

Mémoire de stage
présenté pour l'obtention du
DIPLÔME D'ETUDES APPROFONDIES
« Océanologie Biologique et Environnement Marin »
Option : Ressources Vivantes et Ecosystèmes Côtiers
1998-1999

**Contribution à l'étude de
la dynamique et de l'écologie des concentrations de thons
dans l'Atlantique tropical Est**



Christelle RAVIER

Directeur de stage : Dr. F. Marsac
Laboratoire Halieutique et Ecosystèmes Aquatiques
Institut de Recherche pour le Développement

Remerciements...

*Tout d'abord, un grand merci aux chercheurs de "l'équipe thon"
qui m'ont fait profiter de leur expérience et éclairée de leurs conseils :*

*Un merci tout particulier à **Francis Marsac**.*

*Exigeant et toujours optimiste, j'ai beaucoup apprécié la façon dont tu as encadré ce stage.
Merci d'avoir pris sur ton temps si précieux de "futur chef d'UR" celui de répondre à mes questions et bonne chance !*

*Un grand merci aussi à **Alain Fonteneau**... de ta passion des thonidés (et des coelacanthes) que tu sais faire
partager, de ton enthousiasme, de m'aider à faire en sorte que mon histoire avec les thonidés continue ...*

*A **Daniel Gaertner** et **Renaud Pianet** :*

merci de vos conseils, pertinents et constructifs, et de votre présence tout au long de ce stage.

*A **Olivier Maury** : tes encouragements et tes conseils,
il y a quelques temps déjà et plus récemment, ont été précieux.
Merci pour ces petites lumières placées sur ma route et bon vent !*

*A **Frédéric Ménard** : merci pour de ton intérêt pour mon travail
et la confiance que tu m'as accordée en pariant sur ses résultats.*

*A **Jean-Michel Stretta** : merci de m'avoir accueillie au sein du HEA.*

*Merci également à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à ce que ce stage
soit si enrichissant, et notamment :*

***Viveca Nordstrom-Fonteneau** : Tack tack!*

*Je te remercie sincèrement de la gentillesse et de la grande patience,
avec lesquelles tu as, entre autres, comblé mes errances FORTRANesques.*

***Monique Simier** et **Francis Laloé** : merci de vos conseils en matière statistique.*

***Eric Foucher** : merci de m'avoir fourni les programmes réalisés au cours de ta thèse,
point de départ de mon travail.*

***Paulo Travassos** : Boa sorte !*

Contribution à l'étude de la dynamique et de l'écologie des concentrations de thons dans l'Atlantique tropical Est

Christelle Ravier

DEA "Océanologie biologique et Environnement marin"

Option "Ressources vivantes et écosystèmes côtiers"

ENSAR

RESUME

La distribution spatio-temporelle des thonidés tropicaux (albacores -*Thunnus albacares*-, listaos -*Katsuwonus pelamis*-, patudos -*Thunnus obesus*-) est caractérisée par le regroupement d'individus en bancs et par le regroupement de ces bancs en concentrations. Ces concentrations sont essentielles dans les pêcheries de senneurs de l'Atlantique tropical Est : en raison des importantes biomasses présentes localement, elles permettent de réaliser des prises considérables avec un effort de recherche réduit. Les senneurs ont su tirer profit de ce phénomène en développant, à partir de 1991, la pêche sous objets flottants artificiels, ayant la propriété de concentrer certains thonidés.

Une procédure d'identification automatique des concentrations à partir des statistiques de pêche (livres de bord) a été développée. Elle permet de caractériser les concentrations sur la période historique (1980-1990) et la période récente (1991-1997), en distinguant, à partir de 1991, deux modes de pêche sur bancs libres et sous objets flottants.

L'analyse des concentrations montre un impact du changement de mode de pêche et de taux d'exploitation sur le nombre et la qualité des concentrations. L'introduction des objets flottants conduit à l'exploitation de nouvelles concentrations, notamment de listaos. La baisse d'abondance des thonidés tropicaux se traduit à la fois par une diminution du nombre de concentrations et par une baisse de leur biomasse.

La variabilité saisonnière des concentrations est analysée en fonction des conditions hydroclimatiques et des préférences écologiques des espèces aux différentes phases de leur cycle vital. Trois types de concentrations sont mis en évidence : des concentrations de reproduction d'albacores au premier trimestre dans la zone équatoriale, fonctionnant en système clos, des concentrations trophiques de listaos liées au front thermique saisonnier du Sénégal et alimentées par des flux migratoires, et enfin, des concentrations trophiques plurispécifiques de petits thons (listaos et juvéniles d'albacores et de patudos) induites notamment par des upwellings (Cap Lopez, Côte d'Ivoire).

MOTS CLEFS

concentrations ; thonidés tropicaux ; Atlantique tropical Est ; relations thons/environnement ; pêche sous objets flottants ;

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. MATERIEL ET METHODES	3
I. 1. Données de base	3
I.1.1. Données de pêche	3
I.1.2. Données hydroclimatiques	4
I. 2. Algorithme d'identification des concentrations	5
I. 3. Analyse des concentrations : méthodes et concentrations concernées	6
I.3.1. Analyses comparatives	6
I.3.2. Analyses typologiques	7
II. RESULTATS	8
II. 1. Principales caractéristiques et dynamique temporelle des concentrations	8
II.1.1. Principales caractéristiques des concentrations comparées en fonction des modalités de l'exploitation	8
II.1.2. Dynamique temporelle des concentrations et de leur exploitation	10
II. 2. Typologie des concentrations	12
II.2.1. Une forte variabilité saisonnière	12
II.2.2. Résultats des analyses factorielles	13
II. 3. Variabilité interannuelle	16
II.3.1. Evolution du nombre de concentrations et des prises sur concentrations	16
II.3.2. Variabilité interannuelle de la dynamique saisonnière	17
III. DISCUSSION	19
III. 1. Identification fine des concentrations	19
III. 2. Ecologie des concentrations	20
III.2.1. Déterminisme des concentrations	20
III.2.2. Les concentrations : <i>des système clos ou ouverts?</i>	23
III. 3. Concentrations et exploitation	24
III.3.1. Variabilité interannuelle et changement de capturabilité	
III.3.2. Effet du changement de mode et de taux d'exploitation	24
III.3.3. Quelques réflexions sur l'importance des concentrations dans les pêcheries	25

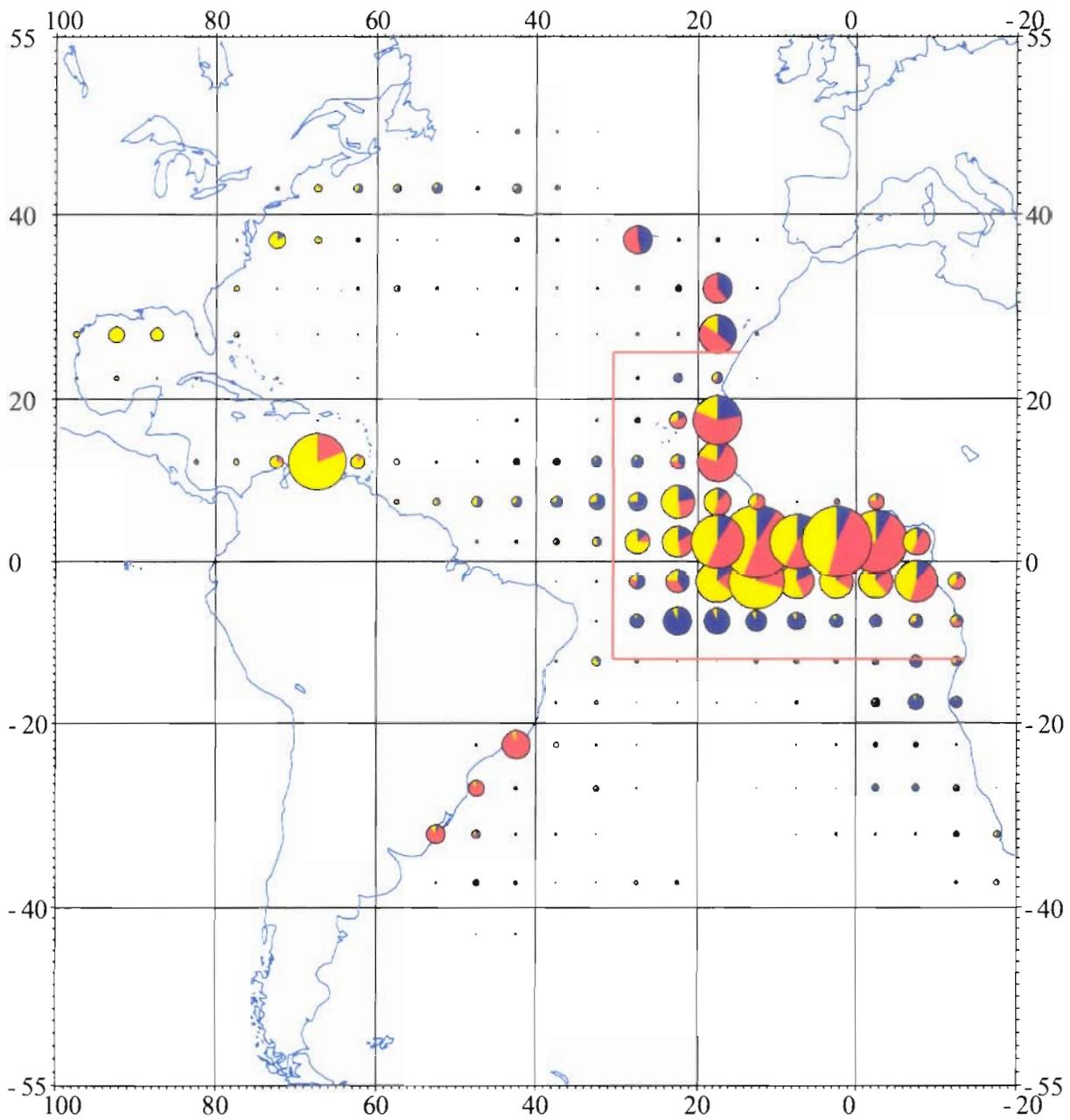
CONCLUSION 26

BIBLIOGRAPHIE 27

TABLE DES SYMBOLES

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

ANNEXES



Région Atlantique tropical Est

albacore  patudo
listao

8 000 tonnes

Fig.1 : Prises moyennes annuelles sur l'Atlantique d'albacores, de listaos et de patudos ; moyennes sur les années 1989-1993.

Les thonidés sont une ressource halieutique majeure. Les prises mondiales atteignent en effet près de 4 millions de tonnes annuelles depuis 1995 dont 6 % environ sont réalisées dans l'Atlantique tropical Est (fig. 1). Cette région, qui s'étend de 25°N à 11°S et de 25°W à la côte ouest-africaine, est une zone de pêche de thonidés tropicaux de première importance avec des captures totales d'albacores (*Thunnus albacares*, Bonnaterre 1788), de patudos (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) et de listaos (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus 1758) de 210 000 t en 1997.

La distribution spatio-temporelle des thonidés tropicaux (fig. 2) est caractérisée, comme pour la plupart des espèces pélagiques, par le regroupement d'individus en bancs, et par le regroupement de ces bancs en concentrations (Fréon et Misund, 1999). Les pêcheurs ont su tirer profit du gréganisme des thonidés, tout d'abord grâce à la mise au point de la senne¹, ensuite en recherchant préférentiellement les zones de concentrations de thons et enfin, plus récemment, en développant la pêche sous objets flottants artificiels équipés de balises radio.

Paradoxalement, le phénomène de concentration a été relativement peu étudié. Les quelques études déjà menées sur des concentrations particulières (Fonteneau, 1986, 1991) et une étude plus générale des concentrations sur la période 1980-1990 dans l'Atlantique tropical Est (Foucher, 1994) ont pourtant montré leur intérêt pour les senneurs. En effet, ceux-ci peuvent réaliser, du fait même de l'importance des biomasses présentes localement, des prises considérables pendant des périodes de temps relativement brèves. Les temps de recherche des bancs sont ainsi minimisés et de ce fait, les rendements obtenus sont particulièrement élevés. Les concentrations de thonidés jouent ainsi un rôle majeur dans les pêcheries thonières de surface.

Ces études présentent l'intérêt essentiel de poser les bases du concept de concentration. Une concentration de thons y est ainsi définie comme une forte densité de bancs réunis temporairement sur une zone limitée. Le concept recouvre plusieurs notions : abondance numérique des individus, proximité spatiale des bancs, continuité dans le temps. Dans le cas des thonidés, l'échelle associée aux concentrations est une étendue de quelques centaines de milles et une période de quelques jours à quelques mois, auxquelles correspondent des biomasses de thons de quelques milliers de tonnes. Mais de nombreuses interrogations demeurent, notamment en ce qui concerne la dynamique et les déterminants biologiques et/ou écologiques des concentrations. Par ailleurs, depuis 1991, le mode d'exploitation des thonidés dans la zone Atlantique tropical Est a notablement évolué. Les flottilles de senneurs n'exploitent plus seulement les bancs libres de thons, mais elles pratiquent également, et de plus en plus intensivement, la pêche sous objets flottants² (34% des opérations de pêche en 1991 contre 43 % en 1997). L'incidence de ce changement du mode d'exploitation sur les concentrations n'a encore jamais été étudiée.

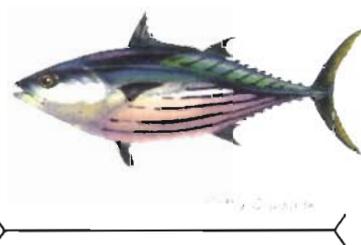
¹ Le principe de la pêche à la senne consiste à encercler un banc de thons au moyen d'un grand filet, la *senne*, dont on ferme le fond pour former une poche de plus en plus réduite. Les thons prisonniers y sont prélevés au moyen d'une grande épuisette, la *salabarde*, puis congelés et conservés à sec pendant tout le reste de la marée, qui peut durer classiquement de 30 à 70 jours.

Albacore
(*Thunnus albacares*, Bonnaterre 1788)



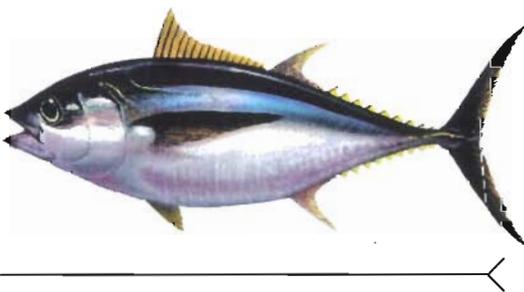
Taille maximum : 1,6 m soit 110 kg

Listao
(*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus 1758)



Taille maximum : 0,65 m soit 11 kg

Patudo ou thon obèse
(*Thunnus obesus*, Lowe 1839)



Taille maximum : 1,7 m soit 145 kg

Fig. 2 : Les trois principales espèces de thonidés tropicaux exploités dans l'Atlantique, références de taille et couleur associées dans le document.

Ces trois espèces sont considérées comme des ressources *hautement migratrices*.

Elles présentent une adaptation remarquable à la *vie pélagique hauturière*, notamment par une forme oblongue et la présence d'un corselet de fines écailles qui permettent un meilleur hydrodynamisme et surtout, par le développement d'un métabolisme particulier de contrôle de la température interne : la thermorégulation (Cayré *et al.*, 1988).

Dans cette optique, un des objectifs de cette étude est donc la mise en évidence des principales caractéristiques des concentrations, formées sous objets et en bancs libres, sur la période historique (1980-1990) et la période récente (1991-1997) pour déterminer l'impact éventuel des changements de mode de pêche et de taux d'exploitation. Pour mieux comprendre leur fonctionnement, elle analyse également la dynamique temporelle des concentrations. Enfin, elle s'intéresse à l'origine des concentrations, liée vraisemblablement à des conditions environnementales particulières (Fonteneau, 1988). Elle s'attache pour cela à mettre en relation leur variabilité saisonnière et interannuelle avec les conditions hydroclimatiques et les préférences écologiques des espèces aux différentes phases de leur cycle vital.

Pour réaliser une telle étude, l'identification automatique des concentrations est un préalable indispensable. La conception et la réalisation d'un algorithme d'identification des concentrations à partir des livres de bord des senneurs est donc par ailleurs un élément essentiel de l'étude.

Ce travail se place dans le cadre des recherches sur la dynamique spatiale et l'écologie des thonidés tropicaux menées depuis de nombreuses années par l'équipe "Thons" du laboratoire Halieutique et Ecosystèmes Aquatiques de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Il est une contribution à l'un des volets traités par l'Unité de Recherche sur les ressources thonières en cours d'élaboration.

² Les *objets flottants* peuvent être des débris en dérive d'origine naturelle (tas de paille, bille de bois,...) ou artificielle (caisse, bouée, cordage,...) balisée ou non par une "balise radio" pour en faciliter la localisation. Ces objets flottants ont la propriété d'attirer une faune pélagique variée, dont les thonidés.

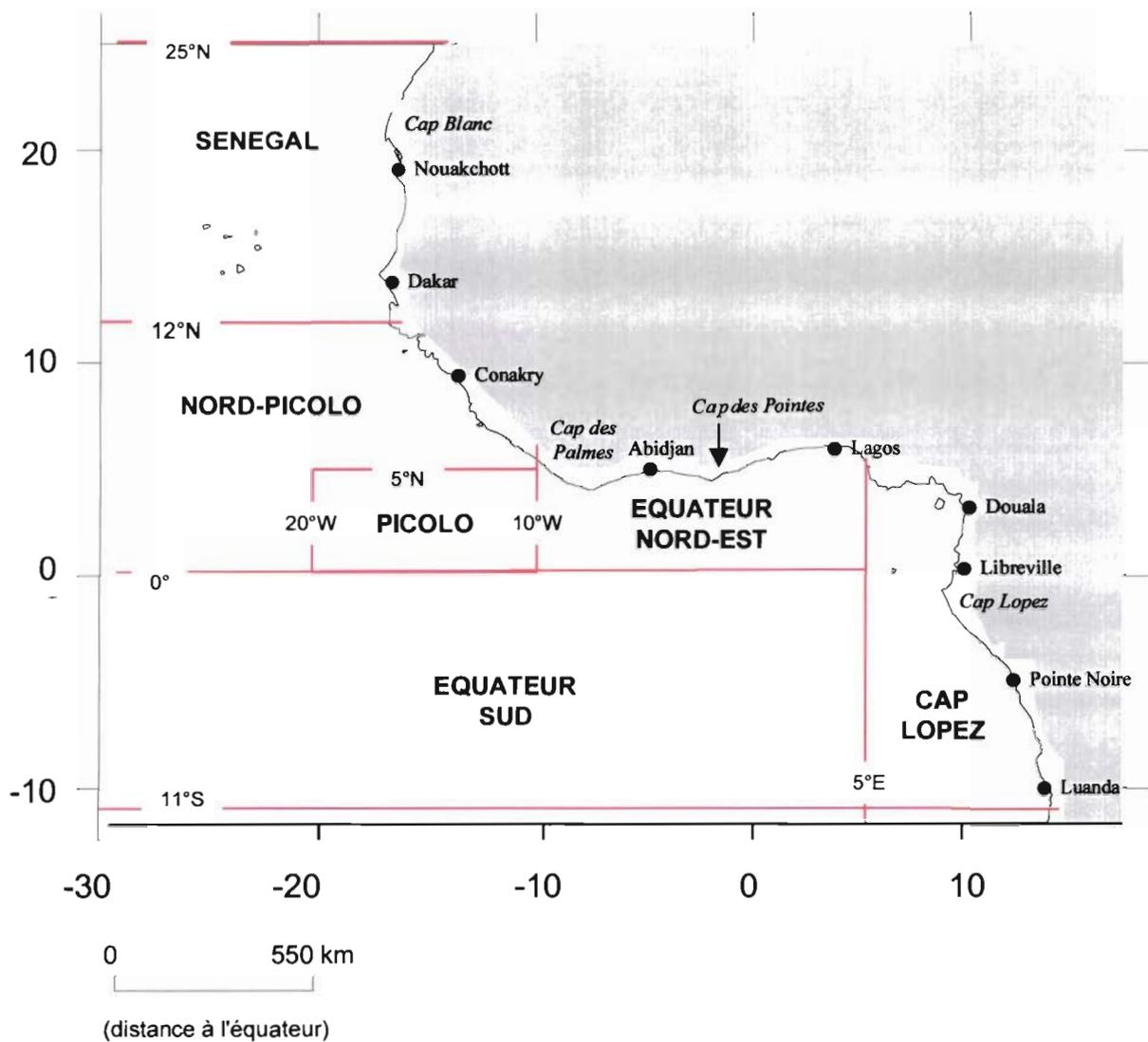


Fig. 3 : **Présentation de la zone d'étude et de son découpage.**

Ces zones¹ sont déterminées sur des critères d'homogénéité de prises et de la composition en taille des individus capturés (Pallarés et Petit, 1997).

¹ Le nom de la zone PICOLO (et par analogie, NORD-PICOLO), lui est donné par Pallarés et Petit (1997) suite au programme national dont elle fait l'objet (Production Induite en zone de Convergence d'Ondes Longues Océaniques). Il est conservé par soucis d'homogénéité avec ces études.

L'analyse des concentrations concerne la période historique 1980-1990 et la période récente 1991-1997. Elle porte sur la région Atlantique tropical Est, découpée en six zones (fig. 3) selon des critères d'homogénéité des prises et de la composition en tailles des individus capturés (Pallarés et Petit, 1997).

I.1. Données de base

I.1.1. Données de pêche

Les données de pêche proviennent des livres de bord des senneurs français, espagnols et N.E.I. (Not Elsewhere Included : navires battant pavillon de complaisance) ayant exploité la zone Atlantique tropical Est pendant la période 1980-1997. Les données sont disponibles journalièrement par coup de senne, pour chaque bateau, les noms des bateaux et leurs caractéristiques étant inconnus pour toutes les flottilles (respect de la confidentialité). Les positions exactes relevées par satellite, en degrés et minutes, sont connues pour la quasi-totalité des opérations de pêche.

Les tonnages de chaque opération de pêche sont ceux estimés par chaque capitaine. La composition spécifique est réestimée selon la procédure détaillée par Pallarés et Petit (1997) pour corriger les multiples biais liés à son estimation visuelle. Les prises d'albacores sont ventilées en trois catégories de taille : petits (moins de 10 kg), moyens (10 à 30 kg) et gros (plus de 30 kg).

Le nombre de calées¹ nulles et de calées totales est disponible pour chaque opération de pêche. Le nombre de calées positives, déduit par différence, représente selon l'hypothèse développée par Fonteneau (1986), le nombre de bancs capturés. Dans la pêche sur bancs libres, il semble peu fréquent qu'un banc se fractionne lors du coup de senne. Les observateurs scientifiques embarqués à bord rapportent que le banc est, le plus souvent, soit capturé intégralement, soit qu'il échappe en totalité à la senne (événement relativement fréquent : 27% des opérations de pêche sont des coups nuls).

Les bancs de thons sur lesquels s'effectuent l'opération de pêche peuvent se trouver isolés (*i.e.* bancs libres) ou être associés à divers objets flottants. Dans notre étude, la variable "mode de pêche" a été scindée en deux catégories (l'allocation des associations avec les mammifères marins et les requins est déterminée sur la base de la similarité des distributions de fréquence de tailles) :

- *pêche sur bancs libres* pour les coups de senne effectués sur des bancs "libres" ou associés à des baleines,
- *pêche sous objets* pour les coups de senne effectués sur des bancs associés à des objets flottants, naturels ou artificiels, ainsi que sur les bancs associés à des requins baleines.

Ces deux modes de pêche, par définition, s'intéressent à des rassemblements de thons de nature différente : des rassemblements "naturels", potentiellement liés à l'éthologie et à l'écologie de l'espèce, et des rassemblements générés "artificiellement" par un objet flottant ayant la propriété de concentrer une faune pélagique variée, dont les thons (Fréon et Misund, 1999). Ils seront traités parallèlement dans la suite de l'étude.

¹ La *calée* est l'opération de pêche, depuis la mise à l'eau à la mise à bord du filet. Elle est positive si le banc a été capturé, nulle s'il s'est échappé.

Tabl.1 : Variables environnementales associées aux concentrations et leurs modalités.
 Ces variables, disponibles à l'échelle de 2°-mois dans les fichiers produits par Servain *et al.* (1987),
 sont déterminées pour le barycentre et le jour moyen de la concentration.

Variables	Modalités	Identificateurs
Turbulence ($m^3.s^{-3}$)	turbulence < 70 turbulence $\in [70 ; 125[$ turbulence ≥ 125	tur1 tur2 tur3
SST (<i>degré Celsius</i>)	SST < 26,5 SST $\in [26,5 ; 28,0[$ SST $\geq 28,0$	sst1 sst2 sst3

Il est par ailleurs important de noter que ces modes de pêche ne sont bien spécifiés dans les livres de bord que depuis 1991. Notre étude se heurte ainsi à deux difficultés :

- ◆ avant 1991, les bancs associés à des objets flottants naturels étaient déjà exploités par les senneurs, mais cette association était rarement notée dans les livres de bord. Faut de ces indications précises et compte tenu du faible taux de pêche sous objets estimé sur cette période (20% selon Pallarés *et al.*, 1998), les coups de senne de cette période sont assimilés à des opérations de pêche sur bancs libres. Cette simplification est susceptible d'entraîner quelques incertitudes dans l'identification automatisée des concentrations.
- ◆ depuis 1991, les senneurs utilisent de plus en plus fréquemment des radeaux artificiels pour concentrer le poisson. Mais si ce type d'association est bien codé dans la plupart des livres de bord, il reste inconnu pour une part non négligeable d'entre eux.

Un certain nombre de captures "sous objets" seront donc probablement identifiées comme ou assimilées à des concentrations de "bancs libres".

Les statistiques de prises et d'effort de pêche à l'échelle de l'Atlantique proviennent des bulletins de la commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICCAT) publiés de 1980 à 1997 (*bull. stat. ICCAT*).

I.1.2. Données hydroclimatiques

Les concentrations mises en évidence sont associées à leur environnement physique. La température de surface (SST), révélatrice des masses d'eau, et la turbulence, marqueur du brassage de la couche superficielle, sont utilisées pour décrire les conditions hydrologiques dans lesquelles se développent les concentrations.

Les données de base (SST et pseudo-tension de vent) proviennent d'observations de navires marchands et de bouées instrumentées ancrées et dérivantes. Un modèle de calibration et d'interpolation appliqué sur ces données permet de produire des fichiers de valeurs géoréférencées par mois et selon un maillage de 2° de latitude-longitude (Servain *et al.*, 1987). L'ensemble de ces données est ensuite traité au moyen d'utilitaires mis en œuvre dans le Gestionnaire d'Applications Océanographiques (GAO) développé par l'IRD (Marsac, 1998a) :

- le module du vent V est estimé à partir des composantes zonale U et méridienne Z de la pseudo-tension du vent :

$$|V| = \sqrt{U^2 + Z^2}, \text{ exprimé en m.s}^{-1},$$

- la turbulence, $T = V^3$, est exprimée en $\text{m}^3.\text{s}^{-3}$

Seules les concentrations de durée inférieure à un mois ont été conservées pour cette partie de l'étude pour être en accord avec la résolution temporelle des données physiques. Une valeur de turbulence et de SST est associée au barycentre et au jour du milieu de chaque concentration retenue. Les modalités des variables SST et turbulence, déterminées de façon à équilibrer le nombre de concentrations par modalités, sont présentées dans le tableau 1.

¹ La pseudo-tension du vent est le produit du vecteur vent et de la valeur absolue du vecteur vent. Elle s'exprime en $\text{m}^2.\text{s}^{-2}$.

Fichier d'entrée "livres de bord"

Chaîne d'identification

- **tript.sas**

- sélectionne l'année

- tri capture > 1 t

- (-sélection banc libre/objet)

- **concent1b.for**

- cumule les prises par carré $1^{\circ} \times 1^{\circ}$

- par pas de temps (3j)

- retient les carrés-pas de temps > 10 t

- **concent2.c**

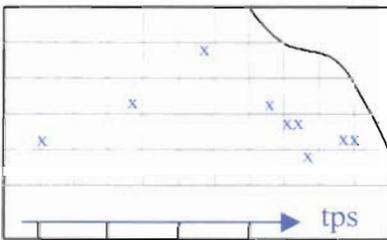
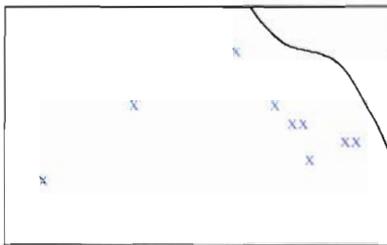
- cherche les voisins géographiques

- **concent3b.for**

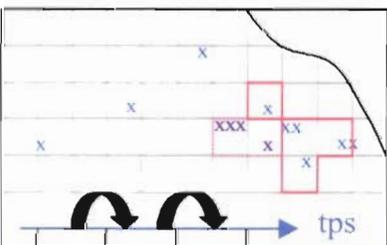
- calcule les caractéristiques de chaque classe

- **concent4 et 5b.for**

- cherchent les voisins temporels



3j



Traitement

Cartographie

Dynamique des concentrations

Caractéristiques des concentrations

Fig. 4 : Principe de l'algorithme d'identification et de traitement des concentrations.

I.2. Algorithme d'identification des concentrations

Cette partie présente la procédure développée et utilisée pour identifier, de manière automatique, les concentrations à partir des livres de bord.

Une concentration est caractérisée par une forte densité de bancs, donc de prises s'ils sont exploités, réunis temporairement sur une surface limitée. Pour mettre systématiquement en évidence les concentrations, les prises continues dans le temps et l'espace sont recherchées dans les livres de bord. Il s'agit en fait d'intégrer de manière tridimensionnelle des proximités entre deux variables spatiales (latitude et longitude) et une variable temporelle (date). A la lumière des quelques études déjà menées sur le sujet (Fonteneau, 1986, 1991 ; Foucher, 1994) et des premiers résultats, des critères arbitraires jugés adaptés ont été choisis : pas de temps de 3 jours, carré géographique de 1° de côté (soit 60 milles au niveau de l'équateur).

L'idée directrice des programmes d'identification des concentrations est de repérer dans les fichiers "livres de bord", à un moment t donné, une tache de fortes prises et de la suivre au cours des pas de temps $t+\Delta t$ suivants. Reprenant une version antérieure proposée par Foucher (1994), un nouvel algorithme, adapté à nos données et au problème posé, a été développé (figure 4). Il traite les fichiers "livres de bord" année par année. Il comprend huit programmes successifs, dont les principaux sont présentés en annexe 1.

Le premier programme (TRICPT.SAS) effectue un premier tri sur les fichiers "livres de bord" en sélectionnant les enregistrements dont les calées sont supérieures à un seuil de prises fixé à 1 tonne, les prises étant, par définition, fortes dans les concentrations. A partir de 1991, il sépare les calées sur bancs libres et sous objets qui sont ensuite traitées parallèlement.

S'enchaînent ensuite cinq programmes qui repèrent les concentrations dans l'espace et dans le temps :

- **CONCENT1.FOR** cumule les prises par carré de 1° de latitude et de longitude et par pas de temps de trois jours (strate unitaire) puis il élimine les strates dans lesquelles les prises sont inférieures à 10 t ; ceci permet d'écarter toutes les strates avec un effort de pêche, mais dans lesquelles les captures sont faibles.
- **CONCENT2.C**, présenté par Foucher (1994), permet d'évaluer les proximités spatiales. Au sein d'un pas de temps (3 jours), les carrés géographiques retenus par **CONCENT1** et strictement limitrophes sont regroupés en classes identiques, en faisant appel à une fonction récursive. Dans chaque pas de temps, on aura ainsi plusieurs classes, correspondant à autant de petites concentrations de 3 jours.
- **CONCENT3.FOR** calcule les caractéristiques élémentaires de chacune des classes définies dans le programme précédent ; barycentre, positions moyennes, minimales et maximales, variance de la latitude et de la longitude, capture totale sont ainsi connus par classe et par période de trois jours.
- **CONCENT4.FOR** et **CONCENT5.FOR** regroupent temporellement les classes voisines (strictement limitrophes) issues des regroupements spatiaux de **CONCENT2**. En sortie, on dispose de la liste des concentrations identifiées dans l'année, avec le suivi des filiations spatiales et temporelles.

Tabl. 2 : **Variables caractérisant les concentrations et leurs modalités.**

La dominante spécifique et la catégorie de taille sont définies par rapport à la biomasse totale de la concentration. Les mois et les trimestres sont ceux du jour du milieu de la concentration, la zone celle du barycentre (positions pondérées par la capture). La surface est celle d'une ellipse dont les rayons sont les écart-types des distributions latitudinale et longitudinale des prises dans la concentration.

Caractéristiques	Modalités	Identificateurs
Mode de pêche	bancs libres sous objet	bl obj
Dominante spécifique	plus de 75% d'albacores plus de 75% de listaos mixtes albacores, listaos, patudos	yft skj mxt
Catégorie de taille (pour les concentrations YFT)	plus de 80% > 30 kg autres	
Durée (<i>jours</i>)	durée ∈ [9 ; 15[durée ∈ [15 ; 30[durée ≥ 30	dur1 dur2 dur3
Jour moyen		
Mois	janvier février mars avril mai juin juillet août septembre octobre novembre décembre	jan fev mars avr mai juin juil aout sept oct nov dec
Trimestre	1 ^{er} trimestre 2 ^{ème} trimestre 3 ^{ème} trimestre 4 ^{ème} trimestre	tri1 tri2 tri3 tri4
Barycentre		
Zone	Sénégal Nord Pico Pico Equateur Sud Cap Lopez Equateur Nord Est	Sen NPic Pic EqS CLop EqNE
Surface (<i>mille²</i>)	surface < 11 000 surface ∈ [11 000 ; 22 000[surface ≥ 22 000	sur1 sur2 sur3
Prise totale (<i>tonnes</i>)	prise < 1 800 prise ∈ [1 800 ; 6000[prise ≥ 6 000	pds1 pds2 psd3
Effort de pêche (<i>j.bateaux</i>)		
Nombres de bancs (<i>bancs</i>)		
PUE moyenne (<i>t.j⁻¹</i>)		

Enfin, deux programmes vont permettre de traiter les concentrations ainsi mises en évidence :

- SELEC.FOR récupère dans les fichiers "livres de bord" de départ les enregistrements correspondant à tous les coups de senne réellement effectués sur chaque concentration.
- A partir de ces données de base, TRAIT.FOR calcule, pour chaque concentration, les principales caractéristiques détaillées en tableau 2. Les mois et trimestres qui leur sont associés sont ceux du jour du milieu de la concentration, la zone celle du barycentre (positions pondérées par la capture). Une surface statistique est calculée pour chaque concentration comme celle d'une ellipse dont les rayons sont les écarts-types des distributions latitudinale et longitudinale des prises. La Prise par Unité d'Effort (PUE) moyenne sur la concentration, calculée à partir du temps de pêche, est retenue comme indice d'abondance de la biomasse locale. Compte tenu de la stratégie de pêche des senneurs, l'effort de recherche, qui définit le temps réellement consacré à la localisation des bancs et des concentrations (temps de pêche diminué du temps consacré à la capture), aurait été plus adéquat dans le calcul d'une PUE censée représenter l'abondance. Cependant, l'estimation du temps consacré à la capture est entachée d'incertitude : les coefficients reliant la durée au volume de la prise ne sont pas disponibles sur l'ensemble de la période et ont de plus évolué au cours du temps. Ces incertitudes ont conduit à ne retenir qu'un effort établi à partir du temps de pêche. D'autre part, TRAIT.FOR fournit, pour chaque jour de la concentration, le nombre de bateaux, la capture totale et la PUE, ce qui permet d'en suivre la dynamique.

Il n'existe pas dans la littérature de définition du seuil de durée d'une concentration. A partir du graphique présenté en annexe 2, ventilant les prises de chacune des concentrations identifiées en fonction de leur durée, un tel seuil a été choisi pour notre étude. Toutes les concentrations de moins de 9 jours correspondent à des prises faibles (moins de 4000 t) alors que les captures peuvent devenir particulièrement élevées au delà. Un seuil d'une durée minimale de 9 jours pour les concentrations est donc adopté et toutes les concentrations plus brèves sont éliminées.

I.3. Analyse des concentrations : méthodes et concentrations concernées.

I.3.1. *Analyses comparatives*

Une analyse statistique est conduite pour mettre en évidence d'éventuels changements des différentes caractéristiques des concentrations (durée, surface, capture, PUE, nombre de bancs, effort nominal) avec la période et/ou le mode de pêche. Pour cela, trois "populations" sont considérées : concentrations "1980-1990", "bancs libres 1991-1997" et "sous objets 1991-1997". La comparaison entre ces différentes populations est délicate du fait même de leur grande variabilité intrinsèque. Comparer des moyennes quand quelques valeurs de l'échantillon sont très élevées n'a pas grand sens. On compare donc ici la manière dont sont distribués les individus dans les trois populations, sans prendre en compte directement la valeur des éléments, en s'intéressant à leurs rangs. Par ailleurs, les variables (et leur transformées simples (log, racine, ...)) ne suivent pas de loi de distribution connue et on ne peut pas faire d'hypothèse d'homogénéité de variance, l'utilisation d'un test paramétrique usuel n'est donc pas possible. En conséquence, un test non paramétrique de comparaison de rangs de plusieurs échantillons indépendants, le test H de Kruskal et Wallis, a été retenu. Il est réalisé à l'aide du logiciel STATISTICA (© 1997 - StatSoft®, Inc).

I.3.2. Analyses typologiques

Ces analyses s'intéressent aux caractéristiques propres et au déterminisme des concentrations. Elles se limitent donc à l'étude des concentrations de bancs libres, susceptibles d'être plus représentatives des phénomènes biologiques et écologiques liés aux concentrations que les concentrations sous objets (par définition générées en premier lieu par la présence d'objets flottants). A ce titre, les 178 concentrations "1980-1990", pour lesquelles le mode de pêche n'est pas disponible, seront assimilées "bancs libres" compte tenu du faible taux d'exploitation sous objets sur cette période (cf. I.1.1), et associées aux 113 concentrations "bancs libres 1991-1997", soit un total de 291 concentrations bancs libres.

Afin de définir une typologie des concentrations, deux méthodes complémentaires d'analyse de données ont été utilisées : l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), décrites notamment par Escofier et Pagès (1988) et Lebart *et al.* (1995). Ces méthodes ont l'avantage de permettre l'utilisation de variables qualitatives, comme la zone et le trimestre, en tant que variables actives. Les variables continues sont transformées en variables catégorielles par découpage en classes d'effectifs comparables dont les modalités sont détaillées dans les tableaux 1 et 2.

L'ACM permet de réaliser une typologie des individus statistiques que sont les concentrations, fondée sur des proximités entre individus en terme de distance du χ^2 : les concentrations sont d'autant plus proches qu'elles sont décrites par les mêmes modalités des variables de caractérisation. Elle permet également d'établir des similitudes entre les variables qualitatives par l'association mutuelle de leurs modalités.

Dans l'espace factoriel réduit de l'ACM (le nombre d'axes considérés est déterminé au cas par cas, au vu notamment de l'histogramme des valeurs propres présenté en annexe 4), une classification des concentrations est ensuite conduite grâce à la CAH. Elle permet d'établir une typologie en constituant des groupes homogènes composés d'individus ayant des caractéristiques communes. Elle procède à une répartition des individus en classes en agrégeant, par itérations successives, les éléments selon le critère de Ward (Lebart *et al.*, 1995). Ce critère cherche à minimiser la perte d'inertie inter-classe (ΔI_{ij}) résultant de l'agrégation de deux éléments : au lieu de chercher les éléments plus proches, la stratégie d'agrégation consiste à réunir les éléments x_i et x_j correspondant à la ΔI_{ij} minimale. Ainsi, à chaque étape, l'inertie inter-classe augmente de la quantité ΔI_{ij} (et l'inertie intra-classe diminue de la même quantité). Ceci revient à considérer les ΔI_{ij} comme de nouveaux indices de dissimilarité, appelés aussi "indice de niveaux". Le nombre de groupes étudiés est déterminé en fonction de l'histogramme de ces indices de niveaux (annexe 4).

Dans un premier temps, ces deux analyses sont appliquées à un tableau dans lequel les concentrations (les individus) en ligne sont décrites par leurs différentes caractéristiques (composition spécifique, durée, surface, prises, période et lieu de formation) en colonne.

Dans une deuxième étape, les facteurs environnementaux associés aux concentrations sont pris en compte. Deux tableaux sont étudiés : l'un concernant les concentrations d'albacores, l'autre les concentrations mixtes. Seules les concentrations de moins de 30 jours, pour pouvoir disposer de moyennes de turbulence et de température qui aient un sens, sont considérées. Elles sont décrites par leurs variables caractéristiques (durée, surface, prises, période et lieu de formation) et par les variables environnementales qui leur sont associées (turbulence, vent). Les deux dernières modalités des variables durée, surface et prises sont regroupées pour avoir des effectifs plus équilibrés entre les différentes modalités.

Ces analyses sont réalisées à l'aide du logiciel SPAD (SPAD 3.5, CISIA.CERESTA).

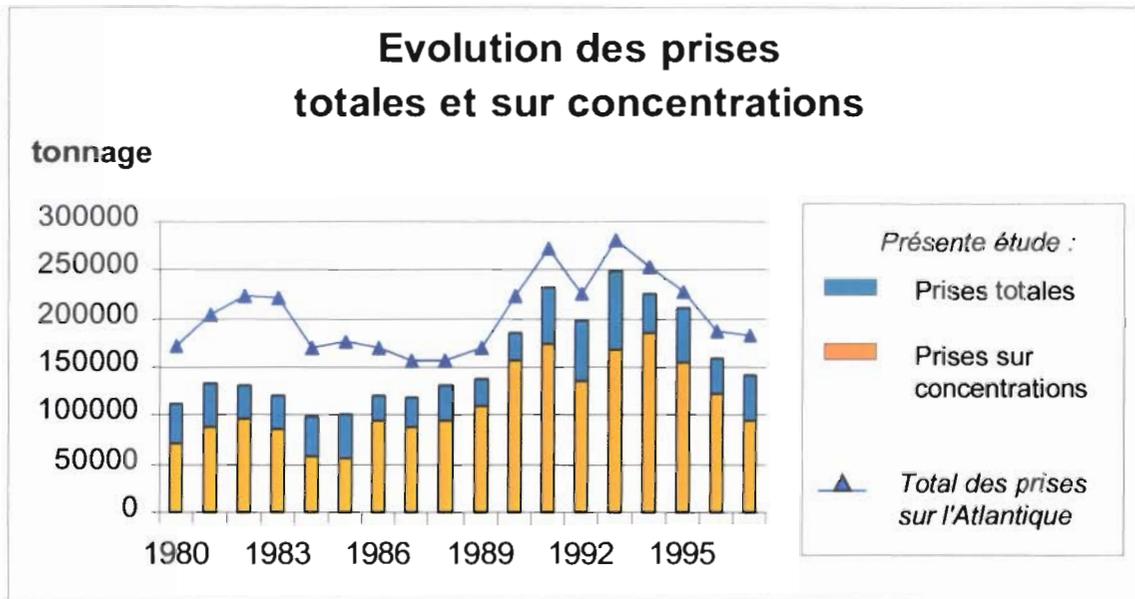


Fig. 5 : Part des prises sur concentrations dans la prise totale et comparaison à la prise totale réalisée sur l'Atlantique de 1980 à 1997 par la totalité des senneurs (bull.stat. ICCAT).

Nos données sont représentatives des prises totales enregistrées par l'ICCAT.

Les prises sur concentrations représentent en moyenne 70% des prises totales, proportion variant peu au cours de la période d'étude quelles que soit l'importance de ces dernières.

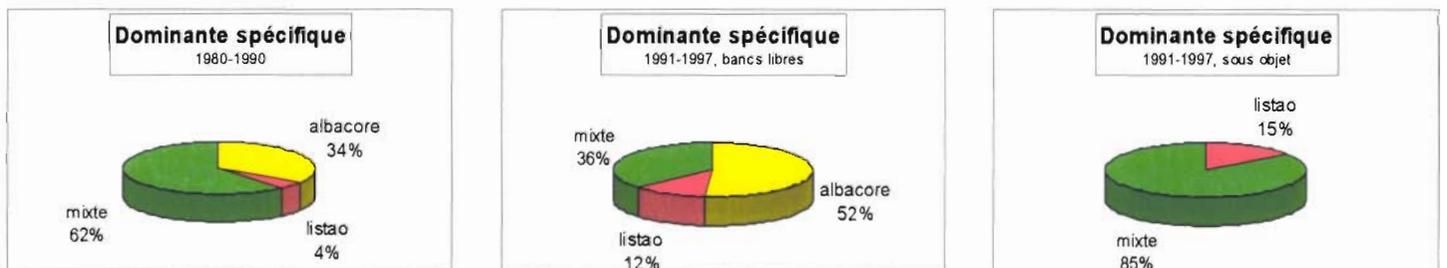


Fig. 6 : Dominante spécifique des concentrations selon la période et le mode de pêche.

Des concentrations à dominante d'albacores sont identifiées en bancs libres alors que, sous objets, seules des concentrations à dominantes de listaos ou mixtes sont mises en évidence.

La chaîne de traitement informatique présentée plus haut a permis de mettre en évidence 399 concentrations de plus de neuf jours de 1980 à 1997 dans l'Atlantique tropical Est.

La représentativité des données utilisées dans cette étude (senneurs français, espagnols et N.E.I. exploitant l'Atlantique tropical est) par rapport à l'exploitation totale réalisées par la totalité des senneurs (*bull. stat. ICCAT*) apparaît figure 5. La différence entre nos données et le total ICCAT s'explique essentiellement par le fait que celui-ci réunit les données de tout l'Atlantique (seule échelle disponible) quand nos données ne concernent que l'Atlantique tropical Est. Les prises réalisées sur les concentrations représentent en moyenne 70% ($\pm 15\%$) des prises totales : les concentrations apparaissent comme essentielles dans les pêcheries de senneurs.

La présentation des résultats est faite en trois niveaux :

- à l'échelle des concentrations individuelles sont présentées leurs principales caractéristiques et leur dynamique temporelle.
- une typologie de ces concentrations est ensuite réalisée à l'échelle annuelle. Les concentrations sont alors reliées aux facteurs environnementaux pour comprendre leur déterminisme.
- enfin, les anomalies interannuelles dans l'apparition des concentrations sont analysées.

II.1. Principales caractéristiques et dynamique temporelle des concentrations

Les principales caractéristiques des concentrations sont présentées et comparées en fonction de la période et du mode d'exploitation. La dynamique temporelle de quelques concentrations est ensuite étudiée .

II.1.1. *Principales caractéristiques des concentrations comparées en fonction des modalités d'exploitation*

Les différentes concentrations identifiées montrent de grandes dissemblances, tant dans leur composition spécifique que dans leur durée, leur surface ou les prises qu'elles ont permises. Cette grande variabilité rend délicate une comparaison générale entre les périodes et les modes d'exploitation. Toutefois, quelques éléments caractéristiques des 178 concentrations "1980-1990", 113 concentrations "bancs libres 1991-1997" et 108 concentrations "sous objets 1991-1997" peuvent être mis en évidence.

La première caractéristique des concentrations concerne leur composition spécifique. Trois types de concentrations sont mis en évidence sur bancs libres (fig. 6) : des concentrations qualifiées de mixte, rassemblant des albacores, des listaos et des patudos (en proportions moyennes respectives de 45, 48 et 7%) d'une part, et deux types de concentrations formées à plus de 75% par une seule espèce (listao ou albacore) d'autre part. Les concentrations d'albacores sont caractérisées par de gros individus en bancs libres, aucune concentration avec une proportion notable d'individus petits ou moyens n'ayant été identifiée.

Tabl. 3 : Résultats du test de Kruskal et Wallis

mené sur les 178 concentrations "1980-1990", les 113 "bancs libres 1991-1997" et les 108 "sous objets 1991-1997" pour les différentes variables les caractérisant. Toutes présentent une différence significative au seuil $\alpha=0.05$ entre au moins deux des trois mode/période.

	Valeur Hc du test	Significativité p du test*
Durée	11,28	0,0035
Surface	30,60	0,0000
Prises	14,64	0,0007
PUE	14,51	0,0007
Nombre de bancs	32,21	0,0000
Effort de pêche	28,24	0,0000

* Rejet de H_0 pour $H_{obs} < H_{\alpha}$ Scherrer (1984)

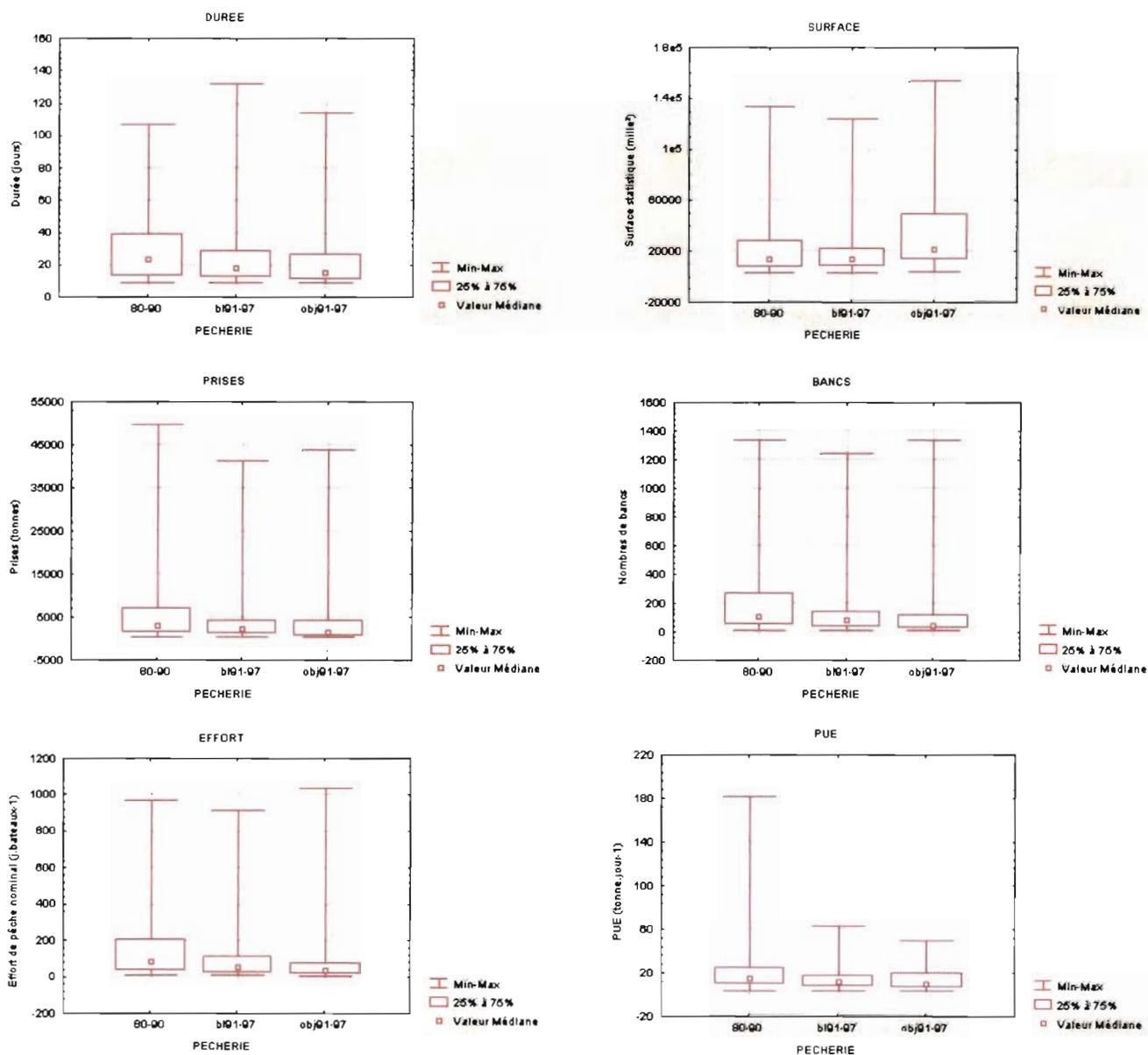


Fig. 7 : Comparaison des différentes variables caractérisant les concentrations en fonction de la période et du mode de pêche.

Les caractéristiques sont extrêmement variables à l'intérieur même d'une catégorie de période ou de mode d'exploitation. Cette figure montre la diminution des prises, du nombre de bancs et de l'effort de pêche nominal entre la période historique et la période récente.

Les objets flottants, en revanche, rassemblent principalement du listao, dans des concentrations mixtes ou presque monospécifiques (respectivement 60,6% et 80,1% de leur biomasse en moyenne). Sans tenir compte du mode de pêche, les concentrations mixtes sont restées en proportion similaire d'une période à l'autre (60,2 et 61,2%). En revanche, la proportion de concentrations de listaos a triplé entre la période historique (4,5%) et la période récente (13,6%), en liaison avec le développement de la pêche sous objets flottants dérivants.

La grande variabilité des caractéristiques des concentrations apparaît clairement sur la figure 7. Le test de Kruskal et Wallis permet de mettre en évidence les effets des pêcheries "1980- 1990", "bancs libres 1991-1997", "sous objets 1991-1997" sur les différentes variables caractérisant les concentrations : durée, surface, capture, PUE, nombre de bancs et effort de pêche. Les résultats du test (χ^2 théorique $\alpha=0,05, v=2 = 5,99$) sont rassemblés dans le tableau 3.

➤ La durée des concentrations identifiées dans cette étude varie entre 9 et 132 jours, mais 71,7% d'entre elles ont une durée inférieure à un mois. Le test met en évidence un effet pêcherie sur la durée de l'exploitation des concentrations. On observe sur la figure 7 une tendance à la baisse entre la période historique et la période récente.

➤ La surface des concentrations est également très variable : si 61,6% d'entre elles présentent une surface statistique de moins de 80 milles de rayon (soit 20 000 milles² ou 67 200 km²), la plus étendue, une concentration sous objet, atteint 153 860 milles². Pour comparaison, un thon nageant à 5 nœuds peut parcourir 80 milles en 16 heures, un senneur moyen naviguant à 13 nœuds, en 5 heures. Le résultat du test concernant la variable surface est particulièrement significatif : il y a un effet pêcherie. L'étude détaillée du spectre des valeurs révèle un schéma particulier de la pêcherie sous objets : les concentrations sont souvent plus étalées dans l'espace, avec 17% d'entre elles qui dépassent 60 000 milles² contre moins de 6% pour les concentrations bancs libres.

➤ Les prises sur concentrations présentent également une variance élevée. Elles peuvent s'élever de 300 à presque 50 000 t. Le test met en évidence un effet pêcherie sur la prise réalisée sur concentration. Les prises diminuent entre la période historique et la période récente (fig. 7). Parallèlement, le nombre de bancs capturés par concentration est souvent plus faible sur la période récente (75% des concentrations présentent moins de 127 bancs contre 271 sur la période historique). Les concentrations produisent ainsi de moins en moins de captures entre la période historique et la période récente.

➤ L'effort de pêche varie de 5 à 1034 jours.bateaux par concentration. Cette variable, pour laquelle le test est significatif, montre une diminution de l'effort nominal sur les concentrations depuis la période historique jusqu'à nos jours (fig.7).

Concentration d'albacores, zone Picolo, 15/02/91-21/04/91

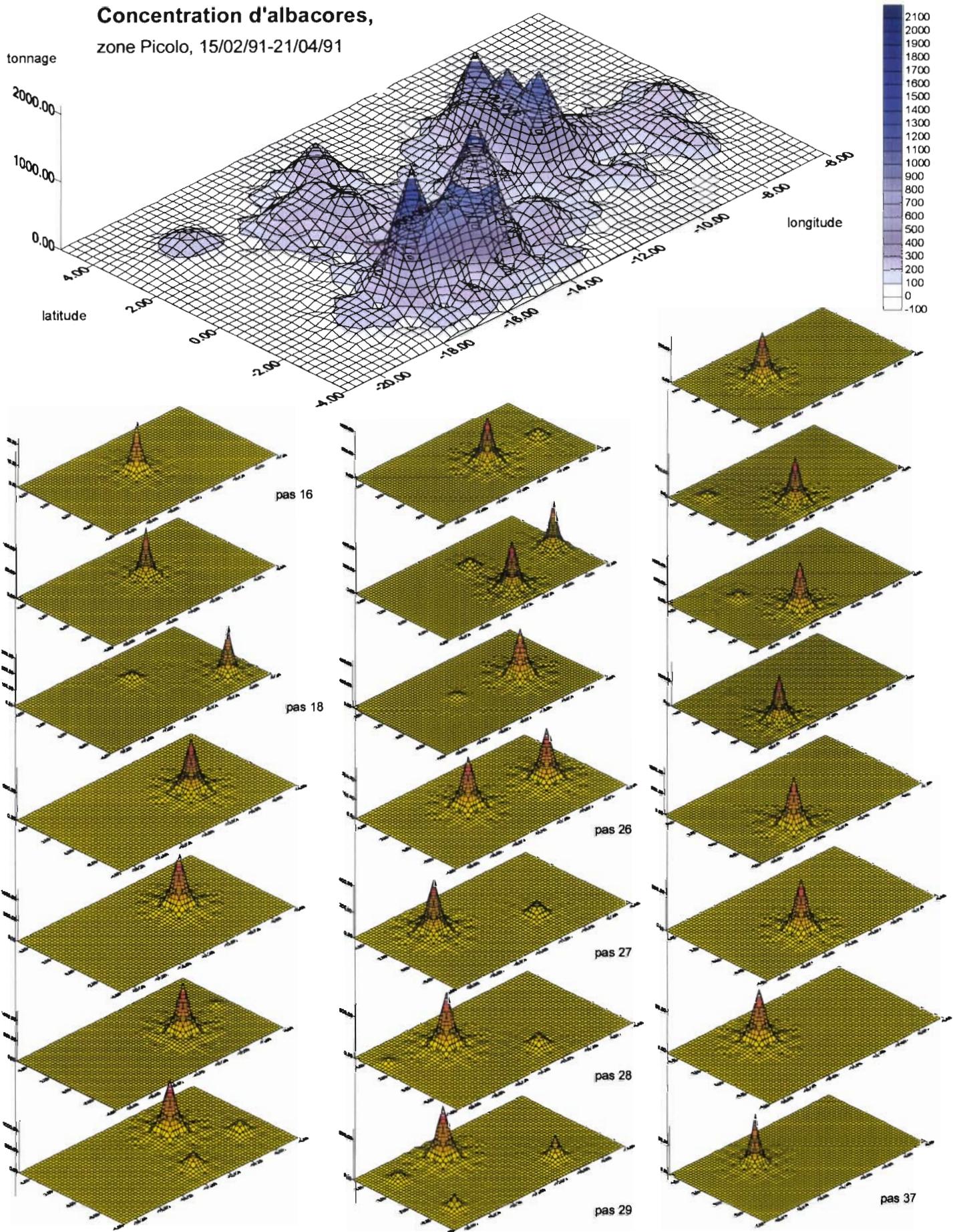


Fig. 8 : Illustration de la dynamique temporelle d'une concentration.

La concentration (prises totales) est présentée en tête de figure.

Les prises (échelle non conservée) sont suivies par pas de temps de 3 jours (de haut en bas et de gauche à droite).

➤ Les Prises par Unité d'Effort (PUE) diminuent entre la période historique et la période récente (ensemble des concentrations 1991-1997) avec respectivement la moitié des concentrations présentant des PUE inférieures à $13,7 \text{ t.j}^{-1}$ et $10,2 \text{ t.j}^{-1}$. Cette baisse est même vraisemblablement sous-estimée puisque l'effort nominal en question ne tient pas compte de l'efficacité croissante des flottilles. Par ailleurs, les rendements exceptionnels deviennent très rares : dans la période récente, une seule concentration a permis des rendements supérieurs à $60,0 \text{ t.j}^{-1}$ contre plus de 6%, soit 11 concentrations, sur la période historique.

Un effet période et/ou mode de pêche est donc mis en évidence sur toutes les caractéristiques, particulièrement variables, des concentrations. On retiendra que le nombre de bancs capturés, la prise et la prise par unité d'effort par concentration diminuent entre la période historique et la période récente et que la particularité majeure des concentrations sous objets réside dans leurs surfaces beaucoup plus importantes que celles des concentrations de bancs libres.

II.1.2. Dynamique temporelle des concentrations et de leur exploitation

Une vue dynamique d'une concentration est présentée en figure 8 : elle illustre la filiation spatiale et temporelle des prises réalisées sur une surface limitée. Par pas de temps de 3 jours, on peut ainsi suivre l'exploitation d'une biomasse localisée qui peut s'épuiser (pas 18) ou se déplacer (pas 26 à 29). Ce graphique montre également les limites de l'algorithme utilisé : il semble ici que plusieurs concentrations proches spatialement, illustrées par les différents "accidents de surface", aient été regroupées au cours de l'identification. Cependant, il faut nuancer cette remarque. En effet, les thons possèdent une anatomie qui leur permet une nage rapide pendant de longues périodes. Un thon nageant à 5 nœuds, mettrait 3,5 jours pour parcourir la distance entre les deux reliefs du pas 18 (421 milles soit 780 km), *i.e.* une durée comparable au pas de temps adopté. On ne peut donc pas écarter l'hypothèse d'un déplacement d'individus appartenant à une même concentration et pêchés en ces différentes localisations...

Outre la prise, l'effort de pêche et la PUE ont également été suivis au cours du temps pour les huit concentrations les plus importantes de chaque dominante spécifique (albacore, listao, mixte). Pour traduire l'évolution de ces paramètres, une tendance est calculée sans tenir compte des deux premiers et deux derniers pas de temps, souvent caractérisés par un faible taux d'exploitation.

Concentration de listaos,
au deuxième trimestre dans la zone Sénégal

Concentration d'albacores,
au premier trimestre dans la zone Equateur Sud

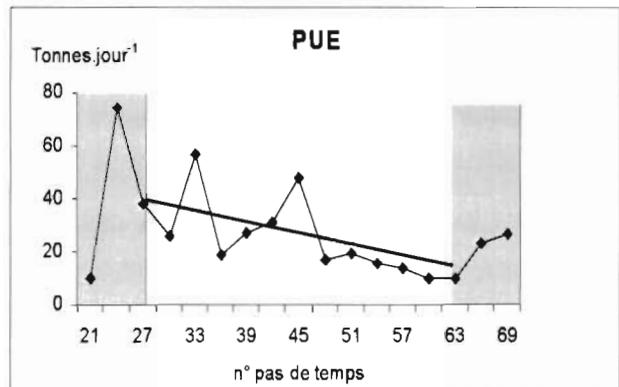
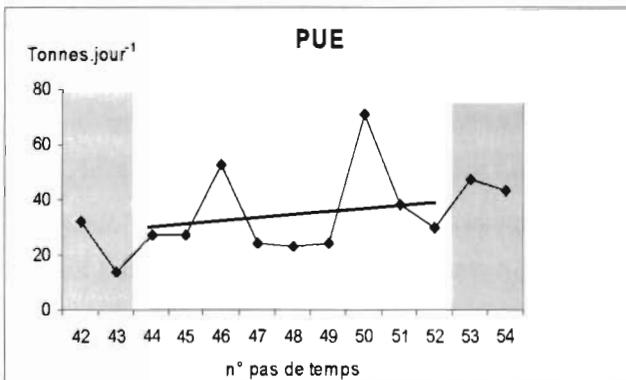
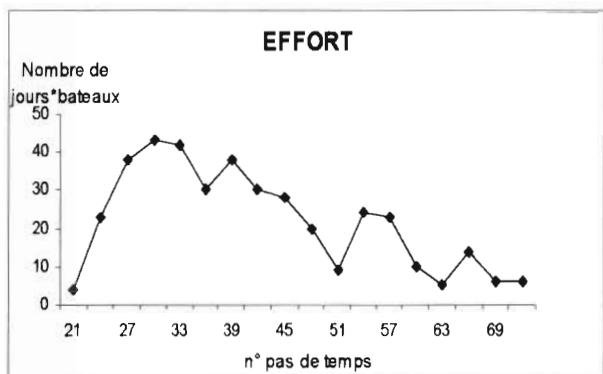
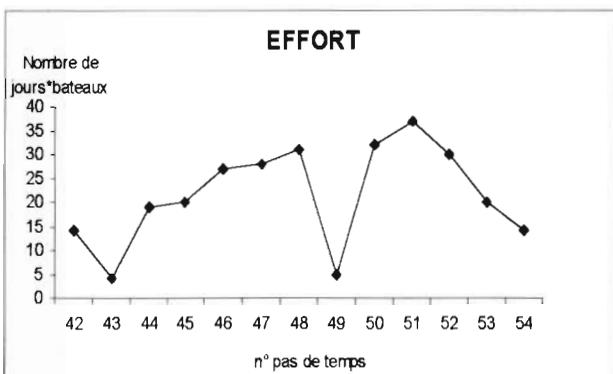
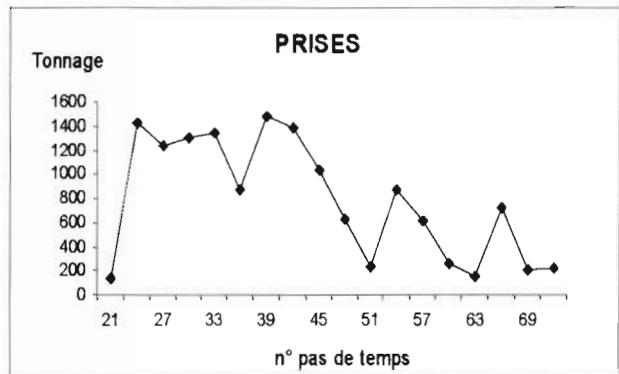
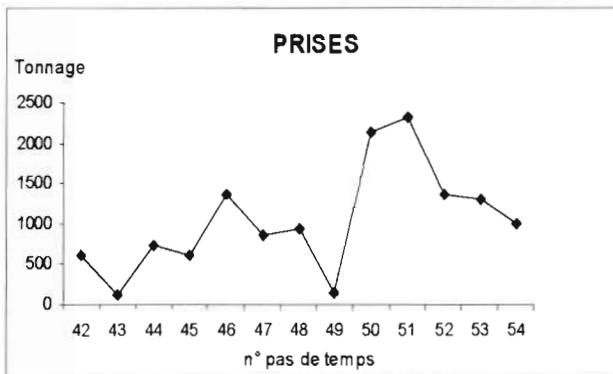


Fig. 9 : Suivi de la dynamique d'exploitation de deux concentrations caractéristiques, une concentration de listaos à gauche, une concentration d'albacores à droite.

Les prises et l'effort de pêche montrent classiquement une évolution en dôme.

La PUE de la concentration d'albacores diminue au cours de l'exploitation, celle de la concentration de listaos ne semble pas affectée par les prélèvements des senneurs.

La dynamique de la capture, très liée à celle du nombre de bateaux exploitant la concentration, présente le plus souvent (dans 17 cas sur 24) une évolution en dôme, avec une phase croissante suivie d'un plateau et d'une décroissance plus ou moins régulière. En ce qui concerne les PUE, deux schémas caractéristiques d'évolution peuvent être dégagés, illustrés par deux exemples en figure 9. Sept des huit concentrations d'albacores présentent une PUE maximale durant le premier tiers d'exploitation de la concentration, puis une tendance décroissante. En revanche, les PUE des concentrations de listaos ne présentent pas de tendance caractéristique et atteignent leur maximum à n'importe quel moment. Sur les 8 concentrations étudiées, 5 montrent une tendance croissante, une est sans tendance et enfin, 3 s'illustrent par des tendances décroissantes. Les concentrations mixtes ne présentent pas non plus de tendances particulières mais se distinguent par leur très forte variabilité entre les pas de temps successifs. Ces différentes évolutions de la PUE traduisent l'état de la biomasse locale au cours du prélèvement par les flottilles. Elles seront discutées au chapitre III.2.2.

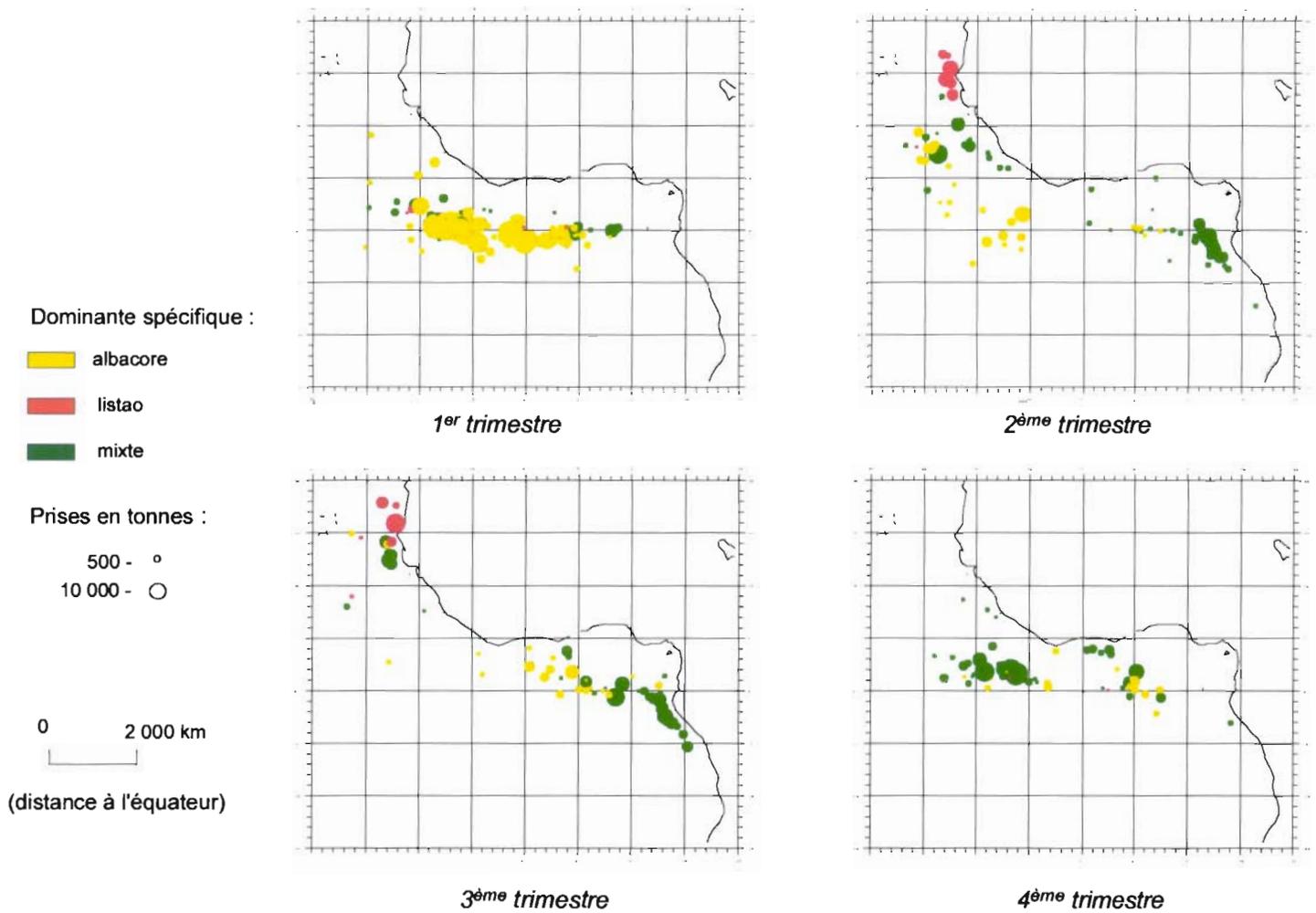


Fig. 10 : **Distribution spatiale des concentrations de chaque dominante spécifique par trimestre; concentrations bancs libres de 1980-1997.**

Les concentrations d'albacores se trouvent principalement au niveau de l'équateur au premier trimestre. Les deuxième et troisième trimestres se distinguent par la présence de concentrations de listaos sur la zone Sénégal et de concentrations mixtes devant le Cap Lopez. Au quatrième trimestre, les concentrations mixtes sont nombreuses sur les zones Pico et Equateur Nord-Est.

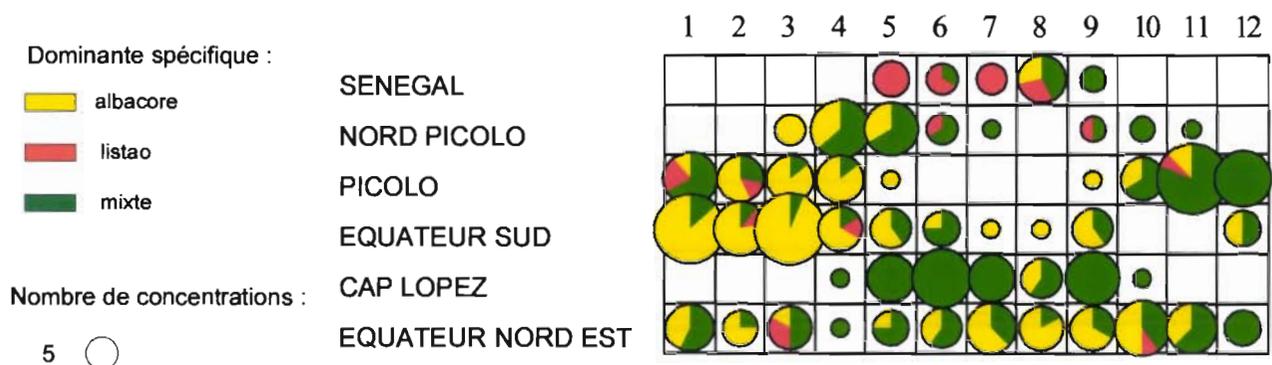


Fig.11 : **Nombre de concentrations bancs libres, mensuel et par zone, de 1980 à 1997.**

La variabilité spatio-temporelle des concentrations apparaît clairement.

II.2. Typologie des concentrations

Pour réaliser une typologie des concentrations, la variabilité spatiale et saisonnière des concentrations est analysée dans un premier temps. La typologie est ensuite affinée et formalisée au moyen d'analyses factorielles. L'étude se limite aux 291 concentrations assimilées bancs libres de la période 1980-1997. Pour information, la distribution spatiale et saisonnière des concentrations sous objets est donnée en annexe 3.

II.2.1. Une forte variabilité saisonnière

On s'intéresse ici à la distribution spatiale et temporelle des concentrations, indépendamment de leur année de formation. La variabilité saisonnière est clairement mise en évidence sur la figure 10 et est détaillée par catégorie spécifique, mois et zone en figure 11.

Toutes les concentrations identifiées au cours du premier trimestre ont eu lieu de part et d'autre de l'équateur. C'est parmi elles que l'on trouve les principales concentrations d'albacores. En effet, sur les 119 concentrations d'albacores mises en évidence, 53 ont lieu entre janvier et mars sur les zones Picolo, Equateur Sud et Equateur Nord Est. On y observe également quelques concentrations de listaos (6) et mixtes (21).

Quelques concentrations d'albacores apparaissent sur la zone Picolo jusqu'au mois de mai et sur la zone Equateur Sud pendant tout le deuxième trimestre. Outre la disparition des concentrations d'albacores, le deuxième trimestre se caractérise par un déplacement des zones de concentrations mixtes et de listaos depuis l'équateur vers des latitudes plus élevées. Au sud d'abord, devant le Cap Lopez à partir du mois d'avril, apparaissent des concentrations plurispécifiques d'albacores, de listaos et de patudos. Au nord, sur la zone Sénégal, se forment de mai à août la moitié des concentrations de listaos identifiées (11 sur 22).

Le schéma de répartition des concentrations au troisième trimestre est très semblable à celui du deuxième trimestre. On observe des concentrations de listaos au large du Sénégal jusqu'au mois de septembre. La zone Cap Lopez rassemble alors le plus grand nombre de concentrations, principalement des concentrations mixtes. A partir du mois de septembre, on observe depuis le Cap Lopez un déplacement vers le nord des concentrations mixtes, de plus en plus nombreuses sur la zone Equateur Nord Est.

Le mois d'octobre semble être une période de transition entre les mois d'été boréal et les deux derniers mois de l'année. En effet, c'est à partir de ce moment là que les concentrations disparaissent des zones de latitudes élevées pour migrer vers le nord de l'équateur, sur la zone Picolo principalement. Au dernier trimestre, on observe les concentrations sur deux zones bien distinctes : la zone Picolo et la zone Equateur Nord Est. Le mois de décembre est une transition vers les schémas du premier trimestre avec l'apparition des premières concentrations d'albacores au niveau de l'Equateur Sud.

Quatre principaux types de concentrations se dégagent de cet ensemble :

- des concentrations de gros albacores au niveau de l'Equateur de janvier à mai,
- des concentrations de listaos aux deuxième et troisième trimestres sur la zone Sénégal,
- des concentrations mixtes au niveau du Cap Lopez aux deuxième et troisième trimestres,
- et enfin, des concentrations mixtes au nord de l'Equateur au quatrième trimestre.

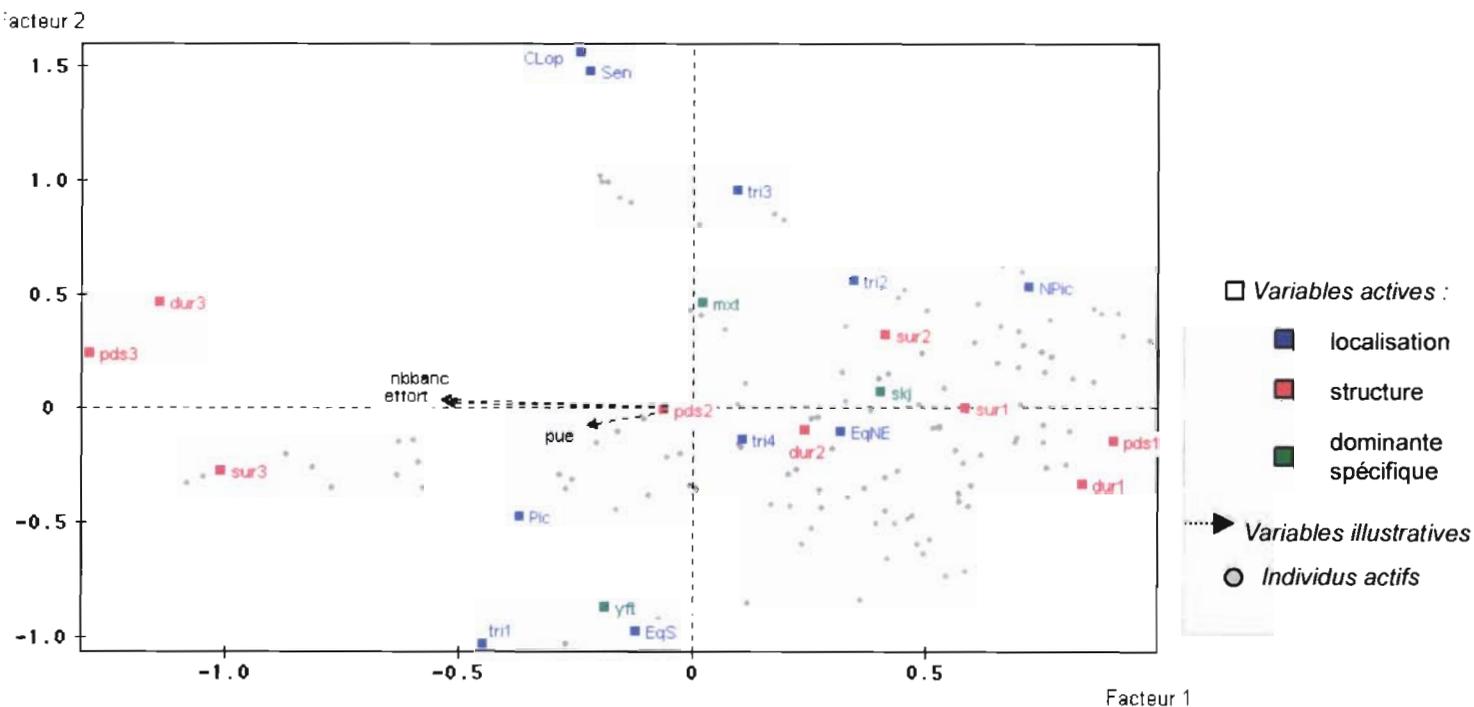


Fig.12 : Résultats de l'ACM sur les concentrations "bancs libres" dans le plan factoriel (1,2).

Un effet taille, pratiquement indépendant de l'espèce, de la zone ou du trimestre est mis en évidence sur le premier axe. Les concentrations du milieu de l'année au Cap Lopez et au Sénégal se ressemblent et diffèrent des concentrations équatoriales du premier trimestre.

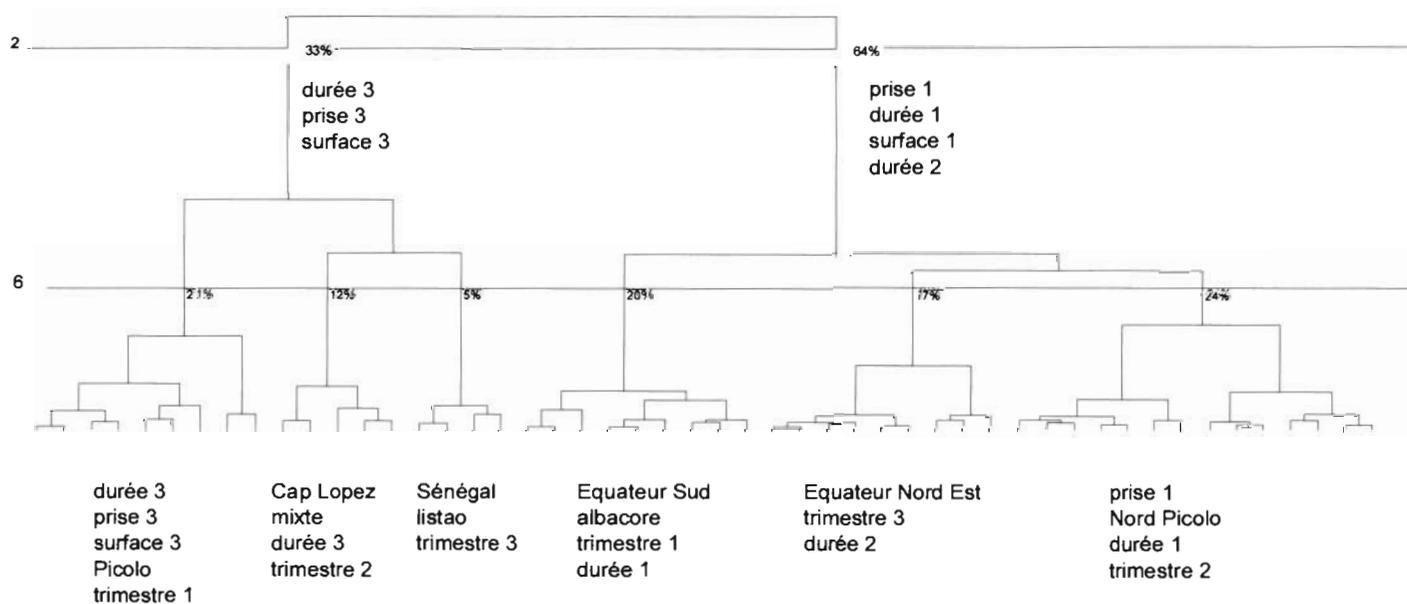


Fig.13 : Représentation des principales agrégations déterminées par CAH sur les concentrations bancs libres.

La CAH sépare les concentrations en deux groupes sur des modalités de structure (durée, surface, prise) : les "grandes" et les "petites" concentrations.

Dans ces groupes, elles sont discriminées selon leur lieu et période de formation ainsi que sur leur composition spécifique.

Cette typologie est affinée grâce aux analyses factorielles en prenant en compte, outre la localisation spatio-saisonnaire des concentrations, leurs caractéristiques structurales et les données hydro-climatiques associées.

II.2.2. Résultats des analyses factorielles

Une première analyse, combinant ACM et CAH, est conduite sur le tableau complet des 291 concentrations bancs libres pour dresser une typologie générale des concentrations. Puis, l'analyse est réalisée au niveau des dominantes spécifiques (concentrations d'albacores, concentrations mixtes), en associant des variables environnementales, pour dégager une typologie plus fine, tenant compte des préférences écologiques des espèces. Pour cette raison, elle porte sur les concentrations d'une durée inférieure à un mois ayant pu être associées à des données hydro-climatiques fines : 81 concentrations d'albacores d'une part, 85 concentrations mixtes d'autre part. Les concentrations de listaos, trop peu nombreuses et déjà clairement associées à une strate spatio-temporelle (II.2.1), n'ont pas fait l'objet d'étude factorielle spécifique.

Les analyses factorielles intègrent des variables de localisation (zone, trimestre, mois) et de structure (durée, surface, prise) des concentrations ainsi que, le cas échéant, des variables environnementales (turbulence et température de surface).

Les principaux résultats issus des analyses factorielles, dont notamment les coordonnées et les contributions des modalités actives sur les axes factoriels, sont présentés en annexe 4. Comme l'expliquent Escofier et Pagès (1988), les valeurs propres et les pourcentages d'inertie issus d'une ACM, souvent faibles, ont moins d'influence sur son interprétation que dans le cas d'une Analyse en Composantes Principales (ACP). La présentation des résultats se limitera ici au plan formé par les deux premiers axes factoriels, ceux-ci se démarquant des suivants par une rupture dans la décroissance des valeurs propres et résumant de façon jugée satisfaisante nos données.

□ Analyse structurelle

La première analyse concerne la totalité des concentrations bancs libres. Les résultats de l'ACM dans le plan factoriel (1,2) sont présentés en figure 12. Le premier axe, représentant 14% de l'inertie, est construit à 89% à partir des trois variables de "structure" de la concentration : il oppose les grandes concentrations, dont les modalités de surface, de durée et de prises importantes sont corrélées à l'effort et au nombre de bancs, aux concentrations de tailles plus faibles. L'axe 2 (12% de l'inertie) est formé à 90% par les variables de localisation spatio-temporelle et de composition spécifique des concentrations. Il oppose les zones équatoriales du premier trimestre, avec des concentrations d'albacores, aux zones de latitudes plus élevées, le Cap Lopez et le Sénégal, au deuxième et troisième trimestre. L'examen de la répartition des concentrations dans le plan (1,2) en figure 12 ne met pas en évidence de groupes nets. La densité est néanmoins plus importante autour des premières modalités de structure, indiquant un nombre important de concentrations petites et moyennes dans les zones Equateur Nord Est et Nord Picolo. La construction du plan par deux catégories de variables pratiquement orthogonales (variables de structure pour l'axe 1, variables de localisation pour l'axe 2) montre toutefois le peu de rapport existant entre la localisation spatio-temporelle d'une concentration et sa taille.

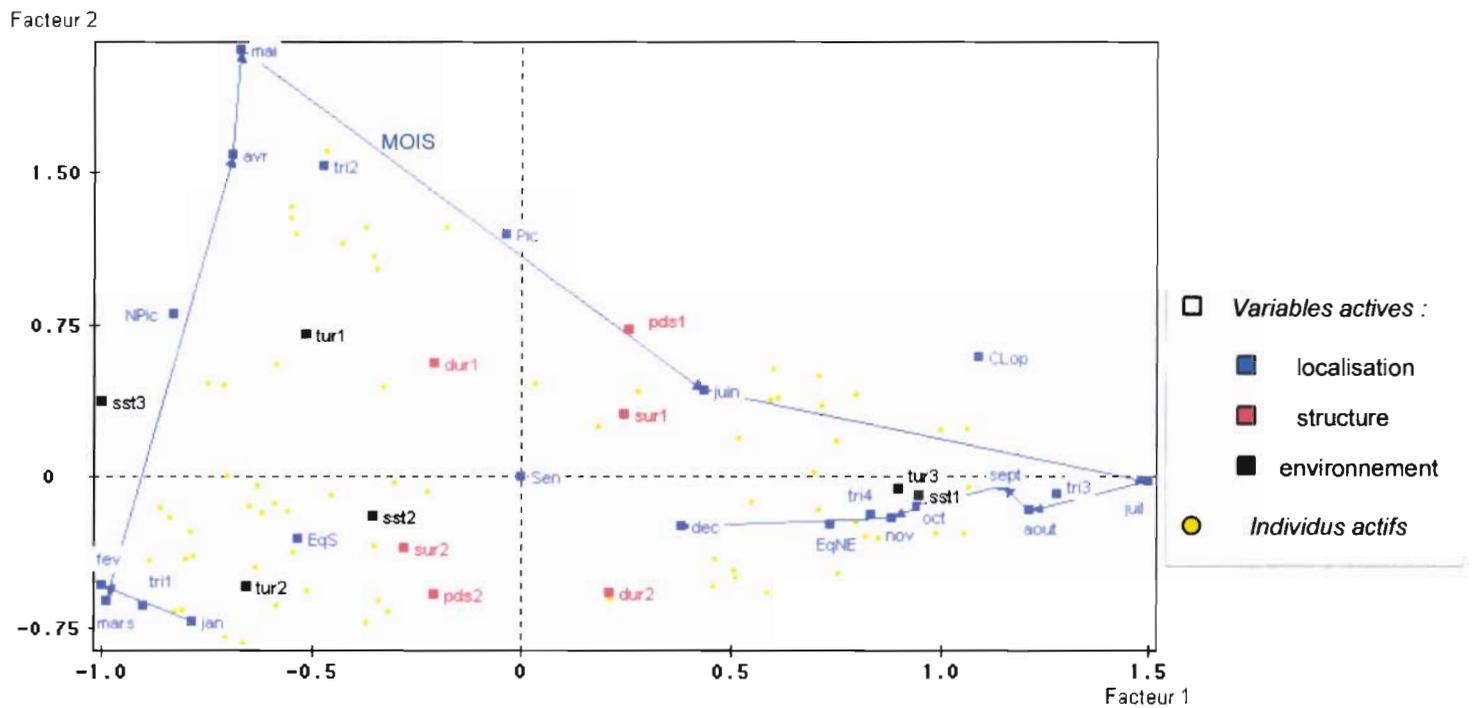


Fig.14 : Résultats de l'ACM sur les concentrations d'albacores dans le plan factoriel (1,2).

Les concentrations sont d'abord groupées en fonction de leur lieu et période de formation, liés à des conditions hydrologiques particulières (axe 1) puis en fonction de leur structure (durée, surface, prises) sur l'axe 2.

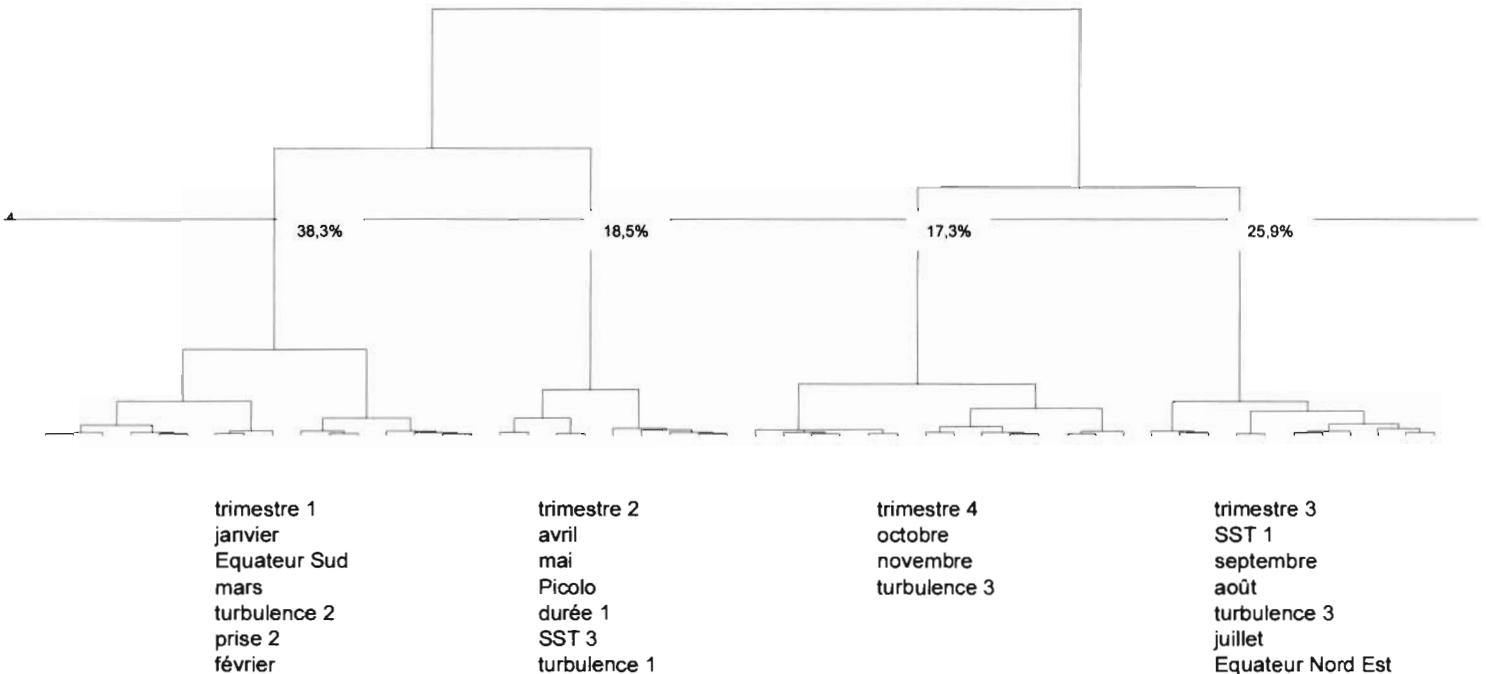


Fig.15 : Représentation des principales agrégations déterminées par CAH sur les concentrations d'albacores.

La CAH sépare quatre groupes correspondant aux quatre trimestres, les deux premiers s'opposant aux deux derniers.

La CAH (fig. 13), conduite sur les 5 premiers axes factoriels de l'ACM, sépare tout d'abord deux groupes : les "grandes" concentrations avec des modalités de durée, surface et prises élevées, et les "petites" concentrations. Chaque groupe se subdivise ensuite en trois groupes. Aux grandes concentrations (33% des effectifs) sont associées d'une part des concentrations de la zone Pico au premier trimestre, d'autre part des concentrations mixtes au Cap Lopez au deuxième trimestre et des concentrations de listaos au Sénégal au troisième trimestre. Les petites concentrations sont liées aux modalités Equateur Sud, albacore, premier trimestre d'une part et à l'Equateur Nord Est, troisième trimestre ainsi qu'à celles ayant permis de petites prises d'autre part.

Ces analyses soulignent des ressemblances entre les concentrations du milieu de l'année au Cap Lopez et au Sénégal, à dominante spécifique de listaos ou mixtes, qu'elles distinguent des concentrations équatoriales au premier trimestre à dominante d'albacore ou mixtes. Par ailleurs, elles mettent clairement en évidence un effet taille, opposant les petites aux grandes concentrations, qui est plus discriminant que l'espèce dominante, la zone ou le trimestre.

□ Analyses environnementales

Deux nouvelles analyses sont conduites sur les concentrations petites et moyennes en ajoutant, comme facteur explicatif, deux variables environnementales : la turbulence apparente (déduite du vent) et la température de surface.

La première de ces analyses concerne les concentrations d'albacores. L'ACM (fig.14) montre une partition des concentrations d'abord en fonction de la saison : le premier facteur (représentant 17% de l'inertie totale) est expliqué à 51% par les variables de localisation temporelle et à 35% par les variables environnementales. Il oppose les deux premiers trimestres, associés à des turbulences faibles et des eaux de surface chaudes, au troisième et, dans une moindre mesure, au quatrième trimestre, au cours desquels les concentrations sont associées à des eaux de surface agitées et froides (tur3, sst1). Le deuxième facteur, qui explique 13% de l'inertie, est construit par des critères de localisation spatio-temporelle (à 59%) et des critères de structure (à 31%) : les petites concentrations sont liées à la zone Pico et au deuxième trimestre.

La CAH (fig. 15), menée sur les 4 premiers axes, sépare quatre groupes correspondant aux quatre trimestres (respectivement 38, 19, 26 et 17% des effectifs), les deux premiers et les deux derniers étant liés. Le premier trimestre est associé à la zone Equateur Sud et une turbulence moyenne, le deuxième à la zone Pico, des SST chaudes et une faible turbulence. Les concentrations des troisième et quatrième trimestres sont associées à des turbulences élevées.

Ainsi, l'ACM et la CAH séparent les concentrations d'abord en fonction de la saison. Les concentrations des quatre premiers mois, qui sont associées à des eaux de surface relativement calmes et chaudes, sont opposées aux concentrations deux derniers trimestres, liées à des SST faibles et une forte turbulence. On remarque également que la zone Equateur Sud est associée au premier trimestre et à des conditions hydrologiques intermédiaires ($SST \in [26,5 ; 28^\circ\text{C}]$, turbulence $\in [70 ; 125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-3}]$). Enfin, il est intéressant de noter que les tailles des concentrations d'albacores semblent différentes selon leurs localisations, les critères de structure (durée, surface et captures) déterminant à 31% le deuxième axe de l'ACM. Les grandes concentrations d'albacores se trouveraient plus fréquemment dans la zone Equateur Sud au premier trimestre, les plus petites dans la zone Pico au deuxième.

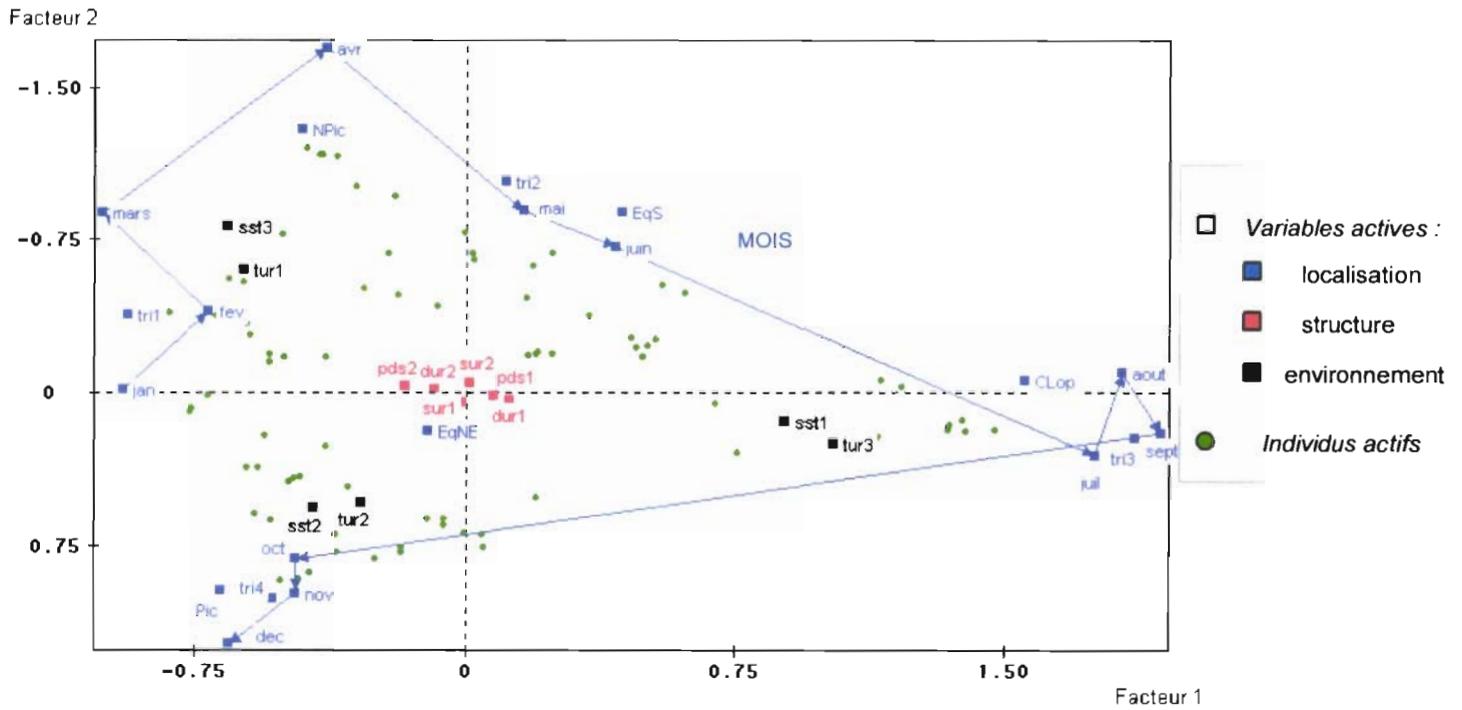


Fig.16 : Résultats de l'ACM sur les concentrations mixtes dans le plan factoriel (1,2).
Quatre types de concentrations apparaissent, liés à chaque trimestre.

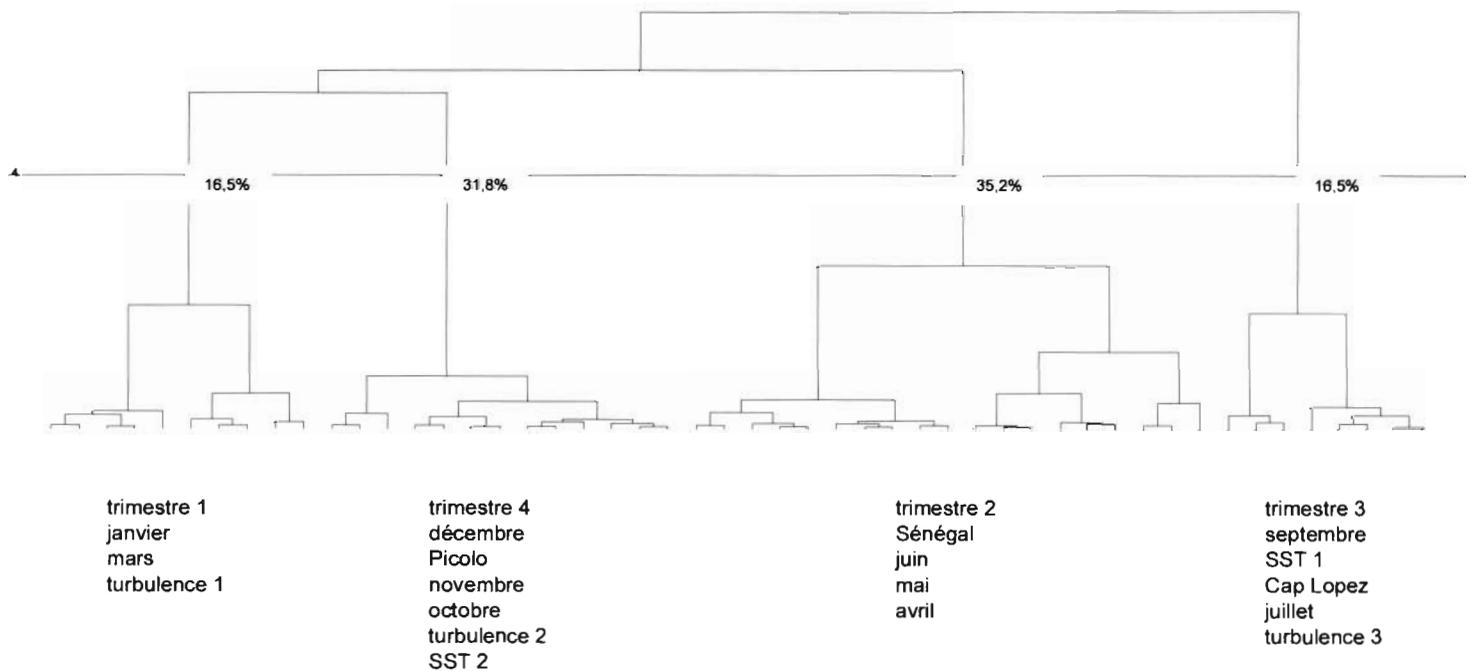


Fig.17 : Représentation des principales agrégations déterminées par CAH sur les concentrations mixtes.

La CAH sépare quatre groupes correspondant aux quatre trimestres, le premier et le quatrième, liés également avec le second trimestre s'opposant au troisième trimestre auquel sont associées des températures froides et des turbulences élevées.

La même analyse est conduite sur les concentrations mixtes. Le plan factoriel (1,2) de l'ACM, représentant 38% de l'inertie totale (fig. 16), est déterminé en quasi-totalité (99,6%) par les variables de localisation spatio-temporelles et les variables environnementales. A la différence de la précédente analyse, les variables de structure n'ont pratiquement aucun poids dans ce premier plan. Trois groupes sont discriminés. Les concentrations du premier trimestre, ainsi que celles du mois d'avril sur la zone Nord Picolo, sont liées à des faibles vents et des SST élevées. Les concentrations de la zone Cap Lopez au troisième trimestre sont associées à une forte turbulence et à des eaux froides. Enfin, au quatrième trimestre sur la zone Picolo, on observe des concentrations associées à des conditions moyennes de température et de turbulence. Le deuxième trimestre est une période de transition.

La CAH (fig. 17), conduite sur les 6 premiers axes, sépare d'abord, comme pour les concentrations d'albacores, les concentrations sur les trimestres. Mais ce sont le premier trimestre, lié à une turbulence faible, et le quatrième, lié des conditions d'agitation et de SST moyennes, qui sont associés, partageant 48% des effectifs. Ces deux sous-groupes sont liés avec le second trimestre. Ils s'opposent ensemble au troisième trimestre (16% des effectifs), lié à des températures froides et une turbulence élevée.

Ainsi les concentrations mixtes se séparent d'abord en fonction de leur répartition spatio-temporelle, indépendamment de leur taille. Quatre types de concentrations, liés chacun à un trimestre, sont mis en évidence.

En conclusion, l'analyse factorielle conduite sur la totalité des concentrations bancs libres montre que le premier critère de discrimination des concentrations est leur structure (durée, surface, prise), avant l'espèce dominante, la zone ou la période d'apparition. Les petites et moyennes concentrations se partagent ensuite sur des critères de localisation spatio-temporelle, reflétant des conditions hydrologiques particulières. Ces zones et périodes d'apparition, qui diffèrent sensiblement selon le type spécifique des concentrations (grands albacores ou mixtes, concentrations plurispécifiques de listaos et de juvéniles d'albacores et de patudos), pourraient traduire les préférences écologiques des individus aux différentes phases de leur cycle vital.

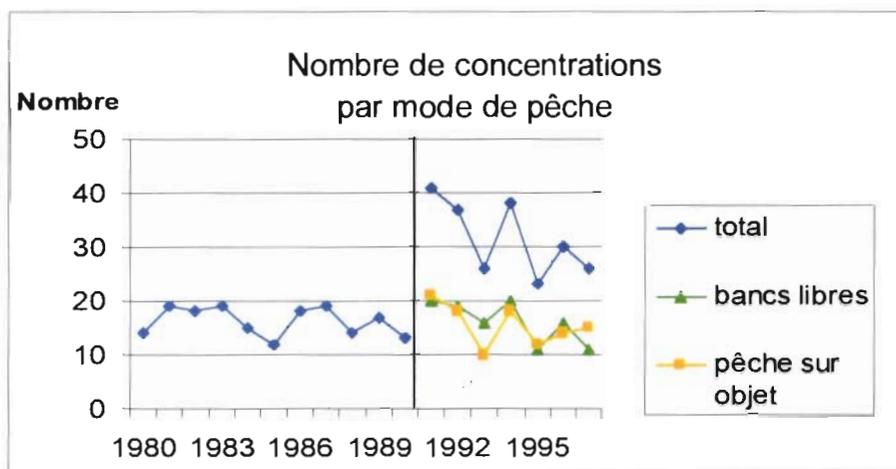


Fig.18 : Evolution du nombre de concentrations de 1980 à 1997.

Les concentrations sous objets (mode de pêche détaillé à partir de 1991) conduisent à un doublement du nombre de concentrations identifiées par an. Elles sont en nombre comparables à celui des concentrations bancs libres, sensiblement toujours aussi nombreuses quelque soit la période.

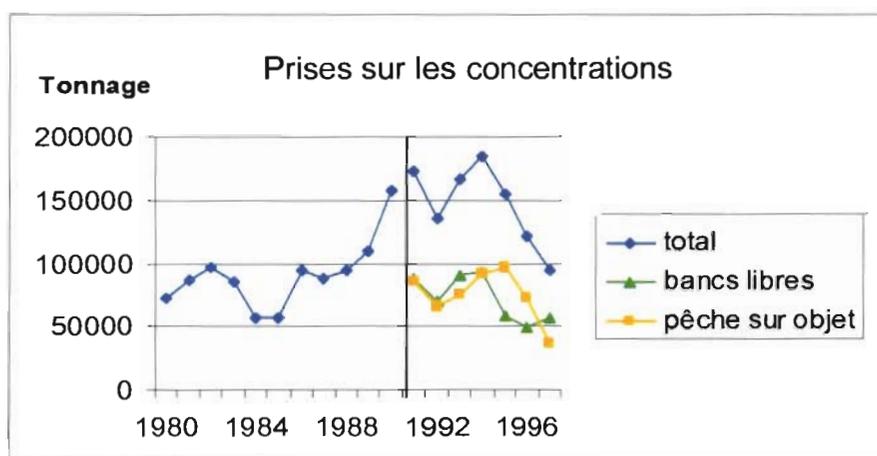


Fig.19 : Evolution des prises totales effectuées sur les concentrations de 1980 à 1997.

Les prises totales sur concentration, après une forte augmentation de 1987 à 1991, chutent depuis 1994.

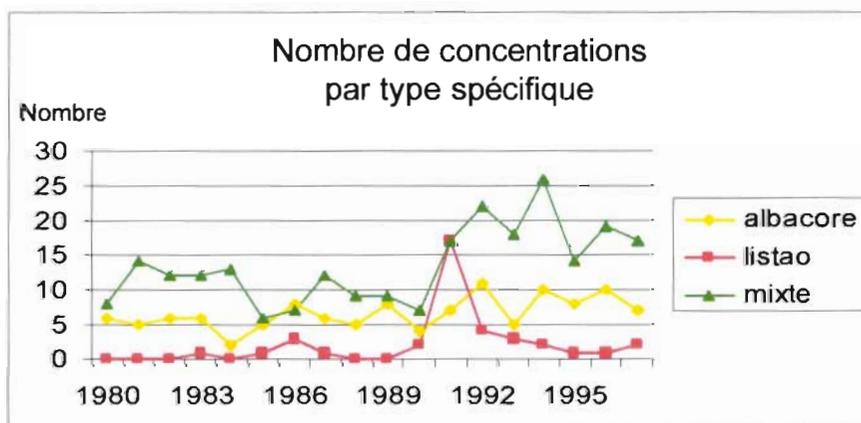


Fig. 20 : Evolution du nombre de concentrations, bancs libres et sous objets, de chaque dominante spécifique de 1980 à 1997.

Le nombre de concentrations de chaque type spécifique varie sans tendance sur la période historique. Le nombre de concentrations de listaos, particulièrement élevé en 1991, présente une tendance décroissante sur la période récente.

II.3. Variabilité interannuelle

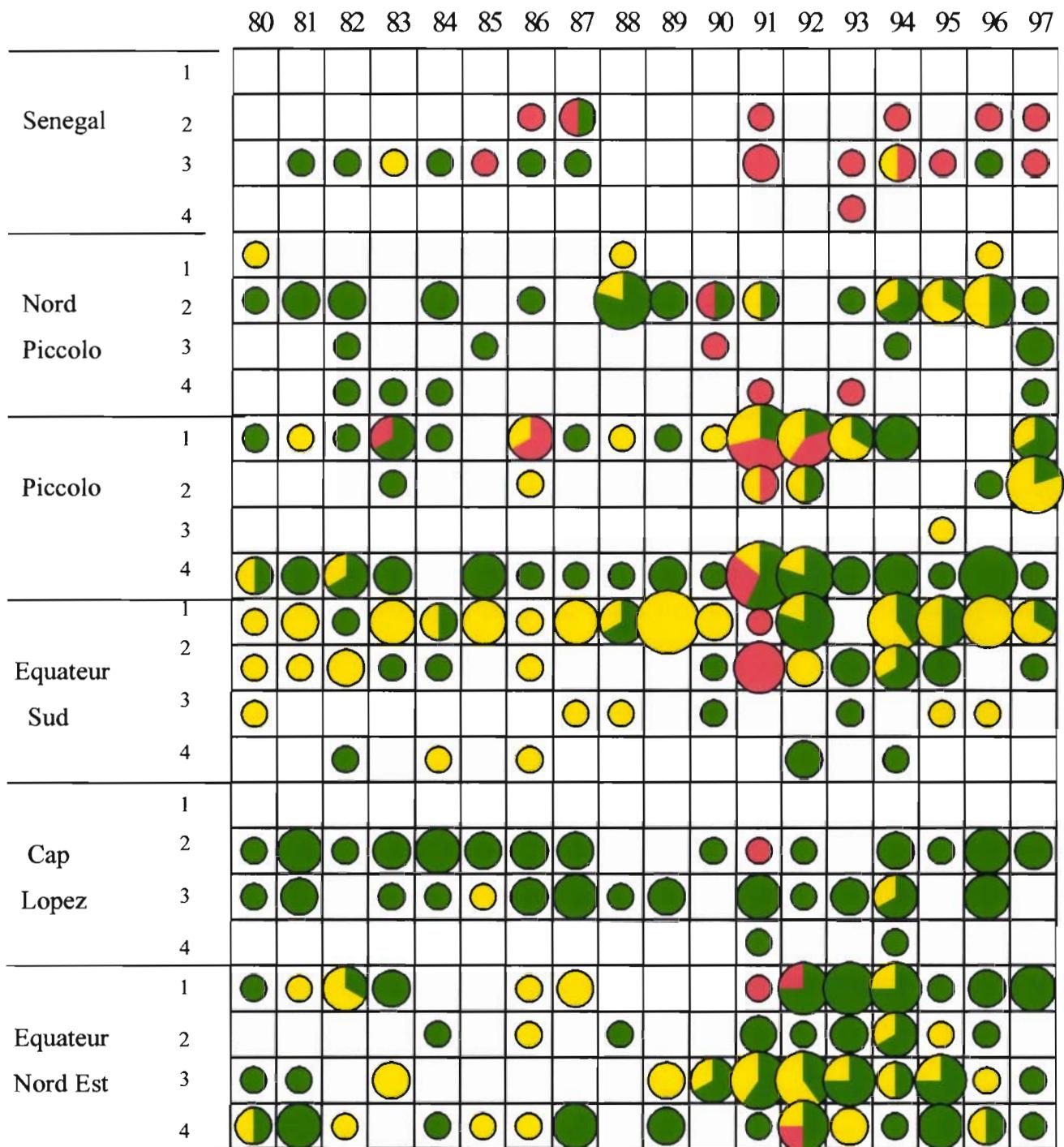
II.3.1. *Evolution du nombre de concentrations et des prises sur concentrations*

Les évolutions du nombre de concentrations et des prises réalisées sur concentrations pendant la période 1980-1997 sont présentées respectivement sur les figures 18 et 19. De 1980 à 1990, 12 à 19 concentrations par an sont mises en évidence. En 1991, le nombre de concentrations identifiées dans l'année est multiplié par plus de deux (41). Bien qu'une part de cette hausse puisse être attribuée à l'algorithme d'identification des concentrations (le traitement parallèle des coups "bancs libres" et "sous objets" commence à partir de 1991), l'introduction du mode de pêche "sous objets flottant" semble se traduire par l'exploitation de concentrations supplémentaires. Les concentrations "sous objet" sont aussi nombreuses que les concentrations "bancs libres" avec respectivement de 12 à 21 et de 11 à 20 unités identifiées chaque année. Le nombre de concentrations "bancs libres" identifiées chaque année sur la période récente reste comparable à celui de la période historique. Néanmoins, on remarque que la plus faible occurrence de concentrations "bancs libres" (11) concerne deux des trois dernières années, 1995 et 1997.

Les prises sur concentrations suivent l'évolution du nombre de concentrations de 1980 à 1987 (fig. 19). Les prises totales augmentent ensuite fortement, jusqu'à 184 400 t en 1994, notamment avec le développement de la pêche sous objets. Depuis 1994, on constate une diminution des prises, aussi bien sur les concentrations "bancs libres" que "sous objets".

II.3.2. *Variabilité interannuelle de la dynamique saisonnière*

Le nombre de concentrations identifiées par an, lorsque l'on considère un mode de pêche donné, varie donc relativement peu entre d'une année à l'autre. Il en est de même pour le nombre de concentrations par type d'espèces dominantes (fig. 20). D'une manière générale, les concentrations plurispécifiques sont les plus nombreuses (de 6 à 26 identifiées par an), celles composées à plus de 75% de listaos étant par contre relativement rares (de 0 à 4, sauf exception). Enfin, de 2 à 11 concentrations d'albacores sont mises en évidence chaque année. Certaines années se distinguent par un nombre exceptionnel de concentrations d'un type spécifique. C'est le cas notamment de l'année 1991 au cours de laquelle un nombre anormalement élevé de concentrations de listaos (17) est mis en évidence. L'année 1984 se singularise par la plus faible occurrence de concentrations d'albacores (seulement deux). Ceci est à relier à des changements de capturabilité et de recrutement des différentes espèces et sera discuté en III.3.1.



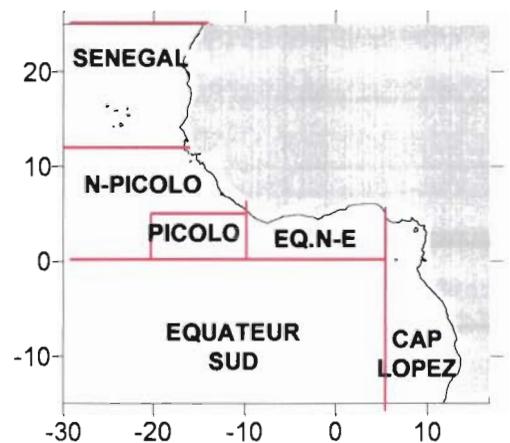
Dominante spécifique :



Nombre de concentrations :



Fig.21 : Nombre et part relative des concentrations de chaque dominante spécifique, sur bancs libres et objets, identifiées dans chaque zone à chaque trimestre par année.



De la même façon, on remarque que la répartition saisonnière des concentrations (fig. 21) est assez similaire chaque année malgré quelques exceptions.

- La zone Sénégal, tout d'abord, présente deux périodes différentes. De 1981 à 1987, on y observe principalement des concentrations mixtes qui sont progressivement remplacées par des concentrations à dominante listaos à partir de 1985. Ceci correspond à un changement dans la composition spécifique de la zone, déjà souligné (Hallier, 1998) mais pas expliqué, avec une disparition de l'albacore dans les captures de senneurs. De 1988 à 1990 et en 1992, une absence totale de concentration est remarquable.

- Depuis 1991, un changement d'exploitation est observé sur la zone Cap Lopez : les concentrations mixtes ne sont plus exploitées sur bancs libres mais sous objets flottants. Elles peuvent également être associées à des requins-baleines et des baleines, nombreux dans la zone, considérés dans cette analyse comme des objets flottants et bien signalés dans les livres de bord seulement depuis 1991.

- Dans la période récente, des concentrations d'albacores sont observées fréquemment sur les zones Pico (premier trimestre), Nord Pico (deuxième trimestre) et au Equateur Nord Est (troisième trimestre) alors qu'elles l'avaient rarement été au cours de la période historique.

- Enfin, les concentrations mixtes observées sur la zone Equateur Nord Est depuis 1991 sont à relier au développement de la pêche sous objets (32 des 46 concentrations mixtes exploitées de 1991 à 1997 le sont sous cette modalité). Cette zone est connue pour la présence d'épaves naturelles dérivantes.

III.1. Identification fine des concentrations

La présente étude a défini une logique systématique pour mettre en évidence les concentrations. La méthode se heurte néanmoins à plusieurs limites. Elle pourrait être améliorée en utilisant des critères de discrimination plus fins.

Une première limite concerne les données de départ qui sont des données de pêches commerciales. Il est donc évident que les informations sont tributaires de l'exploitation. Certaines concentrations n'ont ainsi sans doute pas été identifiées, faute d'avoir été exploitées. Cependant, on peut supposer qu'en raison, d'une part des connaissances acquises par les senneurs depuis le début de la pêcherie en 1960, et d'autre part du nombre important de senneurs qui opèrent dans une zone de pêche relativement restreinte, la couverture de la zone est représentative de la disponibilité de la ressource. De plus, compte tenu de leur intérêt pour les senneurs, les zones majeures de concentrations, sont probablement particulièrement bien localisées et exploitées. Enfin, la recherche des concentrations sur presque deux décennies permet de dégager les grands types de concentrations, quelles que soient les anomalies annuelles de l'exploitation.

L'imprécision concernant le mode de pêche avant 1991 est une deuxième limite des données de départ, susceptible de biaiser l'identification des concentrations. Ainsi, l'augmentation des prises de 1988 à 1990, alors que le nombre de concentrations reste stable (fig. 19), pourrait s'expliquer par des coups de senne "sous objets" non référencés qui seraient assimilés, au cours de cette période, à des concentrations "bancs libres". Ces coups sous objets, créant des filiations spatiales artificielles entre différentes concentrations "bancs libres", conduiraient à l'identification de "méga-concentrations". L'intensification de l'exploitation sous objets depuis 1989 expliquerait l'augmentation de la prise sur concentrations alors que, dans le même temps, le nombre de concentrations reste constant, ceci jusqu'en 1991, où les coups de senne sur bancs libres et sous objets, sont bien indiqués et traités séparément.

Enfin, les données de livres de bord compilant 18 années sont très volumineuses (25 500 Ko). Pour en faciliter le traitement, un découpage par année a été adopté. Une coupure artificielle est ainsi créée entre le 31 décembre et le 1er janvier et scinde des concentrations chevauchant deux années. C'est régulièrement le cas dans la zone Pico, par exemple en décembre 1983 et janvier 1984 où une concentration unique est arbitrairement divisée deux petites. Quelques concentrations de gros albacores débutant courant décembre dans l'Equateur sud sont également divisées. Il serait intéressant de reprendre l'algorithme en supprimant le découpage ou, à défaut, en évitant la scission des concentrations au moyen d'un découpage temporel moins rigide que les trimestres civils, basé par exemple sur des critères hydro-climatiques et sur le mouvement des flottilles (celui-ci reflétant la disponibilité de la ressource). La coupure annuelle pourrait se faire sur une période mobile, le 1er trimestre étant défini par rapport à une normale saisonnière de température et de vent.

Par ailleurs, les critères de définition et de discrimination des concentrations doivent être précisés. Cette étude permet de cerner l'échelle des critères de proximité spatio-temporelle des prises et/ou de l'effort à considérer pour la définition des concentrations. Elle montre que le pas de temps de trois jours est probablement bien adapté au suivi de la prise (fig. 8). La maille géographique d'un degré de côté semble en revanche un peu large pour discriminer les concentrations : la cartographie des prises (fig. 8) indique que deux concentrations proches peuvent être agrégées en une unique concentration. Cette imprécision pourrait cependant être évitée par l'approche dynamique, explicitée plus loin, de l'identification des concentrations.

La détermination rigoureuse de seuils de durée, de surface, de prises et/ou d'effort définissant une concentration apparaît être une question complexe. Si l'ACM montre que ces caractéristiques de structure sont les premiers critères de discrimination des concentrations, elle montre également que ces critères varient sensiblement avec l'espèce dominante, la zone et la période d'apparition de la concentration. La définition générale de seuils quand le concept de concentration est si hétérogène s'avère ainsi particulièrement délicate.

Le dernier de ces critères concerne la ou les variables à prendre en compte dans l'identification des concentrations. Nous avons retenu ici, comme Fonteneau (1986) et Foucher (1994), l'existence d'une forte prise dans un temps limité. Mais d'autres critères pourraient être envisagés. Le nombre de calées totales par exemple, en particulier pour la pêche sur bancs libres où les coups nuls sont fréquents, pourrait être plus représentatif de l'agrégation des bancs que les fortes prises seules.

Quelles que soient les caractéristiques retenues, la prise en compte de leur dynamique temporelle semble prometteuse pour identifier les concentrations. En effet, les prises (fig. 9), mais également le nombre de calées, présentent souvent en fonction du temps une structure en dôme caractéristique de l'exploitation des concentrations et, par hypothèse, de la biomasse disponible. Les limites de la concentration pourraient être définies par le suivi des pentes, croissantes au début, décroissantes à la fin. Ceci permettrait d'une part de mieux discriminer les concentrations et d'autre part de bien saisir leur phase finale pendant laquelle l'effort de recherche reste parfois important mais où la prise tend vers zéro. La phase finale de l'exploitation des concentrations est particulièrement délicate à cerner car elle dépend largement des concentrations voisines. En effet, les concentrations, notamment celles de listaos de faibles valeurs commerciales, peuvent être abandonnées avant leur épuisement total si des concentrations plus volumineuses et/ou rassemblant des espèces plus intéressantes sur le plan économique sont localisées à proximité.

Le recours à un système expert multi-critères permettrait d'intégrer toutes ces remarques. Prenant en compte des variables d'exploitation (par exemple la prise et le nombre de calées), l'espèce dominante ainsi que la strate spatio-temporelle du coup de senne, les connaissances sur la dynamique d'exploitation des concentrations (regroupement de navires, pleine exploitation, dissociation de la flottille), les observations de terrain (les senneurs ont-ils abandonné la concentration avant son épuisement total ?,...), il permettrait certainement d'améliorer l'identification des concentrations.

III.2. Ecologie des concentrations

III.2.1. Déterminisme des concentrations

Contrairement au banc où les individus se regroupent par grégarisme (Breder, 1951), dans une concentration, les individus sont attirés dans un même endroit en raison des caractéristiques physiques ou écologiques de l'environnement qui y règnent (Cayré, 1985). Les analyses réalisées dans cette étude confirment cette relation étroite entre conditions environnementales particulières et concentrations. Selon Fonteneau (1986), les concentrations sont a priori attribuables à deux phénomènes biologiques : la ponte et/ou la recherche de nourriture, phénomènes pour lesquels les exigences écologiques sont différentes (Cayré *et al.*, 1988).

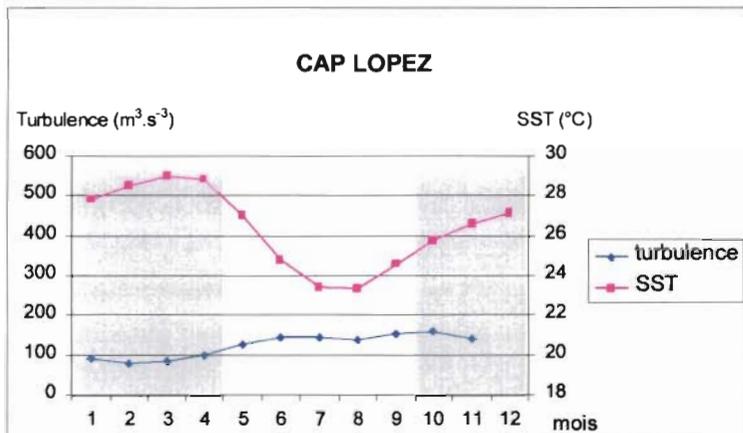
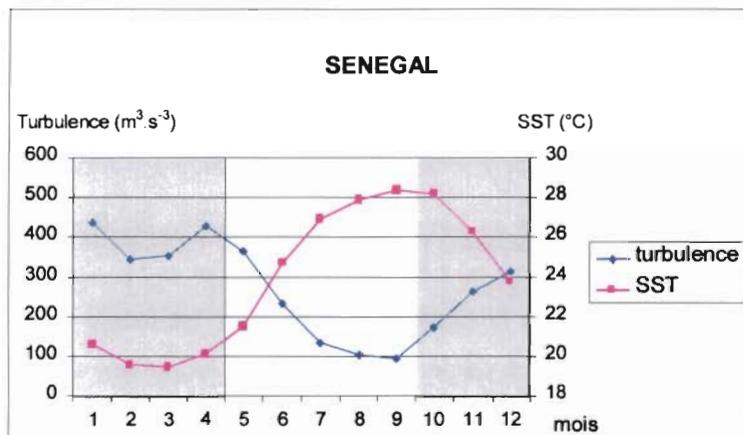
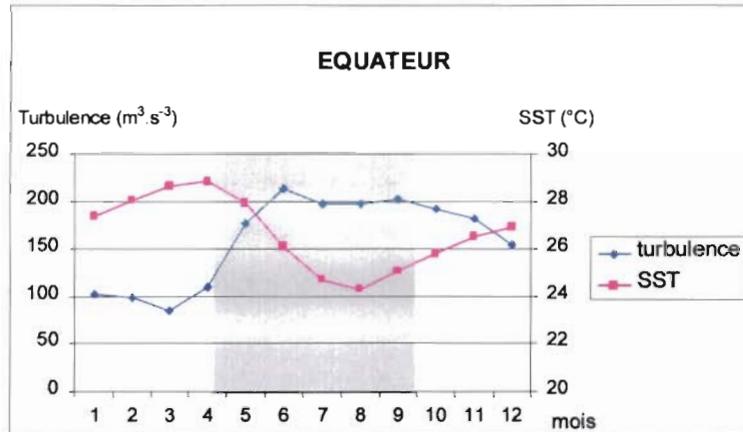


Fig. 22 : Evolution annuelle de la température de surface (SST) et de la turbulence sur trois régions de concentrations Equateur (17°W-3°E, 3°N-3°S), Sénégal (19°W-17°W, 17°N-13°N) et Cap Lopez (5°E-9°E, 15°S-5°S), moyennées sur la période 1985-1995 .

Les strates temporelles faisant l'objet de concentrations sont en fond blanc :

premier et dernier trimestre sur l'équateur quand les SST sont élevées,

deuxième et troisième trimestre, après une période de SST faibles et de turbulences élevées au Sénégal,

et pendant une telle période au Cap Lopez.

□ Concentrations liées à la reproduction

La reproduction a lieu dans des eaux chaudes (plus de 25°C, souvent autour de 28°C), indispensables pour la maturation des gonades et le développement des larves (Cayré *et al.*, 1988). Sund *et al.* (1981) ont étudié les exigences écologiques des larves et, comme pour les petits pélagiques (Bakun, 1996), leur survie serait liée à la réalisation de trois conditions : enrichissement du milieu, concentration de la nourriture (la recherche d'une nourriture dispersée entraîne trop de perte d'énergie), rétention des larves (indispensable à leur maintien dans la zone favorable). La reproduction se réalise ainsi dans une "fenêtre environnementale optimale" mise en évidence pour les petits pélagiques par Cury et Roy (1989) et étudiée pour les thons tropicaux par Marsac (1998b) : les eaux doivent être suffisamment brassées pour assurer l'enrichissement en phyto et zooplancton mais pas trop agitées pour éviter une forte dispersion des larves et une mortalité excessive de celles-ci, ce qui correspond une turbulence optimale d'environ 90 m³.s⁻³.

Les concentrations d'albacore qui se forment dans l'Equateur Sud au premier trimestre sont associées à de telles conditions (fig. 14), correspondant aux moyennes climatologiques sur la région équatoriale (zones Equateur Sud, Picolo et sud ouest de la zone Equateur Nord Est) de janvier à avril (fig. 22). L'enrichissement de la zone est alors assuré par la divergence équatoriale centrée sur 2°S (Voituriez et Herbland, 1982). Cette région est d'ailleurs bien connue pour être une des principales aires de reproduction de l'albacore (Albaret, 1977; Bard et Capisano, 1991; Bard *et al.*, 1998).

Ainsi, les albacores adultes qui se rassemblent au premier trimestre dans les zones équatoriales ont une origine liée à la reproduction. Cette ponte dans les eaux chaudes équatoriales permet une croissance rapide des larves, la plupart des thons atteignant ainsi des poids individuels de plusieurs kilogrammes en quelques mois (Cayré *et al.*, 1988).

□ Concentrations trophiques

Les concentrations trophiques sont liées au développement d'une chaîne alimentaire qui conduit au micronecton et/ou au necton dont se nourrissent les thons (Stretta, 1988). Différents phénomènes peuvent être à l'origine de son développement (Longhurst, 1998) : des enrichissement de la masse d'eau, notamment par des upwellings entraînant la remontée de sels nutritifs qui fertilisent la couche euphotique (Margalef, 1978), des fronts thermiques, au niveau desquels il y a transfert de matière-énergie (Frontier, 1978) ou encore, on le soupçonne, des ondes longues d'instabilité (Ménard *et al.*, 1998). Les thons, occupant le dernier maillon de la chaîne alimentaire, se concentrent dans les zones les plus riches en nourriture, dont les conditions environnementales (température de surface notamment) sont compatibles avec leur exigences physiologiques (Roger et Marchal, 1994).

- Les concentrations qui se forment aux deuxième et troisième trimestres sur la zone Cap Lopez sont associées à des turbulences élevées et des SST faibles (fig. 16 et 17). L'étude mensuelle de la température de surface et de la turbulence sur la zone précise ces résultats (fig. 22). La température de surface diminue à partir du mois d'avril, atteint un minimum aux mois de juillet et août à 23°C dans les limites physiologiques des thons (Cayré *et al.*, 1988), et reste inférieure à 26°C jusqu'en octobre. La turbulence montre dans le même temps ses valeurs les plus élevées sur la zone (>100 m³.s⁻³). Ces évolutions traduisent un phénomène hydrologique particulier (Berrit, 1961, 1962 ; Hisard, 1975). D'avril à octobre en effet, la zone du Cap Lopez est le siège de l'affrontement des eaux chaudes et peu salées de la baie de Biafra et d'eaux froides et salées issues d'une part de l'upwelling saisonnier de la côte gabonaise et d'autre part de la remontée en surface des eaux du sous-courant équatorial de Lomonossov. Cet affrontement se traduit par d'une part par la formation d'un front thermo-halin intense en avril-mai au niveau du Cap

Mécanismes d'enrichissement :

Upwellings :

- côtier permanent
- côtier saisonnier

Divergence équatoriale :



Courants de subsurface

Concentrations :

- albacore
- listao
- mixte

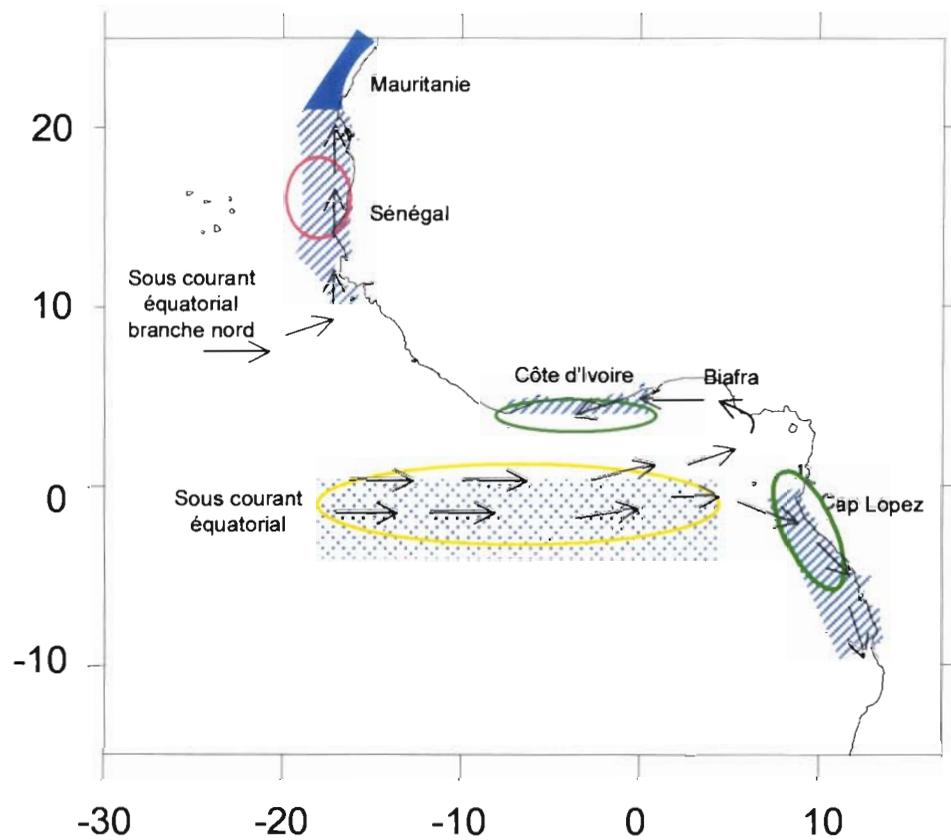


Fig. 23 : Principales zones d'enrichissement dans l'Atlantique tropical Est auxquelles sont associées les concentrations.

Les zones d'enrichissement sont essentiellement dues à la remontée des eaux profondes en surface, que ce soit à travers des upwelling côtiers ou par la divergence équatoriale.

(d'après Herbland *et al.*, 1983)

Lopez, favorable à la présence des proies des thons (Stretta, 1988), et d'autre part par des températures de surface et une thermocline peu profonde (<50 m) qui permettent la concentration (et l'exploitation) des thons. Dans la deuxième partie de la saison (juillet à septembre), le front aurait tendance à se désagréger sous la poussée des eaux chaudes du Biafra et des poches d'eau chaude se forment parmi l'eau froide enrichie issue de l'upwelling. Les thons se concentrent alors au sein et à la périphérie de ces poches (Stretta, 1977). Les concentrations qui se déroulent de mai à septembre au niveau du Cap Lopez sont ainsi des concentrations trophiques, liées à l'enrichissement saisonnier de la zone par un upwelling et un front thermique.

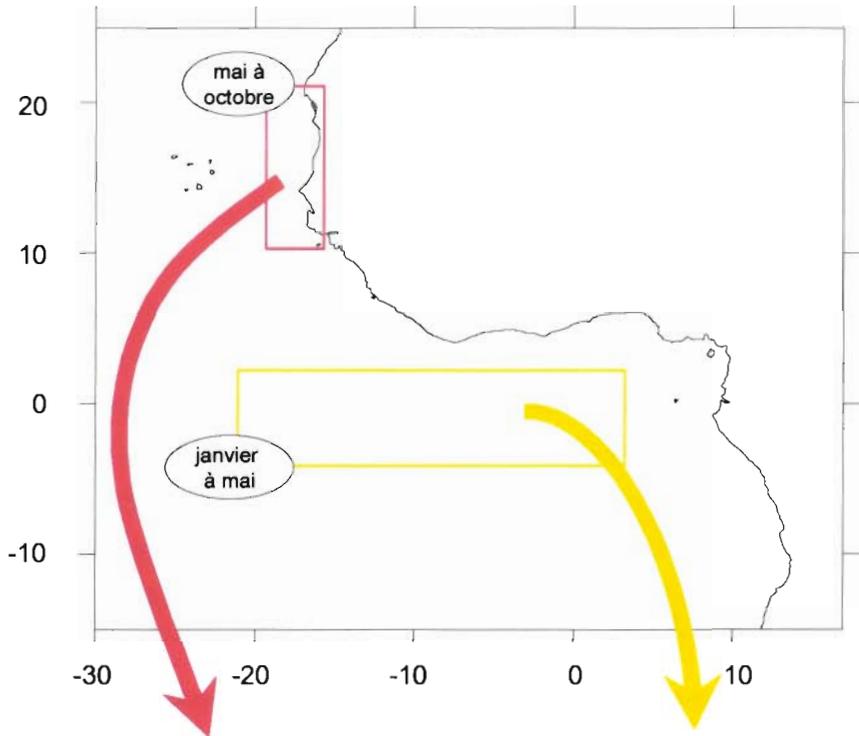
- La zone Sénégal est également marquée par un upwelling saisonnier se produisant de novembre à avril (Bernit, 1961, 1962). Mais celui-ci amène des eaux particulièrement froides en surface, inférieures à 20°C (fig. 22), qui interdisent temporairement la présence de thons tropicaux. A partir du mois d'avril, l'upwelling faiblit et régresse vers le nord, laissant la place à des eaux chaudes qui remontent du sud ouest et que colonisent les thons. Un front thermique persiste sur la zone de mai à octobre. Les thons tropicaux trouvent alors des conditions particulièrement favorables sur la zone Sénégal : d'une part la température des eaux de surface (>24°C) est compatible avec leurs exigences physiologiques et, d'autre part, l'enrichissement résiduel né de l'upwelling ainsi que la thermocline marquée et peu profonde, amenant des eaux froides et riches en sels minéraux dans la couche euphotique, favorisent le développement de leur nourriture. Les concentrations identifiées de mai à septembre sur la zone Sénégal sont donc également des concentrations trophiques.

- Des concentrations mixtes sont également régulièrement identifiées au quatrième trimestre sur la zone Pico. Cette zone présente des particularités remarquables, actuellement étudiées par le programme qui lui a donné son nom (Production Induite en zone de Convergence des Ondes Longues Océaniques). Située juste au nord de la divergence équatoriale avec des upwellings intenses durant l'été boréal (de juin à septembre), cette zone est une région privilégiée pour l'apparition d'oscillations saisonnières des systèmes de courants, les "ondes longues d'instabilité". Ces oscillations, fortement énergétiques, ont un impact sur le développement de la chaîne trophique et pourraient expliquer, associées à une thermocline peu profonde, ces concentrations de thons (Ménard *et al.*, 1998).

La zone Equateur Nord Est se singularise par une absence apparente de saisonnalité (fig. 11). En fait, cette zone présente à la fois des caractéristiques des zones équatoriales, au sud, et un upwelling saisonnier côtier, au nord. Différents types de concentrations sont observés :

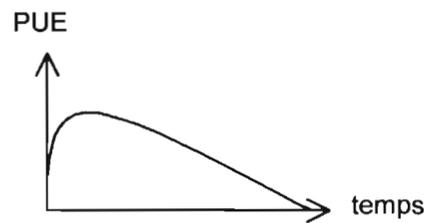
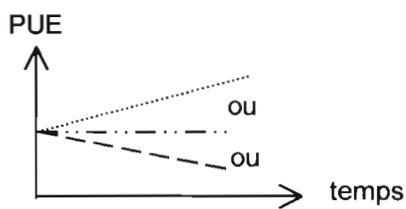
- de décembre à mars, des concentrations d'albacores, probablement de reproducteurs, sont observées au sud de la zone, au niveau de l'équateur,
- de juillet à septembre, un upwelling côtier amène en surface dans la zone du Cap des Pointes des eaux froides (22°C) et riches en sels nutritifs, qui initie une chaîne alimentaire aboutissant aux thons (Stretta, 1988; Stretta *et al.*, 1993). Les concentrations observées sur la zone aux troisième et quatrième trimestres (fig.10 et 14) seraient donc également des concentrations trophiques.

Ainsi, une forte saisonnalité des facteurs environnementaux sous-tend la forte saisonnalité des concentrations. Les eaux calmes et chaudes, enrichies par la divergence équatoriale, trouvées au niveau de l'équateur au premier trimestre sont propices aux concentrations de reproduction d'albacores. Les strates enrichies par des upwellings et des fronts thermiques saisonniers sont le lieu de concentrations trophiques pluri-spécifiques ou à dominante de listao (fig. 23).



Concentrations toujours alimentées

Epuisement des concentrations



Système "pipe line"

Système clos

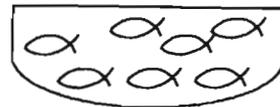
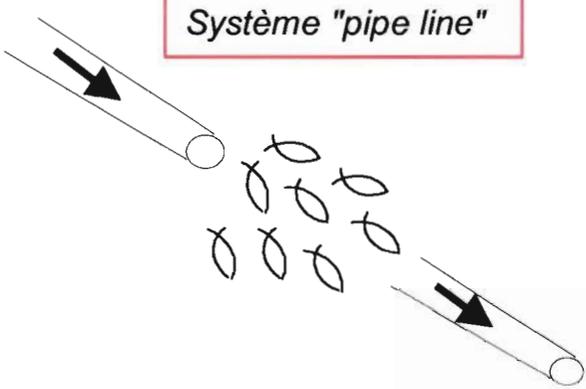


Fig.24 : Illustration du concept de concentrations fonctionnant en système clos, avec peu ou pas de mouvements migratoires, ou en système ouvert, traversées par des flux migratoires renouvelant la biomasse locale : évolution des PUE attendues dans les deux cas.

D'après le concept de stocks résident/"pipe line" (Fonteneau, 1990) et le modèle de migration du listao (Bard *et al.*, 1988).

Entre leurs strates de ponte et leurs strates alimentaires, les thonidés tropicaux réalisent des migrations d'ampleur variable, qui peuvent jouer un rôle dans le fonctionnement des "systèmes" concentrations...

III.2.2. *Les concentrations : des systèmes clos ou ouverts?*

Fonteneau (1986) pose la question de l'assimilation des concentrations à des systèmes clos, sans émigrations, avec un prélèvement exhaustif des individus par la pêche. En l'absence de données de marquage et recapture, les migrations des individus vers ou hors de la concentration durant l'exploitation sont difficilement mesurables objectivement. Les tendances des PUE présentées en II.1.2. permettent toutefois d'envisager trois hypothèses :

- Si le système est clos, le prélèvement des bancs par les senneurs doit provoquer une baisse régulière de la biomasse, donc de la PUE si celle-ci est bien représentative de la biomasse locale.
- S'il y a une immigration vers la concentration, la PUE pourra s'accroître ou rester stable en dépit des prélèvements de la pêcherie.
- S'il y a une émigration de poissons hors de la concentration, on doit constater une baisse rapide des rendements avec l'exploitation.

Les concentrations d'albacores étudiées en II.1.2. présentent des PUE croissantes dans un premier temps qui s'expliquent principalement par un accroissement de la capturabilité, les pêcheurs apprenant en quelques jours comment mieux localiser et capturer les bancs de chaque concentration. On peut aussi envisager que, durant sa phase initiale, la biomasse de la concentration s'accroît par immigration, celle-ci étant en cours de formation. Ensuite, la tendance décroissante de la PUE, observée sur les 6 concentrations de la zone Equateur Sud et sur une des deux concentrations de la zone Pico, pourrait traduire l'absence (ou un faible taux) d'immigration dans la concentration et résulterait d'une déplétion locale de la biomasse. La dynamique des concentrations de gros albacores qui se forment au premier trimestre dans l'Equateur Sud pourrait ainsi traduire un prélèvement par la pêche de bancs dans un système clos. Ceci est corroboré par les études de marquage (Bard et Cayré, 1986) qui montrent une absence relative de mouvement de la population d'albacores dans la zone équatoriale au premier trimestre.

Les PUE des concentrations de listaos ne montrent pas de tendance particulière. Deux hypothèses peuvent être envisagées. En premier lieu, des entrées et sorties permanentes de la concentration pourraient expliquer cette absence de tendance. Les mêmes études de marquage signalent que la zone Sénégal est régulièrement traversée par des listaos en migration qui suivent la remontée des eaux chaudes vers le nord lorsque l'upwelling du Sénégal s'affaiblit. Les concentrations de listaos qui se forment aux deuxième et troisième trimestres dans la zone Sénégal seraient ainsi des systèmes ouverts, alimentés en permanence par des immigrations et peu affectés par le prélèvement des senneurs (analogie avec un "pipe-line"). En second lieu, il est possible que les concentrations de listaos, poissons de moindre valeur commerciale, soient abandonnées avant leur épuisement, quand les senneurs, renseignés par l'avion prospecteur ou d'autres navires, apprennent l'existence d'une concentration d'albacores potentiellement plus intéressante. Ces deux concepts de concentrations, "système clos" ou "système pipe line", sont résumés dans le schéma présenté en figure 24.

III.3. Concentrations et exploitation

III.3.1. Variabilité interannuelle des concentrations et changement de capturabilité

L'analyse de la variabilité interannuelle des concentrations (fig. 20 et 21) fait apparaître des années exceptionnelles par le nombre de concentrations d'un type spécifique. Plusieurs hypothèses, dont un changement de la capturabilité des espèces, sont à envisager pour expliquer ces anomalies.

L'année 1991 se distingue par un nombre anormalement élevé de concentrations de listaos. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer, au moins en partie, cette hausse. Tout d'abord, 1991 est la première année à partir de laquelle les pêches sous objets sont traitées séparément des concentrations bancs libres, ce qui peut conduire à l'identification de concentrations supplémentaires. Mais 1991 est surtout une année record en captures de listaos avec plus de 200 000 t pêchés dans l'Atlantique (*bull. stat. ICCAT*). Elle correspond au plein essor de la pêche sous objets flottants artificiels. Or ce mode de pêche, en concentrant les listaos, augmente leur capturabilité (Fonteneau et Pallarés, 1998). Ces nouvelles agrégations, générées par les objets flottants et offrant la possibilité de réaliser des prises conséquentes avec un effort de pêche réduit, ont été particulièrement exploitées par les senneurs. Les concentrations de listaos mises en évidence sont d'ailleurs essentiellement des concentrations sous objets (11 sur 16), notamment dans les zones Pico et Equateur Sud où les captures de listaos étaient relativement rares jusque là. Après 1991, les modalités d'exploitation restent sensiblement les mêmes, la capturabilité également, mais l'abondance diminuerait (cf. III.3.2), conduisant à la baisse du nombre de concentrations de listaos identifiées à partir de 1992. Le nombre total de concentrations reste voisin entre 1991 et 1992 (respectivement 41 et 37 concentrations) : les concentrations de listaos étant moins nombreuses en 1992, les pêches ont porté sur les concentrations mixtes et d'albacores. De nouvelles études sont prévues pour affiner les corrections de composition spécifique dans les fichiers de départ et pourront permettre de vérifier ces hypothèses.

L'année 1984 présente également une anomalie : seules deux concentrations d'albacores y sont mises en évidence. Cette année se caractérise par un événement climatique exceptionnel de type "El Niño", bien décrit dans la littérature (Philander, 1986 ; Houghton et Colin, 1986). Ce phénomène a entraîné un épaissement de la couche chaude de surface lors du premier trimestre de 1984. Or lorsque la thermocline est profonde (>70m), les concentrations peuvent se former en profondeur et ne sont alors plus disponibles aux engins de pêche. Les simulations réalisées par Maury (1998) sur la population d'albacores en 1984 mettent en évidence à la fois une répartition géographique atypique des albacores adultes et une baisse de leur capturabilité due à l'enfoncement de la thermocline, qui expliquent que les concentrations exploitées les autres années à cette même période n'ont pas été observées. Le même phénomène d'épaississement de la couche chaude en surface s'observe en 1988 (Marsac, 1998b) et, bien que moins marqué, pourrait avoir entraîné une baisse de capturabilité des albacores cette année.

Outre des changements de la capturabilité, qu'ils soient liés à des évolutions techniques ou à des conditions hydro-climatiques exceptionnelles, de multiples raisons peuvent expliquer les variations de la distribution saisonnière interannuelle des concentrations. Un recrutement particulièrement important de listaos en 1990 est par exemple évoqué pour expliquer sa très forte abondance en 1991, et par conséquent, le nombre exceptionnel de concentrations exploitées. Des problèmes d'accès à certaines Zones Economiques Exclusives, peuvent également entraîner certaines années, une absence d'effort de pêche dans des zones potentiellement riches en concentrations (cas de la zone Sénégal de 1988 à 1990 et en 1992 où il n'y a pas eu d'accord de pêche entre le Sénégal et la Mauritanie et la Communauté Européenne). Les niveaux d'exploitation des différentes zones sont également susceptibles de varier au cours du temps. Ainsi, l'apparition de concentrations d'albacores au cours de la période récente dans les zones Nord Pico, Pico et Equateur Nord Est pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'effort de pêche dans ces zones (*bull. stat. ICCAT*). Des perturbations du marché, avec des variations des prix de vente selon les espèces, peuvent également entraîner un report de l'effort d'une espèce sur une autre.

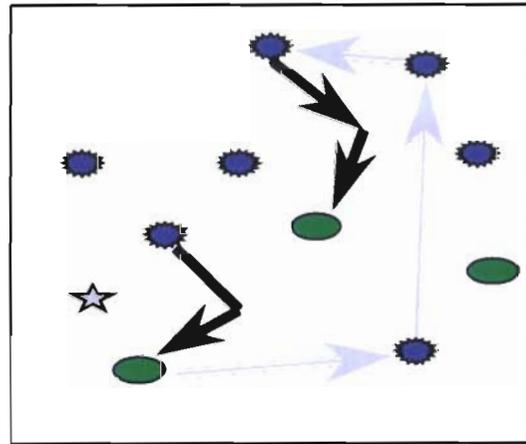
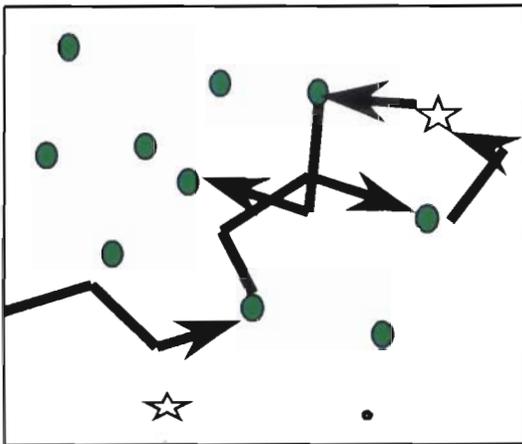
III.3.2. Effet du changement de mode et de taux d'exploitation

□ Effet du développement de la pêche sous objets flottants artificiels

La pêche sous objets flottants tire parti de la capacité d'agrégation des thonidés, en la provoquant artificiellement, utilisant la faculté des objets à concentrer notamment les listaos, les patudos et les juvéniles d'albacores. Le développement, et la prise en compte, du mode d'exploitation sous objets flottants artificiels à partir de 1991 se traduit par un doublement du nombre de concentrations exploitées (fig. 18). Bien qu'une part de cette hausse puisse être due à un biais de la méthode d'identification (traitement parallèle des coups "bancs libres" et "sous objets" à partir de 1991), le mode de pêche sous objets flottants semble générer de nouvelles concentrations. En effet, ce nouveau mode d'exploitation ne conduit pas à une baisse du nombre de concentrations sur bancs libres mais à l'exploitation de concentrations supplémentaires. Cela est très bien montré indirectement par les changements de zones de pêche, par exemple dans la région Equateur Sud, où les senneurs pêchaient seulement de gros individus (adultes d'albacores et de patudos), et où les objets flottants permettent depuis 1989 des captures abondantes en créant des rassemblements exploitables d'individus de petite taille (Fonteneau et Pallarés, 1998).

Ces nouvelles concentrations concernent particulièrement le listao, que l'on trouve, en concentrations mixtes ou pratiquement monospécifiques, associé aux objets (fig. 6). Cette introduction d'un mode de pêche ciblant particulièrement le listao se traduit, comme cela s'était vu lors de l'introduction des palangres profondes pour le patudo (Suzuki *et al.*, 1977), tout d'abord par une forte augmentation des prises (et du nombre de concentrations), suivie d'une baisse rapide liée à la diminution de l'abondance du stock (Fonteneau et Pallarés, 1998). Après 1991, dans l'exploitation sous objets, les concentrations de listaos sont remplacées par des concentrations mixtes. Les modalités d'exploitation restant sensiblement les mêmes, cette recomposition spécifique des concentrations pourrait être due à la baisse d'abondance du listao.

● banc libre ☆ objet naturel ● objet artificiel



Pêche traditionnelle :
recherche aléatoire →

Avec objets flottants artificiels :
suivi d'objets →

Fig.25 : **Modification de la stratégie de prospection des senneurs avec l'introduction de la pêche sous objets flottants artificiels (après 1991).**

(Fonteneau *et al.*, 1998b).

En effet, si on reprend pour les thonidés l'hypothèse formulée par Cury *et al.* (1999) sur les petits pélagiques, une espèce dont l'abondance diminue aurait tendance à se regrouper avec d'autres espèces par affinité de taille (physiologie, métabolisme, compétition, vitesse de nage... comparables). La possibilité d'un regroupement des listaos avec des juvéniles de patudos et d'albacores pour former ces concentrations mixtes n'est donc pas à exclure.

Par ailleurs, les objets flottants semblent avoir un effet dispersif sur la structure spatiale des concentrations. En effet, les concentrations sous objets présentent des surfaces beaucoup plus importantes que les concentrations bancs libres. Ceci s'explique tout d'abord par la dérive des objets flottants qui conduit à identifier des concentrations particulièrement étendues. Les objets flottants artificiels sont en effet souvent posés dans des zones à forts courants, notamment dans les courants Est-Ouest de la zone équatoriale. Il est également intéressant de noter que les stratégies d'exploitation "bancs libres" et "sous objets" sont différentes. En effet, les senneurs utilisent de plus en plus fréquemment des objets artificiels munis de balises radio ("beepers") pour pouvoir les localiser plus aisément (Gaertner *et al.*, 1998). Cela permet aux senneurs d'optimiser leur temps de recherche (fig. 25, Fonteneau *et al.*, 1998). Par ailleurs, les observateurs de l'Inter-American Tuna Tropical Commission (IATTC) (anon. IATTC, 1999) rapportent que, le plus souvent, lorsqu'un objet flottant a été exploité, le senneur le quitte pour en rejoindre un autre (un objet, en attirant le poisson, tend à réduire l'abondance alentour). Les senneurs se déplacent dans une zone limitée, exploitant de proche en proche les objets localisés par radio. Compte tenu de cette stratégie de pêche, notre algorithme peut conduire à identifier des concentrations géographiquement étendues (fig. 7), sommant une série de concentrations individualisées sous objets.

En revanche, l'analyse des autres caractéristiques (durée, prises, PUE) des concentrations ne montre de différences majeures entre concentrations "sous objets" et "bancs libres".

□ Diminution de l'abondance et concentrations

Depuis 1994, la baisse des prises sur concentrations, comme des prises totales (fig. 5), est générale. Selon Fonteneau et Pallarés (1998) et le groupe de travail "thon obèse" de l'ICCAT (anon. ICCAT, 1998), cette baisse traduirait une diminution de l'abondance des thonidés tropicaux en relation avec l'augmentation de l'effort de pêche effectif sur la zone depuis le début de la pêcherie. En effet, si une diminution de l'effort nominal sur les concentrations depuis la période historique jusqu'à nos jours apparaît sur la figure 7, l'étude de l'effort de pêche standardisé, qui corrige l'effort nominal d'un facteur efficacité propre à chaque bateau, sur la zone de 1980 à 1997 est lui sans tendance (Diouf et Fonteneau, 1998 ; *bull. stat. ICCAT*). Selon Gascuel *et al.* (1993), cet effort standard doit lui-même être corrigé à la hausse chaque année (d'au moins 5%, taux variable selon les pays, les espèces et les années) pour tenir compte des améliorations techniques des flottilles. Il faut donc considérer que l'effort effectif sur la zone et, a priori, sur les concentrations, a très probablement augmenté de 1980 à 1997.

De plus, une concentration permet statistiquement moins de captures sur la période récente que sur la période historique (fig. 7), alors que les engins de pêche sont de plus en plus efficaces : les concentrations rassemblent probablement moins de biomasse. La baisse de l'abondance des thonidés tropicaux se traduirait donc à la fois par une baisse du nombre de concentrations (fig. 18) et par une diminution de leur biomasse.

III. 3. 3. *Quelques réflexions sur l'importance des concentrations dans les pêcheries*

Le phénomène de concentrations apparaît comme essentiel dans les pêcheries de senneurs de l'Atlantique tropical Est où il représente en moyenne 70% des prises totales (fig. 5).

Ceci pose de sérieux problèmes quant à l'évaluation de l'état des stocks de thons. En effet, Fonteneau *et al.* (1998) montrent que l'hétérogénéité de la distribution spatiale est susceptible d'introduire des biais majeurs dans les analyses d'évaluation. Les méthodes d'évaluation utilisent classiquement les PUE comme indice d'abondance. Or, dans les concentrations, les flottilles exercent localement et temporairement des taux d'exploitation élevés et prélèvent en un endroit précis des fractions importantes de la biomasse, la PUE n'est alors plus représentative de l'abondance totale du stock.

Par ailleurs, vu l'importance quantitative des concentrations dans les prises totales, le rendement annuel des senneurs est de fait déterminé très largement par les rendements obtenus en quelques semaines sur les concentrations, et donc par leur aptitude à détecter ces concentrations, celles-ci étant des événements rares. La détection des concentrations se fait par des moyens de plus en plus perfectionnés (par exemple radars à oiseaux, imagerie satellitaire,...). De plus, la coopération entre navires associés amène des senneurs à exploiter à leur tour des concentrations qu'ils n'ont pas eux-mêmes détectés. L' "espionnage halieutique" permet également à un senneur non associé, par divers moyens techniques, de repérer des senneurs en action de pêche et ainsi, de localiser indirectement des concentrations. Ainsi, les modifications de l'aptitude à détecter les concentrations et à se regrouper rapidement sur celles-ci, qui ne sont pas prises en compte dans l'effort, pourraient avoir un fort impact sur les PUE annuelles, potentiellement plus important que les variations réelles de l'abondance du stock.

Vu l'importance du phénomène de concentrations dans les pêcheries, une étude visant à analyser, et si possible à corriger ces biais dans la signification de la PUE, serait très souhaitable pour obtenir des évaluations plus fiables des ressources thonières tropicales.

La distribution spatio-temporelle des thonidés tropicaux est caractérisée par leur regroupement, périodique et local, en concentrations. Ces concentrations ont été mises en évidence automatiquement dans ce travail, grâce à un nouvel algorithme d'identification à partir des fichiers de statistiques fines de pêche. Il s'agit d'une nouvelle étape importante dans l'étude des pêcheries thonières en raison de l'importance quantitative de ces concentrations dans les prises totales (70%).

Cette étude permet également de mieux cerner les principales caractéristiques de ces concentrations :

- leur échelle spatio-temporelle est réduite : les concentrations doivent être analysées avec un pas de temps n'excédant pas trois jours et une maille spatiale inférieure au carré géographique $1^{\circ} \times 1^{\circ}$.
- elles sont très hétérogènes, dans leur composition spécifique, leur taille, leur fonctionnement (système clos ou ouverts) ou encore leur déterminisme (concentrations trophiques ou de géniteurs). Cependant, au niveau de la zone et du trimestre, des similitudes apparaissent entre les concentrations. Trois grands types sont ainsi mis en évidence :
 - * des concentrations de reproduction de gros albacores se formant au premier et au début du second trimestre dans la zone équatoriale (entre 3°N et 4°S , 20°W et 4°E), fonctionnant en système fermé.
 - * des concentrations trophiques de listaos liées à la présence d'un front thermique de mai à août au nord de la zone Sénégal et alimentées par des flux migratoires saisonniers.
 - * des concentrations trophiques plurispécifiques liées à un développement de la chaîne trophique, qu'il soit induit par un upwelling côtier (Cap Lopez, Côte d'Ivoire) ou par des ondes longues d'instabilité (zone Pico).

Enfin, l'analyse montre un impact du changement de mode et de taux d'exploitation sur le nombre et la qualité des concentrations. L'introduction du mode d'exploitation sous objets flottants dérivants est assimilable à celle d'un nouvel engin de pêche et conduit à l'exploitation de nouvelles concentrations, notamment de listaos. La baisse d'abondance des thonidés tropicaux, liée à leur exploitation croissante, semble se traduire d'une part par une diminution du nombre de concentrations et d'autre part par une baisse de leurs biomasses.

Au delà des caractéristiques et de la typologie de ces concentrations, il serait maintenant intéressant d'analyser les biais qu'elles peuvent induire dans les estimations d'indice d'abondance. En effet, bien qu'il apparaisse ici essentiel, le phénomène de concentration est rarement pris en compte dans les évaluations de stocks. Une telle analyse devrait conduire à corriger les indices d'abondance locaux pour qu'ils soient représentatifs de l'abondance du stock total, et non pas seulement de la fraction exploitée localement et temporairement dans les concentrations, pour des évaluations de stocks plus fiables.

- Anon. IATTC, 1999 - Estimated effects of various restrictions on the fishery for tunas in the eastern pacific ocean. Inter-American Tropical Commission. Working group on fish-aggregation devices.
- Anon. ICCAT, 1998 - Rapport SCRS Thon obèse. *SCRS/98/001*.
- Albaret J.J., 1977 - La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le golf de Guinée. *Cah. ORSTOM (Sér.Océanogr.)*, **15 (4)** : 389-417.
- Bakun A., 1996 - *Patterns in the ocean. Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant/CIB. 323p.
- Bard F.X., P. Bach et E. Josse, 1998 - Habitat, écophysiologie des thons. Quoi de neuf depuis 15 ans? In : ICCAT Tuna Symposium. Eds J.S. Beckett. *Rec. Doc. Sci. ICCAT.*, **L (1)** : 319-342.
- Bard F.X. et C. Capisano, 1991 - Actualisation des connaissances sur la reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) en Océan Atlantique. Rapport de l'année albacore. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, **XXXVI** : 158-181.
- Bard F.X., et P. Cayré, 1986 - Commentaires sur les migrations de l'albacore (*Thunnus albacares*) en Atlantique Est. *Rec. Doc. Sci. ICCAT.*, **XXV** : 11-29.
- Bard F.X., P. Cayré et T. Diouf, 1988 - Les migrations. In : Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est, Eds. A. Fonteneau et J.Marcille, *FAO. Doc. Tech. Pêches*, (**292**) : 111-156.
- Berit G.R., 1961 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golf de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Première partie. *Cah océanogr.*; **13 (10)** : 715-727.
- Berit G.R., 1962 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golf de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Deuxième partie. *Cah océanogr.*; **14 (9)** : 633-643 et **14 (10)** 719-729.
- Breder C.M., 1951 - Studies on the structure of fish school. *Bull. Ann Mus. Nat. Hist.*, **98** : 1-27.
- Cayré P., 1985 - Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique du listao (*Katsuwonus pelamis*, *Linnaeus 1758*) de l'Océan Atlantique. Thèse de doctorat d'état, Université Paris 6. 181p.
- Cayré P., J.B. Amon Kothias, J.M. Stretta et T. Diouf, 1988 - Biologie des thons. In : Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est, Eds. A. Fonteneau et J.Marcille, *FAO. Doc.Tech.Pêches*, (**292**) : 157-268.
- Cury P. et C. Roy, 1989 - Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46 (4)** : 670-680.
- Cury P., A. Bakun, R.J.M. Crawford, A. Jarre-Teischmann, R.A. Quinones, L.J.Shannon, H.M. Verheye, 1999 - Small Pelagics in upwelling systems : Patterns of interaction and structural changes in "WASP-WAIST" ecosystems. ICES/SCOR Symposium, Ecosystem effects of Fishing, Montpellier, France, 15-19 mars 1999.
- Diouf T. et A. Fonteneau, 1998 - Statistiques de la pêche thonière FIS durant la période 1969 à 1997. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, *SCRS/98/134*.
- Escofier B. et J. Pagès, 1988 - Analyse factorielles simples et multiples. Objectifs, méthodes et interprétations. Dunod, Paris, 241p.

- Fonteneau A., 1986 - Analyse de l'exploitation de quelques concentrations d'albacores par les senneurs durant la période 1980-1983 dans l'Atlantique Est. *Rec. Doc. Sci. ICCAT* **25** : 81-98.
- Fonteneau A., 1990 - Interactions entre pêcheries et gestion des ressources thonières dans les Zones Economiques Exclusives. *In* : Actes de la conférence thonière régionale. Antananarivo, Madagascar, 9-12 mai 1990 : 101-108.
- Fonteneau A., 1991 - La concentration plurispécifique exploitée par 3° Nord et 15° Ouest en décembre 1983 et janvier 1984 : caractéristiques biologiques et de l'exploitation. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, **XXXVI** : 326-347.
- Fonteneau A., 1998 - Introduction aux problèmes des relations thons-environnement dans l'Atlantique. *In* : ICCAT Tuna Symposium. Eds J.S. Beckett. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, **L (1)** : 275-317.
- Fonteneau A., D. Gascuel, P. Pallarés, 1998 - Vingt-cinq ans d'évaluation des ressources thonières de l'Atlantique : quelques réflexions méthodologiques. *In* : ICCAT Tuna Symposium. Eds J.S. Beckett. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, **L (2)** : 523-561.
- Fonteneau A. et P. Pallarés Soubrier, 1998 - Considérations sur l'état du stock de listao de l'Atlantique. *SCRS/98/151*.
- Foucher E., 1994 - Dynamique saisonnière et spatiale de la ressource dans les pêcheries thonières de l'Atlantique tropical est. Thèse de doctorat. ENSAR. ORSTOM ed., **TDM 131**, 127 p. + annexes.
- Fréon P. et O. A. Misund, 1999 - *Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behaviour : Effects on Fisheries and Stock Assessment*. Fishing News Books, 348 p.
- Frontier S., 1978 - Interface entre deux écosystèmes : exemple dans le domaine pélagique. *Ann.Inst.Océanogr.*, **54 (2)** : 95-106.
- Gaertner D., J. Ariz, V. Nordstrom-Fonteneau, 1998 - Spatial changes in the purse-seiners' activities in the Atlantic Ocean from 1991 to 1995. *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, **XLVIII** : 322-330.
- Gascuel D., A. Fonteneau et E. Foucher E., 1993 - Analyse de l'évolution des puissances de pêche par l'analyse des cohortes : applications aux senneurs exploitant l'albacore (*Thunnus albacares*) dans l'Atlantique Est. *Aquat. Living Resour.*, **6** : 15-30.
- Hallier J.P., 1998 - Are tropical tunas already affected by the climatic global change ? *Rec. Doc. Sci. ICCAT*, *SCRS/98/146*, 16 p.
- Hisard P., 1975 - Le courant de Lomonossov et la formation de la zone frontale du Cap Lopez (Baie du Biafra, Golf de Guinée). *Cah. ORSTOM. (sér.Océanogr.)*, **8** : 107-16.
- Herbland A. *et al.*, Structure hydrologique et production primaire dans l'Atlantique tropical oriental. *Océanogr. Trop.* **18 (2)** : 249 -293.
- Houghton, R.W. et C. Colin, 1986 - Thermal Structure Along 4°W in the Gulf of Guinea during 1983-1984. *Journal of Geophysical Research*, **(91)**, n°**C10** : 11727-11739.
- Lebart L., A. Morineau et M. Pilon, 1995 - *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Ed. Dunod. 439p.
- Longhurst A., 1998 - *Ecological Geography of the Sea*. Academic Press, San Diego, USA. 398 p.

- Margalef R., 1978 - What is an upwelling ecosystem. *In* : Upwelling ecosystems, Eds R. Joye et M. Tomczak. Berlin, Springer-Verlag, 12-4.
- Marsac F., 1998a - GAO : an oceanographic applications manager for fisheries biologists, 7th Expert Consultation on Indian Ocean Tunas, *TWS/98/39*, Victoria, Seychelles, 9-14 November.
- Marsac F., 1998b - Changements hydroclimatiques observés dans l'Atlantique depuis les années 50 et impacts possibles sur quelques stocks de thons et leur exploitation. *Rec. Doc. Sci. ICCAT SCRS/98/135*.
- Maury O., 1998 - Modélisation spatiale en halieutique. Approche par simulateur sous SIG. Application à la modélisation hiérarchique de la population de thons albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique tropical. Thèse de doctorat. ENSAR. 354p.
- Ménard F., A. Hervé et A. Fonteneau, 1998 - An area of high seasonal concentrations of tunas : 2-4°N, 10-20°W : the site of the PICOLO programme. *In* : ICCAT Tuna Symposium. Eds J.S. Beckett. *Rec. Doc. Sci. ICCAT, L (1) : 405-419*.
- Pallarés P. , A. Fonteneau, Vivi Nordstrom, Alicia Delgado de Molina, José Carlos Santana et Javier Ariz, 1998 - Analisis de las capturas de atunes, asociados a objetos flotantes, efectuadas por las flotas de cerco en el océano atlántico. *In* : ICCAT Tuna Symposium. Eds J.S. Beckett. *Rec. Doc. Sci. ICCAT, L (2) : 449-474*.
- Pallarés P. et C. Petit, 1997 - Tropical tunas : new sampling and data processing strategy for estimating the composition of catches by species and size. *Rec. Doc. Sci. ICCAT, XLVIII (2) : 221-229*.
- Philander G., 1986 - Unusual Conditions in the Tropical Atlantic Ocean in 1984. *Nature, (322) : 236-238*.
- Roger C. et E. Marchal, 1994 - Mise en évidence des conditions favorisant l'abondance des albacores, *Thunnus albacares*, et des listaos, *Katsuwonus pelamis*, dans l'Atlantique Equatorial Est. *Rec. Doc. Sci. ICCAT, XLI (2) : 237-248*.
- Scherrer B., 1984 - *Biostatistiques*. Gaëtan Morin ed. Québec. Canada. 850 p.
- Servain J., M. Séva, D. Lukas et G. Rougier, 1987 - Climatic atlas of the Tropical Atlantic wind stress and sea surface temperature 1980-1984. *Ocean-Air Interactions, 1 : 109-182*.
- 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, 74 et 75. *Cah. ORSTOM (Sér. Océanogr.), 15 (2) : 163-180*.
- Stretta J.M., M. Petit, M. Slépoukha, 1993 - Les prises de thonidés et leur environnement au large de la Côte d'Ivoire. *In* : Environnement et Ressources Aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome 1. Eds P. Le Loeuff, E. Marchal, J.B. Amon Kothias. Ed. ORSTOM : 353-364.
- Sund P.M., M. Blackburn et F. Williams, 1981 - Tunas and their environment in the Pacific Ocean; a review. *Oceanogr. Mar. Biol., 19 : 443-512*.
- Suzuki Z., Y. Warashina and M. Kishida, 1977 - The comparison of catches by regular and deep tuna longline gears in the western and central Equatorial Pacific. *Bull. Far Seas Res. Lab., 15 : 51-89*.
- Voituriez B. et A. Herbland, 1982 - Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique Tropical Est : dômes thermiques, upwellings côtiers et upwelling équatorial. *Rapp.P.-V.Réun.CIEM, 180 : 114-130*.

TABLE DES SYMBOLES

A.C.M.	Analyse des Correspondances Multiples
A.C.P.	Analyse en Composantes Principales
C.A.H.	Classification Ascendante Hiérarchique
G.A.O.	Gestionnaire d'Applications Océanographiques
H.E.A.	Halieutique et Ecosystème Aquatique
I.A.T.T.C.	Inter-American Tuna Tropical Commission (commission inter-américaine pour les thonidés tropicaux)
I.C.C.A.T.	International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique)
I.R.D.	Institut de Recherche pour le Développement
N.E.I.	Not Elsewhere Included (navires battant pavillon de complaisance)
PICOLO	Production Induite en zone de Convergence des Ondes Longues Océaniques (programme national).
P.U.E.	Prise par Unité d'Effort
S.C.R.S.	Standing Committee on Research and Statistics (comité permanent pour la recherche et les statistiques de l'ICCAT)
S.S.T.	Sea Surface Temperature (température de surface)

TABLE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Tabl. 1 : Variables environnementales associées aux concentrations et leurs modalités.

Tabl. 2 : Variables caractérisant les concentrations et leurs modalités.

Tabl. 3 : Résultats du test de Kruskal et Wallis.

Fig. 1 : Distribution spatiale des prises par les senneurs dans l'Atlantique de 1980 à 1997.

Fig. 2 : Les trois principales espèces de thonidés tropicaux exploités dans l'Atlantique, références de taille et couleur associées dans le document.

Fig. 3 : Présentation de la zone d'étude et de son découpage.

Fig. 4 : Principe de l'algorithme d'identification et de traitement des concentrations.

Fig. 5 : Part des prises sur concentrations dans la prise totale et comparaison à la prise totale réalisée sur l'Atlantique de 1980 à 1997 par la totalité des senneurs.

Fig. 6 : Dominante spécifique des concentrations selon la période et le mode de pêche.

Fig. 7 : Comparaison des différentes variables caractérisant les concentrations en fonction de la période et du mode de pêche.

Fig. 8 : Illustration de la dynamique temporelle d'une concentration.

Fig. 9 : Suivi de la dynamique d'exploitation de deux concentrations caractéristiques.

Fig. 10 : Distribution spatiale des concentrations de chaque dominante spécifique par trimestre.

Fig. 11 : Nombre de concentrations bancs libres, mensuel et par zone, de 1980 à 1997.

Fig. 12 : Résultats de l'ACM sur les concentrations "bancs libres" dans le plan factoriel (1,2).

Fig. 13 : Représentation des principales agrégations déterminées par la CAH sur les concentrations "bancs libres".

Fig. 14 : Résultats de l'ACM sur les concentrations d'albacores dans le plan factoriel (1,2).

Fig. 15 : Représentation des principales agrégations déterminées par la CAH sur les concentrations d'albacores.

Fig. 16 : Résultats de l'ACM sur les concentrations mixtes dans le plan factoriel (1,2).

Fig. 17 : Représentation des principales agrégations déterminées par la CAH sur les concentrations mixtes.

Fig. 18 : Evolution du nombre de concentrations de 1980 à 1997.

Fig. 19 : Evolution des prises totales effectuées sur les concentrations de 1980 à 1997.

Fig. 20 : Evolution du nombre de concentrations, bancs libres et sous objets, de chaque dominante spécifique de 1980 à 1997.

Fig. 21 : Nombre et part relative des concentrations de chaque dominante spécifique identifiées dans chaque zone à chaque trimestre par année.

Fig. 22 : Evolution annuelle de la température de surface (SST) et de la turbulence sur trois régions de concentrations : Equateur, Sénégal, Cap Lopez.

Fig. 23 : Principales zones d'enrichissement dans l'Atlantique Tropical Est auxquelles sont associées les concentrations (d'après Herbland et al., 1983).

Fig. 24 : Illustration du concept de concentrations fonctionnant en système clos, avec peu ou pas de mouvements migratoires, ou en système ouvert, traversées par des flux migratoires renouvelant la biomasse locale : évolution des PUE attendues dans les deux cas.

Fig. 25 : Modification de la stratégie de prospection des senneurs avec l'introduction de la pêche sous objets flottants artificiels (après 1991). (Fonteneau *et al.*, 1998b).

- ANNEXE 1 Algorithme d'identification des concentrations.
- ANNEXE 2 Détermination du seuil de durée minimale des concentrations.
- ANNEXE 3 Distribution spatiale et saisonnière des concentrations sous objet.
- ANNEXE 4 Résultats des analyses factorielles.

ALGORITHME D'IDENTIFICATION DES CONCENTRATIONS

```

C*****
C PROGRAMME CONCENT1B.FOR
C Programme cumulant les prises des trois categories de thon
C   par carres geographiques 1X1 et par pas de temps IPAS,
C   eliminant les prises en dessous du seuil ITMIN.
C*****
$debug
  CHARACTER*80 file1,file2
  integer*2 nbat,jj,nbc,hp,esp(3),nj(12)
  integer*2 con(40,40,200)/320000*0/
  integer*2 ief(40,40,200)/320000*0/
  data nj/0,31,59,90,120,151,181,212,243,273,304,334/
  idim=40
  iclas=200

C Ouverture et lecture du fichier
open(5,file='concent1b.par')
  read(5,50)file1,file2
50  format(a80)
  read(5,51)itmin,jmin,jmax,njour
51  format(5i5)
  open(1,file=file1)
  open(2,file=file2)

C Lecture des donnees
C Fichier d entree avec les variables : nb bateau, jour, mois,
C nb calees, lat, lon, heure de peche, captures (yft,skj,bet)
1  read(1,100,end=99)nbat,j,m,nbc,xlat,xlon,hp,(esp(i),i=1,3)
100 format(i4,3i2,2f6.2,i2,3i5)
    jj=nj(m)+j

C Changement de repere (X'=25-x, Y'=y+20)
  iy=20+int(xlat)
  ix=25-int(xlon)
  if(ix.lt.1.or.iy.lt.1) goto 1
  if(ix.gt.idim.or.iy.gt.idim) goto 1
  if(jj.lt.jmin.or.jj.ge.jmax) goto 1

C Calcul du pas de temps
  ipas=int((jj-jmin)/njour)+1

C Cumule et seuillages des prises
  itot=int(((esp(1)+esp(2)+esp(3))+5))
  con(ix,iy,ipas)=con(ix,iy,ipas)+itot
  goto 1
99  do 10 k=1,iclas
    do 11 i=1,idim
      do 12 j=1,idim
        if(con(i,j,k).lt.itmin) goto 12

write(2,200)i,j,con(i,j,k),ipue,k
200  format (5i6)
12  continue
11  continue
10  continue
  close(1)
  close(2)
  close(5)
end

```

```

C*****
C PROGRAMME CONCENT3B
C OBJET: Traitement fichier sortie de CONCENT2.C
C Calcul de barycentre et stat associees pour chaque classe
C*****

```

```

CHARACTER*40 NAME,NAMS
DIMENSION IC(10000,6),Z1(1000),Z2(1000)
DATA LUE1,LUS,K /10,11,0/
WRITE(*,'(A)') ' Nom fichier source : '
READ(*,'(A)') NAME
WRITE(*,'(A)') ' Nom fichier sortie : '
READ(*,'(A)') NAMS
OPEN(LUS,FILE=NAMS)
WRITE(LUS,21)

```

```

21 FORMAT('PAS CLAS BARYX BARYY XMOY YMOY XMIN YMIN ',
*'XMAX YMAX XVAR YVAR XSIGM YSIGM CAPT PUE')

```

```

C Mise en tableau du fichier source

```

```

OPEN(LUE1,FILE=NAME)
10 READ(LUE1,*,END=999) IPAS,ICLAS,ILON,ILAT,ITON,IPUE
K=K+1
IC(K,1)=IPAS
IC(K,2)=ICLAS
IC(K,3)=ILON
IC(K,4)=ILAT
IC(K,5)=ITON
IC(K,6)=IPUE
GOTO 10

```

```

999 CLOSE (LUE1)
KMAX=K

```

```

C Traitement d'une classe-pas de temps ligne/ligne du tableau

```

```

INDEX1=(IC(1,1)*100)+IC(1,2)
LIG1=1
DO 100 K=2,KMAX
INDEX2=(IC(K,1)*100)+IC(K,2)
IF(INDEX2.NE.INDEX1) GOTO 500

```

```

150 INDEX1=INDEX2
LIG1=LIG2+1

```

```

100 CONTINUE
GOTO 600

```

```

C Calculs des caracteristiques

```

```

500 LIG2=K-1
SUMX=0.
SUMY=0.
NB=0
NP=0
JR=0
NLIG=LIG2-LIG1+1

```

```

DO 510 J=LIG1,LIG2
JR=JR+1
X=IC(J,3)*IC(J,5)
Y=IC(J,4)*IC(J,5)
Z1(JR)=IC(J,3)
Z2(JR)=IC(J,4)
SUMX=SUMX+X
SUMY=SUMY+Y
NB=NB+IC(J,5)
NP=NP+IC(J,6)
510 CONTINUE
PUEM=NP*.01/JR

```

```

BARYX=SUMX/NB
BARYY=SUMY/NB
IF (NLIG.NE.1) THEN
CALL MMMVE(Z1,1,NLIG,XMIN,XMAX,XMOY,XVAR,XSIGM)
CALL MMMVE(Z2,1,NLIG,YMIN,YMAX,YMOY,YVAR,YSIGM)
ELSE
XMIN=IC(J-1,3)
XMAX=IC(J-1,3)

```

```
XMOY=IC(J-1,3)
XVAR=-99.999
XSIGM=-99.999
YMIN=IC(J-1,4)
YMAX=IC(J-1,4)
YMOY=IC(J-1,4)
YVAR=-99.999
YSIGM=-99.999
```

```
ENDIF
```

```
ipas=IC(LIG2,1)
ICLAS=IC(LIG2,2)
XNEW=BARYX
XNEW2=XMOY
YNEW=BARYY
YNEW2=YMOY
```

```
WRITE(LUS,11) IPAS,ICLAS,XNEW,YNEW,XNEW2,YNEW2,XMIN,YMIN,XMAX,
*YMAX,XVAR,YVAR,XSIGM,YSIGM,NB,PUEM,LIG1,LIG2
11  FORMAT (I4,I5,8F6.2,4F8.3,I7,F7.2,2I7)
    GOTO 150
```

```
600  CLOSE(LUS)
      WRITE (*,*) ' Termine'
      STOP
      END
```

```
SUBROUTINE MMMVE(U,I1,I2,UMIN,UMAX,UMOY,UVAR,USIGM)
```

```
C TIRE DE MAGIK VERSION 2.0 ( J.J. LECHAUVE - ORSTOM BREST)
```

```
C CALCUL DANS TABLEAU U DE I1 A I2
```

```
C MINIMUM MAXIMUM MOYENNE VARIANCE ECART-TYPE
```

```
DIMENSION U(1)
SU=0.
SU2=0.
IMIN=I1
IMAX=I1
DO 10 I=I1,I2
UU=U(I)
SU=SU+UU
SU2=SU2+UU*UU
IF (UU.GE.U(IMAX)) IMAX=I
IF (UU.LE.U(IMIN)) IMIN=I
```

```
10  CONTINUE
    NB=I2-I1+1
    UMOY=SU/NB
    UVAR=SU2/NB - UMOY*UMOY
    USIGM=SQRT(UVAR)
    UMIN=U(IMIN)
    UMAX=U(IMAX)
    RETURN
    END
```

```

C*****
C PROGRAMME CONCENT4
C OBJET: Traitement fichier sortie de CONCENT3B.FOR
C Estimation des filiations temporelles entre classes
C*****

```

\$debug

```

CHARACTER*40 NAME,NAMS, CARTE*120
REAL X1(200,200)/40000*0/
REAL X2(200,200)/40000*0/
REAL Y1(200,200)/40000*0/
REAL Y2(200,200)/40000*0/
DIMENSION NC(1000),IRES(1000,2)
DATA LUE,LUS,K,ICORR /10,11,0,0/

```

```

WRITE(*,'(A)') ' Nom fichier source : '
READ(*,'(A)') NAME
WRITE(*,'(A)') ' Nom fichier sortie : '
READ(*,'(A)') NAMS
WRITE(*,'(A)') ' Nombre de mailles temporelles supplementaires'
WRITE(*,'(A)') ' a traiter (1, 2, ...) : '
READ(*,*) NMAI

```

```

OPEN(LUS,FILE=NAMS)

```

C Mise en tableau du fichier source

```

OPEN(LUE,FILE=NAME)
READ(LUE,*) CARTE
READ(LUE,*) CARTE
10 READ(LUE,11,END=999) IPAS,ICLAS,XNEW,YNEW,XNEW2,YNEW2,XMIN,
* YMIN,XMAX,YMAX,XVAR,YVAR,XSIGM,YSIGM,NB,PUEM,LIG1,LIG2
11 FORMAT (I4,I5,8f6.2,4f8.3,I7,f7.2,2I7)
K=K+1
X1(IPAS,ICLAS)=XMIN
X2(IPAS,ICLAS)=XMAX
Y1(IPAS,ICLAS)=YMIN
Y2(IPAS,ICLAS)=YMAX
c NL(IPAS,ICLAS)=K

```

```

GOTO 10

```

```

999 CLOSE (LUE)
IPMAX=IPAS

```

C Calcul du nombre de classes / pas de temps

```

DO 90 IP=1,IPMAX
DO IC=1,100
SUM=X1(IP,IC)+X2(IP,IC)+Y1(IP,IC)+Y2(IP,IC)
IF(SUM.EQ.0) THEN
NC(IP)=IC-1
GOTO 90
ENDIF
ENDDO
90 CONTINUE

```

C Recherche des voisins temporels

C On prend la premiere classe du premier pas de temps et on estime son voisinage

C avec chaque classe du pas de temps suivant, puis avec celles du suivant

C etc jusqu a NMAI (nombre de maille temporelle a prendre en compte)

C et ainsi de suite avec la classe suivante du meme pas de temps

C Une classe C1 a un voisin si:

c - les Xmin ou Xmax de la classe C2 du pas de temps suivant sont inclus

c entre les Xmin et Xmax de la classe C1 que l'on analyse

c - les Ymin ou Ymax de la classe C2 du pas de temps suivant sont inclus

c entre les Ymin et Ymax de la classe C1 que l'on analyse

C Ces 2 conditions doivent en effet etre remplies

C Analyse de la jointure:

- C - si une classe ne presente aucune jointure avec aucune des classes du pas de temps
- c suivant, on elimine cette classe
- c - s'il y a jointure avec une classe du pas de temps suivant (p+1), on va quand meme comparer
- c cette meme classe avec les autres classes du pas de temps p+1. On ne peut presager de la
- c direction dans laquelle une classe va se diriger d'un pas de temps a l'autre. On affecte alors
- c un numero de cluster a une filiation de classes, sachant qu'une meme classe peut se retrouver
- c dans 2 clusters differents.

C Debut lecture tableau

```
100 DO 150 IP=1,IPMAX

      DO 160 NCL=1,NC(IP)
        XLIM1=X1(IP,NCL)-1
        XLIM2=X2(IP,NCL)+1
        YLIM1=Y1(IP,NCL)-1
        YLIM2=Y2(IP,NCL)+1

      DO 165 IP2=IP+1,IP+NMAI

      DO 170 NCL2=1,NC(IP2)

        IFLAGX=0
        IFLAGY=0

        IF(X1(IP2,NCL2).GE.XLIM1.AND.X1(IP2,NCL2).LE.XLIM2)
* IFLAGX=IFLAGX+1
        IF(X2(IP2,NCL2).GE.XLIM1.AND.X2(IP2,NCL2).LE.XLIM2)
* IFLAGX=IFLAGX+1
        IF(IFLAGX.EQ.0) GOTO 170

        IF(Y1(IP2,NCL2).GE.YLIM1.AND.Y1(IP2,NCL2).LE.YLIM2)
* IFLAGY=IFLAGY+1
        IF(Y2(IP2,NCL2).GE.YLIM1.AND.Y2(IP2,NCL2).LE.YLIM2)
* IFLAGY=IFLAGY+1
c      WRITE(*,*) YLIM1,YLIM2,Y1(IP2,NCL2),Y2(IP2,NCL2)
        IF(IFLAGY.EQ.0) GOTO 170
```

- c Correspondance trouvee entre une classe C1 du pas P1 a une autre
- c classe C2 du pas P2 (ICORR)
- c On conserve alors les index (pas*100 + classe) comme trace de cette correspondance

```
      ICORR=ICORR+1
      IRES(ICORR,1)=(IP*100)+NCL
      IRES(ICORR,2)=(IP2*100)+NCL2
      WRITE(LUS,12) ICORR, IRES(ICORR,1), IRES(ICORR,2)
c      WRITE(*,*) ICORR, IRES(ICORR,1), IRES(ICORR,2)
12  FORMAT(3I7)

170  CONTINUE

165  CONTINUE

160  CONTINUE

150  CONTINUE

      CLOSE(LUS)
      WRITE (*,*) ' Termine'
      STOP
      END
```

```

C*****
C PROGRAMME CONCENT5
C OBJET: Identification des clusters a partir des correspondances de classes
C Sources: 1- fichier produit par CONCENT3B.FOR
C          2- fichier produit par CONCENT4.FOR
C*****

```

\$debug

```

common itab(50,1000),ifl(1000),iconc(999,1000),nm
CHARACTER*40 NAME1,NAME2,NAMS1, CARTE*200
INTEGER*4 ICWP(4)
INTEGER IV(1000,2),IREF(1000),NMAX(1000)
INTEGER ICC(1000),ICD(1000),JCUM(750000)/750000*0/
REAL POSIT(8),POSIT2(8),STAT(4)
DATA LUE1,LUE2,LUS,LUS2,LUS3 /10,11,12,13,14/

WRITE(*,'(A)') ' Fic source (tableau general > CONCENT3B) : '
READ(*,'(A)') NAME1
WRITE(*,'(A)') ' Fic source (correspondances > CONCENT4) : '
READ(*,'(A)') NAME2
WRITE(*,'(A)') ' Nom du fichier de sortie : '
READ(*,'(A)') NAMS1
WRITE(*,'(A)') ' Nombre de mailles temp mini : '
READ(*,'(A)') ISEUIL

OPEN(LUS2, FILE='CORRESP.LIS')
OPEN(LUS3, FILE='CONCENT.LIS')
OPEN(LUE1,FILE=NAME1)
OPEN(LUS,FILE=NAMS1)

```

C Mise en tableau du fichier source (correspondances)

```

OPEN(LUE2,FILE=NAME2)
10 READ(LUE2,'(3I7)',END=998) ICORR,J1,J2

IV(ICORR,1)=J1
IV(ICORR,2)=J2
GOTO 10
998 ICMAX=ICORR

N=0
IRMAX=0

```

C Calcul des lignes entre correspondances = clusters

```

DO 90 IC=1,ICMAX
N=N+1
J2=IV(IC,2)
IF (J2.EQ.-1) GOTO 85
IREF(N)=IC
DO 100 IC2=IC+1,ICMAX
IF(IV(IC2,1).EQ.-1.AND.IV(IC2,2).EQ.-1) then
write(*,'(A)') ' Valeur -1', IC2
GOTO 100
endif

IF(IV(IC2,1).EQ.J2.OR.IV(IC2,2).EQ.J2) THEN

N=N+1
IREF(N)=IC2
IF(IREF(N).GT.IRMAX) IRMAX=IREF(N)
write(*,'(A)') ' retenu ',IC2,' IRMAX ',IRMAX
ENDIF

```

```

100 CONTINUE
ICLUS=ICLUS+1
NMAX(ICLUS)=N
NMX=N
WRITE(LUS2,'(50I5)') ICLUS, (IREF(N),N=1,NMX)
WRITE(*,'(50I5)') ICLUS, (IREF(N),N=1,NMX)

```

C Remplacement de la valeur J2 traitée par -1 pour ne plus la traiter par la suite

```

DO IX=1,ICMAX
IF(IV(IX,1).EQ.J2) IV(IX,1)=-1
IF(IV(IX,2).EQ.J2) IV(IX,2)=-1

```

```
85          ENDDO
           N=0
```

```
90    CONTINUE
      REWIND(LUS2)
```

C Boucle recursive

```
nbm=1000
  nbcl=999
  do 111 j=1,nbm
    ifl(j)=0
    do 112 i=1,50
      112 itab(i,j)=0
        do 113 i=1,nbcl
          113 iconc(i,j)=0
        111 continue
```

C lecture fichier

```
do 121 ii=1,10000
  read(LUS2,190,end=110) i,(itab(j,i),j=1,50)
  190 format(51i5)
  nm=i
  121 continue
  110 continue
```

c on cherche pour chaque ligne de itab

c des classes identiques dans les autres lignes

```
do 2 irow=1,nm
  nconc=irow
```

C on teste si ligne flagged

```
if(ifl(irow).eq.1) goto 2
do 3 icol=1,50
  iclas=itab(icol,irow)
  if(iclas.eq.0) goto 2
```

C on cherchera maintenant dans le restant des lignes la classe en question

```
call icerche(irow,iclas,nconc)
```

```
3 continue
```

```
2 continue
```

```
do 30 i=1,nm
```

```
  isum=0
```

```
  do 31 j=1,999
```

```
31 isum=isum+iconc(j,i)
```

```
  if(ifl(i).eq.1.and.isum.eq.0) goto 30
```

```
  WRITE(LUS3,900) i,(iconc(j,i),j=1,999)
```

```
900 format(1x,i5,999i3)
```

```
30 continue
```

c Le tableau sortie reconstituera une ligne par concentration a partir du dernier fic intern. cree

c References trouvees dans le fichier general (source 1)

```
REWIND(LUS3)
```

```
K=0
```

```
KCONC=0
```

c Lecture d'une ligne de CONCENT.LIS

```
3003 READ(LUS3,900,END=2000) I,(ICONC(J,I),J=1,999)
```

c No de concentration = K

```
K=K+1
```

```
JJ=1
```

```
ICC(JJ)=I
```

```
WRITE(*,*) ' ICC ',JJ,ICC(JJ)
```

```
DO J=1,999
```

```
IF(ICONC(J,I).NE.0) THEN
```

```
  JJ=JJ+1
```

```
  ICC(JJ)=ICONC(J,I)
```

```
WRITE(*,*) ' ICC ',JJ,ICC(JJ)
```

```
ENDIF
```

```
ENDDO
```

```
NBL=JJ
```

```
WRITE(*,*) ' NBL ',NBL
```

c Lien avec CORRESP.LIS (no de ligne)

```
  NN=0
  DO IJ=1,NBL
    NUMLIG=ICC(IJ)
    NELEM=NMAX(NUMLIG)
    WRITE(*,*) 'NMAX ',NUMLIG,NMAX(NUMLIG)
    DO IR=1,NELEM
      NN=NN+1
      ICD(NN)=ITAB(IR,NUMLIG)
    WRITE(*,*) ' ICD ',NN,ICD(NN)
  ENDDO
ENDDO
```

c Lien avec fichier des correspondances pas_de_temps-classe

c On fait la liste des couples pas_de_temps-classe a ecrire

```
300  REWIND(LUE2)
      READ(LUE2,'(3I7)',END=999) ICORR,J1,J2
      IV(ICORR,1)=J1
      IV(ICORR,2)=J2
      GOTO 300
```

```
999  DO IJ=1,100000
      JCUM(IJ)=0
      ENDDO
```

```
      DO IJ=1,NN
        MM=ICD(IJ)
        WRITE(*,*) ' IJ, MM ',IJ,MM
        MCON=IV(MM,1)
        WRITE(*,*) MCON
        JCUM(MCON)=JCUM(MCON)+1
        MCON=IV(MM,2)
        WRITE(*,*) MCON
        JCUM(MCON)=JCUM(MCON)+1
      ENDDO
```

```
      DO MC=1,100000
        IF (JCUM(MC).NE.0) THEN
          WRITE(*,*) 'JCUM ',MC,JCUM(MC)
        ENDIF
      ENDDO
```

c Lien avec fichier general

c Ecriture dans fichier sortie

```
      NBC=0
      DO 1009 MC=1,100000
        IF(JCUM(MC).EQ.0) GOTO 1009
        NBC=NBC+1
1009  CONTINUE
```

```
      IF(NBC.LT.ISEUIL) GOTO 901
      KCONC=KCONC+1
```

```
      ICTOT=0
```

```
1004  FORMAT(I4,I5,8F6.2,4F8.3,I7,F7.2)
```

```
      DO 1010 MC=1,100000
        IF(JCUM(MC).EQ.0) GOTO 1010
        MPAS=INT(MC/100)
        MCLAS=MC-(100*MPAS)
        WRITE(*,*) ' > Traitement pas,clas ', MPAS,MCLAS
        WRITE(*,*) MC,JCUM(MC),MPAS,MCLAS
        REWIND(LUE1)
        READ(LUE1,*) CARTE
        READ(LUE1,*) CARTE
```

```
2001  READ(LUE1,1004,END=1010) IPAS,ICLAS,(POSIT(L),L=1,8),
      *  (STAT(L),L=1,4),ICAP,PUEM
      IF(ipas.NE.MPAS.OR.ICLAS.NE.MCLAS) GOTO 1000
      DO MR=1,7,2
        POSIT2(MR)=25-POSIT(MR)
      ENDDO
```

```

DO MR=2,8,2
POSIT2(MR)=POSIT(MR)-20
ENDDO

```

c Conversion quadrant lat lon en degre minute

```

IXX=0
DO MR=1,7,2
  IXX=IXX+1
  IDEGX=INT(POSIT2(MR))
  IMINX=ABS((POSIT2(MR)*100)-IDEGX*100)*.6
  IDEGY=INT(POSIT2(MR+1))
  IMINY=ABS((POSIT2(MR+1)*100)-IDEGY*100)*.6
  IF(POSIT2(MR).GE.0.AND.POSIT2(MR+1).GE.0) IQ=4
  IF(POSIT2(MR).GE.0.AND.POSIT2(MR+1).LT.0) IQ=3
  IF(POSIT2(MR).LT.0.AND.POSIT2(MR+1).GE.0) IQ=1
  IF(POSIT2(MR).LT.0.AND.POSIT2(MR+1).LT.0) IQ=2
  ILA=(ABS(IDEGY)*100)+IMINY
  ILO=(ABS(IDEGX)*100)+IMINX
  ICWP(IXX)=IQ*100000000+ILA*10000+ILO
ENDDO
ICTOT=ICTOT+ICAP

```

C avec le changement de repere, xmin(ancien re)=xmax(new re)

```

WRITE(LUS,1005) KCONC,IPAS,ICLAS,(POSIT2(L),L=1,4),
* (POSIT2(7)),(POSIT2(6)),(POSIT2(5)),
* (POSIT2(8)),(STAT(L),L=1,4),
* (ICWP(L),L=1,2),(ICWP(L),L=4,3,-1),
* ICAP,PUEM

```

1000 GOTO 2001

1005 FORMAT(I4,I4,I5,8f6.2,4F8.3,4I10,I7,F7.2)
1010 CONTINUE

c On passe a la concentration suivante

901 GOTO 3003

```

2000 CLOSE(LUS3)
CLOSE(LUS2)
CLOSE(LUS)
CLOSE(LUE1)
CLOSE(LUE2)
WRITE (*,*) ' Termine'
STOP
END

```

```

recursive subroutine icerche(krow,kclas,nconc)
common itab(50,1000),ifl(1000),iconc(999,1000),nm
do 4 jrow=krow+1,nm

```

c teste flag

```

if(ifl(jrow).gt.0) goto 4
do 5 jcol=1,50
  jclas=itab(jcol,jrow)
  if(jclas.eq.0) goto 4
  if(kclas.eq.jclas) then

```

c on a trouve;

c on flag la ligne, on ajoute la classe a la concentration
c et on cherche dans les lignes suivantes avec le restant des classes
c sur la ligne trouvee (de 1 a 10 sauf la classe trouvee)

```

ifl(jrow)=1
iconc(jrow,nconc)=jrow
do 6 kcol=1,50

```

c if(kcol.eq.jcol) goto 6
lclas=itab(kcol,jrow)
if(lclas.eq.0.or.lclas.eq.jclas) goto 6

c on cherchera maintenant dans le restant des lignes la classe lclas

```

call icerche(jrow,lclas,nconc)

```

6 continue

endif

5 continue

4 continue

```

return

```

```

end

```

```

C*****
C PROGRAMME TRAIT2.FOR
C OBJET : programme traitant les concentrations
C   a partir du fichier conxx.xl les identifiant
C   du fichier de depart cptxx.prn
C   et du fichier selecxx.prn recuperant les lignes concernees
C*****
$debug

character*120 file1,file2,file10,file11
integer calnul,hpeche
integer cyftcor,cskjecor,cbetcor,typ,cat
integer cyftcat1,cyftcat2,cyftcat3
integer tab(1000,20),capt(1000,19)
real re(1000,6),coord(1000,12),dyn(1000,366,5)

c initialisation

do 1 i=1,1000
  do 2 j=1,6
    re(i,j)=0
  2 continue
  do 3 k=1,19
    capt(i,k)=0
  3 continue
  do 4 l=1,12
    coord(i,l)=0
  4 continue
  do 5 m=1,366
    do 6 n=1,5
      dyn(i,m,n)=0
    6 continue
  5 continue
1 continue

c ouverture et lecture du fichier
open(5,file='trait.par')
read(5,50)file1,file2,file10,file11
50 format(a120)

open(10,file=file10)
open(11,file=file11)
open(1,file=file1)

iconc=0
1000 read(1,41,end=1001) numco,xbar,ybar,xmin,ymin,xmax,ymax
41 format(i4,9x,2f6.2,12x,4f6.2)
coord(numco,1)=coord(numco,1)+1.
coord(numco,2)=coord(numco,2)+xbar
coord(numco,3)=coord(numco,3)+ybar
coord(numco,4)=numco*1.
if(iconc.eq.numco)then
  if(ymax.gt.xlatN)xlatN=ymax
  if(ymin.lt.xlatS)xlatS=ymin
  if(xmax.gt.xlonE)xlonE=xmax
  if(xmin.lt.xlonW)xlonW=xmin
else
  if(iconc.gt.0)coord(iconc,5)=xlatN
  if(iconc.gt.0)coord(iconc,6)=xlatS
  if(iconc.gt.0)coord(iconc,7)=xlonE
  if(iconc.gt.0)coord(iconc,8)=xlonW
  xlatN=ymax
  xlatS=ymin
  xlonE=xmax
  xlonW=xmin
  iconc=numco
  if(ymax.gt.xlatN)xlatN=ymax

```

```

        if(ymin.lt.xlatS)xlatS=ymin
        if(xmax.gt.xlonE)xlonE=xmax
        if(xmin.lt.xlonW)xlonW=xmin
    endif
    goto 1000
1001 continue

do 100 inumco=1,numco
    if(coord(numco,4).eq.0) goto 100
C zone
    if(coord(inumco,1).eq.0) goto 100
    x=coord(inumco,2)/coord(inumco,1)
    y=coord(inumco,3)/coord(inumco,1)
    coord(inumco,12)=x
    coord(inumco,11)=y
    iz=0
    if(y.le.25.and.y.gt.12.and.x.gt.15)iz=1
    if(y.le.12.and.y.gt.0.and.x.le.38.and.x.gt.20)iz=2
    if(y.le.12.and.y.gt.5.and.x.le.38.and.x.gt.10)iz=2
    if(y.le.5.and.y.gt.0.and.x.le.20.and.x.gt.10)iz=3
    if(y.le.0.and.y.gt.-15.and.x.le.38.and.x.gt.-5)iz=4
    if(y.le.5.and.y.ge.-15.and.x.le.-5.and.x.ge.-15)iz=5
    if(y.le.10.and.y.gt.0.and.x.le.10.and.x.gt.-5)iz=6
    tab(inumco,10)=iz
C surface (mille nautique2)
    coord(inumco,9)=abs(coord(inumco,5)-coord(inumco,6))
    coord(inumco,10)=abs(coord(inumco,8)-coord(inumco,7))
    tab(inumco,16)=int(60*cos(coord(inumco,9)*2*3.14/360)*60*
*      coord(inumco,10))

100 continue

open(2,file=file2)

    inumco=0
    isw=0
    isw2=0
10 read(2,21,end=99)numco,jj,j,m,numbat,xlat,xlon,ipay,iass,
*      nbcac,calnul,hpeche,cyftcor,cskjecor,cbetcor,
*      cyftcat1,cyftcat2,cyftcat3
21 format(i3,4i4,2f6.2,5i2,6i5)

C mise en tableau des variables
    capt(numco,1)=capt(numco,1)+cyftcor
    capt(numco,2)=capt(numco,2)+cskjecor
    capt(numco,3)=capt(numco,3)+cbetcor
    capt(numco,8)=capt(numco,8)+cyftcat1
    capt(numco,9)=capt(numco,9)+cyftcat2
    capt(numco,10)=capt(numco,10)+cyftcat3
    re(numco,2)=re(numco,2)+nbcac*1.
    re(numco,3)=re(numco,3)+calnul*1.
    re(numco,4)=re(numco,4)+hpeche*1.
    dyn(numco,jj,2)=dyn(numco,jj,2)+hpeche*1.
    dyn(numco,jj,3)=dyn(numco,jj,3)+(cyftcor+cskjecor+cbetcor)*1.
    dyn(numco,jj,5)=dyn(numco,jj,5)+nbcac*1.
    if(iass.eq.1)tab(numco,11)=tab(numco,11)+1
    if(iass.eq.2)tab(numco,12)=tab(numco,12)+1

C nombre de jour-bateau sur la concentration
c (si un bateau est sur deux lignes dans la meme journee, il n'est
c compte qu'une fois)
    if(isw.eq.1) goto 22
    isw=1
    numco1=numco
    j1=jj
    numbat1=numbat
    tab(numco,8)=tab(numco,8)+1

```

```

goto 23
22 continue
if((numco.eq.numco1).and.(jj.eq.j1)) then
  if(numbat1.ne.numbat)tab(numco,8)=tab(numco,8)+1
  numbat1=numbat
else
  numco1=numco
  j1=jj
  numbat1=numbat
  tab(numco,8)=tab(numco,8)+1
endif
23 continue

if(isw2.eq.1) goto 24
isw2=1
numco2=numco
jj2=jj
numbat2=numbat
dyn(numco,jj,1)=dyn(numco,jj,1)+1.
goto 25
24 continue
if(numco.eq.numco2)then
  if(jj.eq.jj2)then
    if(numbat2.ne.numbat)dyn(numco,jj,1)=dyn(numco,jj,1)+1.
    numbat2=numbat
  else
    jj2=jj
    numbat2=numbat
    dyn(numco,jj,1)=dyn(numco,jj,1)+1.
  endif
else
  numco2=numco
  jj2=jj
  numbat2=numbat
  dyn(numco,jj,1)=dyn(numco,jj,1)+1.
endif
25 continue

```

C duree de la concentration (en jour)

```

if(inumco.eq.numco)then
  jf=jj
else
  tab(numco,1)=numco
  tab(numco,2)=jj
  if(inumco.gt.0)tab(inumco,3)=jf
  inumco=numco
  jf=jj
endif
goto 10
99 continue
tab(inumco,3)=jf

do 98 inumco=1,numco
if(tab(inumco,1).eq.0) goto 98
tab(inumco,4)=tab(inumco,3)-tab(inumco,2)+1

```

C trimestre et mois

```

jm=tab(inumco,2)+(tab(inumco,4)/2)
if(jm.le.90)itrim=1
if(jm.gt.90.and.jm.le.181)itrim=2
if(jm.gt.181.and.jm.le.273)itrim=3
if(jm.gt.273)itrim=4
tab(inumco,9)=itrim
if(jm.le.31)imois=1
if(jm.gt.31.and.jm.le.59)imois=2
if(jm.gt.59.and.jm.le.90)imois=3
if(jm.gt.90.and.jm.le.120)imois=4

```

```

if(jm.gt.120.and.jm.le.151)imois=5
if(jm.gt.151.and.jm.le.181)imois=6
if(jm.gt.181.and.jm.le.212)imois=7
if(jm.gt.212.and.jm.le.243)imois=8
if(jm.gt.243.and.jm.le.273)imois=9
if(jm.gt.273.and.jm.le.304)imois=10
if(jm.gt.304.and.jm.le.334)imois=11
if(jm.gt.334)imois=12
tab(inumco,17)=imois

```

C capture totale sur la concentration en tonnes
 capt(inumco,4)=capt(inumco,1)+capt(inumco,2)+capt(inumco,3)

C composition spécifique : type de concentration

C 1= +75% YFT

C 2= +75% SKJ

C 3= mixte YFT-SKJ-BET

```

tab(inumco,5)=capt(inumco,4)
capt(inumco,5)=(capt(inumco,1)*100)/(capt(inumco,4)
capt(inumco,6)=(capt(inumco,2)*100)/(capt(inumco,4)
capt(inumco,7)=(capt(inumco,3)*100)/(capt(inumco,4)
typ=3
if(capt(inumco,5).ge.75)typ=1
if(capt(inumco,6).ge.75)typ=2
tab(inumco,6)=typ

```

C categorie de taille

C 0=pas de detail

C 1=categorie 1 (<10 kg)

C 2=categorie 2 (10-30 kg)

C 3=categorie 3 (>30 kg)

```

cat=0
if(tab(inumco,6).eq.1)then
  capt(inumco,11)=(capt(inumco,8)*100)/capt(inumco,1)
  capt(inumco,12)=(capt(inumco,9)*100)/capt(inumco,1)
  capt(inumco,13)=(capt(inumco,10)*100)/capt(inumco,1)
  if(capt(inumco,11).ge.75)cat=1
  if(capt(inumco,12).ge.75)cat=2
  if(capt(inumco,13).ge.75)cat=3
endif
tab(inumco,7)=cat

```

C banc libre/associe

```

kass=0
tab(inumco,13)=(tab(inumco,11)*100)/
* (tab(inumco,11)+tab(inumco,12))
tab(inumco,14)=(tab(inumco,12)*100)/
* (tab(inumco,11)+tab(inumco,12))
if(tab(inumco,13).ge.80)kass=1
if(tab(inumco,14).ge.80)kass=2
tab(inumco,15)=kass

```

C effort de peche

C PUE(T/j-bateaux) par jour

```

do 96 ijj=tab(inumco,2),tab(inumco,3)
if(dyn(inumco,ijj,2).ne.0.) then
  dyn(inumco,ijj,4)=dyn(inumco,ijj,3)/dyn(inumco,ijj,2)*12
else
  dyn(inumco,ijj,4)=0
endif

```

C PUE (T/j-bateaux)

```

if(dyn(inumco,ijj,4).gt.re(inumco,5))re(inumco,5)=
* dyn(inumco,ijj,4)

```

96 continue

C PUE (T/I)

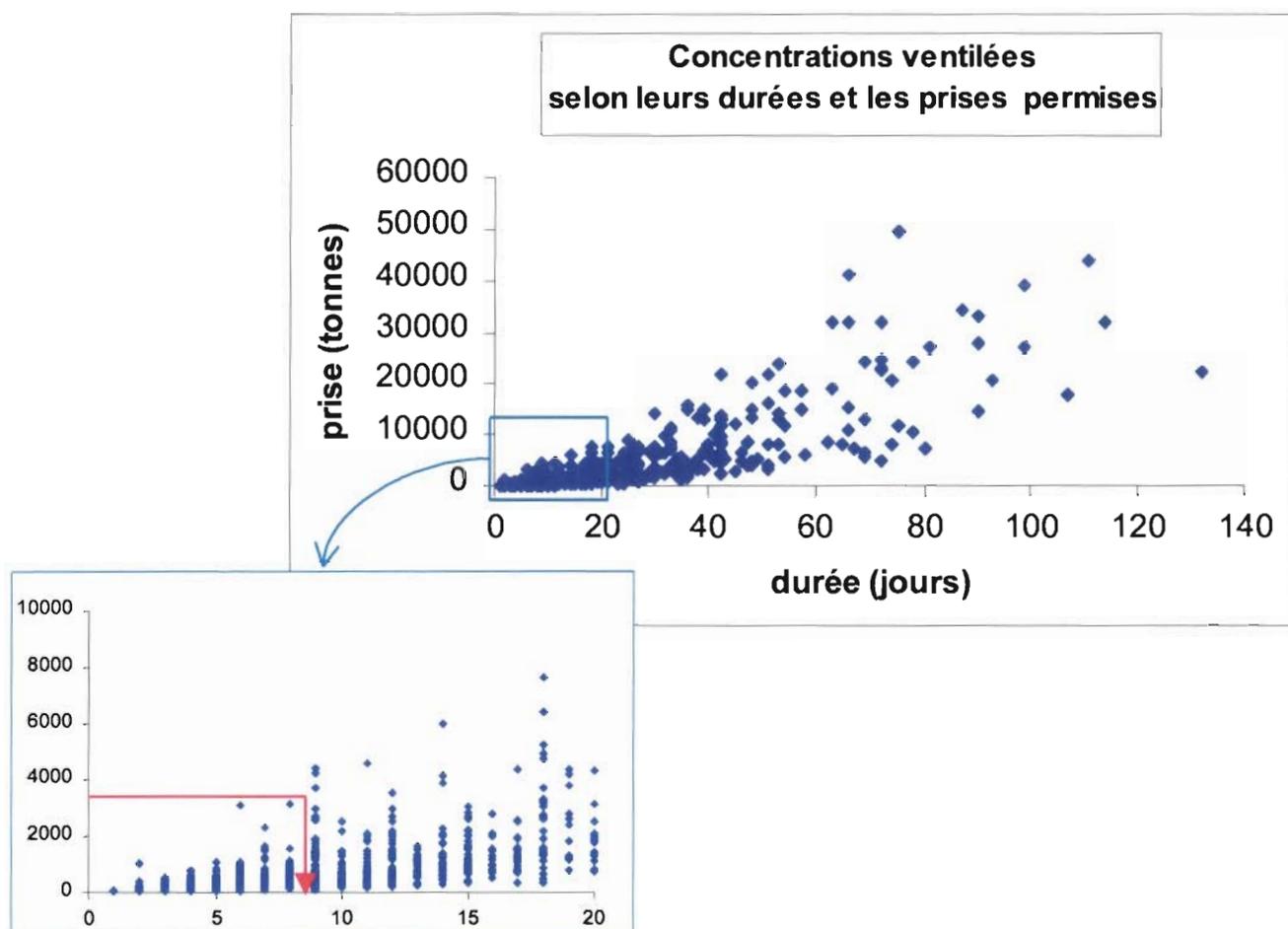
```
if(re(inumco,4).ne.0.) then
  re(inumco,6)=(tab(inumco,5)*1.)/(tab(inumco,4)*1.)
else
  re(inumco,6)=0.
endif
```

c Ecriture des resultats dans fichier caractxx.prn et dynxx.prn

```
write(10,13)inumco,tab(inumco,2),tab(inumco,3),tab(inumco,4),
*   tab(inumco,5),capt(inumco,5),capt(inumco,6),
*   capt(inumco,7),tab(inumco,6),tab(inumco,7),
*   tab(inumco,8),tab(inumco,9),tab(inumco,17),coord
*   (inumco,11),coord(inumco,12),tab(inumco,10),
*   coord(inumco,5),coord(inumco,6),coord(inumco,7),
*   coord(inumco,8),tab(inumco,15),tab(inumco,16),
*   re(inumco,2),re(inumco,3),re(inumco,4),re(inumco,5),
*   re(inumco,6)
13 format(4i4,4i7,5i4,2f6.2,i4,4f6.2,i4,i8,3f8.0,2f8.2)

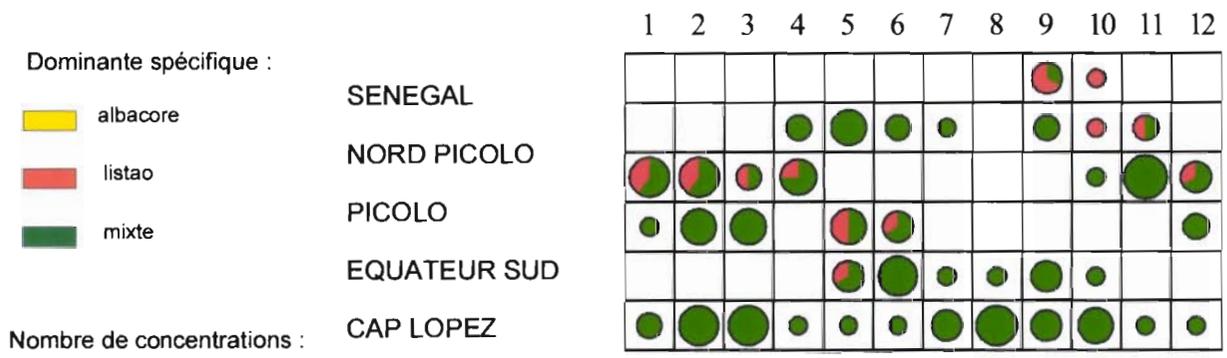
do 95 ijj=tab(inumco,2),tab(inumco,3)
write(11,14)inumco,ijj,dyn(inumco,ijj,1),dyn(inumco,ijj,5),
*   dyn(inumco,ijj,3),dyn(inumco,ijj,4)
14 format(2i4,2f8.0,2f8.2)
95 continue
98 continue
close(1)
close(2)
close(10)
close(11)
end
```

Détermination d'un seuil de durée minimale pour les concentrations



Ce graphique amène à juger adapté un seuil de durée minimale de 9 jours pour les concentrations, au dessous duquel les prises restent limitées (toujours inférieures à 4 000 t).

Distribution spatiale et saisonnière des concentrations sous objets



Résultats des analyses factorielles

ANALYSES FACTORIELLES SUR LES CONCENTRATIONS "BANCS LIBRES"

ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES

APUREMENT DES MODALITES ACTIVES

SEUIL (PCMIN) : 2.00 POIDS: 5.82
 AVANT APUREMENT : 6 QUESTIONS ACTIVES 22 MODALITES ASSOCIEES
 APRES : 6 QUESTIONS ACTIVES 22 MODALITES ASSOCIEES
 POIDS TOTAL DES INDIVIDUS ACTIFS : 291.00
 TRI-A-PLAT DES QUESTIONS ACTIVES

IDENT	MODALITES LIBELLE	AVANT EFF.	APUREMENT POIDS	EFF	APRES POIDS	APUREMENT HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
1 . idur						
dur1 -	IDUR=1	107	107.00	107	107.00	*****
dur2 -	IDUR=2	87	87.00	87	87.00	*****
dur3 -	IDUR=3	97	97.00	97	97.00	*****
2 . isur						
sur1 -	ISUR=1	109	109.00	109	109.00	*****
sur2 -	ISUR=2	84	84.00	84	84.00	*****
sur3 -	ISUR=3	98	98.00	98	98.00	*****
3 . ipds						
pds1 -	IPDS=1	118	118.00	118	118.00	*****
pds2 -	IPDS=2	95	95.00	95	95.00	*****
pds3 -	IPDS=3	78	78.00	78	78.00	*****
4 . zone						
Sen -	ZONE=1	16	16.00	16	16.00	****
NPic -	ZONE=2	31	31.00	31	31.00	*****
Pic -	ZONE=3	67	67.00	67	67.00	*****
EqS -	ZONE=4	64	64.00	64	64.00	*****
CLop -	ZONE=5	40	40.00	40	40.00	*****
EqNE -	ZONE=6	73	73.00	73	73.00	*****
5 . trim						
tri1 -	TRIM=1	88	88.00	88	88.00	*****
tri2 -	TRIM=2	77	77.00	77	77.00	*****
tri3 -	TRIM=3	61	61.00	61	61.00	*****
tri4 -	TRIM=4	65	65.00	65	65.00	*****
7 . sp						
yft -	SP=1	90	90.00	90	90.00	*****
skj -	SP=2	33	33.00	33	33.00	*****
mxt -	SP=3	168	168.00	168	168.00	*****

VALEURS PROPRES

APERCU DE LA PRECISION DES CALCULS : TRACE AVANT DIAGONALISATION .. 2.6667
 SOMME DES VALEURS PROPRES ... 2.6667

HISTOGRAMME DES 16 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENT.	POURCENT. CUMULE	
1	0.3779	14.17	14.17	*****
2	0.3169	11.88	26.06	*****
3	0.2651	9.94	36.00	*****
4	0.2431	9.11	45.11	*****
5	0.2272	8.52	53.63	*****
6	0.1869	7.01	60.64	*****
7	0.1754	6.58	67.22	*****
8	0.1586	5.95	73.16	*****
9	0.1304	4.89	78.05	*****
10	0.1205	4.52	82.57	*****
11	0.1129	4.23	86.81	*****
12	0.1033	3.87	90.68	*****
13	0.0922	3.46	94.14	*****
14	0.0712	2.67	96.81	*****
15	0.0530	1.99	98.79	*****
16	0.0322	1.21	100.00	*****

COORDONNEES, CONTRIBUTIONS ET COSINUS CARRES DES MODALITES ACTIVES
AXES 1 A 5

MODALITES		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES					
IDEN - LIBELLE	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 . idur																	
dur1 - IDUR=1	6.13	1.72	0.84	-0.34	-0.43	0.09	0.04	11.3	2.2	4.3	0.2	0.0	0.41	0.07	0.11	0.01	0.00
dur2 - IDUR=2	4.98	2.34	0.24	-0.10	0.74	-0.15	-0.04	0.8	0.2	10.4	0.5	0.0	0.03	0.00	0.24	0.01	0.00
dur3 - IDUR=3	5.56	2.00	-1.14	0.46	-0.19	0.03	-0.01	19.1	3.8	0.8	0.0	0.0	0.65	0.11	0.02	0.00	0.00
								CONTRIBUTION CUMULEE = 31.2									
2 . isur																	
sur1 - ISUR=1	6.24	1.67	0.59	0.00	-0.22	-0.07	0.07	5.7	0.0	1.2	0.1	0.1	0.21	0.00	0.03	0.00	0.00
sur2 - ISUR=2	4.81	2.46	0.41	0.32	0.14	-0.08	0.17	2.2	1.5	0.4	0.1	0.6	0.07	0.04	0.01	0.00	0.01
sur3 - ISUR=3	5.61	1.97	-1.01	-0.27	0.13	0.14	-0.23	15.2	1.3	0.3	0.5	1.3	0.52	0.04	0.01	0.01	0.03
								CONTRIBUTION CUMULEE = 23.1									
3 . ipds																	
pds1 - IPDS=1	6.76	1.47	0.91	-0.15	-0.21	0.23	0.02	14.7	0.5	1.1	1.5	0.0	0.56	0.02	0.03	0.04	0.00
pds2 - IPDS=2	5.44	2.06	-0.06	-0.01	0.63	-0.45	0.00	0.1	0.0	8.0	4.6	0.0	0.00	0.00	0.19	0.10	0.00
pds3 - IPDS=3	4.47	2.73	-1.29	0.24	-0.45	0.20	-0.03	19.8	0.8	3.3	0.7	0.0	0.61	0.02	0.07	0.01	0.00
								CONTRIBUTION CUMULEE = 34.6									
4 . zone																	
Sen - ZONE=1	0.92	17.19	-0.22	1.47	-2.24	0.92	1.32	0.1	6.3	17.3	3.2	7.0	0.00	0.13	0.29	0.05	0.10
NPic - ZONE=2	1.78	8.39	0.72	0.53	0.01	0.17	-1.73	2.5	1.6	0.0	0.2	23.4	0.06	0.03	0.00	0.00	0.36
Pic - ZONE=3	3.84	3.34	-0.37	-0.47	0.43	1.24	-0.01	1.4	2.7	2.7	24.3	0.0	0.04	0.07	0.06	0.46	0.00
EqS - ZONE=4	3.67	3.55	-0.12	-0.98	-0.62	-0.76	-0.39	0.1	11.1	5.4	8.8	2.4	0.00	0.27	0.11	0.16	0.04
ClOp - ZONE=5	2.29	6.28	-0.24	1.56	0.19	-0.81	-0.23	0.3	17.6	0.3	6.2	0.5	0.01	0.39	0.01	0.11	0.01
EqNE - ZONE=6	4.18	2.99	0.32	-0.11	0.54	-0.30	0.92	1.1	0.2	4.5	1.5	15.7	0.03	0.00	0.10	0.03	0.28
								CONTRIBUTION CUMULEE = 5.5									
5 . trim																	
tri1 - TRIM=1	5.04	2.31	-0.45	-1.04	-0.25	-0.17	0.04	2.7	17.1	1.2	0.6	0.0	0.09	0.47	0.03	0.01	0.00
tri2 - TRIM=2	4.41	2.78	0.34	0.55	-0.31	-0.18	-1.17	1.4	4.2	1.6	0.6	26.6	0.04	0.11	0.03	0.01	0.49
tri3 - TRIM=3	3.49	3.77	0.10	0.95	-0.31	-0.63	1.12	0.1	9.9	1.3	5.7	19.2	0.00	0.24	0.03	0.11	0.33
tri4 - TRIM=4	3.72	3.48	0.11	-0.14	0.99	1.04	0.29	0.1	0.2	13.9	16.5	1.4	0.00	0.01	0.28	0.31	0.02
								CONTRIBUTION CUMULEE = 4.3									
7 . sp																	
yft - SP=1	5.15	2.23	-0.19	-0.87	-0.19	-0.66	0.17	0.5	12.5	0.7	9.2	0.7	0.02	0.34	0.02	0.19	0.01
skj - SP=2	1.89	7.82	0.41	0.06	-1.49	1.37	0.17	0.8	0.0	15.8	14.6	0.2	0.02	0.00	0.28	0.24	0.00
mxt - SP=3	9.62	0.73	0.02	0.46	0.39	0.08	-0.13	0.0	6.3	5.6	0.3	0.7	0.00	0.28	0.21	0.01	0.02
								CONTRIBUTION CUMULEE = 1.3									

CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES CONTINUES ET LES FACTEURS
AXES 1 A 5

VARIABLES		CARACTERISTIQUES				CORRELATIONS				
NUM. (IDEN)	LIBELLE COURT	EFF.	P.ABS	MOYENNE	EC TYPE	1	2	3	4	5
14.	(EFFO) effort	291	291.00	132.67	167.70	-0.54	0.02	-0.08	0.09	0.00
16.	(NBBA) nbanc	291	291.00	179.23	226.62	-0.55	0.04	-0.09	0.07	-0.01
17.	(PUE) pue	291	291.00	188.20	217.00	-0.23	-0.07	-0.06	-0.04	-0.02

CLASSIFICATION HIERARCHIQUE (VOISINS RECIPROQUES)

SUR LES 5 PREMIERS AXES FACTORIELS

DESCRIPTION DES 20 NOEUDS D'INDICES LES PLUS ELEVES

NUM. AINE BENJ EFF. POIDS INDICE HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU

562	491	527	18	18.00	0.01111	****
563	544	536	21	21.00	0.01158	****
564	529	537	21	21.00	0.01253	****
565	548	522	22	22.00	0.01432	*****
566	560	541	15	15.00	0.01564	*****
567	518	554	22	22.00	0.01587	*****
568	556	555	38	38.00	0.02024	*****
569	552	557	39	39.00	0.02041	*****
570	561	547	32	32.00	0.02495	*****
571	568	564	59	59.00	0.02607	*****
572	565	550	35	35.00	0.02922	*****
573	567	563	43	43.00	0.03133	*****
574	559	558	50	50.00	0.04340	*****
575	562	573	61	61.00	0.06302	*****
576	570	569	71	71.00	0.07049	*****
577	576	574	121	121.00	0.10667	*****
578	577	571	180	180.00	0.11832	*****
579	566	572	50	50.00	0.11917	*****
580	579	575	111	111.00	0.15528	*****
581	578	580	291	291.00	0.27613	*****
SOMME DES INDICES DE NIVEAU = 1.43022						

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'a' DE L'ARBRE EN 2 CLASSES

CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES

CLASSE 1 / 2

V.TEST	PROBA	CLA/	MOD/	MOD/CLA	GLOBAL	MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
35.74						CLASSE 1 / 2		aa1a	104
15.62	0.000	94.85	88.46	33.33	IDUR=3	IDUR	AA_3	97	
13.03	0.000	94.87	71.15	26.80	PDS=3	PDS	AC_3	78	
8.67	0.000	70.41	66.35	33.68	ISUR=3	ISUR	AB_3	98	

CLASSE 2 / 2

V.TEST	PROBA	CLA/	MOD/	MOD/CLA	GLOBAL	MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
64.26						CLASSE 2 / 2		aa2a	187
11.82	0.000	100.00	63.10	40.55	PDS=1	PDS	AC_1	118	
10.99	0.000	100.00	57.22	36.77	IDUR=1	IDUR	AA_1	107	
6.17	0.000	86.24	50.27	37.46	ISUR=1	ISUR	AB_1	109	
5.20	0.000	86.21	40.11	29.90	IDUR=2	IDUR	AA_2	87	

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'b' DE L'ARBRE EN 6 CLASSES
 CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES
 CLASSE 1 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				20.62	CLASSE 1 / 6		bb1b	60
10.21	0.000	55.10	90.00	33.68	ISUR=3	ISUR	AB_3	98
8.94	0.000	51.55	83.33	33.33	IDUR=3	IDUR	AA_3	97
8.86	0.000	57.69	75.00	26.80	PDS=3	PDS	AC_3	78
5.73	0.000	47.76	53.33	23.02	ZONE=3	ZONE	AD_3	67
4.99	0.000	39.77	58.33	30.24	TRIM=1	TRIM	AE_1	88

CLASSE 2 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				13.06	CLASSE 2 / 6		bb2b	38
10.68	0.000	77.50	81.58	13.75	ZONE=5	ZONE	AD_5	40
5.76	0.000	22.02	97.37	57.73	SP=3	SP	AG_3	168
5.68	0.000	29.90	76.32	33.33	IDUR=3	IDUR	AA_3	97
4.26	0.000	28.57	57.89	26.46	TRIM=2	TRIM	AE_2	77

CLASSE 3 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				5.15	CLASSE 3 / 6		bb3b	15
10.08	0.000	93.75	100.00	5.50	ZONE=1	ZONE	AD_1	16
4.51	0.000	27.27	60.00	11.34	SP=2	SP	AG_2	33
3.70	0.000	16.39	66.67	20.96	TRIM=3	TRIM	AE_3	61

CLASSE 4 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				17.18	CLASSE 4 / 6		bb4b	50
9.83	0.000	62.50	80.00	21.99	ZONE=4	ZONE	AD_4	64
7.82	0.000	44.44	80.00	30.93	SP=1	SP	AG_1	90
5.97	0.000	38.64	68.00	30.24	TRIM=1	TRIM	AE_1	88
4.47	0.000	30.84	66.00	36.77	IDUR=1	IDUR	AA_1	107

CLASSE 5 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				19.59	CLASSE 5 / 6		bb5b	57
9.38	0.000	60.27	77.19	25.09	ZONE=6	ZONE	AD_6	73
4.63	0.000	42.62	45.61	20.96	TRIM=3	TRIM	AE_3	61
4.51	0.000	36.78	56.14	29.90	IDUR=2	IDUR	AA_2	87

CLASSE 6 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				24.40	CLASSE 6 / 6		bb6b	71
8.67	0.000	50.85	84.51	40.55	PDS=1	PDS	AC_1	118
6.08	0.000	74.19	32.39	10.65	ZONE=2	ZONE	AD_2	31
5.70	0.000	43.93	66.20	36.77	IDUR=1	IDUR	AA_1	107
5.57	0.000	49.35	53.52	26.46	TRIM=2	TRIM	AE_2	77

ANALYSES FACTORIELLES SUR LES CONCENTRATIONS D'ALBACORES

avec FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES

APUREMENT DES MODALITES ACTIVES
 SEUIL (PCMIN) : 5.00 % POIDS: 4.05
 AVANT APUREMENT : 8 QUESTIONS ACTIVES 34 MODALITES ASSOCIEES
 APRES : 8 QUESTIONS ACTIVES 29 MODALITES ASSOCIEES
 POIDS TOTAL DES INDIVIDUS ACTIFS : 81.00
 TRI-A-PLAT DES QUESTIONS ACTIVES

IDENT	MODALITES LIBELLE	AVANT APUREMENT EFF.	POIDS	APRES APUREMENT EFF.	POIDS	HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
dur1	- IDUR=1	41	41.00	41	41.00	*****
dur2	- IDUR=2	40	40.00	40	40.00	*****
sur1	- ISUR=1	43	43.00	43	43.00	*****
sur2	- ISUR=2	38	38.00	38	38.00	*****
pds1	- IPDS=1	36	36.00	36	36.00	*****
pds2	- IPDS=2	45	45.00	45	45.00	*****
Sen	- ZONE=1	0	0.00			
NPic	- ZONE=2	2	2.00	=== VENTILEE ===		
Pic	- ZONE=3	13	13.00	14	14.00	*****
EqS	- ZONE=4	37	37.00	37	37.00	*****
CLop	- ZONE=5	1	1.00	=== VENTILEE ===		
EqNE	- ZONE=6	28	28.00	30	30.00	*****
tri1	- TRIM=1	32	32.00	32	32.00	*****
tri2	- TRIM=2	16	16.00	16	16.00	*****
tri3	- TRIM=3	20	20.00	20	20.00	*****
tri4	- TRIM=4	13	13.00	13	13.00	*****
jan	- MOIS=1	14	14.00	14	14.00	*****
fev	- MOIS=2	8	8.00	8	8.00	*****
mars	- MOIS=3	10	10.00	11	11.00	*****
avr	- MOIS=4	8	8.00	9	9.00	*****
mai	- MOIS=5	5	5.00	5	5.00	****
juin	- MOIS=6	3	3.00	=== VENTILEE ===		
juil	- MOIS=7	6	6.00	6	6.00	****
acout	- MOIS=8	7	7.00	9	9.00	*****
sept	- MOIS=9	7	7.00	7	7.00	*****
oct	- MOIS=10	6	6.00	7	7.00	*****
nov	- MOIS=11	5	5.00	5	5.00	****
dec	- MOIS=12	2	2.00	=== VENTILEE ===		
tur1	- ITUR=1	23	23.00	23	23.00	*****
tur2	- ITUR=2	26	26.00	26	26.00	*****
tur3	- ITUR=3	32	32.00	32	32.00	*****
sst1	- ISST=1	33	33.00	33	33.00	*****
sst2	- ISST=2	26	26.00	26	26.00	*****
sst3	- ISST=3	22	22.00	22	22.00	*****

VALEURS PROPRES

APERCU DE LA PRECISION DES CALCULS : TRACE AVANT DIAGONALISATION . 2.6250
 SOMME DES VALEURS PROPRES ... 2.6250

HISTOGRAMME DES 21 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENT.	POURCENT. CUMULE
1	0.4346	16.56	16.56
2	0.3478	13.25	29.81
3	0.2643	10.07	39.88
4	0.2005	7.64	47.52
5	0.1619	6.17	53.68
6	0.1486	5.66	59.35
7	0.1419	5.40	64.75
8	0.1292	4.92	69.67
9	0.1270	4.84	74.51
10	0.1156	4.40	78.91
11	0.1036	3.95	82.86
12	0.0988	3.76	86.62
13	0.0875	3.33	89.96
14	0.0656	2.50	92.46
15	0.0515	1.96	94.42
16	0.0486	1.85	96.27
17	0.0387	1.48	97.74
18	0.0357	1.36	99.10
19	0.0136	0.52	99.62
20	0.0080	0.31	99.93
21	0.0019	0.07	100.00

COORDONNEES, CONTRIBUTIONS ET COSINUS CARRES DES MODALITES ACTIVES
AXES 1 A 5

MODALITES		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES					
IDEN - LIBELLE	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 . IDUR [AA]																	
dur1 - IDUR=1	6.33	0.98	-0.21	0.56	-0.13	0.23	-0.26	0.6	5.8	0.4	1.6	2.6	0.04	0.32	0.02	0.05	0.07
dur2 - IDUR=2	6.17	1.03	0.21	-0.58	0.14	-0.23	0.26	0.6	5.9	0.4	1.7	2.6	0.04	0.32	0.02	0.05	0.07
								CONTRIBUTION CUMULEE = 1.3 11.7 0.9 3.3 5.2									
2 . ISUR [AB]																	
sur1 - ISUR=1	6.64	0.88	0.25	0.31	-0.34	0.44	-0.11	0.9	1.8	2.9	6.3	0.5	0.07	0.11	0.13	0.22	0.01
sur2 - ISUR=2	5.86	1.13	-0.28	-0.35	0.38	-0.49	0.12	1.0	2.1	3.2	7.1	0.6	0.07	0.11	0.13	0.22	0.01
								CONTRIBUTION CUMULEE = 2.0 3.9 6.1 13.5 1.1									
3 . IPDS [AC]																	
pds1 - IPDS=1	5.56	1.25	0.26	0.72	-0.22	0.23	-0.28	0.9	8.3	1.0	1.5	2.8	0.05	0.42	0.04	0.04	0.06
pds2 - IPDS=2	6.94	0.80	-0.21	-0.58	0.17	-0.19	0.23	0.7	6.7	0.8	1.2	2.2	0.05	0.42	0.04	0.04	0.06
								CONTRIBUTION CUMULEE = 1.5 15.0 1.8 2.7 5.0									
4 . ZONE [AD]																	
Pic - ZONE=3	2.16	4.79	-0.09	1.27	0.84	-0.07	0.55	0.0	10.0	5.7	0.1	4.1	0.00	0.34	0.15	0.00	0.06
EqS - ZONE=4	5.71	1.19	-0.53	-0.30	-0.30	0.33	0.07	3.7	1.5	1.9	3.1	0.2	0.24	0.08	0.07	0.09	0.00
EqNE - ZONE=6	4.63	1.70	0.70	-0.22	-0.02	0.37	-0.35	5.2	0.6	0.0	3.2	3.5	0.29	0.03	0.00	0.08	0.07
								CONTRIBUTION CUMULEE = 9.0 12.2 7.6 6.4 7.7									
5 . TRIM [AE]																	
tri1 - TRIM=1	4.94	1.53	-0.90	-0.64	-0.23	0.12	-0.23	9.2	5.8	1.0	0.4	1.6	0.53	0.27	0.03	0.01	0.03
tri2 - TRIM=2	2.47	4.06	-0.47	1.53	0.18	-0.23	0.51	1.3	16.7	0.3	0.7	4.0	0.06	0.58	0.01	0.01	0.06
tri3 - TRIM=3	3.09	3.05	1.28	-0.08	-1.00	-0.24	0.29	11.6	0.1	11.0	0.9	1.6	0.54	0.00	0.33	0.02	0.03
tri4 - TRIM=4	2.01	5.23	0.83	-0.19	1.88	0.35	-0.50	3.2	0.2	26.9	1.2	3.1	0.13	0.01	0.68	0.02	0.05
								CONTRIBUTION CUMULEE = 25.3 22.7 39.9 3.1 10.3									
6 . MOIS [AF]																	
jan - MOIS=1	2.16	4.79	-0.78	-0.72	-0.21	1.14	0.20	3.1	3.2	0.4	13.9	0.5	0.13	0.11	0.01	0.27	0.01
fev - MOIS=2	1.23	9.12	-1.00	-0.53	-0.02	-0.74	-0.46	2.8	1.0	0.0	3.4	1.6	0.11	0.03	0.00	0.06	0.02
mars - MOIS=3	1.70	6.36	-0.89	-0.49	-0.40	-0.49	-0.63	3.1	1.2	1.0	2.1	4.2	0.13	0.04	0.02	0.04	0.06
avr - MOIS=4	1.39	8.00	-0.58	1.46	0.68	-0.55	1.83	1.1	8.5	2.4	2.1	28.8	0.04	0.27	0.06	0.04	0.42
mai - MOIS=5	0.77	15.20	-0.67	2.10	-0.59	0.63	-1.35	0.8	9.8	1.0	1.5	8.7	0.03	0.29	0.02	0.03	0.12
juil - MOIS=7	0.93	12.50	1.50	-0.03	-1.19	-0.45	-0.41	4.8	0.0	5.0	0.9	1.0	0.18	0.00	0.11	0.02	0.01
août - MOIS=8	1.39	8.00	1.09	-0.25	-0.48	-0.90	0.20	3.8	0.3	1.2	5.6	0.3	0.15	0.01	0.03	0.10	0.00
sept - MOIS=9	1.08	10.57	1.15	-0.05	-1.06	0.65	1.13	3.3	0.0	4.6	2.3	8.5	0.13	0.00	0.11	0.04	0.12
oct - MOIS=10	1.08	10.57	0.87	-0.03	1.74	0.05	-0.93	1.9	0.0	12.4	0.0	5.7	0.07	0.00	0.29	0.00	0.08
nov - MOIS=11	0.77	15.20	0.88	-0.20	2.21	0.62	-0.51	1.4	0.1	14.3	1.5	1.2	0.05	0.00	0.32	0.03	0.02
								CONTRIBUTION CUMULEE = 26.1 24.1 42.3 33.3 60.6									
21 . ITUR [AX]																	
tur1 - ITUR=1	3.55	2.52	-0.51	0.70	-0.20	-0.34	-0.47	2.1	5.0	0.6	2.0	4.9	0.10	0.19	0.02	0.05	0.09
tur2 - ITUR=2	4.01	2.12	-0.65	-0.54	0.00	0.02	0.23	3.9	3.4	0.0	1.3	1.3	0.20	0.14	0.00	0.00	0.02
tur3 - ITUR=3	4.94	1.53	0.90	-0.06	0.14	0.23	0.15	9.2	0.1	0.4	1.0	0.7	0.53	0.00	0.01	0.03	0.02
								CONTRIBUTION CUMULEE = 15.3 8.4 0.9 3.3 6.9									
22 . ISST [AL]																	
sst1 - ISST=1	5.09	1.45	0.95	-0.09	-0.08	-0.20	-0.09	10.5	0.1	0.1	1.1	0.2	0.62	0.01	0.00	0.03	0.01
sst2 - ISST=2	4.01	2.12	-0.35	-0.20	0.15	1.01	0.29	1.2	0.5	0.3	20.2	2.0	0.06	0.02	0.01	0.48	0.04
sst3 - ISST=3	3.40	2.68	-1.00	0.37	-0.05	-0.88	-0.21	7.9	1.3	0.0	13.2	0.9	0.38	0.05	0.00	0.29	0.02
								CONTRIBUTION CUMULEE = 19.5 1.9 0.5 34.5 3.2									

CLASSIFICATION HIERARCHIQUE (VOISINS RECIPROQUES)

SUR LES 4 PREMIERS AXES FACTORIELS

DESCRIPTION DES 10 NOEUDS D'INDICES LES PLUS ELEVES

NUM. AINE BENJ EFF. POIDS INDICE HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU

152	149	123	16	16.00	0.02103	*****
153	141	147	9	9.00	0.02259	*****
154	152	137	21	21.00	0.02864	*****
155	136	148	18	18.00	0.02918	*****
156	145	150	13	13.00	0.04022	*****
157	153	144	16	16.00	0.04504	*****
158	151	155	31	31.00	0.07532	*****
159	154	157	37	37.00	0.21795	*****
160	156	158	44	44.00	0.25179	*****
161	159	160	81	81.00	0.37648	*****
SOMME DES INDICES DE NIVEAU = 1.24728						

DESCRIPTION DE PARTITION(S)

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'a' DE L'ARBRE EN 2 CLASSES

CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES

CLASSE 1 / 2

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES		MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	
56.79 CLASSE 1 / 2							
6.77	0.000	100.00	69.57	39.51	TRIM=1	TRIM	tri1 32
5.06	0.000	100.00	47.83	27.16	ISST=3	ISST	sst3 22
3.65	0.000	100.00	30.43	17.28	MOIS=1	MOIS	jan 14
3.43	0.000	78.38	63.04	45.68	ZONE=4	ZONE	EqS 37
3.34	0.000	84.62	47.83	32.10	ITUR=2	ITUR	tur2 26
2.85	0.002	100.00	21.74	12.35	MOIS=3	MOIS	mars 10
2.78	0.003	82.61	41.30	28.40	ITUR=1	ITUR	tur1 23
2.59	0.005	87.50	30.43	19.75	TRIM=2	TRIM	tri2 16
2.40	0.008	100.00	17.39	9.88	MOIS=2	MOIS	fev 8
2.40	0.008	100.00	17.39	9.88	MOIS=4	MOIS	avr 8

CLASSE 2 / 2

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES		MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	
43.21 CLASSE 2 / 2							
6.27	0.000	84.85	80.00	40.74	ISST=1	ISST	sst1 33
6.06	0.000	100.00	57.14	24.69	TRIM=3	TRIM	tri3 20
6.01	0.000	84.38	77.14	39.51	ITUR=3	ITUR	tur3 32
4.47	0.000	100.00	37.14	16.05	TRIM=4	TRIM	tri4 13
4.00	0.000	75.00	60.00	34.57	ZONE=6	ZONE	EqNE 28
2.89	0.002	100.00	20.00	8.64	MOIS=8	MOIS	août 7
2.89	0.002	100.00	20.00	8.64	MOIS=9	MOIS	sept 7
2.58	0.005	100.00	17.14	7.41	MOIS=7	MOIS	juil 6
2.58	0.005	100.00	17.14	7.41	MOIS=10	MOIS	oct 6

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'b' DE L'ARBRE EN 4 CLASSES
 CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES
 CLASSE 1 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES			
				38.27	CLASSE 1 / 4		bb1b	31
9.47	0.000	96.88	100.00	39.51	TRIM=1	TRIM	tr11	32
5.13	0.000	100.00	45.16	17.28	MOIS=1	MOIS	jan	14
4.36	0.000	64.86	77.42	45.68	ZONE=4	ZONE	EqS	37
4.07	0.000	100.00	32.26	12.35	MOIS=3	MOIS	mars	10
3.69	0.000	69.23	58.06	32.10	ITUR=2	ITUR	tur2	26
2.93	0.002	53.33	77.42	55.56	IPDS=2	IPDS	pds2	45
2.62	0.004	87.50	22.58	9.88	MOIS=2	MOIS	fev	8

CLASSE 2 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES			
				18.52	CLASSE 2 / 4		bb2b	15
7.04	0.000	87.50	93.33	19.75	TRIM=2	TRIM	tr12	16
5.07	0.000	100.00	53.33	9.88	MOIS=4	MOIS	avr	8
3.68	0.000	100.00	33.33	6.17	MOIS=5	MOIS	mai	5
2.93	0.002	53.85	46.67	16.05	ZONE=3	ZONE	Pic	13
2.90	0.002	31.71	86.67	50.62	IDUR=1	IDUR	dur1	41
2.73	0.003	40.91	60.00	27.16	ISST=3	ISST	sst3	22
2.59	0.005	39.13	60.00	28.40	ITUR=1	ITUR	tur1	23

CLASSE 3 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES			
				17.28	CLASSE 3 / 4		bb3b	14
7.48	0.000	100.00	92.86	16.05	TRIM=4	TRIM	tr14	13
4.28	0.000	100.00	42.86	7.41	MOIS=10	MOIS	oct	6
3.78	0.000	100.00	35.71	6.17	MOIS=11	MOIS	nov	5
2.98	0.001	34.38	78.57	39.51	ITUR=3	ITUR	tur3	32

CLASSE 4 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES			
				25.93	CLASSE 4 / 4		bb4b	21
8.59	0.000	100.00	95.24	24.69	TRIM=3	TRIM	tr13	20
5.27	0.000	57.58	90.48	40.74	ISST=1	ISST	sst1	33
3.99	0.000	100.00	33.33	8.64	MOIS=9	MOIS	sept	7
3.99	0.000	100.00	33.33	8.64	MOIS=8	MOIS	août	7
3.74	0.000	50.00	76.19	39.51	ITUR=3	ITUR	tur3	32
3.59	0.000	100.00	28.57	7.41	MOIS=7	MOIS	juil	6
3.28	0.001	50.00	66.67	34.57	ZONE=6	ZONE	EqNE	28

ANALYSES FACTORIELLES SUR LES CONCENTRATIONS MIXTES

avec FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES
 APUREMENT DES MODALITES ACTIVES
 SEUIL (PCMIN) : 2.00 POIDS: 1 70
 AVANT APUREMENT : 8 QUESTIONS ACTIVES 34 MODALITES ASSOCIEES
 APRES : 8 QUESTIONS ACTIVES 32 MODALITES ASSOCIEES
 POIDS TOTAL DES INDIVIDUS ACTIFS : 85.00
 TRI-A-PLAT DES QUESTIONS ACTIVES

IDENT	MODALITES LIBELLE	AVANT APUREMENT EFF.	POIDS	APRES APUREMENT EFF.	POIDS	HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
dur1	IDUR=1	35	35.00	35	35.00	*****
dur2	IDUR=2	50	50.00	50	50.00	*****
sur1	ISUR=1	44	44.00	44	44.00	*****
sur2	ISUR=2	41	41.00	41	41.00	*****
pds1	IPDS=1	58	58.00	58	58.00	*****
pds2	IPDS=2	27	27.00	27	27.00	*****
Sen	ZONE=1	1	1.00	--- VENTILEE ---		
NPic	ZONE=2	13	13.00	13	13.00	*****
Pic	ZONE=3	22	22.00	23	23.00	*****
EqS	ZONE=4	9	9.00	9	9.00	*****
CLop	ZONE=5	13	13.00	13	13.00	*****
EqNE	ZONE=6	27	27.00	27	27.00	*****
tr11	TRIM=1	14	14.00	14	14.00	*****
tr12	TRIM=2	27	27.00	27	27.00	*****
tr13	TRIM=3	14	14.00	14	14.00	*****
tr14	TRIM=4	30	30.00	30	30.00	*****
jan	MOIS=1	7	7.00	7	7.00	****
fev	MOIS=2	2	2.00	2	2.00	**
mars	MOIS=3	5	5.00	5	5.00	***
avr	MOIS=4	7	7.00	7	7.00	****
mai	MOIS=5	10	10.00	11	11.00	*****
juin	MOIS=6	10	10.00	10	10.00	*****
juil	MOIS=7	5	5.00	5	5.00	****
aout	MOIS=8	1	1.00	--- VENTILEE ---		
sept	MOIS=9	8	8.00	8	8.00	*****
oct	MOIS=10	10	10.00	10	10.00	*****
nov	MOIS=11	10	10.00	10	10.00	*****
dec	MOIS=12	10	10.00	10	10.00	*****
tur1	ITUR=1	33	33.00	33	33.00	*****
tur2	ITUR=2	25	25.00	25	25.00	*****
tur3	ITUR=3	27	27.00	27	27.00	*****
sst1	ISST=1	32	32.00	32	32.00	*****
sst2	ISST=2	28	28.00	28	28.00	*****
sst3	ISST=3	25	25.00	25	25.00	*****

VALEURS PROPRES
 APERCU DE LA PRECISION DES CALCULS : TRACE AVANT DIAGONALISATION ... 3.0000
 SOMME DES VALEURS PROPRES ... 3.0000

HISTOGRAMME DES 24 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENT.	POURCENT. CUMULE
1	0.4003	13.34	13.34
2	0.3334	11.11	24.46
3	0.2862	9.54	34.00
4	0.2417	8.06	42.05
5	0.2078	6.93	48.98
6	0.1781	5.94	54.91
7	0.1568	5.23	60.14
8	0.1462	4.87	65.01
9	0.1365	4.55	69.57
10	0.1305	4.35	73.92
11	0.1180	3.93	77.85
12	0.1067	3.56	81.41
13	0.0986	3.29	84.69
14	0.0938	3.13	87.82
15	0.0738	2.46	90.28
16	0.0682	2.27	92.56
17	0.0587	1.96	94.51
18	0.0522	1.74	96.25
19	0.0481	1.60	97.86
20	0.0341	1.14	98.99
21	0.0248	0.83	99.82
22	0.0055	0.18	100.00
23	0.0000	0.00	100.00
24	0.0000	0.00	100.00

COORDONNEES, CONTRIBUTIONS ET COSINUS CARRES DES MODALITES ACTIVES
AXES 1 A 5

MODALITES		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES					
IDEN - LIBELLE	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 . idur																	
dur1 - IDUR=1	5.15	1.43	0.12	0.04	-0.47	0.32	0.75	0.2	0.0	4.0	2.1	14.0	0.01	0.00	0.16	0.07	0.39
dur2 - IDUR=2	7.35	0.70	-0.09	-0.03	0.33	-0.22	-0.53	0.1	0.0	2.8	1.5	9.8	0.01	0.00	0.16	0.07	0.39
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.3 0.0 6.8 3.6 23.7																	
2 . isur																	
sur1 - ISUR=1	6.47	0.93	-0.01	0.04	-0.07	-0.48	0.30	0.0	0.0	0.1	6.1	2.8	0.00	0.00	0.01	0.24	0.10
sur2 - ISUR=2	6.03	1.07	0.01	-0.05	0.08	0.51	-0.32	0.0	0.0	0.1	6.5	3.0	0.00	0.00	0.01	0.24	0.10
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.0 0.1 0.2 12.7 5.8																	
3 . ipds																	
pds1 - IPDS=1	8.53	0.47	0.08	0.01	-0.31	0.34	0.30	0.1	0.0	2.8	4.0	3.7	0.01	0.00	0.20	0.25	0.20
pds2 - IPDS=2	3.97	2.15	-0.17	-0.03	0.66	-0.73	-0.65	0.3	0.0	6.1	8.7	8.0	0.01	0.00	0.20	0.25	0.20
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.4 0.0 9.0 12.7 11.8																	
4 . zone																	
NPic - ZONE=2	1.91	5.54	-0.45	-1.29	-0.70	-1.22	0.52	1.0	9.5	3.3	11.7	2.5	0.04	0.30	0.09	0.27	0.05
Pic - ZONE=3	3.38	2.70	-0.67	0.89	0.12	0.12	-0.12	3.8	8.1	0.2	0.2	0.2	0.17	0.30	0.00	0.01	0.00
EqS - ZONE=4	1.32	8.44	0.44	-0.89	-0.30	1.64	-0.22	0.6	3.1	0.4	14.7	0.3	0.02	0.09	0.01	0.32	0.01
CLop - ZONE=5	1.91	5.54	1.55	-0.05	0.31	-0.45	-0.39	11.5	0.0	0.6	1.6	1.4	0.44	0.00	0.02	0.04	0.03
EqNE - ZONE=6	3.97	2.15	-0.10	0.18	0.19	0.15	0.11	0.1	0.4	0.5	0.4	0.2	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
CONTRIBUTION CUMULEE = 17.0 21.2 5.0 28.6 4.7																	
5 . trim																	
tr11 - TRIM=1	2.06	5.07	-0.94	-0.38	1.72	0.77	0.39	4.5	0.9	21.3	5.0	1.5	0.17	0.03	0.58	0.12	0.03
tr12 - TRIM=2	3.97	2.15	0.11	-1.04	-0.74	0.11	-0.56	0.1	12.8	7.5	0.2	6.1	0.01	0.50	0.25	0.01	0.15
tr13 - TRIM=3	2.06	5.07	1.86	0.22	0.67	-0.51	0.60	17.8	0.3	3.3	2.2	3.6	0.68	0.01	0.09	0.05	0.07
tr14 - TRIM=4	4.41	1.83	-0.53	1.01	-0.46	-0.22	0.05	3.2	13.4	3.2	0.8	0.0	0.16	0.55	0.11	0.03	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 25.6 27.4 35.3 8.3 11.2																	
6 . mois																	
jan - MOIS=1	1.03	11.14	-0.95	-0.02	1.83	0.41	0.02	2.3	0.0	12.0	0.7	0.0	0.08	0.00	0.30	0.02	0.00
fev - MOIS=2	0.29	41.50	-0.71	-0.40	1.94	1.04	-0.70	0.4	0.1	3.9	1.3	0.7	0.01	0.00	0.09	0.03	0.01
mars - MOIS=3	0.74	16.00	-1.01	-0.88	1.49	1.15	1.34	1.9	1.7	5.7	4.0	6.4	0.06	0.05	0.14	0.08	0.11
avr - MOIS=4	1.03	11.14	-0.39	-1.70	-0.90	-1.17	0.33	0.4	8.9	2.9	5.8	0.5	0.01	0.26	0.07	0.12	0.01
mai - MOIS=5	1.62	6.73	0.31	-0.82	-0.59	0.04	-0.70	0.4	3.3	2.0	0.0	3.8	0.01	0.10	0.05	0.00	0.07
juin - MOIS=6	1.47	7.50	0.42	-0.72	-0.71	1.10	-0.98	0.6	2.3	2.6	7.3	6.8	0.02	0.07	0.07	0.16	0.13
juil - MOIS=7	0.74	16.00	1.75	0.31	1.39	-1.48	-0.86	5.6	0.2	5.0	6.7	2.6	0.19	0.01	0.12	0.14	0.05
sept - MOIS=9	1.18	9.62	1.94	0.21	0.32	-0.02	1.58	11.0	0.1	0.4	0.0	14.1	0.39	0.00	0.01	0.00	0.26
oct - MOIS=10	1.47	7.50	-0.47	0.81	-0.41	-0.65	0.38	0.8	2.9	0.9	2.6	1.0	0.03	0.09	0.02	0.06	0.02
nov - MOIS=11	1.47	7.50	-0.47	0.99	-0.33	-0.13	-0.32	0.8	4.3	0.6	0.1	0.7	0.03	0.13	0.01	0.00	0.01
dec - MOIS=12	1.47	7.50	-0.65	1.22	-0.63	0.14	0.08	1.6	6.6	2.0	0.1	0.0	0.06	0.20	0.05	0.00	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 25.9 30.5 37.9 28.7 36.6																	
22 . itur																	
tur1 - ITUR=1	4.85	1.58	-0.62	-0.61	0.37	-0.33	0.19	4.6	5.4	2.3	2.1	0.8	0.24	0.23	0.09	0.07	0.02
tur2 - ITUR=2	3.68	2.40	-0.29	0.54	-0.48	0.19	-0.30	0.8	3.2	3.0	0.6	1.6	0.03	0.12	0.10	0.02	0.04
tur3 - ITUR=3	3.97	2.15	1.02	0.25	0.00	0.22	0.05	10.3	0.7	0.0	0.8	0.0	0.48	0.03	0.00	0.02	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 15.7 9.3 5.3 3.5 2.4																	
23 . isst																	
sst1 - ISST=1	4.71	1.66	0.89	0.14	0.13	0.25	-0.17	9.2	0.3	0.3	1.2	0.7	0.47	0.01	0.01	0.04	0.02
sst2 - ISST=2	4.12	2.04	-0.42	0.56	-0.15	-0.15	-0.15	1.8	3.9	0.3	0.4	0.4	0.09	0.16	0.01	0.01	0.01
sst3 - ISST=3	3.68	2.40	-0.66	-0.81	0.01	-0.15	0.39	4.0	7.3	0.0	0.3	2.6	0.18	0.28	0.00	0.01	0.06
CONTRIBUTION CUMULEE = 15.1 11.5 0.6 2.0 3.8																	

CLASSIFICATION HIERARCHIQUE (VOISINS RECIPROQUES)

SUR LES 6 PREMIERS AXES FACTORIELS

DESCRIPTION DES 10 NOEUDS D'INDICES LES PLUS ELEVES

NUM.	AINE	BENJ	EFF.	POIDS	INDICE	HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU
160	145	148	8	8.00	0.02755	*****
161	144	132	9	9.00	0.02798	*****
162	158	153	27	27.00	0.04065	*****
163	157	161	16	16.00	0.06001	*****
164	156	150	14	14.00	0.09067	*****
165	160	155	14	14.00	0.09674	*****
166	163	159	30	30.00	0.12787	*****
167	162	165	41	41.00	0.26579	*****
168	166	167	71	71.00	0.28346	*****
169	164	168	85	85.00	0.33002	*****

SOMME DES INDICES DE NIVEAU = 1 64745

DESCRIPTION DE PARTITION(S)

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'a' DE L'ARBRE EN 2 CLASSES

CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES

CLASSE 1 / 2

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES		MODALITES		IDEN		POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
		83.53			CLASSE 1 / 2		aa1a	71
3.05	0.001	100.00	42.25	35.29	TRIM=4	trim	tr14	30
2.79	0.003	100.00	38.03	31.76	TRIM=2	trim	tr12	27
2.61	0.005	100.00	35.21	29.41	ISST=3	isst	sst3	25
2.33	0.010	100.00	30.99	25.88	ZONE=3	zone	Pic	22

CLASSE 2 / 2

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES		MODALITES		IDEN		POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
		16.47			CLASSE 2 / 2		aa2a	14
8.11	0.000	100.00	100.00	16.47	TRIM=3	trim	tr13	14
5.29	0.000	100.00	57.14	9.41	MOIS=9	mois	sept	8
4.42	0.000	40.62	92.86	37.65	ISST=1	isst	sst1	32
3.86	0.000	61.54	57.14	15.29	ZONE=5	zone	CLop	13
3.84	0.000	100.00	35.71	5.88	MOIS=7	mois	juil	5
3.69	0.000	40.74	78.57	31.76	ITUR=3	itur	tur3	27

DESCRIPTION DE LA COUPURE 'c' DE L'ARBRE EN 4 CLASSES
 CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES
 CLASSE 1 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL				
16.47					CLASSE 1 / 4		cc1c	14
8.11	0.000	100.00	100.00	16.47	TRIM=1	trim	tri1	14
4.83	0.000	100.00	50.00	8.24	MOIS=1	mois	jan	7
3.84	0.000	100.00	35.71	5.88	MOIS=3	mois	mars	5
3.02	0.001	33.33	78.57	38.82	ITUR=1	itur	tur1	33

CLASSE 2 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL				
31.76					CLASSE 2 / 4		cc2c	27
8.87	0.000	90.00	100.00	35.29	TRIM=4	trim	tri4	30
4.55	0.000	100.00	37.04	11.76	MOIS=12	mois	dec	10
4.44	0.000	72.73	59.26	25.88	ZONE=3	zone	pic	22
3.75	0.000	90.00	33.33	11.76	MOIS=11	mois	nov	10
3.02	0.001	80.00	29.63	11.76	MOIS=10	mois	oct	10
2.80	0.003	56.00	51.85	29.41	ITUR=2	itur	tur2	25
2.74	0.003	53.57	55.56	32.94	ISST=2	isst	sst2	28

CLASSE 3 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL				
35.29					CLASSE 3 / 4		cc3c	30
8.87	0.000	100.00	90.00	31.76	TRIM=2	trim	tri2	27
4.36	0.000	92.31	40.00	15.29	ZONE=2	zone	NPic	13
4.27	0.000	100.00	33.33	11.76	MOIS=6	mois	juin	10
4.27	0.000	100.00	33.33	11.76	MOIS=5	mois	mai	10
3.34	0.000	100.00	23.33	8.24	MOIS=4	mois	avr	7

CLASSE 4 / 4

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL				
16.47					CLASSE 4 / 4		cc4c	14
8.11	0.000	100.00	100.00	16.47	TRIM=3	trim	tri3	14
5.29	0.000	100.00	57.14	9.41	MOIS=9	mois	sept	8
4.42	0.000	40.62	92.86	37.65	ISST=1	isst	sst1	32
3.86	0.000	61.54	57.14	15.29	ZONE=5	zone	ClOp	13
3.84	0.000	100.00	35.71	5.88	MOIS=7	mois	juil	5
3.69	0.000	40.74	78.57	31.76	ITUR=3	itur	tur3	27

Contribution à l'étude de la dynamique et de l'écologie des concentrations de thons dans l'Atlantique tropical Est.

Mots clefs : concentrations ; thonidés tropicaux ; Atlantique tropical Est ; relations thons/environnement ; pêche sous objets flottants ;

Résumé : La distribution spatio-temporelle des thonidés tropicaux (albacores -*Thunnus albacares*-, listaos -*Katsuwonus pelamis*-, patudos -*Thunnus obesus*-) est caractérisée par le regroupement d'individus en bancs et par le regroupement de ces bancs en concentrations. Ces concentrations sont essentielles dans les pêcheries de senneurs de l'Atlantique tropical Est : en raison des importantes biomasses présentes localement, elles permettent de réaliser des prises considérables avec un effort de recherche réduit. Les senneurs ont su tirer profit de ce phénomène en développant, à partir de 1991, la pêche sous objets flottants artificiels, ayant la propriété de concentrer certains thonidés.

Une procédure d'identification automatique des concentrations à partir des statistiques de pêche (livres de bord) a été développée. Elle permet de caractériser les concentrations sur la période historique (1980-1990) et la période récente (1991-1997), en distinguant, à partir de 1991, deux modes de pêche : sur bancs libres et sous objets flottants. L'analyse des concentrations montre un impact du changement de mode de pêche et de taux d'exploitation sur le nombre et la qualité des concentrations. L'introduction des objets flottants conduit à l'exploitation de nouvelles concentrations, notamment de listaos. La baisse d'abondance des thonidés tropicaux se traduit à la fois par une diminution du nombre de concentrations et par une baisse de leur biomasse. La variabilité saisonnière des concentrations est analysée en fonction des conditions hydroclimatiques et des préférences écologiques des espèces aux différentes phases de leur cycle vital. Trois types de concentrations sont mis en évidence : des concentrations de reproduction d'albacores au premier trimestre dans la zone équatoriale, fonctionnant en système clos, des concentrations trophiques de listaos liées au front thermique saisonnier du Sénégal et alimentées par des flux migratoires, et enfin, des concentrations trophiques plurispécifiques de petits thons (listaos et juvéniles d'albacores et de patudos) induites notamment par des upwellings (Cap Lopez, Côte d'Ivoire).

Contribution to the study of dynamics and ecology of tuna concentrations in the Eastern tropical Atlantic.

Keywords : concentrations ; tropical tunas ; Eastern tropical Atlantic ; tunas/environment interactions ; FAD fisheries ;

Abstract : Space and time distribution of tropical tunas (yellowfin -*Thunnus albacares*-, skipjack -*Katsuwonus pelamis*-, bigeye -*Thunnus obesus*-) is characterised by fishes congregating in schools and schools gathering into concentrations. These concentrations are essential in the purse seine fisheries in the Eastern tropical Atlantic. Because of the important biomass appearing periodically, purse seiners can obtain considerable catches with a limited searching effort. They have succeeded in taking advantage from these aggregations by developing, since 1991, fisheries on floating artificial logs that have the property of concentrating tunas.

An automatic identification procedure of concentrations from fisheries statistics (log books) was developed. It enables to define the major characteristics of concentrations during historic (1980-1990) and recent periods (1991-1997). From 1991, two fishing modes, free swimming schools and floating logs, are distinguished. Analysis of the concentrations shows that the change in fishing mode and exploitation rate affects both the number and the quality of concentrations. Floating logs allow the exploitation of new concentrations, particularly of skipjack tunas. The decreasing abundance of tropical tunas leads to a decreasing number of concentrations as well as lower biomass. The seasonal variability of concentrations is analysed taking into account the hydroclimatic conditions and ecological preferences of the species during different phases of their life cycle. Three types of concentrations are highlighted : concentrations of yellowfin tunas spawners during the first quarter in the equatorial area, which are considered as closed systems, trophic concentrations of skipjack tunas related to the Senegalese seasonal thermal front and supplied by migrations, and finally, multispecific trophic concentrations of small tunas (yellowfin and bigeye juveniles, and skipjack) resulting from upwelling enrichments (Cape Lopez, Côte d'Ivoire).