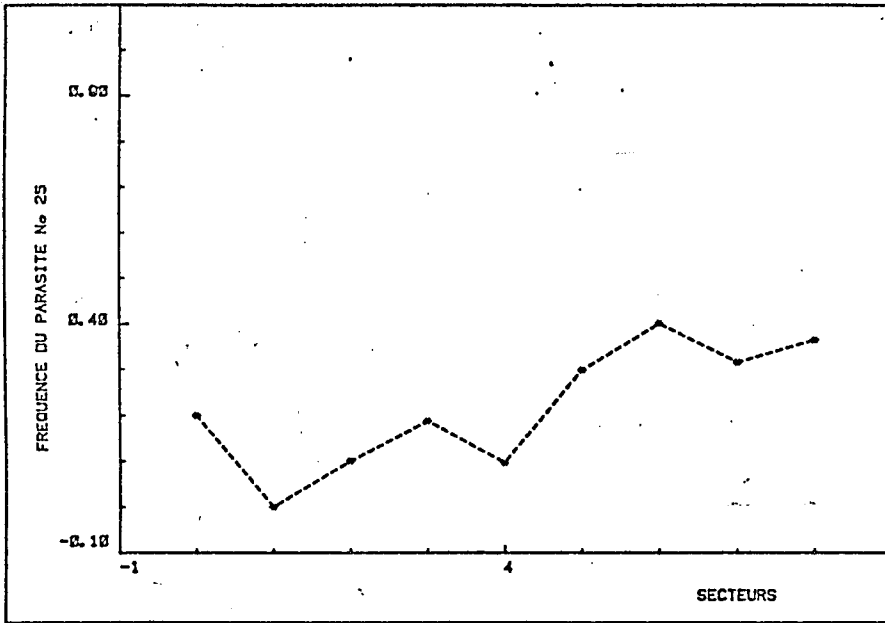


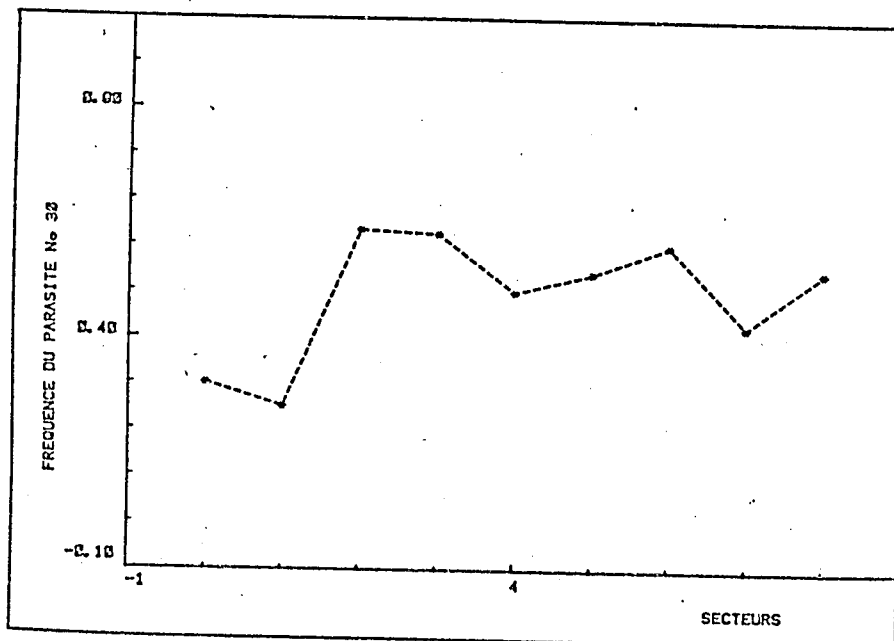
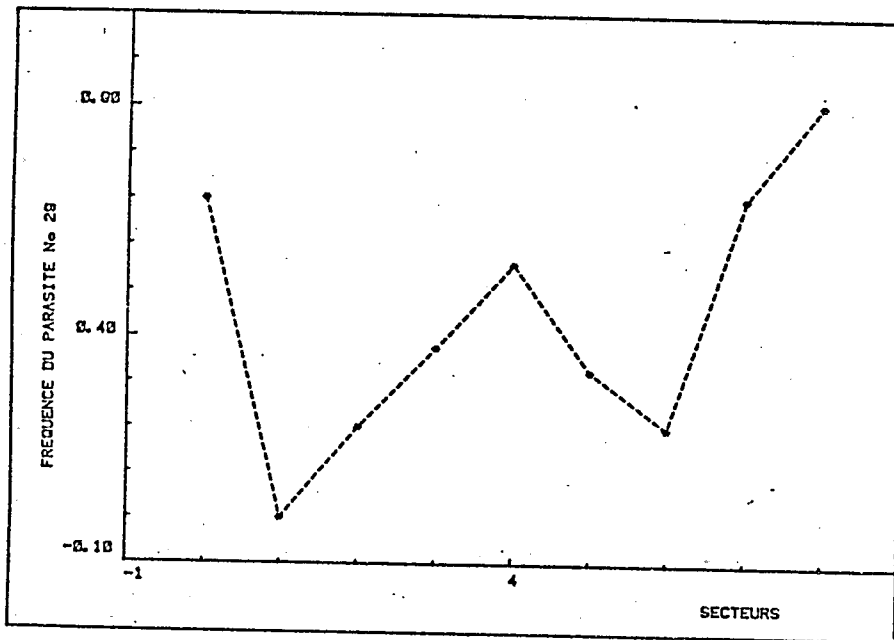
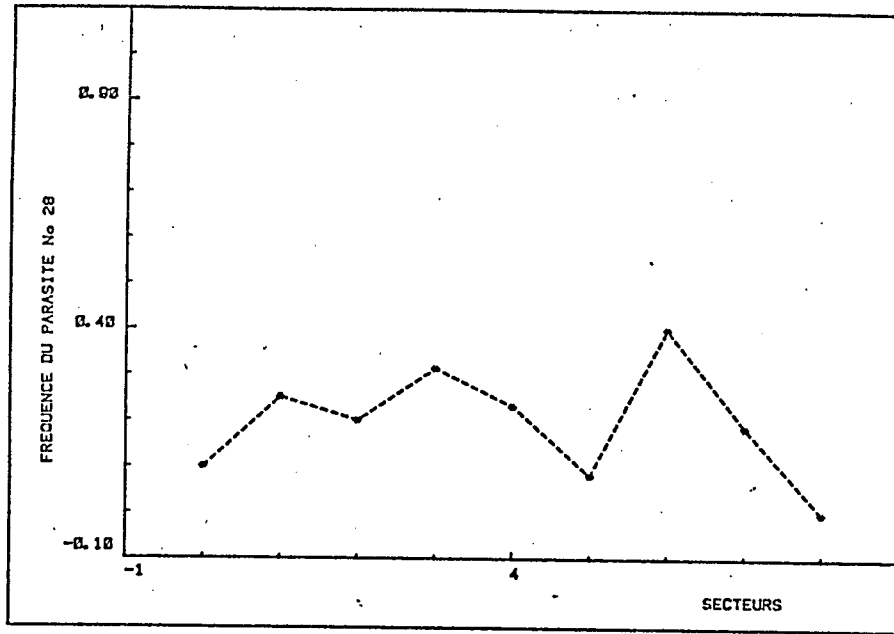


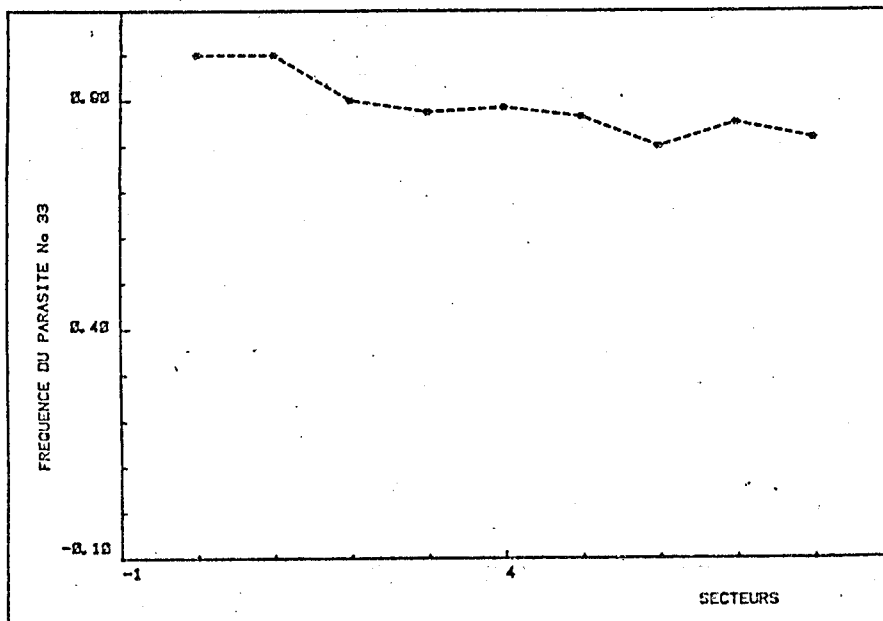
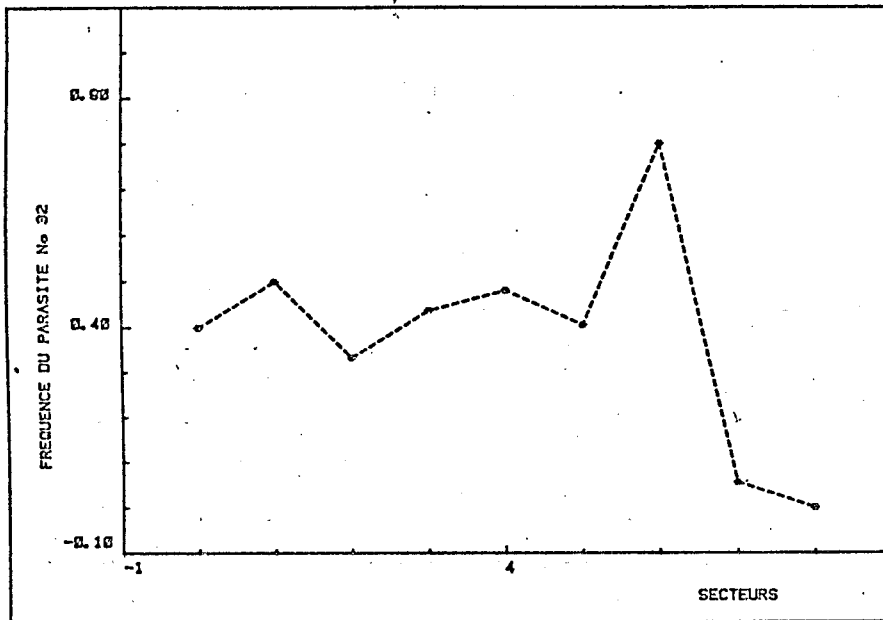
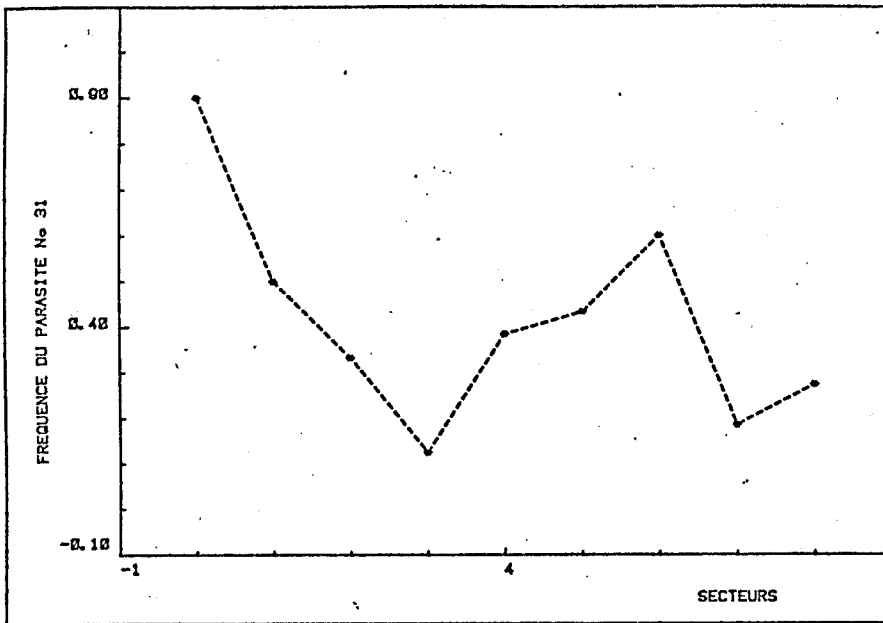


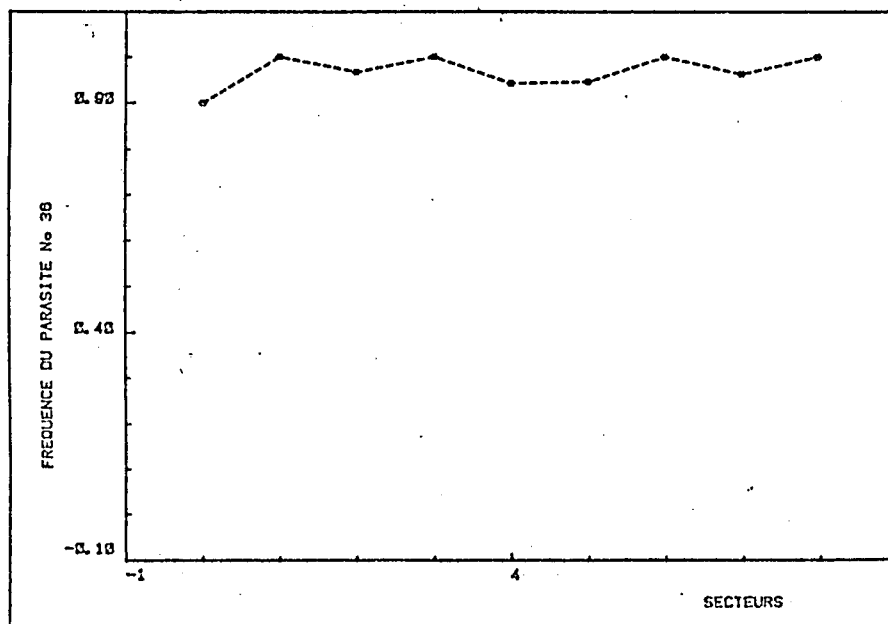
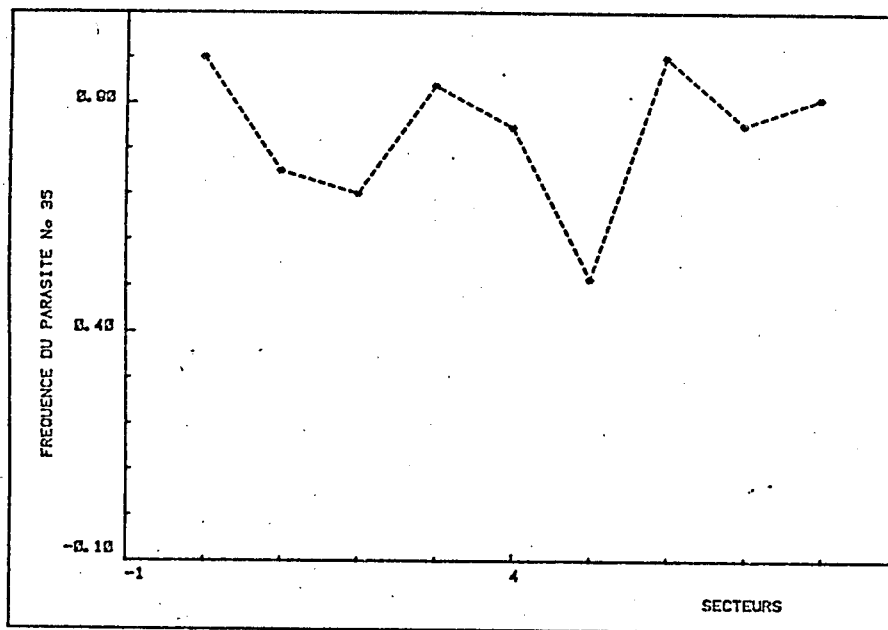
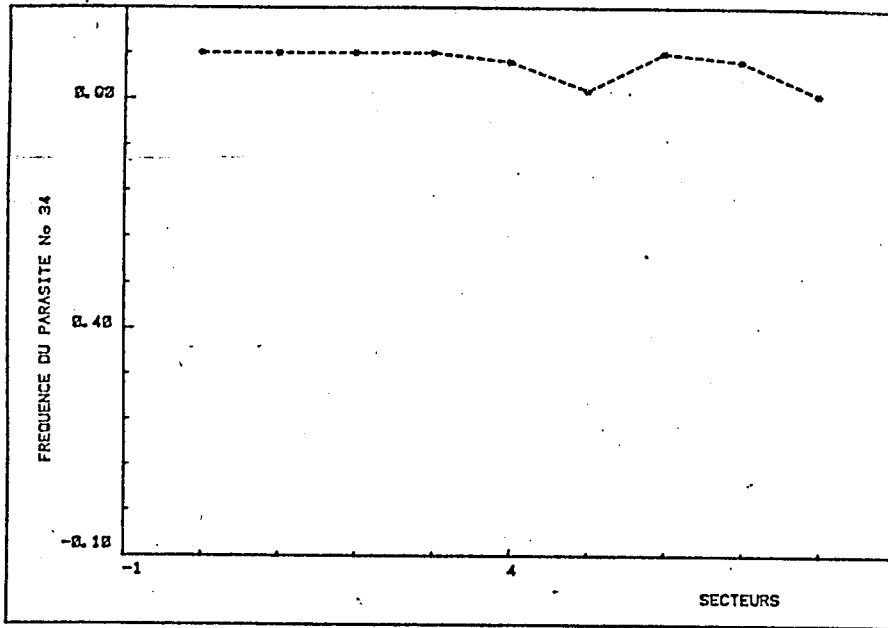


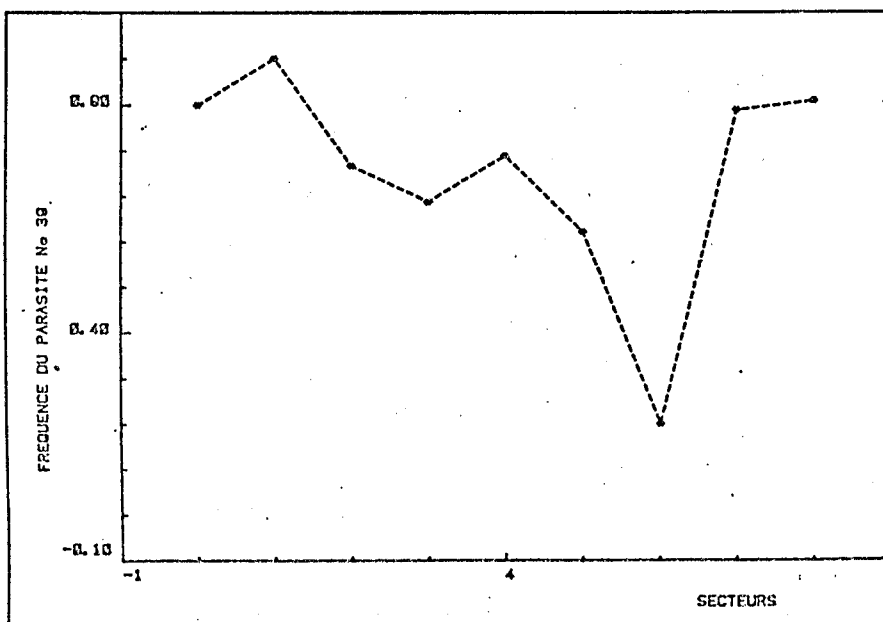
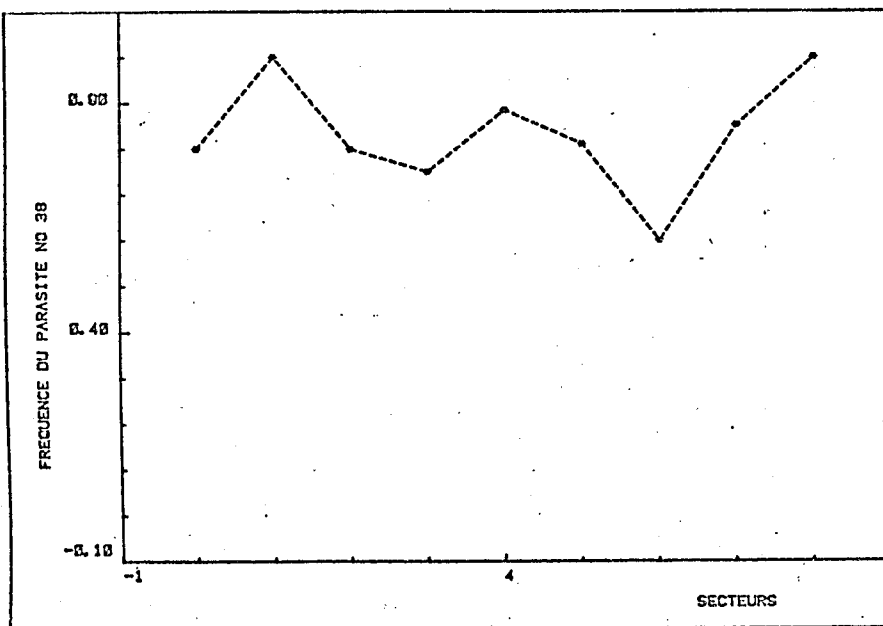
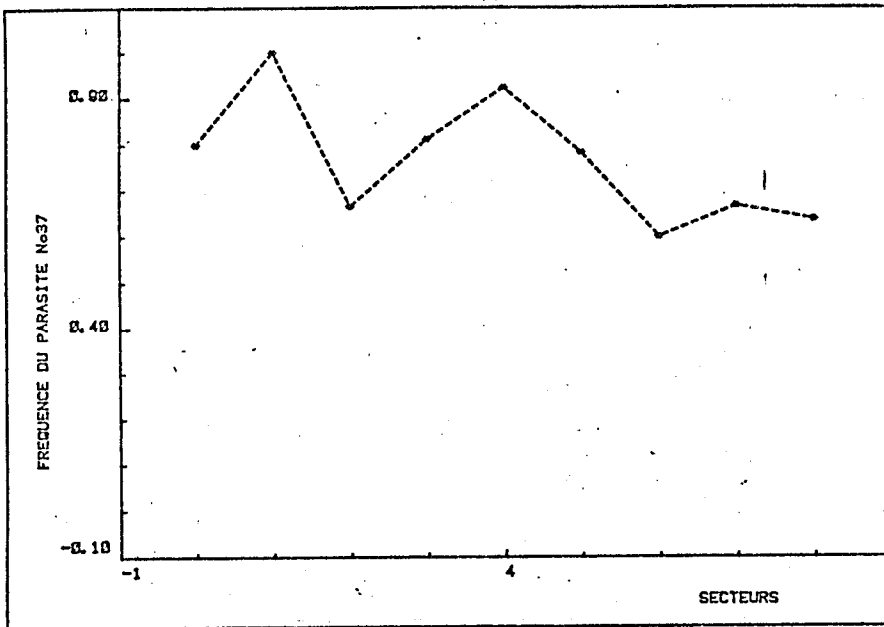


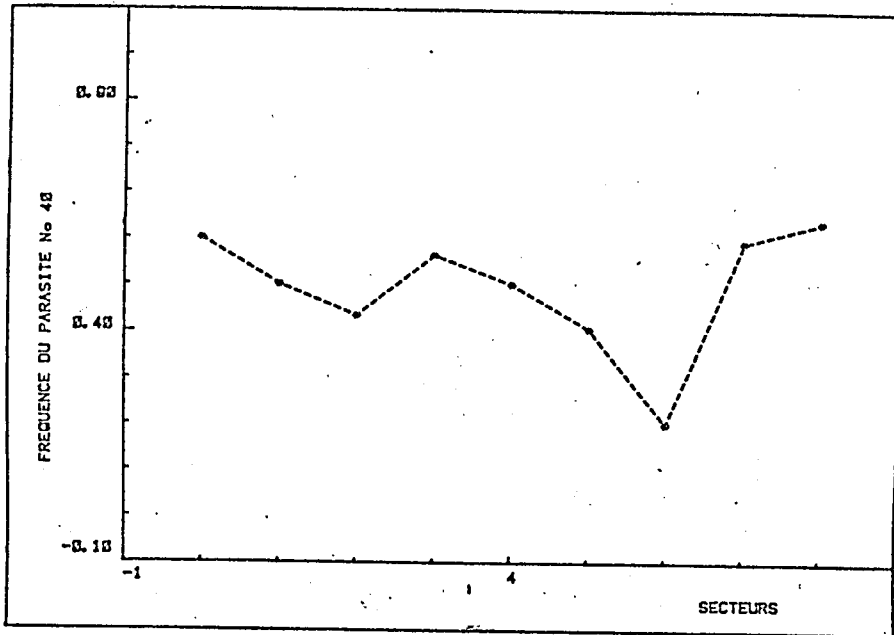












A N N E X E 4

COMPLEMENTS DES ANALYSES D'INERTIE

Analyse	Obs.	Var.	Valeurs propres			% D'inertie			% Résiduels		
Ochial pairs	219	40	3.30	2.83	2.51	9.9	8.4	7.5	9.9	9.4	9.2
Ochial impairs	219	40	3.66	2.95	2.86	10.2	8.2	8.0	10.2	9.1	9.7
Covariance variables (log(x+1))	219	40	.863	.600	.519	17.0	11.8	10.2	17.0	14.2	14.4
Corrélation variables	219	40	3.96	2.21	2.20	10.1	5.7	5.6	10.1	6.3	6.7
Corrélation variables(Log(x+1))	219	40	3.93	2.47	2.48	10.1	6.3	6.4	10.1	7.0	7.6
Correspondances	219	40	.259	.205	.191	16.3	12.9	12.0	16.3	15.4	16.9
Correspondances (Log(x+1))	219	40	.102	.094	.0852	8.4	7.9	7.1	8.4	8.6	8.4
A.P.C. Qualitatif	219	40	.105	.096	.090	7.2	6.6	6.2	7.2	7.2	7.2
Ochial observations	219	40	7.39	6.04	5.31	9.4	7.7	6.8	9.4	8.5	8.2
SC 0 Ochial	10	40	.770	.502	.413	27.8	18.1	14.9	27.8	25.1	27.5
SC 0 A.P.C. Log(x+1)	10	40	.207	.121	.114	29.8	17.4	16.4	29.8	24.8	31.1
SC 2 Ochial	30	40	1.52	1.35	1.11	14.2	12.6	10.3	14.2	14.6	14.1
SC 2 A.P.C. Log(x+1)	30	40	.143	.120	.093	15.0	12.6	9.8	15.0	14.8	13.5
SC 3 Ochial	15	40	.838	.781	.531	17.9	16.7	11.4	17.9	20.4	17.4
SC 4 Ochial	52	40	2.55	1.89	1.56	14.9	11.1	9.1	14.9	13.0	12.3
SC 4 A.P.C. Log(x+1)	52	40	.129	.108	.070	14.4	12.1	7.8	14.4	14.1	10.6
SC 5 Ochial	37	40	2.09	1.64	1.33	15.1	11.9	9.6	15.1	14.0	13.2
SC 5 A.P.C. Log(x+1)	37	40	.133	.108	.081	14.4	11.6	8.8	14.4	13.6	11.9
SC 7 Ochial	54	40	2.36	1.97	1.62	13.9	11.6	9.5	13.9	13.5	12.8
SC 7 A.P.C. Log(x+1)	54	40	.132	.120	.090	13.2	12.0	9.1	13.2	13.8	12.2
SC 8 Ochial	11	40	.593	.450	.399	25.9	19.6	17.4	25.9	26.4	31.9
SC 8 A.P.C. Log(x+1)	11	40	.130	.084	.077	27.8	18.2	16.7	27.8	25.2	31.0
Année 69 Ochial	19	40	1.33	.989	.702	22.1	16.4	11.6	22.1	21.0	18.3
Année 70 A.P.C. Log(x+1)	19	40	.212	.106		29.1	14.5		29.1	20.4	
Année 70 Ochial	58	40	2.28	2.05	1.79	11.1	9.6	8.4	11.1	10.8	10.5
Année 70 A.P.C. Log(x+1)	58	40	.149	.116	.088	13.4	10.4	8.0	13.4	12.0	10.4
Année 71 A.P.C. Log(x+1)	95	40	.125	.088		11.5	8.2		11.5	9.2	
Année 72 A.P.C. Log(x+1)	46	40	.108	.096		11.8	10.5		11.8	11.9	
Trimestre 1 Ochial	67	40	2.74	2.44	1.89	12.0	10.7	8.3	12.0	12.2	10.7
Trimestre 1 A.P.C. Log(x+1)	67	40	.102	.086		10.4	8.7		10.4	9.8	
Trimestre 3 Ochial	55	40	2.74	1.91	1.78	13.3	9.3	8.7	13.3	10.7	11.2
Trimestre 3 A.P.C. Log(x+1)	55	40	.167	.138		14.5	12.0		14.5	14.0	
A.P.C. Présences	219	40	.123	.111		8.4	7.6		8.4	7.3	
Corrélation observations	219	40	25.0	2.04	1.86	62.5	5.1	4.7	62.5	13.6	14.4
SC Ouest-Sud Guinée Ochial	75	40	.128	.114	.089	10.9	9.8	7.6	10.9	11.0	9.6
SC Ouest-Sud Guinée A.P.C. Log(x+1)	75	40	.107	.078	.0746	12.0	8.8	8.3	12.0	10.0	10.5
SC Ouest-Nord Guinée Ochial	44	40	1.92	1.51	1.36	13.6	10.7	9.7	13.6	12.4	12.8
SC Ouest-Nord Guinée A.P.C. Log(x+1)	44	40	.122	.093	.069	15.3	11.7	8.7	15.3	13.8	11.9

Corrélation variables

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

	AXE 1	AXE 2	AXE 3
1	.4576	.0595	.0165
2	.1157	.0337	.0233
3	.0369	.0435	.0340
4	.0335	.0373	.0629
5	.0324	.0309	.0023
6	.0370	.0332	.0424
7	.0137	.0227	.0001
8	.0353	.0175	.0075
9	.0039	.0333	.0117
10	.0353	.0433	.0365
11	.0023	.0112	.1467
12	.0027	.0136	.3292
13	.1453	.0337	.0244
14	.0125	.0493	.1577
15	.0353	.0132	.0455
16	.0001	.0335	.0336
17	.0043	.0172	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000
21	.0000	.0000	.0000
22	.0000	.0000	.0000
23	.0000	.0000	.0000
24	.0000	.0000	.0000
25	.0000	.0000	.0000
26	.0000	.0000	.0000
27	.0000	.0000	.0000
28	.0000	.0000	.0000
29	.0000	.0000	.0000
30	.0000	.0000	.0000
31	.0000	.0000	.0000
32	.0000	.0000	.0000
33	.0000	.0000	.0000
34	.0000	.0000	.0000
35	.0000	.0000	.0000
36	.0000	.0000	.0000
37	.0000	.0000	.0000
38	.0000	.0000	.0000
39	.0000	.0000	.0000
40	.0000	.0000	.0000
41	.0000	.0000	.0000

Corrélation variables Log(x+1)

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

	AXE 1	AXE 2	AXE 3
1	.1500	.0371	.0454
2	.0338	.0313	.0325
3	.1280	.0736	.1447
4	.0510	.1172	.0755
5	.0599	.0352	.0333
6	.0115	.0445	.0114
7	.0133	.0323	.0336
8	.0206	.0311	.0314
9	.0177	.0228	.0336
10	.0222	.0337	.0333
11	.0063	.0235	.0324
12	.0062	.0234	.0324
13	.0025	.0040	.0293
14	.0025	.0193	.0343
15	.0025	.0119	.0327
16	.0027	.0026	.0352
17	.0043	.0199	.0353
18	.0033	.0033	.0333
19	.0035	.0021	.0335
20	.0014	.0057	.0339
21	.0019	.0076	.0339
22	.0141	.0353	.0343
23	.0011	.0037	.0325
24	.0033	.0033	.0327
25	.0255	.0135	.0391
26	.0032	.0037	.0349
27	.0019	.0024	.0324
28	.0037	.0028	.0328
29	.0016	.0026	.0326
30	.0044	.0010	.0310
31	.0039	.0153	.0332
32	.0050	.0340	.0327
33	.0033	.0033	.0349
34	.0345	.0343	.0329
35	.0173	.0373	.0373
36	.0142	.0090	.0358
37	.0423	.0083	.0333
38	.0132	.0272	.0342
39	.0076	.0264	.0338
40	.0245	.0062	.0325

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

Correspondances

	AXE 1	AXE 2	AXE 3	
1	.0022	.0030	.0017	.0853
2	.0194	.0109	.0109	.0162
3	.0106	.0109	.0109	.0162
4	.0049	.0061	.0061	.0174
5	.0049	.0061	.0061	.0130
6	.0075	.0075	.0075	.0480
7	.0101	.0101	.0101	.0340
8	.0101	.0101	.0101	.0425
9	.0249	.0249	.0249	.0508
10	.0249	.0249	.0249	.0250
11	.0249	.0249	.0249	.0261
12	.0249	.0249	.0249	.0334
13	.0249	.0249	.0249	.0334
14	.0249	.0249	.0249	.0334
15	.0249	.0249	.0249	.0334
16	.0249	.0249	.0249	.0334
17	.0249	.0249	.0249	.0334
18	.0249	.0249	.0249	.0334
19	.0249	.0249	.0249	.0334
20	.0249	.0249	.0249	.0334
21	.0249	.0249	.0249	.0334
22	.0249	.0249	.0249	.0334
23	.0249	.0249	.0249	.0334
24	.0249	.0249	.0249	.0334
25	.0249	.0249	.0249	.0334
26	.0249	.0249	.0249	.0334
27	.0249	.0249	.0249	.0334
28	.0249	.0249	.0249	.0334
29	.0249	.0249	.0249	.0334
30	.0249	.0249	.0249	.0334
31	.0249	.0249	.0249	.0334
32	.0249	.0249	.0249	.0334
33	.0249	.0249	.0249	.0334
34	.0249	.0249	.0249	.0334
35	.0249	.0249	.0249	.0334
36	.0249	.0249	.0249	.0334
37	.0249	.0249	.0249	.0334
38	.0249	.0249	.0249	.0334
39	.0249	.0249	.0249	.0334
40	.0249	.0249	.0249	.0334

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

		AXE 1				AXE 2				AXE 3			
IDENTIFI- FICATEURS	C.A. E	C. R.	C. R.	C. R. C.	C. R.	C. R.	C. R. C.	C. R.	C. R.	C. R. C.	C. R.	C. R. C.	
=	=	E / AXE	AXE / E	AXES / E	E / AXE	AXE / E	AXES / E	E / AXE	AXE / E	AXES / E	E / AXE	AXE / E	

1	.33E-02	.0057	.0707	.0707	.0011	.0130	.0837	.0087	.0896	.1733			
2	.47E-01	.0215	.0470	.0470	.1797	.3664	.4133	.0053	.0097	.4230			
3	.21E-01	.0011	.0054	.0054	.0037	.0169	.0223	.0037	.0150	.0573			
4	.24E-01	.0017	.0071	.0071	.0113	.0445	.0516	.0036	.0026	.0536			
5	.31E-01	.0431	.1593	.1593	.0053	.0162	.1755	.0003	.0009	.1764			
6	.56E-01	.0646	.1175	.1175	.3535	.5999	.7173	.0060	.0091	.7264			
7	.37E-01	.0565	.1536	.1536	.0944	.2391	.3927	.0021	.0045	.3975			
8	.76E-01	.2867	.3354	.3354	.0266	.0334	.4183	.3263	.3673	.7360			
9	.22E-01	.0033	.0151	.0151	.0032	.0010	.0161	.0009	.0034	.0195			
10	.27E-01	.0123	.0461	.0461	.0093	.0323	.0734	.0196	.0614	.1396			
11	.31E-01	.0004	.0014	.0014	.0000	.0000	.0014	.0063	.0218	.2122			
12	.29E-01	.0000	.0002	.0002	.0006	.0027	.0029	.0569	.1687	.1716			
13	.18E-01	.0003	.0019	.0019	.0002	.0015	.0034	.0030	.0441	.0475			
14	.15E-01	.0103	.0733	.0733	.0026	.0163	.0395	.0038	.0020	.1396			
15	.33E-01	.0002	.0005	.0005	.0016	.0027	.0073	.0085	.0048	.0125			
16	.29E-01	.0007	.0023	.0023	.0492	.1602	.1625	.0003	.0010	.1635			
17	.25E-01	.0071	.0290	.0290	.0061	.0233	.0523	.0016	.0054	.0577			
18	.00E+00	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000			
19	.22E-01	.0011	.0049	.0049	.0001	.0006	.0055	.0006	.0023	.0079			
20	.47E-01	.0001	.0002	.0002	.0005	.0010	.0012	.0049	.0039	.0100			
21	.19E-01	.0011	.0061	.0061	.0001	.0003	.0065	.0006	.0029	.0094			
22	.20E-01	.0002	.0013	.0013	.0013	.0061	.0074	.0007	.0030	.0104			
23	.50E-01	.0233	.0477	.0477	.0333	.0636	.1113	.0247	.0423	.1536			
24	.42E-01	.0005	.0011	.0011	.0000	.0000	.0011	.0000	.0001	.0012			
25	.33E-01	.0169	.0524	.0524	.0006	.0017	.0541	.0005	.0014	.0555			
26	.12E-01	.0011	.0091	.0091	.0000	.0004	.0095	.0023	.0163	.0257			
27	.39E-01	.0010	.0047	.0047	.0014	.0034	.1381	.0737	.1631	.3012			
28	.38E-01	.0017	.0311	.0311	.0011	.0373	.0684	.0139	.0310	.0994			
29	.26E-01	.0433	.1708	.1708	.0036	.0133	.1840	.0616	.0232	.3872			
30	.31E-01	.0207	.0679	.0679	.0001	.0003	.0662	.0228	.0624	.1806			
31	.50E-01	.0329	.0667	.0667	.0032	.0105	.1672	.0447	.0759	.2430			
32	.64E-01	.1713	.2703	.2703	.0039	.0126	.3963	.0763	.1008	.4976			
33	.29E-01	.0221	.0750	.0750	.0039	.0291	.1071	.0020	.0059	.1130			
34	.12E-01	.0019	.0154	.0154	.0018	.0137	.0291	.0001	.0006	.0296			
35	.52E-01	.0000	.0000	.0000	.0017	.0346	.0346	.0312	.0832	.1178			
36	.11E-01	.0023	.0212	.0212	.0008	.0068	.0279	.0055	.0426	.0706			
37	.32E-01	.0005	.0015	.0015	.0245	.0737	.0752	.0785	.2118	.2871			
38	.14E-01	.0190	.1375	.1375	.0000	.0000	.1375	.0022	.0132	.1508			
39	.20E-01	.0352	.1800	.1800	.0068	.0325	.2125	.0024	.1038	.3213			
40	.53E-01	.0226	.0847	.0847	.0034	.0092	.0739	.0026	.0065	.0802			

Correspondances LOG(X+1)

		AXE 1			AXE 2			AXE 3			
IDENTIFI- FICATEURS	C.A. E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES / E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES / E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES / E	

1	* .57E-J2 *	.JJ16 *	.J293 *	.0293 *	.0J50 *	.J852 *	.1145 *	.0UJJ *	.JJJ5 *	.1151 *	*
2	* .50E-J1 *	.J156 *	.J328 *	.0328 *	.0397 *	.J768 *	.1J90 *	.J6J4 *	.1J89 *	.2185 *	*
3	* .37E-J1 *	.0339 *	.J027 *	.0027 *	.JJJ4 *	.JJ11 *	.JJ38 *	.J4J1 *	.J975 *	.1J13 *	*
4	* .43E-J1 *	.0311 *	.J03J *	.003J *	.JJ58 *	.J14J *	.J17J *	.J3J4 *	.J688 *	.J857 *	*
5	* .17E-J1 *	.0114 *	.0723 *	.0723 *	.JJJ1 *	.JJJ3 *	.J727 *	.J125 *	.J679 *	.1400 *	*
6	* .63E-J1 *	.J576 *	.1J14 *	.1J14 *	.141J *	.223J *	.3293 *	.1918 *	.2393 *	.6180 *	*
7	* .46E-J1 *	.J224 *	.J515 *	.0515 *	.J513 *	.0661 *	.1176 *	.J667 *	.1315 *	.249J *	*
8	* .67E-J1 *	.1471 *	.2317 *	.2317 *	.J529 *	.J765 *	.3J62 *	.J227 *	.J3J0 *	.3386 *	*
9	* .41E-J1 *	.JJJ4 *	.JJ1J *	.JJ1J *	.JJ31 *	.019J *	.J2JJ *	.03J5 *	.JJ1J *	.0210 *	*
10	* .31E-J1 *	.JJ59 *	.J197 *	.0197 *	.J0J7 *	.1376 *	.2J72 *	.J5J8 *	.1453 *	.3535 *	*
11	* .45E-J1 *	.0J6J *	.J136 *	.0133 *	.1351 *	.2632 *	.297J *	.J463 *	.J9J5 *	.3875 *	*
12	* .42E-J1 *	.0353 *	.J133 *	.0133 *	.144J *	.3344 *	.3477 *	.J654 *	.1418 *	.4894 *	*
13	* .23E-J1 *	.00JJ *	.00J2 *	.00J2 *	.0J12 *	.0J59 *	.JJ6J *	.JJJ4 *	.JJ18 *	.0J79 *	*
14	* .14E-J1 *	.JJ96 *	.J742 *	.0742 *	.J123 *	.J372 *	.1514 *	.J0J1 *	.0JJ6 *	.162J *	*
15	* .57E-J1 *	.JJ39 *	.JJ71 *	.0J71 *	.J999 *	.169J *	.1761 *	.J413 *	.J651 *	.2412 *	*
16	* .50E-J1 *	.013J *	.J376 *	.0376 *	.0579 *	.1103 *	.1434 *	.0244 *	.J436 *	.192J *	*
17	* .56E-J1 *	.0751 *	.1413 *	.1413 *	.0102 *	.0177 *	.1595 *	.08J4 *	.13JJ *	.2895 *	*
18	* .0JE-J0 *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	.00JJ *	*
19	* .66E-J1 *	.0019 *	.J03J *	.J03J *	.JJ92 *	.J134 *	.J164 *	.J33J *	.J449 *	.0613 *	*
20	* .54E-J1 *	.03J9 *	.JJ18 *	.0J18 *	.J465 *	.J34J *	.J353 *	.J399 *	.J673 *	.1531 *	*
21	* .54E-J1 *	.0334 *	.J166 *	.0166 *	.0JJ5 *	.0JJ9 *	.J175 *	.J355 *	.JJ92 *	.J267 *	*
22	* .53E-J1 *	.JJJ1 *	.0JJ1 *	.00J1 *	.JJ44 *	.0J80 *	.JJ61 *	.J013 *	.JJ22 *	.0103 *	*
23	* .53E-J1 *	.J241 *	.J432 *	.J432 *	.J43J *	.079J *	.1272 *	.J559 *	.J958 *	.223J *	*
24	* .50E-J1 *	.JJ73 *	.0J31 *	.0131 *	.JJJ3 *	.0JJ5 *	.J136 *	.J234 *	.0361 *	.J497 *	*
25	* .47E-J1 *	.J45J *	.1JJ8 *	.1JJ8 *	.J219 *	.0451 *	.1459 *	.JJJJ *	.JJJJ *	.1459 *	*
26	* .32E-J1 *	.0333 *	.J027 *	.0027 *	.J212 *	.0534 *	.J561 *	.0JJ4 *	.JJ12 *	.J673 *	*
27	* .51E-J1 *	.1191 *	.2442 *	.2442 *	.J137 *	.0258 *	.273J *	.0067 *	.0117 *	.2318 *	*
28	* .51E-J1 *	.J665 *	.1368 *	.1368 *	.JJ16 *	.JJ1J *	.1393 *	.J334 *	.J59J *	.1968 *	*
29	* .53E-J1 *	.0749 *	.267J *	.267J *	.JJ4J *	.013J *	.233J *	.J037 *	.J113 *	.2914 *	*
30	* .33E-J1 *	.J1J3 *	.J324 *	.J324 *	.0J14 *	.0JJ9 *	.J363 *	.JJ23 *	.0061 *	.0424 *	*
31	* .44E-J1 *	.06J6 *	.1913 *	.1913 *	.J137 *	.03J0 *	.2213 *	.J153 *	.J332 *	.2345 *	*
32	* .44E-J1 *	.1213 *	.2397 *	.2897 *	.JJ14 *	.0JJJ *	.2927 *	.JJ74 *	.0151 *	.3J78 *	*
33	* .11E-J1 *	.JJ15 *	.J151 *	.J151 *	.JJ17 *	.0159 *	.J31J *	.J022 *	.J136 *	.0496 *	*
34	* .44E-J2 *	.03J3 *	.JJ1J *	.0J1J *	.JJ19 *	.04J4 *	.J414 *	.0JJ9 *	.JJ17 *	.0591 *	*
35	* .14E-J1 *	.JJ03 *	.JJ41 *	.0J41 *	.JJJ2 *	.0315 *	.JJ56 *	.0JJ8 *	.0J52 *	.J1J8 *	*
36	* .53E-J2 *	.JJ11 *	.J213 *	.0213 *	.JJ13 *	.0242 *	.J46J *	.JJ21 *	.0362 *	.0322 *	*
37	* .16E-J1 *	.0315 *	.J1J3 *	.01J3 *	.0JJJ *	.0JJ1 *	.J1J4 *	.J225 *	.1291 *	.1395 *	*
38	* .10E-J1 *	.0J61 *	.J631 *	.0631 *	.JJ12 *	.0111 *	.J742 *	.JJ26 *	.J23J *	.0971 *	*
39	* .16E-J1 *	.J292 *	.193J *	.193J *	.JJJ4 *	.0J27 *	.1953 *	.JJJJ *	.0JJ1 *	.1958 *	*
40	* .30E-J1 *	.J166 *	.J575 *	.0575 *	.JJ49 *	.0156 *	.J731 *	.J054 *	.J16J *	.J391 *	*

Correspondances qualitatif

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

	*	*	* AXE 1			* AXE 2			* AXE 3			*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IDENTIFI- C.A. E	*****											
FICATEURS	* C. R.	* C. R.	* C. R. C.	* C. R.	* C. R.	* C. R. C.	* C. R.	* C. R. C.	* C. R.	* C. R.	* C. R. C.	*
	* E / AXE	* AXE / E	* AXES/ E	* E / AXE	* AXE / E	* AXES/ E	* E / AXE	* AXE / E	* AXES/ E	* E / AXE	* AXE / E	* AXES/ E

1	* .12E+J1	* .0018	* .0111	* .0111	* .0154	* .0785	* .0396	* .0293	* .1314	* .2209	*	*
2	* .23E+J1	* .0015	* .0015	* .0015	* .0014	* .0033	* .0053	* .0019	* .0043	* .0096	*	*
3	* .53E+J1	* .0090	* .0204	* .0204	* .0004	* .0007	* .0211	* .1092	* .1782	* .1992	*	*
4	* .30E+J1	* .0061	* .0147	* .0147	* .0021	* .0042	* .0189	* .1559	* .2719	* .2908	*	*
5	* .23E+J1	* .0080	* .0214	* .0214	* .0019	* .0042	* .0257	* .1570	* .3020	* .3277	*	*
6	* .13E+J1	* .0014	* .0083	* .0033	* .0000	* .0000	* .0083	* .0123	* .0519	* .0602	*	*
7	* .26E+J1	* .0073	* .0217	* .0217	* .0011	* .0033	* .0220	* .0215	* .0430	* .0650	*	*
8	* .93E+J1	* .0060	* .0034	* .0034	* .0011	* .0070	* .0074	* .0104	* .0593	* .1297	*	*
9	* .33E+J1	* .0103	* .0232	* .0232	* .0000	* .0070	* .0032	* .0565	* .0914	* .1846	*	*
10	* .13E+J1	* .0045	* .1594	* .1594	* .2447	* .4320	* .5714	* .0014	* .0022	* .5736	*	*
11	* .15E+J1	* .0011	* .0005	* .0005	* .0511	* .2096	* .2101	* .0001	* .0005	* .2106	*	*
12	* .26E+J1	* .0014	* .0040	* .0040	* .0035	* .4735	* .4775	* .0039	* .0080	* .4855	*	*
13	* .32E+J1	* .0013	* .0030	* .0030	* .0030	* .0152	* .0182	* .1845	* .3097	* .3279	*	*
14	* .24E+J1	* .0045	* .0044	* .0044	* .0455	* .1145	* .1689	* .0008	* .0151	* .2039	*	*
15	* .29E+J1	* .0000	* .0001	* .0001	* .0010	* .0206	* .0207	* .0002	* .0038	* .0245	*	*
16	* .23E+J1	* .0073	* .0236	* .0236	* .0021	* .0056	* .0292	* .0011	* .0026	* .0318	*	*
17	* .34E+J1	* .0040	* .0349	* .0349	* .0000	* .0000	* .0349	* .0000	* .0025	* .0375	*	*
18	* .00E+J1	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	* .0000	*	*
19	* .06E+J1	* .0000	* .0005	* .0005	* .0001	* .0079	* .0034	* .0000	* .0005	* .0039	*	*
20	* .70E+J1	* .0010	* .0104	* .0104	* .0007	* .0064	* .0153	* .0004	* .0029	* .0197	*	*
21	* .11E+J1	* .0001	* .0050	* .0050	* .0000	* .0003	* .0053	* .0001	* .0029	* .0087	*	*
22	* .43E+J1	* .0000	* .0000	* .0000	* .0001	* .0009	* .0009	* .0001	* .0006	* .0015	*	*
23	* .11E+J1	* .0001	* .0068	* .0068	* .0001	* .0066	* .0134	* .0001	* .0053	* .0192	*	*
24	* .59E+J1	* .0000	* .0001	* .0001	* .0000	* .0003	* .0000	* .0000	* .0002	* .0046	*	*
25	* .23E+J1	* .0112	* .0360	* .0360	* .0012	* .0031	* .0390	* .0065	* .0150	* .0540	*	*
26	* .36E+J1	* .0001	* .0003	* .0003	* .1414	* .2369	* .2372	* .0085	* .0125	* .2497	*	*
27	* .20E+J1	* .0039	* .2022	* .2022	* .0179	* .0546	* .2570	* .0003	* .0007	* .2577	*	*
28	* .21E+J1	* .0259	* .0929	* .0929	* .0041	* .0120	* .1049	* .0019	* .0049	* .1093	*	*
29	* .34E+J1	* .2003	* .4319	* .4319	* .0513	* .0904	* .5223	* .0029	* .0044	* .5267	*	*
30	* .37E+J1	* .0079	* .0959	* .0959	* .0708	* .1159	* .2113	* .0246	* .0354	* .2472	*	*
31	* .35E+J1	* .1041	* .2322	* .2322	* .0107	* .0194	* .2516	* .0417	* .0658	* .3134	*	*
32	* .31E+J1	* .1024	* .2443	* .2443	* .0170	* .0331	* .2774	* .0604	* .1034	* .3808	*	*
33	* .13E+J1	* .0099	* .0417	* .0417	* .0011	* .0038	* .0455	* .0147	* .0444	* .0899	*	*
34	* .53E+J1	* .0002	* .0026	* .0026	* .0020	* .0226	* .0252	* .0056	* .0579	* .0831	*	*
35	* .25E+J1	* .0001	* .0003	* .0003	* .0015	* .0037	* .0040	* .0037	* .0329	* .0370	*	*
36	* .72E+J1	* .0032	* .0332	* .0332	* .0003	* .0023	* .0360	* .0051	* .0375	* .0735	*	*
37	* .26E+J1	* .0100	* .0232	* .0232	* .0247	* .0570	* .0852	* .0207	* .0419	* .1271	*	*
38	* .20E+J1	* .0314	* .1135	* .1135	* .0001	* .0004	* .1139	* .0043	* .0130	* .1319	*	*
39	* .26E+J1	* .1529	* .4290	* .4290	* .0290	* .0680	* .4975	* .0106	* .0213	* .5189	*	*
40	* .35E+J1	* .0696	* .1888	* .1888	* .0037	* .0151	* .2039	* .0000	* .0000	* .2039	*	*

Ochiai observations

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

		AXE 1			AXE 2			AXE 3			
IDENTIFI- FICATEURS	C.A. E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E	

1	.23E-01	.0333	.J639	.J639	.4434	.599J	.6579	.16J7	.1749	.8423	*
2	.13E-01	.0219	.J838	.0833	.0302	.0857	.1695	.0JJ4	.JJ38	.17J4	*
3	.25E-01	.JJ19	.JJ38	.JJ38	.J637	.J974	.1J12	.67J6	.8351	.9363	*
4	.52E-02	.0JJ1	.JJJ8	.0JJ8	.0001	.0J06	.JJ14	.J512	.3J2J	.3J34	*
5	.43E-02	.0167	.1951	.1951	.0165	.1631	.3382	.J125	.J336	.4269	*
6	.79E-02	.J132	.1164	.1104	.0J32	.039J	.1553	.JJ65	.J244	.1797	*
7	.36E-01	.3936	.5648	.5648	.3639	.3882	.9533	.JJ29	.JJ25	.9555	*
8	.18E-01	.2029	.6286	.6236	.0257	.0591	.6877	.0846	.1586	.8463	*
9	.22E-01	.3015	.7J43	.7J43	.0365	.J067	.771J	.J103	.J153	.7863	*

A.F.C. sur les moyennes des parasites par secteur

CONTRIBUTIONS LIEFS AUX VARIABLES

IDENTIFI- FICATEURS	C.A. E	AXE 1			AXE 2			AXE 3		
		C.R.	C.R.	C.R. C.	C.R.	C.R.	C.R. C.	C.R.	C.R.	C.R. C.
		E / AXE	AXE / E	AXES/ E	F / AXE	AXE / E	AXES/ E	E / AXE	AXE / E	AXES/ E
BS	.46E+00	.0151	.5721	.5721	.0009	.0027	.5743	.0296	.0334	.6582
CL	.48E+00	.0071	.3972	.3972	.0003	.0015	.3986	.0010	.0040	.4027
EC	.23E+00	.0050	.4461	.4461	.0003	.0024	.4485	.0011	.0075	.4561
FR	.30E+00	.0155	.4516	.4516	.0001	.0004	.4520	.0004	.0026	.4546
CC	.45E+01	.0184	.2982	.2982	.0277	.0366	.3349	.0391	.1077	.4426
AC	.46E+00	.0111	.6237	.6237	.0001	.0004	.6241	.0003	.0013	.6254
BA	.39E+00	.0062	.3972	.3972	.0004	.0020	.3992	.0023	.0133	.4125
YX	.45E+00	.0134	.7489	.7489	.0000	.0002	.7491	.0079	.0329	.7520
GR	.29E+00	.0051	.4379	.4379	.0008	.0057	.4437	.0026	.0165	.4601
CS	.37E+00	.0009	.0589	.0589	.0006	.0033	.0624	.0013	.0064	.0688
CV	.33E+00	.0106	.7309	.7309	.0034	.0194	.7502	.0001	.0003	.7505
CA	.23E+00	.0060	.4460	.4460	.0033	.0213	.4463	.0004	.0024	.4697
EP	.24E+00	.0001	.0089	.0089	.0009	.0074	.0162	.0067	.0513	.0676
DA	.43E+00	.0033	.1920	.1920	.0001	.0003	.1923	.0173	.0778	.2701
SE	.40E+00	.0152	.9416	.9416	.0000	.0000	.9416	.0005	.0021	.9437
PT	.35E+00	.0097	.6223	.6223	.0020	.0114	.6937	.0004	.0022	.6959
CR	.38E+00	.0139	.9006	.9006	.0002	.0011	.9017	.0007	.0033	.9051
ND	.41E+00	.0161	.9745	.9745	.0000	.0002	.9746	.0001	.0005	.9751
CI	.41E+00	.0159	.9704	.9704	.0000	.0002	.9705	.0001	.0003	.9703
AC	.42E+00	.0132	.7871	.7871	.0001	.0005	.7876	.0001	.0003	.7879
AB	.41E+00	.0153	.9693	.9693	.0000	.0001	.9694	.0001	.0005	.9699
LR	.40E+00	.0150	.9499	.9499	.0000	.0002	.9501	.0001	.0006	.9506
XX	.41E+00	.0155	.9386	.9386	.0003	.0014	.9400	.0004	.0016	.9416
FS	.41E+00	.0158	.9613	.9613	.0000	.0000	.9613	.0002	.0009	.9622
NN	.36E+00	.0068	.4702	.4702	.0029	.0163	.4765	.0003	.0015	.4880
VR	.21E+00	.0048	.5803	.5803	.0005	.0050	.5853	.0001	.0009	.5862
LE	.39E+00	.0074	.4733	.4733	.0026	.0136	.4870	.0010	.0050	.4920
WR	.39E+00	.0079	.5013	.5013	.0007	.0034	.5048	.0001	.0004	.5052
V2	.41E+00	.0000	.0022	.0022	.0084	.0415	.0437	.0222	.1009	.2446
DY	.52E+00	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0002	.0049	.0173	.0175
CG	.63E+00	.0014	.0555	.0555	.0379	.1223	.0783	.0046	.0135	.1918
XY	.36E+00	.0001	.0032	.0032	.0168	.0355	.0388	.0091	.0122	.2110
DI	.47E+01	.0013	.6262	.6262	.0371	.0207	.6475	.4399	.2238	.8713
WS	.70E+01	.2502	.8823	.8823	.0882	.0082	.8865	.0049	.0013	.8977
AN	.33E+01	.0722	.5472	.5472	.2873	.1764	.7235	.0873	.0439	.7725
DV	.34E+01	.1492	.8839	.8839	.0086	.0031	.8821	.0733	.0244	.9164
DE	.29E+01	.0393	.5051	.5051	.4743	.3302	.8353	.0184	.0117	.8470
CE	.39E+00	.0196	.4961	.4961	.0013	.0027	.4988	.0513	.0966	.5954
CL	.13E+01	.0035	.4609	.4609	.0276	.0442	.5051	.0312	.0467	.5518
CF	.75E+00	.0011	.0361	.0361	.0038	.0104	.0465	.0071	.0177	.0642

Correlation observations

CONTRIBUTIONS LIEES AUX VARIABLES

IDENTIFI- FICATEURS	C.A.	E	AXE 1			AXE 2			AXE 3		
			C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E	C. R. E / AXE	C. R. AXE / E	C. R. C. AXES/ E
1	.64E-01	.0000	.0042	.0833	.0833	.0001	.0011	.0844	.0006	.0089	.0933
2	.51E-01	.0000	.0056	.1714	.1714	.0000	.0000	.1714	.0045	.0975	.2689
3	.32E-01	.0000	.0037	.1701	.1701	.0000	.0004	.1705	.0008	.0259	.1964
4	.28E-01	.0000	.0037	.0443	.0443	.0000	.2929	.3373	.0998	.1607	.4979
5	.26E-01	.0000	.0192	.0443	.0443	.0035	.0113	.0149	.0740	.1852	.2001
6	.26E-01	.0000	.0010	.0036	.0036	.0035	.0976	.0993	.0313	.0690	.1683
7	.41E-01	.0000	.0005	.0016	.0016	.0346	.1121	.3186	.0014	.0117	.3303
8	.10E-01	.0000	.0170	.2065	.2065	.0103	.3147	.5287	.0632	.0828	.6214
9	.46E-01	.0000	.0052	.0098	.0098	.0098	.0369	.0698	.0475	.0917	.1615
10	.35E-01	.0000	.0119	.0329	.0329	.0149	.4898	.5611	.0082	.0133	.5744
11	.48E-01	.0000	.0205	.0713	.0713	.0343	.0001	.1753	.0050	.0104	.1857
12	.34E-01	.0000	.0392	.1731	.1731	.0001	.0567	.1626	.1531	.2962	.4588
13	.24E-01	.0000	.0382	.1059	.1059	.0229	.0567	.7442	.0041	.0108	.7550
14	.34E-01	.0000	.1213	.7147	.7147	.0088	.0296	.0000	.0000	.0000	.0000
15	.00E+00	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.3174
16	.43E-01	.0000	.0034	.3030	.3030	.0025	.0065	.3145	.0014	.0029	.6466
17	.37E-01	.0000	.1783	.6199	.6199	.0061	.0188	.6387	.0033	.0079	.0166
18	.19E-01	.0000	.0002	.0013	.0013	.0018	.0109	.0122	.0010	.0044	.2292
19	.30E-01	.0000	.0002	.0013	.0013	.0000	.0001	.2289	.0000	.0003	.3586
20	.30E-01	.0000	.0161	.2235	.2235	.0100	.0347	.2582	.0592	.1003	.2076
21	.36E-01	.0000	.0534	.1452	.1452	.0132	.0442	.1894	.0096	.0183	.5775
22	.47E-01	.0000	.0534	.1452	.1452	.0132	.0442	.1894	.0096	.0183	.5775
23	.47E-01	.0000	.0239	.0885	.0885	.0511	.1243	.2128	.1925	.3647	.0000
24	.00E+00	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.1230
25	.00E+00	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.1720
26	.36E-01	.0000	.0490	.0490	.0490	.0014	.0024	.0514	.0529	.0716	.0473
27	.36E-01	.0000	.1053	.1053	.1053	.0027	.0061	.1114	.0344	.0606	.0473
28	.36E-01	.0000	.0017	.0053	.0053	.0045	.0094	.0159	.0195	.0314	.0225
29	.36E-01	.0000	.0023	.0066	.0066	.0018	.0041	.0105	.0068	.0120	.0000
30	.36E-01	.0000	.0025	.0064	.0064	.0018	.0041	.0105	.0000	.0000	.0000
31	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
32	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
33	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
34	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
35	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
36	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
37	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
38	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
39	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
40	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
41	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
42	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
43	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
44	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
45	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
46	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
47	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
48	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
49	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
50	.36E-01	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

Ochial observations secteurs Antilles et Sud Guinée

IDENTIFI- FICATEURS	C.A. E	AXE 1			AXE 2			AXE 3		
		C. R.	C. R.	C. R. C.	C. R.	C. R. C.	C. R.	C. R. C.	C. R. C.	
		E / AXE	AXE / E	AXES/ E	E / AXE	AXES/ E	E / AXE	AXE / E	AXES/ E	
1	14E-01	0073	0617	0617	0010	0063	0680	0088	0424	1104
2	44E-02	0076	1994	1994	0047	0951	2945	0016	0244	3189
3	66E-02	0013	0242	0242	0000	0005	0247	0016	0649	0897
4	52E-01	1694	4940	4940	0012	0005	0247	0760	1261	6227
5	18E-01	0000	0000	0000	0017	0026	4966	0082	0480	0614
6	00E-01	0106	0659	0659	0049	0134	0134	0082	0480	0614
7	00E-01	0190	0908	0908	0052	2130	2789	0324	1145	3934
8	00E-01	1102	4073	4073	0003	1942	2850	0392	1065	3915
9	00E-01	0782	1976	1976	0002	0002	4081	0771	1620	5701
10	00E-01	0109	0425	0425	0000	0799	2775	0059	0174	2948
11	00E-01	0004	0028	0028	0003	0658	1082	0434	0964	2046
12	00E-01	0113	1074	1074	0003	0018	0046	0068	0294	0340
13	00E-01	0006	0052	0052	0084	1441	2415	0293	1586	4002
14	00E-01	0000	0000	0000	0000	2298	2350	0000	0274	3756
15	17E-01	0135	0989	0989	0000	0000	0000	0000	1407	3756
16	26E-01	0525	2728	2728	0031	1858	2848	0000	0000	0000
17	38E-02	0004	0050	0050	0730	2664	5452	0038	0418	3006
18	13E-01	0010	0092	0092	0006	0060	0110	0073	1134	6586
19	13E-01	0007	1376	1376	0005	0060	0110	0073	0531	0641
20	00E-01	0047	3304	3304	0002	0040	0131	0062	0333	0641
21	00E-01	0078	3304	3304	0000	0010	1386	0000	0000	1386
22	00E-01	0000	1438	1438	0000	0000	3305	0601	1193	4498
23	00E-01	0000	0000	0000	0000	1925	2764	0261	0766	3530
24	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
25	00E-01	0045	0903	0903	0000	0000	0000	0000	0000	0000
26	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
27	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
28	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
29	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
30	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
31	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
32	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
33	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
34	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
35	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
36	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
37	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
38	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
39	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
40	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
41	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
42	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
43	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
44	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
45	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
46	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
47	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
48	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
49	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
50	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
51	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
52	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
53	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
54	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
55	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
56	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
57	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
58	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
59	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
60	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
61	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
62	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
63	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
64	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
65	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
66	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
67	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
68	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
69	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
70	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
71	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
72	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
73	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
74	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
75	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
76	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
77	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
78	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
79	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
80	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
81	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
82	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
83	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
84	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
85	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
86	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
87	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
88	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
89	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
90	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
91	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
92	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
93	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
94	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
95	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
96	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
97	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
98	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
99	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
100	00E-01	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

A.F.C. Log(x+1) secteurs Antilles et Nord Guinée

C O N T R I B U T I O N S L I E E S A U X V A R I A B L E S

Ochiai observations secteurs Antilles et Nord Guinée

	AXE 1	AXE 2	AXE 3
1	.025	.043	.054
2	.091	.041	.061
3	.083	.091	.067
4	.093	.093	.071
5	.094	.094	.072
6	.099	.099	.073
7	.099	.099	.073
8	.137	.096	.074
9	.065	.095	.074
10	.065	.095	.074
11	.065	.095	.074
12	.065	.095	.074
13	.065	.095	.074
14	.065	.095	.074
15	.065	.095	.074
16	.065	.095	.074
17	.065	.095	.074
18	.065	.095	.074
19	.065	.095	.074
20	.065	.095	.074
21	.065	.095	.074
22	.065	.095	.074
23	.065	.095	.074
24	.065	.095	.074
25	.065	.095	.074
26	.065	.095	.074
27	.065	.095	.074
28	.065	.095	.074
29	.065	.095	.074
30	.065	.095	.074
31	.065	.095	.074
32	.065	.095	.074
33	.065	.095	.074
34	.065	.095	.074
35	.065	.095	.074
36	.065	.095	.074
37	.065	.095	.074
38	.065	.095	.074
39	.065	.095	.074
40	.065	.095	.074