

Atlas des pêcheries thonières de l'océan Indien Atlas of Indian Ocean Tuna Fisheries



Alain FONTENEAU







Atlas des pêcheries thonières de l'océan Indien

Atlas of Indian Ocean Tuna Fisheries

Alain FONTENEAU

Chercheur IRD - IRD Scientist - CRH, BP 171, 34200 Sète, France

Préface de Alejandro ANGANUZZI, secrétaire exécutif de la CTOI Foreword by Alejandro ANGANUZZI, IOTC executive secretary

> IRD Éditions Institut de recherche pour le développement

> > Marseille, 2010

Conception cartographique/*Map design* Alain Fonteneau (IRD)

Rédaction cartographique/*Cartography* Stéphanie Guislain en collaboration avec Rainer Zaiss (Secteur Cartographie de la DIC – IRD)

Coordination éditoriale/*Editorial coordination* Philippe Cazamajor d'Artois (Secteur Cartographie de la DIC – IRD)

Traduction anglaise/English translation Angela Swaine Verdier

Page de couverture/Cover page Stéphanie Guislain/Éric Opigez (Secteur Cartographie de la Dic – IRD)

Sous la direction de/Coordinated by Marcia de Andrade Mathieu, responsable du Secteur Cartographie de la DIC (IRD)/head of Secteur Cartographie (IRD)

Dessins des thons de couverture/*Tuna illustrations on cover* IRD/Pierre Opic

Photos intérieures/Photographs Olivier Barbaroux (Ifremer)/Alain Fonteneau (IRD)/Riyaz Jauharee (MRC) La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayant droit ou ayant cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

ISBN : 978-2-7099-1697-4

© IRD Éditions 2010



Sommaire

Préface	5
Chapitre 1 Nature et objectifs de l'atlas	7
Chapitre 2 Sélection et prétraitement des données IOTC	15
Chapitre 3 Choix des cartes et diagrammes de l'atlas	19
Chapitre 4 Cartes des prises par pays, engin et par période de 5 ans	23
Chapitre 5 Cartes des efforts de pêche par engin	87
Chapitre 6 Cartes des prises trimestrielles par espèce et par engin	97
Chapitre 7 Cartes des prises par unité d'effort de pêche (PUE)	125
Chapitre 8 Cartes des prises totales par espèce et engin	137
Chapitre 9 Diagrammes des prises et de PUE annuelles par engin, par grande zone statistique	151
Chapitre 10 Diagrammes des prises par taille et par engin	161
Remerciements	177
Table des matières	178

Summary of contents

Foreword	
Chapter 1 Nature and aims of the Atlas	
Chapter 2 Selection and initial processing of IOTC data	
Chapter 3 The choice of maps and diagrams included in the Atlas	
Chapter 4 Maps showing catches by country and by gear for five-year periods	
Chapter 5 CPUE maps by fishing gear	
Chapter 6 Maps of quarterly catches by species and gear	
Chapter 7 CPUE maps	125
Chapter 8 Maps of total catches by species and gear	137
Chapter 9 Diagrams showing yearly catches and CPUE according to gear and for large statistical zones	151
Chapter 10 Diagrams showing catches according by size and gear	
Aknowledgments	
Table of contents	

Préface

Nous vivons dans un monde où les données nous sont présentées de multiples façons. Dans notre vie quotidienne, nous prenons des décisions en connaissance de cause en traitant l'information, et souvent de grandes quantités de données complexes. Ainsi, nous arrivons à mieux comprendre les situations et les tendances, ce qui ne serait pas possible autrement. Dans de nombreux cas, la nature des données est telle que nous avons besoin d'outils pour interpréter les éléments sous-jacents sans avoir à aborder les détails numériques.

Il n'y a pas d'outils aussi performants que les graphiques pour nous aider dans ce labyrinthe d'information qui nous assaille tous les jours. Comme Edward Tufte le fait remarquer dans son œuvre majeure *The Visual Display of Quantitative Information* : « Les graphiques servent au raisonnement quantitatif ». Parmi toutes les méthodes d'analyse et de communication de l'information statistique, les graphiques bien conçus sont généralement les plus simples et, en même temps, les plus performants.

La gestion des ressources naturelles est un domaine où les graphiques performants sont un élément clé et ils sont utilisés dans les pêcheries thonières de l'océan Indien pour révéler les modèles cachés. De nombreuses données sont disponibles sur les activités des flottes industrielles dans l'océan Indien depuis le début de leur exploitation industrielle, juste après la Seconde Guerre mondiale. La modélisation multidimensionnelle des données n'est révélée aux scientifiques, aux gestionnaires et au public intéressé que par des graphiques performants qui les aident à comprendre l'histoire d'une des plus importantes pêcheries du monde.

On ne peut pas parler d'Alain Fonteneau sans rappeler son remarquable talent à présenter des modèles cachés à l'aide de graphiques élaborés avec son brio habituel. Il a consacré sa vie professionnelle à fournir un outil de visualisation

Foreword

We live in a world that surround us with data presented in a myriad of different forms. In order to make informed decisions about our everyday life, we process information, often large quantities of complex data, to increase our knowledge about situations and trends that could not be obtained in any other way. In many circumstances, the nature of the data is such that we need tools that allow us to understand the underlying stories contained in the data without having to deal with the numerical details.

There are no tools as powerful as well-conceived graphics in helping us through that maze of information that assault us every day. As Edward Tufte, in his seminal work The Visual Display of Quantitative Information, remarks: "Graphics are instruments for reasoning about quantitative information". Of all the methods for analyzing and communicating statistical information, well-designed graphics are usually the simplest and, at the same time, the most powerful.

The management of natural resources is an area where powerful graphics are a key instrument, and the tuna fisheries of the Indian Ocean are a prime example of their application to uncover hidden patterns in the data. There is a rich trove of data available on the activities of industrial fleets in the Indian Ocean since the beginning of their industrial exploitation, soon after WWII. Only through the power of graphics, the multi-dimensional patterns and trends contained in the data are revealed to scientists, managers and the interested public to help them in understanding the history of one of the most important fisheries in the world.

It is difficult to think of Alain Fonteneau without recalling his famous ability to bring to the surface hidden patterns in the data with a few graphics presented with his usual panache. He has devoted his professional life to provide a visual window to the databases in the regional fisheries bodies. This volume is a new example of his vision des bases de données dans les pêcheries régionales. Cet ouvrage est un nouvel exemple de sa vision appliquée aux données collectées pendant de nombreuses années et disponibles à la Commission thonière de l'océan Indien, un organisme dont faisait partie le Dr Fonteneau, l'un des scientifiques les plus éminents.

C'est avec grand plaisir que je vous invite à lire ces pages, en espérant qu'elles vous aideront, autant qu'elles m'ont aidé, à mieux saisir la fascination exercée par cette région du monde.

Alejandro ANGANUZZI Secrétaire exécutif (CTOI) as applied to the many years of data available at the Indian Ocean Tuna Commission, an organization that counted Dr Fonteneau as one of the most prominent scientists in its community.

It is with great pleasure then, that I invite the reader to enjoy the pages that follow, hoping that they will help you, as much as they helped me, to gain a better understanding of this fascinating area of the world.

Alejandro ANGANUZZI Executive Secretary (IOTC)

Chapitre 1 – Nature et objectifs de l'atlas

Chapter 1 – Nature and aims of the Atlas

Les thonidés ont été exploités depuis des siècles dans certaines régions de l'océan Indien, aux îles Maldives par exemple, un pays où la pêche, celle des thons en particulier, a joué depuis des siècles un rôle social et économique très important. Cette grande importance des ressources thonières et leur exploitation croissante ont conduit en 1996 à la création de la Commission des thons de l'océan Indien (IOTC selon son acronyme anglais). Cette commission internationale fonctionne sous l'égide de la FAO et elle est responsable de la conservation des ressources thonières de cet océan.

Les thonidés sont des espèces pélagiques hautement migratrices qui ont colonisé à des degrés divers, tout l'océan Indien, entre les côtes du continent eurasien et le sud de la convergence subtropicale vers 50° Sud de latitude. Les thonidés de l'océan Indien, dont les prises récentes sont supérieures à 1,5 million de tonnes annuelles, constituent dans l'océan Indien des ressources d'une importance socioéconomique majeure, tant pour les pays riverains que pour les pêcheries lointaines des grands pays pêcheurs de thons de l'Asie (Japon, Chine, Corée) et de l'Europe (France et Espagne en particulier). Cette grande importance explique les multiples recherches qui ont été développées sur ces ressources, en particulier celles coordonnées par l'IOTC et qui visent à la conservation et à l'exploitation durable de ces ressources thonières ainsi qu'à la protection des espèces accessoires qui sont involontairement capturées par les pêcheries thonières.

Si les captures de thons majeurs et d'espadons étaient encore faibles dans l'océan Indien jusqu'au début des années 1980, moins de 250 000 tonnes annuelles, elles ont depuis été régulièrement accrues, pour atteindre 1,5 million de tonnes dans les années 2000. Il faut noter que ces prises de thons de l'océan Indien sont largement réalisées par des pêcheries artisanales des pays riverains de la région, qui ont capturé dans les années récentes environ 35 % des prises totales de cet océan. Cette situation est unique au monde. On note par ailleurs que les captures totales de thons majeurs (on appelle ainsi les espèces de thons qui sont classiquement mises en conserve : albacore, listao, patudo, germon et thon rouge) ont plafonné depuis 1993 à des niveaux qui étaient compris entre 0,9 et 1,2 million de tonnes, mais sans faire état des taux d'accroissement des prises qui étaient observés durant la décennie antérieure (fig. 1-1).

Ces grands changements dans les prises annuelles correspondent aussi à de grands changements dans les divers engins actifs durant cette période : les can-

Tuna have been fished for centuries in some areas of the Indian Ocean. For example in the Maldives fishing, and in particular tuna fishing, has had a very important social and economic role for centuries. The important status of tuna resources and increasing rates of exploitation, led in 1996 to the establishment of the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). This international commission, under the auspices of the FAO, is responsible for the conservation of tuna resources in the Indian Ocean.

Tuna are markedly migratory pelagic species, and have, to varying degrees, colonised the entire Indian Ocean from the Eurasian continent to about 50°S latitude, south of the tropical convergence zone. Indian Ocean tuna, with recent catches amounting to more than 1.5 million tonnes a year, constitute a resource of major socio-economic importance, both for countries in the region and for the fishing industries of important tuna-fishing nations in Asia (Japan, China, Korea) and in Europe (France and Spain in particular). The scale of this activity explains the large amount of research conducted on this resource, in particular the work coordinated by IOTC, whose aims are the conservation and sustainable exploitation of tuna and the protection of other species incidentally caught by the tuna fisheries.

While Indian Ocean catches of the major tuna species and swordfish were small before 1980, at less than 250 000 tonnes yearly, they have regularly increased since that period, to reach 1.5 million tonnes from the year 2000. It can be noted that tuna catches in the Indian Ocean are for a large part carried out by artisanal fisheries from the different countries in the region, and these catches have accounted for around 35% of the total catch in recent years. This situation is unique in the world. It can also be noted that total catches of the major tuna species (those generally used for canning – yellowfin, skipjack, bigeye, albacore and Pacific bluefin) have levelled off since 1993 at amounts ranging from 0.9 to 1.2 million tonnes, in contrast to the increases observed in the previous decade (fig. 1-1).

These considerable changes in yearly catches also correspond to major changes in the different fishing gears and techniques in operation over the period. The poleand-line fishery of the Maldives and the large Asian longline fishery of Japan, China (Taiwan) and Korea dominated catches in the period from 1950 to 1980. Today catches resulting from the extensive simultaneous development of European seine fisheries and artisanal fisheries based in the islands and bordering coastal areas exceed catches by the more long-established pole-and-line and longline fisheries. The artisanal fishing industry uses small vessels which operate in their exclusive economic zones (EEZ).

Les espèces de thons tropicaux

Species of tropical tuna

Les trois principales espèces de thons tropicaux, albacore (*Thunnus albacares*), listao (*Katsuwonus pelamis*) et patudo (*Thunnus obesus*),

constituent le principal domaine d'étude de l'atlas. Ces trois espèces, dites « majeures », appartiennent à la famille des Scombridae et à la tribu des Thunnini (qui comprend les quatre genres *Thunnus, Katsuwonus, Euthynnus* et *Auxis*). Le choix de ces trois espèces est justifié par leur très grande importance pondérale et économique dans les captures de thons de l'océan Indien et par les statistiques de pêche fines et relativement complètes qui couvrent en général les pêcheries industrielles de ces trois espèces, cette fiabilité étant très variable selon les zones, les périodes et les pêcheries.



The three main species of tropical tuna are yellowfin (Thunnus albacares), skipjack (Katsuwonus pelamis), and bigeye (Thunnus obesus).

These species, sometimes referred to as "major", belong to the Scombridae family and the Thunnini tribe which comprises four genera: Thunnus, Katsuwonus, Euthynnus and Auxis. The choice of these three species is justified by their position in terms of tonnage and in terms of economic value in the Indian Ocean, and also by the detailed and relatively exhaustive fishery statistics available, generally covering the industrial fisheries targeting these three species. However, reliability of data varies considerably according to the zone, the period and the fisheries involved).



Albacore *Yellowfin*

Les espèces de thons tempérés (germon, *Thunnus alalunga* et thon rouge du sud *Thunnus thynnus maccoyi*) et certaines espèces voisines (l'espadon, *Xiphias gladius*, membre de la famille des Xiphiidés), ne sont, elles, couvertes qu'indirectement par le présent atlas. Temperate species, albacore (Thunnus alalunga) and southern bluefin (Thunnus thynnus maccoyi) and certain closely related species (swordfish, Xiphias gladius, belonging to the Xiphiidae family) are covered only indirectly by this Atlas.

.

neurs des Maldives et les grands palangriers asiatiques (Japon, Taiwan, province de Chine, Corée) ont été durant la période 1950-1980 les deux engins dominants dans la pêcherie, mais leurs captures sont devenues relativement secondaires actuellement, suite au grand développement simultané des captures des senneurs et des pêcheries artisanales des pays insulaires et côtiers de la région. Ces pêcheries artisanales utilisent des petits navires qui travaillent dans leurs zones économiques exclusives (ZEE) ou en haute mer, et qui emploient de multiples engins de pêche : petites palangres, lignes à main, filets maillants dérivants, etc. (fig. 1-2).

En outre, ces grands changements dans les espèces capturées et dans les engins ont été associés à de grands changements dans les principaux pays qui ont réalisé ces captures. On peut noter, à ce sujet, que les flottilles thonières les plus actives dans l'océan Indien depuis 1950 ont été par ordre de prises cumulées décroissantes : l'Indonésie, le Japon, les îles Maldives, Taiwan, province de Chine, l'Espagne, le Sri Lanka et la France, chacun de ces pays ayant débarqué depuis 1950 des prises totales cumulées supérieures à 2 millions de tonnes de thons. Une quarantaine de pays ont par ailleurs contribué à ces captures de thons de l'océan Indien durant la période (fig. 1-3).

Dans ce contexte de changements majeurs dans les pays et engins actifs dans l'océan Indien, ainsi que des modifications dans les espèces ciblées, des changements permanents et importants ont bien sûr aussi été observés dans les zones et les saisons de pêche. L'objectif majeur de cet atlas sera ainsi de faire un bilan visuel des modifications dans les zones de pêche historiques des divers pays et engins ayant exploité les thons de l'océan Indien depuis 1950. Seuls les pays ayant soumis à la CTOI des données statistiques géoréférencées et d'une qualité jugée correcte, ont été retenus pour la réalisation de ces cartes et diagrammes. Le processus de sélection et de traitement des données de base est décrit au chapitre 2. Les importantes pêcheries artisanales qui se sont beaucoup développées durant les années récentes sont ainsi globalement très peu cartographiées dans cet ouvrage, du fait que ces données sont pour la plupart très mal ou pas géo-référencées, sauf la pêche des canneurs maldiviens qui dispose d'excellentes statistiques par atolls. (protected fishing areas) or on the high seas, and a variety of fishing gear: small longlines, hand lines, driftnets etc. (fig. 1-2).

In addition, these considerable changes in species composition and fishing gear coincided with major changes in the main countries involved in the fishery. The most active tuna fishing fleets in the Indian Ocean since 1950 have been (in decreasing order of total catches) Indonesia, Japan, the Maldives, China (Taiwan), Spain, Sri Lanka and France. Each of these countries have landed total catches of over 2 million tonnes since 1950. Overall, some 40 countries have taken part in these catches in the Indian Ocean over the period (fig. 1-3).

In the Indian Ocean tuna fisheries, besides the major changes in nationalities, gears and targeted species, there have also been considerable persistent changes in fishing zones and seasons. The main aim of the present atlas is to provide a visual overview of these changing patterns of the Indian Ocean tuna fisheries between 1950 and 2005. Only countries submitting geo-referenced statistical data of adequate quality to IOTC were used to develop the maps and diagrams. A large part of the data from the recently expanded large-scale artisanal fisheries are insufficiently geo-referenced to include in the maps. However the Maldive pole-and-line fisheries have provided excellent data for each atoll and are therefore represented in the maps. Other data selection and processing procedures are described in next section.



Fig. 1-1 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadons, par espèces dans l'océan Indien Fig. 1-1 : Annual catches of major tunas and swordfish, by species in the Indian Ocean





Fig. 1-2 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadons, par pays dans l'océan Indien Fig. 1-2 : Annual catches of major tunas and swordfish, by country, in the Indian Ocean



Fig. 1-3 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadons, par engin dans l'océan Indien Fig. 1-3 : Annual catches of major tunas and swordfish, by gear in the Indian Ocean

Chapitre 2 – Sélection et prétraitement des données CTOI

Chapter 2 – Selection and initial processing of IOTC data

Les bases de données CTOI utilisées pour la réalisation de cet atlas sont constituées principalement de 2 types de fichiers : celui des prises totales annuelles, par espèce et par engin, et ceux qui contiennent les données plus ou moins détaillées de prises par espèces et d'efforts de pêche par engins, ainsi que les tailles des thons capturés, ceci par strates spatio-temporelles de tailles variables. Dans le cas idéal ces données sont disponibles par 1° et par mois pour les engins de surface – senne et canne - et par 5° et par mois pour la pêche de profondeur à la palangre. Ces données détaillées soumises à la CTOI correspondent parfois aux prises totales annuelles de chaque engin et de chaque pays, mais elles sont souvent bien inférieures à celles-ci, car elles correspondent par exemple à la fraction des flottilles ayant soumis annuellement des livres de bord. On note en outre que les fichiers de captures des palangriers sont, selon les pays, soumis soit en nombre de poissons, soit en poids capturés. Les unités d'efforts de pêche qui sont employées par chaque pays, pour les senneurs, sont aussi parfois hétérogènes, par exemple exprimées en jours ou en heures de pêche, et ces unités ont été toutes normalisées en jours de pêche.

Le premier travail de préparation des cartes et des figures consiste donc à créer une base de données extrapolées aux captures totales et normalisées, et dans laquelle toutes les données de base sont converties en poids, ceci en utilisant les poids moyens estimés à partir des poids moyens échantillonnés par zones et saisons, puis extrapolées aux prises totales. Les procédures qui ont été employées pour normaliser la base des données utilisées dans les cartographies sont décrites en détails à l'adresse WEB suivante :

www.ot.ird.fr

Ces données géo-référencées ainsi extrapolées et normalisées, et employées pour la réalisation de cet atlas, sont disponibles sur le site WEB IRD ci-dessus.

Ces données ainsi extrapolées et normalisées constituent une intéressante base de données qui a servi pour réaliser les cartes et des diagrammes présentés dans cet atlas. Il faut toutefois garder à l'esprit que ces données halieutiques restent l'objet d'un certain nombre d'incertitudes et qu'elles peuvent contenir un certain nombre d'erreurs et d'approximations. Cette limitation structurelle doit rester présente à l'esprit dans toute future utilisation de ces données et figures. The IOTC databases used for the completion of this Atlas are made up of two main file types: those containing total annual catches by species and gear, and those containing more or less detailed information on catches by species and Catch Per Unit Effort (CPUE), as well as on the size of tuna caught, by spatio-temporal strata. In the ideal situation, the data are available by 1° squares and by month for surface fisheries (purse seine and pole and line) and 5° squares for longliners. This detailed data submitted to IOTC sometimes provides total annual catches for each technique and each country, but data are often incomplete, and may for instance correspond to only the fraction of the fishing fleet that submitted its log books for a given year. Also, data for longline catches, by different countries may be supplied as numbers of fish caught or as weight of the catch. Effort data submitted by the different countries for purse seiners are likewise inconsistent, expressed sometimes in days and sometimes in hours. Effort has been standardised to fishing days.

Data were prepared for the maps and figures by estimating catches in weight from catches in numbers of fish, using average weights of samples from each zone and season. This provides standardised total catches in weights. The procedures implemented to standardise the databases in the mapping process are described in detail on the website:

www.ot.ird.fr

The extrapolated and standardised data, available on the above website, form a valuable database, which we used to develop the maps and diagrams presented in this Atlas. It is nevertheless important to realise that this data base is still subject to a degree of uncertainty, and may contain a certain number of errors or approximations. This limitation should be kept in mind for any future use of this data and the associated figures.

Chapitre 3 – Choix des cartes et diagrammes de l'atlas

Chapter 3 – The choice of maps and diagrams included in the Atlas

3.1. Principes de base retenus pour les cartes

Toutes les données halieutiques sélectionnées ont été cartographiées par tranches de 5 ans, débutant à la période 1950-1954, et jusqu'à la période 2001-2005, soit une période de 55 ans stratifiée en 11 périodes de 5 ans. Ce pas de temps de 5 ans a été choisi comme étant suffisamment fin pour, à la fois bien décrire des périodes de pêche relativement homogènes, et aussi pour bien mettre en évidence les grands changements dans les stratégies et zones de pêche des divers pays et engins. Toutes les cartes de prises, d'efforts et de prises par unité d'effort (PUE) par 1° ou 5° mois font intervenir dans les calculs le nombre d'années durant lesquelles la (ou les) pêcherie(s) cartographiée(s) considérée(s) ont été actives durant chacune des périodes cartographiées.

3.2. Espèces et pêcheries retenues pour réaliser les cartes et figures

Le choix des espèces retenues pour les cartographies a été imposé par la nature et la qualité des données géo-référencées qui sont disponibles. Les principales espèces représentées ont donc été les thonidés tropicaux majeurs, albacore *Thunnus albacares*, le patudo *Thunnus obesus* et le listao *Katsuwonus pelamys*, trois espèces pour lesquelles les données statistiques de la CTOI sont de qualité globalement cohérente. Les données relatives aux deux principaux thons tempérés, le germon *Thunnus alalunga*, le thon rouge du Sud *Thunnus thynnus orientalis* et l'espadon *Xiphias gladius* ont elles aussi été conservées et cartographiées. Les données relatives aux thonidés mineurs, aux marlins et aux voiliers n'ont pas été retenues, ceci du fait de leur absence généralisée dans le cas des petits thonidés, ou de leur caractère incomplet et avec des espèces souvent mal identifiées dans les fichiers IOTC (poissons porte épée).

3.3. Choix des cartes et figures

Les cartes de cet atlas représentent principalement des prises par espèce, le plus souvent par engin, ceci soit sur des moyennes pluriannuelles de 5 ans, soit saisonnièrement par trimestre durant les mêmes périodes de 5 ans. Toutes ces cartes de prises sont tout d'abord réalisées par pays et engins (chapitre 4). Le chapitre 5 présente les cartes des efforts de pêche moyens qui ont été exercés par les divers

3.1. Basic principles applied to mapping processes

All the fishing data selected have been mapped for 11 five-year periods starting with the period 1950-1954, and extending to the period 2001-2005. We believe this 5-year interval is sufficiently detailed to enable adequate description of relatively homogenous fishing periods, and to highlight the main changes in strategy and fishing zones for the different countries and gears. All the maps of catches and Catch Per Unit Effort (CPUE), monthly and for 1° or 5° squares, take into account the number of years during which the fishing activity or activities mapped were deployed within each of the periods mapped.

3.2. Choice of species and fisheries used to develop the maps and figures

The nature and quality of available geo-referenced data determined the selection of species to map. Adequate data exist for three major tropical tuna species: yellowfin (Thunnus albacares), bigeye tuna (Thunnus obesus), and skipjack tuna (Katsuwonus pelamis), for two major temperate species: albacore (Thunnus alalunga) and southern bluefin (Thunnus thynnus maccoyi) and for swordfish (Xiphias gladius). Data relating to minor tuna species, marlin and sailfish, was not used, on account of general sparsity for minor tuna, or the incomplete nature of the data, with billfish species often not well identified in IOTC files.

3.3. Choice of maps and figures

The maps in this Atlas mainly show catches by species, mostly according to gear, either as 5-year annual means, or quarter means averaged for the same 5-year periods. The maps of catches are first presented for each country and gear (chapter 4). Chapter 5 provides maps of average CPUE by gear. Chapter 6 presents quarterly catch maps by species for each fishing technique. Another series of maps (chapter 7) shows engins. Le chapitre 6 présente lui des cartes trimestrielles des captures par espèce et par principaux engins. Une autre série de cartes présente les prises par unité d'effort (chapitre 7) obtenues par engin, ceci pour quelques pays et engins qui ont été majeurs dans les pêcheries thonières de l'océan Indien (Japon, Taiwan, province de Chine, Espagne, France). Le peu de cartes de prises par unité d'effort représentées dans cet atlas est justifié par le caractère jugé peu informatif de beaucoup de celles ci, les zones de fortes ou de faibles prises par unité d'effort ayant le plus souvent peu de relation avec celles de fortes ou de faibles biomasses de thons, ceci pour de multiples causes. Le chapitre 8 présente enfin, pour chacune des principales espèces, les cartes des prises moyennes par engin durant les diverses périodes.

La plupart des cartes ont été réalisées selon la stratification géographique des données la plus fine possible, les secteurs de 1° pour les pêcheries de surface et par secteurs de 5° pour les pêcheries à la palangre. Les cartes de pêche des prises totales par espèce et regroupant les divers engins sont, elles, toutes réalisées par secteurs de 5° de côté.

Enfin, ont été réalisés, chapitre 9, en complément des cartes, un certain nombre de diagrammes « camemberts » destinés à montrer de manière synthétique la variabilité de certains grands paramètres des pêcheries thonières de l'océan Indien :

- en fonction des zones biologiques de Longhurst 1998 pour les captures et les PUE des palangriers, et de zones statistiques *ad hoc* pour les captures et les PUE des senneurs, ceci pour les principaux pays,
- en fonction de l'année, les prises par taille et par engin estimées pour les principales espèces (albacore, listao et patudo).

CPUE by main gears and selected countries [Japan, China (Taiwan), Spain, France]. The small number of maps showing CPUE is explained by the fact that this information was often found to be poorly informative, since zones of very large or very small CPUE values are, for various reasons, generally not closely correlated to areas of high or low tuna biomass. Chapter 8, finally, presents maps of average catches by gear and period, for each of the major species.

Most of the maps were developed using the most detailed geographical data stratification possible, i.e. areas of 1°square for surface fisheries and 5° areas for longliners. Fishing maps of total catches by species and gear groups are by 5° areas.

Finally, in chapter 9, we present pie-chart diagrams intended to synthesize the variability of major parameters in tuna fishing in the Indian Ocean. Longhurst's (1998) biological zones are used for longline catches and CPUE, and ad hoc statistical zones are used for purse seiner catches and CPUE, for each of the main countries. Yearly catches by size and gear for yellowfin, skipjack and bigeye are also represented.

Chapitre 4 – Cartes des prises par pays et engin par période de 5 ans

Chapter 4 – Maps showing catches by country and gear for five-year periods

Ces cartes plurispécifiques des moyennes annuelles des prises par engin ont été réalisées par pays depuis 1950. Ces cartes ont été réalisées pour les grands pays pêcheurs et pour ceux ayant fourni à la CTOI des statistiques de captures bien géo-référencées. On notera aussi que les captures des senneurs sont disponibles en fonction de leur mode de pêche, soit sur les dispositifs de concentration des poissons (DCP), soit des prises réalisées sur des bancs libres (voir l'encart chapitre 10, *« Engins de pêhe »*, mode de pêche des senneurs). Cette information très importante a donc été conservée pour réaliser les cartes de captures des senneurs pour ces deux modes de pêche.

On doit noter aussi que les palangriers du Japon étaient, de 1952 à 1965, les seuls actifs dans l'océan Indien, et on dispose de données détaillées sur leurs zones et saisons de pêche durant cette période. Les zones de pêche des palangriers japonais durant cette période initiale sont donc les mêmes que pour l'ensemble des palangriers de l'océan Indien.

On peut aussi noter, en comparant les prises totales annuelles par engin et par pays, sur les cartes présentées dans cet atlas, qu'un certain nombre de pêcheries majeures ne sont pas cartographiées dans cet ouvrage : c'est par exemple le cas des importantes pêcheries artisanales d'un certain nombre de pays (tels que l'Iran, le Yemen, le Sri Lanka, l'Indonésie, Oman, les îles Comores, etc.), aucun de ces pays n'ayant fourni à la CTOI des statistiques de pêche géo-référencées aux normes CTOI par zones de 5° ou de 1°.

Toutes les cartes de prises totales par espèces des thons tropicaux de l'océan Indien restent donc globalement partielles et incomplètes, du fait de l'absence des positions de captures de ces pays dans la base de données CTOI. These multi-species maps showing average catches by gear are presented for the different countries from 1950. They were developed for the countries that provided IOTC with adequately geo-referenced catch data. Since the information can be of value, purse seine catches are shown by fishing mode, i.e. either using fish aggregating devices (FADS), or catches on free-swimming schools (see inset on fishing systems and seine fishing methods, chapter 10).

It should be noted that the only longline fishery from 1952 to 1965 in the Indian Ocean was the Japanese fleet, and detailed data is available on their zones and fishing seasons for this period. Hence the fishing zone maps of the Japanese longline fisheries during this initial period are the same as maps for all-nation longline fishing in the Indian Ocean.

Comparison of total yearly catches with the maps presented in this atlas reveals that not all major fisheries are mapped. Data are not included from the significant artisanal fisheries of coastal countries such as Iran, Yemen, Sri Lanka, Indonesia, Oman, the Comoros etc. This is because none of these countries have provided IOTC with fishing statistics geo-referenced according to IOTC requirements.

Thus the maps of total catches by species of tropical tunas in the Indian Ocean are incomplete, because of the absence of geo-referenced catches for these countries in the IOTC data base.

Prises annuelles des palangriers par espèce Annual longline catches by species



Prises annuelles des palangriers par espèce Annual longline catches by species





Prises annuelles des senneurs par espèce Annual purse seine catches by species



Prises annuelles des canneurs par espèce Annual baitboat catches by species



Prises des palangriers de l'Australie Australian longline catches





30

Prises des palangriers de la Chine Chinese longline catches



31

Prises des palangriers de l'Espagne Spanish longline catches







Prises des palangriers du Japon Japanese longline catches


Prises des palangriers du Japon Japanese longline catches



Prises des palangriers du Japon Japanese longline catches



Prises des palangriers de la Corée Korean longline catches



Prises des palangriers de la Corée Korean longline catches





Prises des palangriers des Seychelles Seychellian longline catches







Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine Taiwan, Province of China longline catches

8 401 -

4 200 -

840 -



Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine Taiwan, Province of China longline catches

Prises en tonnes :

8 401

4 200 -

840 -



43





Prises sur DCP des senneurs de la France *French purse seine catches on FADs*





Prises sur DCP des senneurs de la France French purse seine catches on FADs



47

Prises sur bancs libres des senneurs de la France *French purse seine catches on free schools*





Prises sur bancs libres des senneurs de la France French purse seine catches on free schools



Total des prises des senneurs de la France French total purse seine catches





Total des prises de senneurs de la France French total purse seine catches



Fig. 4-49 : 1996-2000

. . <u>0</u>

>

0.0. . .

90°E

100°E



70°E

80°E

1 000 Km (Distance à l'équateur) (Eauatorial distance)

Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne Spanish purse seine catches on FADs





Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne Spanish purse seine catches on FADs



Prises sur bancs libres des senneurs de l'Espagne Spanish purse seine catches on free schools





Prises sur bancs libres des senneurs de l'Espagne Spanish purse seine catches on free schools



Total des prises des senneurs de l'Espagne Spanish total purse seine catches





Total des prises des senneurs de l'Espagne Spanish total purse seine catches



Total des prises des senneurs des Seychelles Seychelles total purse seine catches





Total des prises des senneurs du Japon Japanese total purse seine catches



Total des prises des senneurs de l'Union Soviétique Soviet Union total purse seine catches







Total des prises des canneurs des Maldives Maldivian total baitboat catches



Total des prises des palangriers, tous pays *Total longline catches, all countries*



Total des prises des palangriers, tous pays Total longline catches, all countries



Fig. 4-83 : 1996-2000 30°N 20°N • 10°N R. 0°E 10°S 0 . 0 0 • 20°S • 30°S 0 \sqrt{h} 0 • • • 0 C 40°S i To \circ 0 0 0 0 • . . 0 0 0 0 • • 50°S 20°E 30°E 40°E 50°E 60°E 70°E 80°E 90°E 100°E 110°E 120°E 130°E 140°E 150°E

Albacore

Yellowfin

Thon rouge du sud

Southern bluefin



(Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

1 000 Km

63

Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union Européenne European Union purse seine catches on free schools





Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union Européenne *European Union purse seine catches on free schools*



65

Prises sur DCP des senneurs de l'Union Européenne *European Union purse seine catches on FADs*





Prises sur DCP des senneurs de l'Union Européenne *European Union purse seine catches on FADs*



67

Total des prises des senneurs, tous pays *Total purse seine catches, all countries*





Total des prises des senneurs, tous pays Total purse seine catches, all countries



Total des prises par espèces, tous engins, tous pays *Total cathes by species, all gears, all countries*





Total des prises par espèces, tous engins, tous pays *Total cathes by species, all gears, all countries*







Southern bluefin

Listao Skipjack

Albacore

Yellowfin



71
Total des prises de germon des palangriers, tous pays *Total longline albacore catches, all countries*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:





Espèces : Species :

0 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises de germon des palangriers, tous pays *Total longline albacore catches, all countries*



Total des prises de germon des palangriers, tous pays *Total longline albacore catches, all countries*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:





Germon Albacore



Fig. 4-114 : 1996-2000

0 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance) Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche *Total purse seine yellowfin catches, by fishing method*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:





) 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche Total purse seine yellowfin catches, by fishing method



Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche *Total purse seine skipjack catches, by fishing method*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:





1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche *Total purse seine skipjack catches, by fishing method*



Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche *Total purse seine bigeye catches, by fishing method*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:





) 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche *Total purse seine bigeye catches, by fishing method*



Total des prises d'albacore des autres engins divers *Total yellowfin catches by other gears*



Prises en tonnes : Catches in metric tons: $18\ 000 - 9\ 000 - 1\ 800 - 0$



Albacore Yellowfin



Total des prises de listao des autres engins divers *Total skipjack catches by other gears*



Prises en tonnes : Catches in metric tons:

1800 -







Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 *Average longline catches between 1953 and 2005*





Prises en tonnes : Catches in metric tons:



0 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 Average longline catches between 1953 and 2005





Prises en tonnes : Catches in metric tons:



1 000 Km

(Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Chapitre 5 – Cartes des efforts de pêche par engin Chapter 5 – CPUE maps by fishing gear

Seules deux séries de cartes des efforts de pêche totaux des palangriers (depuis 1950) et des senneurs (depuis 1980) par périodes de 5 ans ont été réalisées, tous pays confondus, afin de mettre en évidence les changements des grandes zones de pêche de ces 2 engins. Malgré l'hétérogénéité de leurs unités d'effort de pêche, elles traduisent globalement assez bien les grands changements dans les zones de pêche de ces deux grandes flottilles depuis le début de la pêche industrielle en 1950.

Two sets of maps were developed for Catch Per Unit Effort (CPUE) for all countries combined: one for longline fisheries (from 1950) and one for seine net fisheries (since 1980). They aim to show changes in the main fishing zones for these two main fishing techniques. Despite the heterogeneity of the CPUE values, they do on the whole show considerable changes in the fishing zones of these large fleets since the start of industrial fishing in the 1950s.

Total des efforts de pêche des palangriers Total longline fishing effort

2 550 -



Longliners

Total des efforts de pêche des palangriers *Total longline fishing effort*



Total des efforts de pêche des palangriers Total longline fishing effort



0 \circ 0 40°S \bigcirc 0 50°S 30°E 40°E 50°E 20°E

30°N

Fig. 5-10 : 1996-2000







12 750 -2 550 -

Engins : Gears :



Total des efforts de pêche des senneurs *Total purse seine fishing effort*



Milliers d'hameçons : Thousand of hooks:





0 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des efforts de pêche des senneurs *Total purse seine fishing effort*



Chapitre 6 – Cartes des prises trimestrielles par espèce et par engin Chapter 6 – Maps of quartely catches by species and by gear

La plupart des pêcheries thonières de l'océan Indien se caractérisent, comme celles de l'océan Atlantique, par leur grande saisonnalité, contrairement par exemple à celles du Pacifique (est et ouest) qui ne manifestent pas de saisonnalité marquée. Cette forte saisonnalité des pêcheries thonières est clairement due à un environnement océanographique qui est dominé par l'alternance du régime des moussons, caractéristique de cet océan : avec de novembre à avril une dominance de vents du nord-est, en alternance avec des vents du sud-ouest d'avril à octobre. Cette alternance des vents a des effets climatiques et océanographiques très marqués. Il en résulte par exemple une forte variabilité éco-physiologique saisonnière des thons de l'océan Indien, où les zones et les saisons de ponte et d'alimentation sont beaucoup plus contrastées que dans le Pacifique. Dans ce contexte de forte variabilité géographique saisonnière des pêcheries, des cartes trimestrielles de prises par engin ont donc été réalisées pour les deux principaux engins, senneurs et palangriers, afin de bien mettre en évidence les changements historiques dans cette saisonnalité.

Most tuna fisheries in the Indian Ocean, as in the Atlantic, are characterised by their highly seasonal nature, unlike the fisheries in the Pacific (east and west) where no marked seasonality is evident. The seasonality of tuna fishing is clearly a result of an oceanic environment that is dominated by the alternating patterns of the monsoons, characteristic of this Ocean. From November to April there is a predominance of winds from the north-east, alternating with south-westerly winds from April to October. This variability has very marked climatic and oceanic effects. For instance it results in a pronounced seasonal eco-physiological variability of the Indian Ocean tuna, where spawning and feeding seasons and zones are observed to be far more contrasted than in the Pacific. Thus, given the marked seasonal geographical variability of the fishing activities, quarterly maps of catches for the purse seine and longline fisheries were developed to show the historical changes in seasonality of fishing grounds.

Total des prises des palangriers au premier trimestre

924 -



Germon

Albacore

Patudo

Bigeye





80°E

90°E

100°E

110°E

50°E

Albacore

Yellowfin

Espadon

Swordfish

60°E

70°E

Thon rouge du sud

Southern bluefin



120°E

 $1~000~\mathrm{Km}$

130°E

140°E

150°E

Total des prises des palangriers au premier trimestre



Fig. 6-5 : 1971-1975









Espèces : Species :





Thon rouge du sud

Southern bluefin



Total des prises des palangriers au premier trimestre



Albacore

Bigeye



Thon rouge du sud Southern bluefin

Albacore

Yellowfin

Swordfish





Total des prises des palangriers au deuxième trimestre



105

Total des prises des palangriers au deuxième trimestre



Swordfish

Yellowfin

Southern bluefin

(Equatorial distance)

Albacore

Bigeye

Total des prises des palangriers au deuxième trimestre









Fig. 6-21 : 1996-2000
Total des prises des palangriers au troisième trimestre

329



Espadon

Swordfish

Albacore

Vellowfin

Germon

Albacore

Patudo

Bigeye

109

1 000 Km

(Distance à l'équateur)

(Eauatorial distance)

Thon rouge du sud

Southern bluefin

Total des prises des palangriers au troisième trimestre



Total des prises des palangriers au troisième trimestre

1 640

329 -



Patudo

Bigeye

Espadon

Swordfish

Germon

Albacore



Thon rouge du sud Southern bluefin

Albacore

Yellowfin



Total des prises des palangriers au quatrième trimestre

525 -



Espadon

Swordfish

Albacore

Yellowfin

Germon

Albacore

Patudo

Bigeye

Thon rouge du sud

Southern bluefin

(Distance à l'équateur)

(Equatorial distance)

Total des prises des palangriers au quatrième trimestre



Swordfish

Yellowfin

Albacore

Bigeye

(Distance à l'équateur)

(Equatorial distance)

Total des prises des palangriers au quatrième trimestre







Catches in metric tons: Espèces : Species : 5 2 5 0 2 625 -525 Thon rouge du sud Southern bluefin Albacore Germon Patudo Espadon Albacore Bigeye Swordfish Yellowfin

1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises des senneurs au premier trimestre *Total purse seine catches first quater*



Total des prises des senneurs au premier trimestre *Total purse seine catches first quater*



Total des prises des senneurs au deuxième trimestre Total purse seine catches second quater



525 -



Total des prises des senneurs au deuxième trimestre *Total purse seine catches second quater*



Total des prises des senneurs au troisième trimestre *Total purse seine catches third quater*



Total des prises des senneurs au troisième trimestre *Total purse seine catches third quater*



Total des prises des senneurs au quatrième trimestre *Total purse seine catches fourth quater*

402 -



Albacore

Bigeye

Yellowfin

Skipjack

(Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

Total des prises des senneurs au quatrième trimestre *Total purse seine catches fourth quater*



Chapitre 7 – Cartes des prises par unité d'effort de pêche (PUE)

Chapter 7 – CPUE maps

Ces cartes de PUE sont classiquement employées pour mettre en évidence les zones de fortes abondances locales des espèces ciblées par les divers engins, ceci dans l'hypothèse où ces PUE sont localement proportionnelles aux densités des poissons capturés. Si ces cartes classiques sont souvent très intéressantes pour les ressources démersales côtières (les ressources qui vivent à proximité du fond de la mer), elles sont le plus souvent d'un intérêt bien moindre et parfois nul pour la plupart des pêcheries thonières. Il apparaît en effet sur ces cartes que, tant le niveau moyen des PUE annuelles que la distribution géographique de celles-ci, ont très souvent peu de rapports avec les variations des biomasses locales de thons.

Dans ce contexte, l'intérêt des cartes de PUE peut être jugé comme étant très limité, et c'est pour cela que seul un nombre restreint de ces cartes a été réalisé, celles des palangriers du Japon et de Taiwan, province de Chine et celles des senneurs (tous pays confondus).

Ces cartes de PUE doivent donc être interprétées avec une grande prudence. Par exemple toutes les analyses scientifiques permettent de conclure que la forte baisse généralisée des PUE en albacore pour la pêcherie de palangriers japonais durant ses premières années d'activités ne traduit très vraisemblablement pas une baisse de biomasse, mais une baisse de la capturabilité ¹ du stock. Au contraire, la hausse permanente des PUE des senneurs depuis 1982 est due à leur efficacité technologique croissante, ceci dans une période où la biomasse des stocks de thons était globalement décroissante. De même, toutes les cartes de PUE montrent souvent de faibles gradients géographiques qui pourraient laisser à penser que les biomasses des thons sont homogènes dans de vastes zones de pêche. Cela n'est pas du tout le cas, et il y a fréquemment des zones de fortes concentrations saisonnières des biomasses de thons, qui sont très visibles sur les cartes de prises (fortes prises localisées), mais paradoxalement souvent peu visibles sur les cartes de PUE (des efforts de pêche très élevés étant exercés dans ces zones). Ces cartes de PUE sont donc données à titre indicatif, mais on peut considérer qu'elles sont globalement beaucoup moins significatives de la distribution des biomasses, que les cartes de prises correspondantes.

Maps of Catches Per Unit Effort are often used to show zones of local abundance of species targeted by the different gears, on the assumption that CPUE values are proportional to fish density. While these classic maps may be very useful for coastal demersal resources (species living close to the sea bed) they are often much less relevant, and sometimes of no value, for most tuna fisheries. Indeed it appears that, whether it is the annual average values for CPUE or their geographical distribution that is envisaged, they generally bear very little relationship with the variations in local tuna biomass.

Hence the usefulness of CPUE maps can be thought to be very limited. This is why only a few of these maps have been included, those for longline fisheries of Japan and China (Taiwan) and those for purse seine fishing of all countries.

These CPUE maps should be interpreted very cautiously. For instance, all the scientific analyses lead to the conclusion that the overall marked decrease in CPUE for yellowfin for the Japanese longliners in their first years of operation, very probably does not reflect an actual decrease in biomass, but rather a drop in the catchability ¹ of fish stocks. In contrast, the continuous increase in seine CPUE values since 1982 is attributable to increasing fishing efficiency, occurring in a period when the tuna biomass was actually decreasing. Likewise, CPUE maps often show low geographical gradients, which could suggest that the tuna biomasses are homogenous over vast fishing zones. This is in fact not at all the case, and zones of marked seasonal concentration of tuna biomass frequently occur, highly visible on catch maps (large local catches), but paradoxically often not very obvious on CPUE maps are given as an indication, but overall they probably are much less representative of the distribution of the biomass than the corresponding catch maps.

1 Catchability: This term refers to the probability of being caught per unit effort.

¹ Capturabilité : probabilité des poissons d'être capturés par une unité d'effort de pêche.

Prises par unité d'effort des palangriers du Japon Japan longline catches per unit of effort



Prises par unité d'effort des palangriers du Japon Japan longline catches per unit of effort



Prises par unité d'effort des palangriers du Japon Japan longline catches per unit of effort



Prises par unité d'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine Taiwan, Province of China, longline catches per unit of effort





Prises par unité d'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine Taiwan, Province of China, longline catches per unit of effort

Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays Purse seine catches per unit of effort, all countries





Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays Purse seine catches per unit of effort, all countries



Chapitre 8 – Cartes des prises totales par espèce et par engin

Chapter 8 – Maps of total catches by species and gear

Ces cartes ont été réalisées pour les 3 principales espèces de thons tropicaux (albacore, listao et patudo), pour lesquelles les données disponibles permettent de réaliser valablement des cartes de prises totales par engin, ceci durant de longues périodes. On peut considérer que, malgré l'absence de certaines données de captures pour quelques pays, ces cartes sont sans doute aussi représentatives des grandes modifications des zones et des engins de pêche pour chacune des 3 espèces majeures de thons tropicaux. Il reste certain que ces cartes tendent à sous estimer les captures croissantes de thons tropicaux réalisées dans un certain nombre de zones côtières, *inter alia* en Iran, au Yemen, à Oman, au Sri Lanka, en Indonésie, etc.

These maps cover the three main tropical tuna species (yellowfin, skipjack, bigeye), for which data is adequate for the development of maps of total catch by gear over long periods. While some catch data is missing for some countries involved, the maps are probably reasonably representative of the main changes in fishing zones according to gear for each of the three main tropical tunas. However they tend to under-estimate the increasing catches of tropical tuna in the coastal zones of Iran, Yemen, Oman, Sri Lanka and Indonesia, among others.

Total des prises d'albacore par engin Total yellowfin catches by gear



Longliners

Baitboats

(Distance à l'équateur) (Equatorial distance) Total des prises d'albacore par engin Total yellowfin catches by gear



Total des prises d'albacore par engin Total yellowfin catches by gear

30 060 -

6 012 -

30°N

Fig. 8-10 : 1996-2000 \circ



Fig. 8-9 : 1991-1995

Palangriers

Longliners

Canneurs

Baitboats

Senneurs

Purse seiners



(Distance à l'équateur) (Equatorial distance)

 $1\ 000\ \mathrm{Km}$


Total des prises de listao par engin Total skipjack catches by gear



145

Total des prises de patudo par engin *Total bigeye catches by gear*



Prises en tonnes : Catches in metric tons : 6 592 –









Total des prises de patudo par engin *Total bigeye catches by gear*









Total des prises de patudo par engin *Total bigeye catches by gear*



Fig. 8-30 : 2001-2005



Prises en tonnes : Catches in metric tons : 6 592 –







0 1 000 Km (Distance à l'équateur) (Equatorial distance)



Chapitre 9 – Diagrammes des prises et de PUE annuelles par engin et par grande zone statistique

Chapter 9 – Diagrams showing yearly catches and CPUE according to gear and for large statistical zone

Il est souvent utile pour visualiser de manière synthétique la variabilité des pêcheries, d'employer des diagrammes spatio-temporels en secteurs qui montrent bien les grands changements intervenus dans les zones de pêche durant la longue période 1950-2005. A cet effet, les figures 9-1 et 9-2 montrent par ces diagrammes à secteurs, les prises et les prises par unité d'effort annuelles par engin et pays. Ces figures sont dessinées pour quelques flottilles thonières retenues pour leur importance potentielle dans les évaluations des stocks réalisées par l'IOTC. Les zones retenues pour ces diagrammes sont différentes selon les engins de pêche.

Les zones employées pour réaliser les diagrammes des captures et des rendements des palangriers sont dérivées des zones éco-biologiques proposées par Longhurst en 1998. Elles correspondent globalement à la typologie géographique des pêcheries thonières de l'océan Indien. Les zones à caractère éco-biologique qui ont été retenues pour réaliser ces diagrammes sont moins nombreuses que celles proposées par Longhurst, car les zones côtières ont été pour la plupart fusionnées avec celles situées au large. Les frontières nord et sud du « tourbillon sub-tropical » ² quant à elles ont été légèrement modifiées pour être plus compatibles avec la composition spécifique moyenne observée dans les pêches thonières à la palangre.

La bonne concordance entre ces zones éco-biologiques dérivées de celles de Longhurst et la composition spécifique moyenne des captures des pêches palangrières (période 1953-2005) est ainsi bien mise en évidence sur la figure 9-3 ci après.

Les zones employées pour réaliser les diagrammes des captures et des rendements des senneurs sont celles employées pour les traitements des statistiques de pêche des senneurs européens (figure 9-2). Ces zones ont été montrées comme étant relativement homogènes par les analyses statistiques des captures par taille et par espèce. In order to synthesize the variability of fishery activities, it is helpful to use spatiotemporal diagrams in sectors that illustrate the main changes that have occurred in the fishing zones over the long period from 1950 to 2005. For this purpose, figures 9-1 and 9-2, which implement these sector diagrams, show yearly catches and CPUE by fishing gear and country. These figures were developed for several tuna fleets selected for their potential importance in the assessment of stocks by IOTC. The areas selected for these diagrams differ according to fishing techniques used.

The areas used for these diagrams of catches and CPUE by longline fisheries were derived from the eco-biological zones proposed by Longhurst (1998). These are overall well-suited to the geographical patterns of tuna fisheries in the Indian Ocean. The ecobiological zones selected to develop these diagrams are fewer in number than those proposed by Longhurst, because most of the coastal areas were added to high sea areas. In addition, the northern and southern boundaries of the sub-tropical gyre were slightly altered to be compatible with the mean species composition observed in the longline tuna fisheries.

The satisfactory concordance between these eco-biological zones derived from those proposed by Longhurst and the average species composition of longline catches (period 1953 – 2005) is clearly shown in figure 9-3.

The areas used for the catch and CPUE diagrams for seine fisheries are those used for the processing of European seine fishing data (figure 9-2). These areas proved to be relatively homogeneous for catches by size and species.

² Une zone classiquement dénommée sous acronyme anglais de sub-tropical gyre.



Fig. 9-2 : Zones de pêche employées pour les diagrammes des senneurs Fig. 9-2 : Fishing areas used for the charts of the purse seiners

Fig. 9-1 : Zones de pêche employées pour les diagrammes des palangriers (dérivées des zones de Longhurst, 1998)

Fig. 9-1 : Fishing areas used for the charts of the longliners (after Longhurst areas, 1998)



0 1 000 Ki (Distance à l'équateur) (Equatorial distance) Fig. 9-3 : Prises moyennes par espèce (en poids) des palangriers durant la période 1953-2005, exprimées en pourcentages, en fonction des zones de Longhurst simplifiées et ajustées pour la réalisation de diagrammes spatio-temporels

Fig. 9-3 : Mean longline catches (weight) by species from 1953 to 2005, expressed in percentages, using Longhurst zones simplified and adjusted for the development of spatio-temporal diagrams



Diagrammes des prises annuelles (en tonnes), par espèces et par zones de Longhurst Charts of annual catches (in tons), by species and by Longhurst areas









Zones de pêche

Fishing areas





Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes), par espèces et par zone de Longhurst Charts of annual catches per unit of effort (in tons), by species and by Longhurst areas



Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes par jour de pêche), par espèce et par zone statistique Charts of annual catches per unit of effort (in tons by fishing day), by species and by statistical areas





Catches in tons by fishing day :

20 -

Germon Patudo Albacore Listao Albacore Bigeye Yellowfin Skipjack

Chapitre 10 – Diagrammes des prises par taille et par engin

Chapter 10 – Diagrams showing catches according to size and gear

La CTOI estime chaque année de manière routinière, en particulier pour les trois espèces de thons tropicaux, les prises totales annuelles par tailles, et ceci pour tous les engins de pêche. Ces données estimées dépendent bien sûr de la qualité des statistiques de pêche et des échantillonnages de tailles réalisés chaque année, mais elles sont globalement d'assez bonne qualité et donc très intéressantes pour bien montrer les grands changements dans les prises par tailles des thons tropicaux. Ce paramètre est très important dans les évaluations de l'état des stocks, puisque la prise maximale équilibrée dépend largement des tailles des thons capturés. Ces changements dans les tailles capturées sont aussi très intéressants, puisque tous les stocks de thons tropicaux étaient quasiment vierges durant la période initiale de pêche. Des diagrammes en secteurs (figures 10-1 à 10-8) ont été retenus pour montrer de manière synthétique les captures pondérales annuelles par engin estimées par classe de taille. Ces diagrammes des prises par taille et par engin mettent aussi en évidence les prises des senneurs par mode de pêche, c'est-à-dire celles faites sur bancs libres et celles faites sur des objets flottants. Comme on peut le voir sur ces diagrammes, les tailles des albacores et celles des patudos capturés par ces deux modes de pêche sont en général très différentes.

Each year IOTC routinely estimates total annual catches by size and gear, with particular focus on the three main tropical species of tunas. These estimates obviously depend on the quality of the fishery data and biological samples, but overall the quality of the data is good, and therefore very useful to show major changes in fish size in tropical tuna catches. These data are very important for stock assessments, since the maximum sustainable yield (MSY) depends on the size of the tuna caught. Changes in the size of fish caught are also interesting because during the initial fishing period tropical tuna stocks were virtually unfished. The sector diagrams (figures 10-1 to 10-8) were developed to synthesise yearly estimated catches (in weight) for each fishing gear and size category. These diagrams of catches according to size and gear also show purse seine catches according to fishing mode, i.e. on free-moving schools or on floating objects used to aggregate fish (FADs). As can be seen from these diagrams, the sizes of the yellowfin and bigeye tuna caught by these two methods are generally markedly different.

Les engins de pêche

Fishing gears and fishing techniques

Les trois principales méthodes de pêche actuellement utilisées et couvertes dans le présent atlas sont par ordre décroissant d'importance la **pêche à la senne**, la **pêche à la palangre flottante** et celle **à la canne à l'appât vivant**. The three main fishing techniques currently used and covered by this Atlas are, in decreasing order of importance: seine fishing, longline fishing and pole-and-line fishing with live bait.

La pêche à la canne et à l'appât vivant n'existe dans l'océan Indien qu'aux îles Maldives et aux îles Laccadives (Inde). Les travaux des historiens ont ainsi montré que la pêche des thons à l'appât vivant des îles Maldives est très probablement la plus ancienne au monde. Cette pêche y a ainsi été pratiquée depuis des siècles par des « dhonis » à voile. Cette technique consiste à attirer les thons en surface, puis à les fixer à proximité du canneur à l'aide d'appâts vivants jetés à la mer (juvéniles de petits pélagiques et de petits pois-



Dhoni maldivien traditionnel, pêchant le listao avec des cannes à pêche et des appâts vivants. *Traditional Maldives "dhoni" using pole-and-line fishing with live bait to catch skipjack.*

sons coralliens). La pêche de ces navires se déroule à la canne et en utilisant l'appât vivant. Cet appât est conservé durant toute une journée au fond des canneurs, dans des viviers où l'eau de mer se renouvelle en permanence. La taille des canneurs est très variable : ils mesuraient traditionnellement de 5 à 10 mètres de long, mais les canneurs maldiviens actuels mesurent souvent plus de 15 mètres et ce sont des navires extrêmement modernes et efficaces. **Pole-and-line fishing with live bait** occurs in the Indian Ocean solely in the Maldives and the Laccadive Islands (India). Work by historians has shown that tuna fishing using live bait in the Maldives is probably the most ancient in the world. This fishing technique has been practised there for centuries using sailing boats known as "dhonis". The technique consists in attracting the tuna to the surface, and keeping them close to the boat using live bait that is thrown into the sea (juveniles of small pelagic or coral reef species). The fishing gear is pole-and-line using live bait. The bait is kept all day in the bottom of the boat in "fish wells" in which the sea water is constantly renewed. Boat size is highly variable. Traditionally they were 5 to



10 metres long, but present-day Maldives boats often measure more than 25 metres, and they are very efficient, modern vessels.

Canneur maldivien de nouvelle génération et de grande capacité, pêchant les thons avec des cannes à pêche et des appâts vivants. New generation and large capacity Maldives boat using pole-and-line fishing with live bait to catch tunas. La **pêche à la palangre flottante**, développée dans l'océan Indien par les pêcheurs du Japon depuis 1952, consiste à mouiller chaque jour, en pleine eau, de longues lignes dormantes (souvent de plus de 100 km de long), portant plusieurs milliers d'hameçons, boëttés avec des appâts morts ou parfois vivants. La profondeur de pose des palangres est de 20 à 400 mètres selon le gréement des palangres et les espèces qu'elles visent. Ces palangriers sont souvent de très petites unités (une dizaine de mètres de long, ayant alors une capacité de quelques tonnes seulement) ou des navires hauturiers de très grande taille, par exemple les palangriers hauturiers de plus de 60 mètres de long qui transportent pendant de nombreux mois plusieurs centaines de tonnes de thons congelés.

La **pêche à la senne** se pratique dans l'océan Indien depuis 1981 avec des bateaux équipés d'une senne pour capturer les bancs de thons. Ces navires parcourent l'océan pour les repérer, puis les encerclent dans leur senne, une nappe de filet qui est refermée au moyen d'une coulisse située au bas du filet. Les sen-

nes actuelles ont plus de 1,5 km de long et plus de 200 mètres de chute verticale (ces caractéristiques étant variables selon les bateaux). Ces navires sont en général de grande capacité, et ils sont capables en moyenne de transporter plus de 1 000 tonnes de thons congelés. La pêche à la senne est pratiquée selon deux "modes de pêche" principaux : la pêche réalisée sur des bancs libres, et celle associée à des objets flottants, qui étaient historiquement des objets naturels. Depuis les années 1990 cette pêche a surtout lieu sur de nombreux objets flottants artificiels (construits en bambou et avec un grand filet qui en freine la dérive) qui sont très fréquemment posés en mer par les senneurs. Ces radeaux artificiels sont tous équipés de matériels électroniques variés, parfois même des sondeurs, qui permettent de les localiser à grande distance.

De multiples autres engins, en particulier ceux mis en œuvre par des pêcheries artisanales, capturent les thons de l'océan Indien en quantités croissantes, par exemple les filets maillants, les lignes à main, les lignes de traîne, etc. Ces pêcheries artisanales opèrent souvent en haute mer et très loin des ZEE de ces pays. Leurs captures sont devenues très importantes, mais elles restent malheureusement le plus souvent très mal géo-référencées dans les fichiers de l'IOTC. Aucune de ces données ne figure donc dans cet atlas.



Palangrier de Taiwan, province de Chine dans le port de Victoria (Seychelles), modèle de thonier de plus en plus actif dans de nombreux pays de l'océan Indien. Small Chinese Taipei longliner in Victoria (Seychelles), a type of tuna boats frequently observed

in numerous countries of the Indian Ocean.

Longline fishing, first developed in the Indian Ocean by Japanese fisheries from 1952, consists in dropping fixed longlines in open waters; these are often more than 100 km in length, and carry several thousand hooks, provided with dead or sometimes live bait. The depth of these lines varies from 20 to 400 metres depending on the rigging of the vessel and the species targeted. The longliners can be very small (around 10 metres in length and with a capacity of only a few tonnes), or very large ocean-going vessels reaching over 60 metres in length that can carry hundreds of tonnes of deep-frozen fish for several months.



Grand senneur français en pêche. Large French purse seiner catching fish.

Purse seine fishing has been in operation in the Indian Ocean since 1981. These ships sail the ocean to locate tuna schools, and then

encircle them with a purse seine, which is a large net drawn in to the boat via a drawstring system at the base of the net. Presentday seine nets can be more than 1.5 km long and the base can drop to a depth of more than 200 metres (these characteristics vary according to the vessels). The boats generally have a large capacity, and on average are able to transport more than 1000 tonnes of frozen tuna. Purse seine fishing operates according to two distinct "modes" of capture: either on free schools, or using floating fish-aggregating devices, which, historically, were natural objects. Since the 1990s this type of fishing uses numerous artificial floating devices (constructed in bamboo with a large net to restrict drift) which are dropped into the water. These artificial rafts are equipped with electronic equipment that enables fishermen to locate them from considerable distances. Echo sounders are also sometimes used.

Numerous other gears are used to catch increasing quantities of tuna in the Indian Ocean, in particular by artisanal fisheries. These include driftnets, hand-held rods, drifting troll lines, etc. These artisanal fisheries often operate on the open sea, at considerable distances from the EEZ of the countries from which they originate. Catches by these fisheries have become very large, but unfortunately they are generally very poorly geo-referenced in the IOTC files. Consequently no data on these fisheries is included in the Atlas.





Années / Years



Fig. 10-2 : Diagrammes des prises annuelles par taille de patudo (en tonnes), par les palangriers (tous pays) Fig. 10-2 : Charts of annual bigeye catches by size (in tons) taken by longliners (all countries)



Années / Years

Prises en tonnes : Catches in tons :

^{2 000 -}O

Engins : *Gears :*

Palangriers Longliners





Fig. 10-4 : Diagrammes des prises annuelles par taille d'albacore (en tonnes), par engin (tous pays) Fig. 10-4 : Charts of annual yellowfin catches by size (in tons) and by gear (all countries)





Années / Years

Prises en tonnes : Catches in tons : Engins : Gears :

^{2 500 –}O

Palangriers Longliners









Fig. 10-8 : Diagrammes des prises annuelles par taille de listao (en tonnes), par les senneurs (tous pays) Fig. 10-8 : Charts of annual skipjack catches by size (in tons) taken by purse seiners (all countries)



Remerciements

Le présent atlas scientifique est le fruit d'une large coopération développée durant des décennies entre les chercheurs de l'IRD et le secrétariat de la CTOI. C'est ainsi un plaisir d'adresser de vifs et sincères remerciements à Miguel Herrera, responsable de la base de données CTOI, pour son travail efficace et sa pleine coopération à la réalisation de cet ouvrage. Des remerciements spéciaux s'adressent aussi à Mme Vivi Nordström, à Julien Trolet, à Jean-Jacques Lechauve, Philippe Cazamajor d'Artois et Stéphanie Guislain qui ont énormément contribué à la bonne préparation de cet ouvrage.

Acknowledgements

This scientific atlas is the result of extensive cooperation over several decades between the Institut de Recherches pour le Développement (IRD) and IOTC. It is therefore with pleasure that we address or sincere thanks to Miguel Herrera, in charge of the IOTC database, for his efficient work and full cooperation in the completion of the present Atlas. Special thanks are also due to Mss Vivi Nordström, Julien Trolet, Jean-Jacques Lechauve, Philippe Cazamajor d'Artois and Stéphanie Guislain who greatly contributed to the satisfactory completion of this work.

Table des matières

Table of contents

5	Préface
	Chapitre 1
7	Nature et objectifs de l'atlas
10	Les espèces de thons tropicaux
12	Fig. 1-1 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadons par espèces dans l'océan Indien
13	Fig. 1-2 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadons par pays dans l'océan Indien
14	Fig. 1-3 : Captures annuelles de thons majeurs et d'espadon par engin dans l'océan Indien
	Chapitre 2
15	Sélection et prétraitement des données IOTC
	Chapitre 3
19	Choix des cartes et diagrammes de l'atlas
21	3.1. Principes de base retenus pour les cartes
21	3.2. Espèces et pêcheries retenues pour réaliser les cartes et figures
21	3.3. Choix des cartes et figures
	Chapitre 4
23	Cartes des prises par pays et engin par période de 5 ans
26	Fig. A-1 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Australie
26	Fig. A-2 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Chine
26	Fig. A-3 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Espagne
26	Fig. A-4 : Prises annuelles des palangriers par espèce – France
26	Fig. A-5 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Japon
26	Fig. A-6 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Corée
27	Fig. A-7 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Seychelles
27	Fig. A-8 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Taiwan, province de la Chine
27	Fig. A-9 : Prises annuelles des palangriers par espèce – Afrique du Sud
28	Fig. B-1 : Prises annuelles des senneurs par espèce – France
28	Fig. B-2 : Prises annuelles des senneurs par espèce – Espagne
28	Fig. B-3 : Prises annuelles des senneurs par espèce – Seychelles
28	Fig. B-4 : Prises annuelles des senneurs par espèce – Japon
28	Fig. B-5 : Prises annuelles des senneurs par espèce – Russie

Foreword

Chapter 1 Nature and objectives of the Atlas Species of tropical tuna

- Fig. 1-1 : Annual catches of major tunas and swordfish, by species in the Indian Ocean
- Fig. 1-2 : Annual catches of major tunas and swordfish, by country in the Indian Ocean
- Fig. 1-3 : Annual catches of major tunas and swordfish, by gear in the Indian Ocean

Chapter 2 Selection and initial processing of IOTC data

Chapter 3

The choice of maps and diagrams included in the Atlas

- 3.1. Basic principles applied to mapping processes
- 3.2. Choice of species and fisheries used to develop the maps and figures
- 3.3. Choice of maps and figures

Chapter 4

Maps showing catches by country and by gear for five-year period

- Fig. A-1 : Australia annual longline catches by species
- Fig. A-2 : China annual longline catches by species
- Fig. A-3 : Spain annual longline catches by species
- Fig. A-4 : France annual longline catches by species
- Fig. A-5 : Japan annual longline catches by species
- Fig. A-6 : Korea annual longline catches by species
- Fig. A-7 : Seychelles annual longline catches by species
- Fig. A-8 : Taiwan Province of China annual longline catches by species
- Fig. A-9 : South Africa annual longline catches by species
- Fig. B-1 : France annual purse seine catches by species
- Fig. B-2 : Spain annual purse seine catches by species
- Fig. B-3 : Seychelles annual purse seine catches by species
- Fig. B-4 : Japan annual purse seine catches by species
- Fig. B-5 : Russia annual purse seine catches by species
29 Fig. C-1 : Prises annuelles des canneurs par espèce - Maldives 30 Fig. 4-1 : Prises des palangriers de l'Australie - 2001-2005 31 Fig. 4-2 : Prises des palangriers de la Chine - 1999-2000 31 Fig. 4-3 : Prises des palangriers de la Chine - 2001-2005 32 Fig. 4-4 : Prises des palangriers de l'Espagne - 1998-2000 32 Fig. 4-5 : Prises des palangriers de l'Espagne - 2001-2005 33 Fig. 4-6 : Prises des palangriers français de la Réunion - 1996-2000 33 Fig. 4-7 : Prises des palangriers français de la Réunion - 2001-2005 35 Fig. 4-8 : Prises des palangriers du Japon - 1953-1955 35 Fig. 4-9 : Prises des palangriers du Japon - 1956-1960 35 Fig. 4-10 : Prises des palangriers du Japon - 1961-1965 35 Fig. 4-11 : Prises des palangriers du Japon – 1966-1970 36 Fig. 4-12 : Prises des palangriers du Japon - 1971-1975 36 Fig. 4-13 : Prises des palangriers du Japon - 1976-1980 36 Fig. 4-14 : Prises des palangriers du Japon - 1981-1985 36 Fig. 4-15 : Prises des palangriers du Japon - 1986-1990 37 Fig. 4-16 : Prises des palangriers du Japon - 1991-1995 37 Fig. 4-17 : Prises des palangriers du Japon - 1996-2000 37 Fig. 4-18 : Prises des palangriers du Japon - 2001-2005 38 Fig. 4-19 : Prises des palangriers de la Corée - 1976-1980 38 Fig. 4-20 : Prises des palangriers de la Corée – 1981-1985 38 Fig. 4-21 : Prises des palangriers de la Corée - 1986-1990 38 Fig. 4-22 : Prises des palangriers de la Corée - 1991-1995 39 Fig. 4-23 : Prises des palangriers de la Corée - 1996-2000 39 Fig. 4-24 : Prises des palangriers de la Corée - 2001-2005 41 Fig. 4-25 : Prises des palangriers des Seychelles - 2001-2005 42 Fig. 4-26 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine – 1967-1970 42 Fig. 4-27 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 1971-1975 42 Fig. 4-28 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 1976-1980 42 Fig. 4-29 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 1981-1985 43 Fig. 4-30 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 1986-1990 43 Fig. 4-31 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine – 1991-1995 43 Fig. 4-32 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 1996-2000 43 Fig. 4-33 : Prises des palangriers de Taiwan, province de la Chine - 2001-2005 45 Fig. 4-34 : Prises des palangriers de l'Afrique du Sud - 1998-2000

Fig. C-1 : JMaldives annual baitboat catches by species Fig. 4-1 : Australian longline catches - 2001-2005 Fig. 4-2 : Chinese longline catches - 1999-2000 Fig. 4-3 : Chinese longline catches - 2001-2005 Fig. 4-4 : Spanish longline catches - 1998-2000 Fig. 4-5 : Spanish longline catches - 2001-2005 Fig. 4-6 : France La Réunion longline catches – 1996-2000 Fig. 4-7 : France La Réunion longline catches - 2001-2005 Fig. 4-8 : Japanese longline catches - 1953-1955 Fig. 4-9 : Japanese longline catches – 1956-1960 Fig. 4-10 : Japanese longline catches - 1961-1965 Fig. 4-11 : Japanese longline catches - 1966-1970 Fig. 4-12 : Japanese longline catches - 1971-1975 Fig. 4-13 : Japanese longline catches – 1976-1980 Fig. 4-14 : Japanese longline catches - 1981-1985 Fig. 4-15 : Japanese longline catches - 1986-1990 Fig. 4-16 : Japanese longline catches - 1991-1995 Fig. 4-17 : Japanese longline catches – 1996-2000 Fig. 4-18 : Japanese longline catches - 2001-2005 Fig. 4-19 : Korean longline catches – 1976-1980 Fig. 4-20 : Korean longline catches - 1981-1985 Fig. 4-21 : Korean longline catches - 1986-1990 Fig. 4-22 : Korean longline catches – 1991-1995 Fig. 4-23 : Korean longline catches – 1996-2000 Fig. 4-24 : Korean longline catches – 2001-2005 Fig. 4-25 : Seychellian longline catches – 2001-2005 Fig. 4-26 : Taiwan, Province of China longline catches – 1967-1970 Fig. 4-27 : Taiwan, Province of China longline catches – 1971-1975 Fig. 4-28 : Taiwan, Province of China longline catches - 1976-1980 Fig. 4-29 : Taiwan, Province of China longline catches - 1981-1985 Fig. 4-30 : Taiwan, Province of China longline catches – 1986-1990 Fig. 4-31 : Taiwan, Province of China longline catches – 1991-1995 Fig. 4-32 : Taiwan, Province of China longline catches - 1996-2000 Fig. 4-33 : Taiwan, Province of China longline catches - 2001-2005 Fig. 4-34 : South Africa longline catches - 1998-2000

45	Fig. 4-35 : Prises des palangriers de l'Afrique du Sud – 2001-2005
46	Fig. 4-36 : Prises sur DCP des senneurs de la France – 1981-1985
46	Fig. 4-37 : Prises sur DCP des senneurs de la France – 1986-1990
47	Fig. 4-38 : Prises sur DCP des senneurs de la France – 1991-1995
47	Fig. 4-39 : Prises sur DCP des senneurs de la France – 1996-2000
47	Fig. 4-40 : Prises sur DCP des senneurs de la France – 2001-2005
48	Fig. 4-41 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1981-1985
48	Fig. 4-42 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1986-1990
49	Fig. 4-43 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1991-1995
49	Fig. 4-44 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1996-2000
49	Fig. 4-45 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 2001-2005
50	Fig. 4-46 : Total des prises des senneurs de la France – 1981-1985
50	Fig. 4-47 : Total des prises des senneurs de la France – 1986-1990
51	Fig. 4-48 : Total des prises des senneurs de la France – 1991-1995
51	Fig. 4-49 : Total des prises des senneurs de la France – 1996-2000
51	Fig. 4-50 : Total des prises des senneurs de la France – 2001-2005
52	Fig. 4-51 : Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne – 1981-1985
52	Fig. 4-52 : Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne – 1986-1990
53	Fig. 4-53 : Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne – 1991-1995
53	Fig. 4-54 : Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne – 1996-2000
53	Fig. 4-55 : Prises sur DCP des senneurs de l'Espagne – 2001-2005
54	Fig. 4-56 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Espagne – 1981-1985
54	Fig. 4-57 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Espagne – 1986-1990
55	Fig. 4-58 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1991-1995
55	Fig. 4-59 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 1996-2000
55	Fig. 4-60 : Prises sur bancs libres des senneurs de la France – 2001-2005
56	Fig. 4-61 : Total des prises des senneurs de l'Espagne – 1981-1985
56	Fig. 4-62 : Total des prises des senneurs de l'Espagne – 1986-1990
57	Fig. 4-63 : Total des prises des senneurs de l'Espagne – 1991-1995
57	Fig. 4-64 : Total des prises des senneurs de l'Espagne – 1996-2000
57	Fig. 4-65 : Total des prises des senneurs de l'Espagne – 2001-2005
58	Fig. 4-66 : Total des prises des senneurs des Seychelles – 2001-2005
59	Fig. 4-67 : Total des prises des senneurs du Japon – 1986-1990
59	Fig. 4-68 : Total des prises des senneurs du Japon – 1991-1995
59	Fig. 4-69 : Total des prises des senneurs du Japon – 1996-2000

Fig. 4-35 : South Africa longline catches – 2001-2005 Fig. 4-36 : French purse seine catches on FADs – 1981-1985 Fig. 4-37 : French purse seine catches on FADs – 1986-1990 Fig. 4-38 : French purse seine catches on FADs – 1991-1995 Fig. 4-39 : French purse seine catches on FADs – 1996-2000 Fig. 4-40 : French purse seine catches on FADs – 2001-2005 Fig. 4-41 : French purse seine catches on free schools – 1981-1985 Fig. 4-42 : French purse seine catches on free schools – 1986-1990 Fig. 4-43 : French purse seine catches on free schools – 1991-1995 Fig. 4-44 : French purse seine catches on free schools – 1996-2000 Fig. 4-45 : French purse seine catches on free schools – 2001-2005 Fig. 4-46 : French total purse seine catches – 1981-1985 Fig. 4-47 : French total purse seine catches – 1986-1990 Fig. 4-48 : French total purse seine catches – 1991-1995 Fig. 4-49 : French total purse seine catches – 1996-2000 Fig. 4-50 : French total purse seine catches – 2001-2005 Fig. 4-51 : Spanish purse seine catches on FADs – 1981-1985 Fig. 4-52 : Spanish purse seine catches on FADs – 1986-1990 Fig. 4-53 : Spanish purse seine catches on FADs – 1991-1995 Fig. 4-54 : Spanish purse seine catches on FADs – 1996-2000 Fig. 4-55 : Spanish purse seine catches on FADs – 2001-2005 Fig. 4-56 : Spanish purse seine catches on free schools – 1981-1985 Fig. 4-57 : Spanish purse seine catches on free schools – 1986-1990 Fig. 4-58 : Spanish purse seine catches on free schools – 1991-1995 Fig. 4-59 : Spanish purse seine catches on free schools – 1996-2000 Fig. 4-60 : Spanish purse seine catches on free schools – 2001-2005 Fig. 4-61 : Spanish total purse seine catches – 1981-1985 Fig. 4-62 : Spanish total purse seine catches – 1986-1990 Fig. 4-63 : Spanish total purse seine catches – 1991-1995 Fig. 4-64 : Spanish total purse seine catches – 1996-2000 Fig. 4-65 : Spanish total purse seine catches – 2001-2005 Fig. 4-66 : Seychelles total purse seine catches – 2001-2005 Fig. 4-67 : Japanese total purse seine catches – 1986-1990 Fig. 4-68 : Japanese total purse seine catches – 1991-1995 Fig. 4-69 : Japanese total purse seine catches – 1996-2000

59	Fig. 4-70 : Total des prises des senneurs du Japon – 2001-2005
60	Fig. 4-71 : Total des prises des senneurs de l'Union soviétique – 1986-1990
60	Fig. 4-72 : Total des prises des senneurs de l'Union soviétique – 1991-1994
61	Fig. 4-73 : Total des prises des canneurs des Maldives – 1981-1985
61	Fig. 4-74 : Total des prises des canneurs des Maldives – 1986-1990
61	Fig. 4-75 : Total des prises des canneurs des Maldives – 1991-1995
61	Fig. 4-76 : Total des prises des canneurs des Maldives – 1996-2000
61	Fig. 4-77 : Total des prises des canneurs des Maldives – 2001-2005
62	Fig. 4-78 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1971-1975
62	Fig. 4-79 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1976-1980
62	Fig. 4-80 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1981-1985
62	Fig. 4-81 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1986-1990
63	Fig. 4-82 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1991-1995
63	Fig. 4-83 : Total des prises des palangriers, tous pays – 1996-2000
63	Fig. 4-84 : Total des prises des palangriers, tous pays – 2001-2005
64	Fig. 4-85 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union européenne – 1983-1985
64	Fig. 4-86 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union européenne – 1986-1990
65	Fig. 4-87 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union européenne – 1991-1995
65	Fig. 4-88 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union européenne – 1996-2000
65	Fig. 4-89 : Prises sur bancs libres des senneurs de l'Union européenne – 2001-2005
66	Fig. 4-90 : Prises sur DCP des senneurs de l'Union européenne – 1983-1985
66	Fig. 4-91 : Prises sur DCP des senneurs de l'Union européenne – 1986-1990
67	Fig. 4-92 : Prises sur DCP des senneurs de l'Union européenne – 1991-1995
67	Fig. 4-93 : Prises sur DCP des senneurs de l'Union européenne – 1996-2000
67	Fig. 4-94 : Prises sur DCP des senneurs de l'Union européenne – 2001-2005
68	Fig. 4-95 : Total des prises des senneurs, tous pays – 1983-1985
68	Fig. 4-96 : Total des prises des senneurs, tous pays – 1986-1990
69	Fig. 4-97 : Total des prises des senneurs, tous pays – 1991-1995
69	Fig. 4-98 : Total des prises des senneurs, tous pays – 1996-2000
69	Fig. 4-99 : Total des prises des senneurs, tous pays – 2001-2005
70	Fig. 4-100 : Total des prises par espèces, tous engins, tous pays – 1981-1985
70	Fig. 4-101 : Total des prises par espèces, tous engins, tous pays – 1986-1990
71	Fig. 4-102 : Total des prises par espèces, tous engins, tous pays – 1991-1995
71	Fig. 4-103 : Total des prises par espèces, tous engins, tous pays – 1996-2000
71	Fig. 4-104 : Total des prises par espèces, tous engins, tous pays – 2001-2005

Fig. 4-70 : Japanese total purse seine catches – 2001-2005 Fig. 4-71 : Soviet Union total purse seine catches – 1986-1990 Fig. 4-72 : Soviet Union total purse seine catches – 1991-1995 Fig. 4-73 : Maldivian total baitboat catches - 1981-1985 Fig. 4-74 : Maldivian total baitboat catches - 1986-1990 Fig. 4-75 : Maldivian total baitboat catches – 1991-1995 Fig. 4-76 : Maldivian total baitboat catches - 1996-2000 Fig. 4-77 : Maldivian total baitboat catches - 2001-2005 Fig. 4-78 : Total longline catches, all countries – 1971-1975 Fig. 4-79 : Total longline catches, all countries - 1976-1980 Fig. 4-80 : Total longline catches, all countries - 1981-1985 Fig. 4-81 : Total longline catches, all countries - 1986-1990 Fig. 4-82 : Total longline catches, all countries - 1991-1995 Fig. 4-83 : Total longline catches, all countries - 1996-2000 Fig. 4-84 : Total longline catches, all countries – 2001-2005 Fig. 4-85 : European Union purse seine catches on free schools – 1983-1985 Fig. 4-86 : European Union purse seine catches on free schools – 1986-1990 Fig. 4-87 : European Union purse seine catches on free schools – 1991-1995 Fig. 4-88 : European Union purse seine catches on free schools – 1996-2000 Fig. 4-89 : European Union purse seine catches on free schools – 2001-2005 Fig. 4-90 : European Union purse seine catches on FADs – 1983-1985 Fig. 4-91 : European Union purse seine catches on FADs – 1986-1990 Fig. 4-92 : European Union purse seine catches on FADs – 1991-1995 Fig. 4-93 : European Union purse seine catches on FADs – 1996-2000 Fig. 4-94 : European Union purse seine catches on FADs – 2001-2005 Fig. 4-95 : Total purse seine catches, all countries – 1983-1985 Fig. 4-96 : Total purse seine catches, all countries – 1986-1990 Fig. 4-97 : Total purse seine catches, all countries – 1991-1995 Fig. 4-98 : Total purse seine catches, all countries – 1996-2000 Fig. 4-99 : Total purse seine catches, all countries – 2001-2005 Fig. 4-100 : Total catches by species, all gears, all countries – 1981-1985 Fig. 4-101 : Total catches by species, all gears, all countries – 1986-1990 Fig. 4-102 : Total catches by species, all gears, all countries – 1991-1995 Fig. 4-103 : Total catches by species, all gears, all countries – 1996-2000 Fig. 4-104 : Total catches by species, all gears, all countries – 2001-2005

73	Fig. 4-105 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1953-1955
73	Fig. 4-106 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1956-1960
73	Fig. 4-107 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1961-1965
73	Fig. 4-108 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1966-1970
74	Fig. 4-109 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1971-1975
74	Fig. 4-110 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1976-1980
74	Fig. 4-111 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1981-1985
74	Fig. 4-112 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1986-1990
75	Fig. 4-113 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1991-1995
75	Fig. 4-114 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 1996-2000
75	Fig. 4-115 : Total des prises de germon des palangriers, tous pays – 2001-2005
76	Fig. 4-116 : Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche – 1983-1985
76	Fig. 4-117 : Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche – 1986-1990
77	Fig. 4-118 : Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche – 1991-1995
77	Fig. 4-119 : Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche - 1996-2000
77	Fig. 4-120 : Total des prises d'albacore des senneurs, par mode de pêche – 2001-2005
78	Fig. 4-121 : Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche – 1983-1985
78	Fig. 4-122 : Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche – 1986-1990
79	Fig. 4-123 : Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche – 1991-1995
79	Fig. 4-124 : Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche – 1996-2000
79	Fig. 4-125 : Total des prises de listao des senneurs, par mode de pêche – 2001-2005
80	Fig. 4-126 : Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche - 1983-1985
80	Fig. 4-127 : Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche – 1986-1990
81	Fig. 4-128 : Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche – 1991-1995
81	Fig. 4-129 : Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche – 1996-2000
81	Fig. 4-130 : Total des prises de patudo des senneurs, par mode de pêche – 2001-2005
82	Fig. 4-131 : Total des prises d'albacore des autres engins divers – 2001-2005
83	Fig. 4-132 : Total des prises de listao des autres engins divers – 2001-2005
84	Fig. 4-133 : Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 – Albacore
84	Fig. 4-134 : Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 – Patudo
85	Fig. 4-135 : Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 – Germon
85	Fig. 4-136 : Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 – Thon rouge du sud
85	Fig. 4-137 : Prises moyennes des palangriers entre 1953 et 2005 – Espadon

Fig. 4-105 : Total longline albacore catches, all countries - 1953-1955 Fig. 4-106 : Total longline albacore catches, all countries – 1956-1960 Fig. 4-107 : Total longline albacore catches, all countries - 1961-1965 Fig. 4-108 : Total longline albacore catches, all countries – 1966-1970 Fig. 4-109 : Total longline albacore catches, all countries - 1971-1975 Fig. 4-110 : Total longline albacore catches, all countries - 1976-1980 Fig. 4-111 : Total longline albacore catches, all countries - 1981-1985 Fig. 4-112 : Total longline albacore catches, all countries - 1986-1990 Fig. 4-113 : Total longline albacore catches, all countries – 1991-1995 Fig. 4-114 : Total longline albacore catches, all countries – 1996-2000 Fig. 4-115 : Total longline albacore catches, all countries – 2001-2005 Fig. 4-116 : Total purse seine yellowfin catches, by fishing method – 1983-1985 Fig. 4-117 : Total purse seine yellowfin catches, by fishing method – 1986-1990 Fig. 4-118 : Total purse seine yellowfin catches, by fishing method – 1991-1995 Fig. 4-119 : Total purse seine yellowfin catches, by fishing method – 1996-2000 Fig. 4-120 : Total purse seine yellowfin catches, by fishing method – 2001-2005 Fig. 4-121 : Total purse seine skipjack catches, by fishing method – 1983-1985 Fig. 4-122 : Total purse seine skipjack catches, by fishing method – 1986-1990 Fig. 4-123 : Total purse seine skipjack catches, by fishing method – 1991-1995 Fig. 4-124 : Total purse seine skipjack catches, by fishing method – 1996-2000 Fig. 4-125 : Total purse seine skipjack catches, by fishing method – 2001-2005 Fig. 4-126 : Total purse seine bigeye catches, by fishing method – 1983-1985 *Fig.* 4-127 : *Total purse seine bigeye catches, by fishing method – 1986-1990* Fig. 4-128 : Total purse seine bigeye catches, by fishing method – 1991-1995 Fig. 4-129 : Total purse seine bigeye catches, by fishing method – 1996-2000 Fig. 4-130 : Total purse seine bigeye catches, by fishing method – 2001-2005 *Fig.* 4-131 : Total yellowfin catches by other gears – 2001-2005 Fig. 4-132 : Total skipjack catches by other gears – 2001-2005 Fig. 4-133 : Average longline catches between 1953 and 2005 – Yellowfin Fig. 4-134 : Average longline catches between 1953 and 2005 – Bigeye Fig. 4-135 : Average longline catches between 1953 and 2005 – Albacore Fig. 4-136 : Average longline catches between 1953 and 2005 - Southern bluefin Fig. 4-137 : Average longline catches between 1953 and 2005 - Swordfish

Chapitre 5

87	Cartes des efforts de pêche par engin
91	Fig. 5-1 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1953-1955
91	Fig. 5-2 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1956-1960
91	Fig. 5-3 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1961-1965
91	Fig. 5-4 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1966-1970
92	Fig. 5-5 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1971-1975
92	Fig. 5-6 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1976-1980
92	Fig. 5-7 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1981-1985
92	Fig. 5-8 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1986-1990
93	Fig. 5-9 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1991-1995
93	Fig. 5-10 : Total des efforts de pêche des palangriers – 1996-2000
93	Fig. 5-11 : Total des efforts de pêche des palangriers – 2001-2005
94	Fig. 5-12 : Total des efforts de pêche des senneurs – 1983-1985
94	Fig. 5-13 : Total des efforts de pêche des senneurs – 1996-1990
95	Fig. 5-14 : Total des efforts de pêche des senneurs – 1991-1995
95	Fig. 5-15 : Total des efforts de pêche des senneurs – 1996-2000
95	Fig. 5-16 : Total des efforts de pêche des senneurs – 2001-2005

Chapitre 6

97	Cartes des prises trimestrielles par espèce et par engin
101	Fig. 6-1 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1953-1955
101	Fig. 6-2 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1956-1960
101	Fig. 6-3 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1961-1965
101	Fig. 6-4 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1966-1970
102	Fig. 6-5 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1971-1975
102	Fig. 6-6 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1976-1980
102	Fig. 6-7 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1981-1985
102	Fig. 6-8 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1986-1990
103	Fig. 6-9 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1991-1995
103	Fig. 6-10 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 1996-2000
103	Fig. 6-11 : Total des prises des palangriers au 1er trimestre – 2001-2005
105	Fig. 6-12 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1953-1955
105	Fig. 6-13 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1956-1960
105	Fig. 6-14 : Total des prises des palangriers au 2° trimestre – 1961-1965
105	Fig. 6-15 : Total des prises des palangriers au 2° trimestre – 1966-1970

Chapter 5 CPUE maps by fishing gear

Fig. 5-1 : Total longline fishing effort – 1953-1955 Fig. 5-2: Total longline fishing effort – 1956-1960 Fig. 5-3 : Total longline fishing effort – 1961-1965 Fig. 5-4 : Total longline fishing effort - 1966-1970 Fig. 5-5 : Total longline fishing effort – 1971-1975 Fig. 5-6 : Total longline fishing effort – 1976-1980 Fig. 5-7 : Total longline fishing effort – 1981-1985 Fig. 5-8 : Total longline fishing effort – 1986-1990 Fig. 5-9 : Total longline fishing effort – 1991-1995 Fig. 5-10 : Total longline fishing effort – 1996-2000 *Fig. 5-11 : Total longline fishing effort – 2001-2005* Fig. 5-12 : Total purse seine fishing effort – 1983-1985 *Fig. 5-13 : Total purse seine fishing effort – 1986-1990* Fig. 5-14 : Total purse seine fishing effort – 1991-1995 *Fig. 5-15 : Total purse seine fishing effort – 1996-2000 Fig. 5-16 : Total purse seine fishing effort – 2001-2005*

Chapter 6

Maps of quarterly catches by species and by gear

Fig. 6-1 : Total longline catches first quarter – 1953-1955 Fig. 6-2 : Total longline catches first quarter – 1956-1960 Fig. 6-3 : Total longline catches first quarter – 1961-1965 Fig. 6-4 : Total longline catches first quarter – 1966-1970 Fig. 6-5 : Total longline catches first quarter – 1971-1975 Fig. 6-6 : Total longline catches first quarter – 1976-1980 Fig. 6-7 : Total longline catches first quarter – 1981-1985 Fig. 6-8 : Total longline catches first quarter – 1981-1985 Fig. 6-9 : Total longline catches first quarter – 1986-1990 Fig. 6-10 : Total longline catches first quarter – 1996-2000 Fig. 6-11 : Total longline catches first quarter – 2001-2005 Fig. 6-12 : Total longline catches second quarter – 1953-1955 Fig. 6-13 : Total longline catches second quarter – 1956-1960 Fig. 6-14 : Total longline catches second quarter – 1961-1965 Fig. 6-15 : Total longline catches second quarter – 1966-1970

106	Fig. 6-16 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1971-1975
106	Fig. 6-17 : Total des prises des palangriers au 2 ^e trimestre – 1976-1980
106	Fig. 6-18 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1981-1985
106	Fig. 6-19 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1986-1990
107	Fig. 6-20 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1991-1995
107	Fig. 6-21 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 1996-2000
107	Fig. 6-22 : Total des prises des palangriers au $2^{\rm e}$ trimestre – 2001-2005
109	Fig. 6-23 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1953-1955
109	Fig. 6-24 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1956-1960
109	Fig. 6-25 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1961-1965
109	Fig. 6-26 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1976-1970
110	Fig. 6-27 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1971-1975
110	Fig. 6-28 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1976-1980
110	Fig. 6-29 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1981-1985
110	Fig. 6-30 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1986-1990
111	Fig. 6-31 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1991-1995
111	Fig. 6-32 : Total des prises des palangriers au 3 ^e trimestre – 1996-2000
111	Fig. 6-33 : Total des prises des palangriers au 3° trimestre – 2001-2005
113	Fig. 6-34 : Total des prises des palangriers au 4 ^e trimestre – 1953-1955
113	Fig. 6-35 : Total des prises des palangriers au 4° trimestre – 1956-1960
113	Fig. 6-36 : Total des prises des palangriers au 4° trimestre – 1961-1965
113	Fig. 6-37 : Total des prises des palangriers au $4^{\rm e}$ trimestre – 1966-1970
114	Fig. 6-38 : Total des prises des palangriers au $4^{\rm e}$ trimestre – 1971-1975
114	Fig. 6-39 : Total des prises des palangriers au 4° trimestre – 1976-1980
114	Fig. 6-40 : Total des prises des palangriers au $4^{\rm e}$ trimestre – 1981-1985
114	Fig. 6-41 : Total des prises des palangriers au 4 ^e trimestre – 1986-1990
115	Fig. 6-42 : Total des prises des palangriers au 4° trimestre – 1991-1995
115	Fig. 6-43 : Total des prises des palangriers au $4^{\rm e}$ trimestre – 1996-2000
115	Fig. 6-44 : Total des prises des palangriers au $4^{\rm e}$ trimestre – 2001-2005
116	Fig. 6-45 : Total des prises des senneurs au 1er trimestre – 1983-1985
116	Fig. 6-46 : Total des prises des senneurs au 1er trimestre – 1986-1990
117	Fig. 6-47 : Total des prises des senneurs au 1er trimestre – 1991-1995
117	Fig. 6-48 : Total des prises des senneurs au 1er trimestre – 1996-2000
117	Fig. 6-49 : Total des prises des senneurs au 1^{er} trimestre – 2001-2005
118	Fig. 6-50 : Total des prises des senneurs au $2^{\rm e}$ trimestre – 1983-1985

Fig. 6-16 : Total longline catches second quarter – 1971-1975 Fig. 6-17 : Total longline catches second quarter – 1976-1980 Fig. 6-18 : Total longline catches second quarter - 1981-1985 Fig. 6-19 : Total longline catches second quarter – 1986-1990 Fig. 6-20 : Total longline catches second quarter – 1991-1995 Fig. 6-21 : Total longline catches second quarter – 1996-2000 Fig. 6-22 : Total longline catches second quarter – 2001-2005 Fig. 6-23 : Total longline catches third quarter - 1953-1955 Fig. 6-24 : Total longline catches third quarter - 1956-1960 Fig. 6-25 : Total longline catches third quarter – 1961-1965 Fig. 6-26 : Total longline catches third quarter – 1966-1970 Fig. 6-27 : Total longline catches third quarter – 1971-1975 Fig. 6-28 : Total longline catches third quarter – 1976-1980 Fig. 6-29 : Total longline catches third quarter – 1981-1985 Fig. 6-30 : Total longline catches third quarter – 1986-1990 Fig. 6-31 : Total longline catches third quarter - 1991-1995 Fig. 6-32 : Total longline catches third quarter - 1996-2000 Fig. 6-33 : Total longline catches third quarter – 2001-2005 Fig. 6-34 : Total longline catches fourth quarter – 1953-1955 Fig. 6-35 : Total longline catches fourth quarter - 1956-1960 Fig. 6-36 : Total longline catches fourth quarter - 1961-1965 Fig. 6-37 : Total longline catches fourth quarter - 1966-1970 Fig. 6-38 : Total longline catches fourth quarter – 1971-1975 Fig. 6-39 : Total longline catches fourth quarter - 1976-1980 Fig. 6-40 : Total longline catches fourth quarter - 1981-1985 Fig. 6-41 : Total longline catches fourth quarter - 1986-1990 Fig. 6-42 : Total longline catches fourth quarter – 1991-1995 Fig. 6-43 : Total longline catches fourth quarter - 1996-2000 Fig. 6-44 : Total longline catches fourth quarter – 2001-2005 Fig. 6-45 : Total purse seine catches first quarter – 1983-1985 Fig. 6-46 : Total purse seine catches first quarter – 1986-1990 *Fig.* 6-47 : *Total purse seine catches first quarter – 1991-1995* Fig. 6-48 : Total purse seine catches first quarter – 1996-2000 Fig. 6-49 : Total purse seine catches first quarter – 2001-2005 Fig. 6-50 : Total purse seine catches second quarter – 1983-1985

118	Fig. 6-51 : Total des prises des senneurs au $2^{\rm e}$ trimestre – 1986-1990
119	Fig. 6-52 : Total des prises des senneurs au $2^{\rm e}$ trimestre – 1991-1995
119	Fig. 6-53 : Total des prises des senneurs au $2^{\rm e}$ trimestre – 1996-2000
119	Fig. 6-54 : Total des prises des senneurs au $2^{\rm e}$ trimestre – 2001-2005
120	Fig. 6-55 : Total des prises des senneurs au 3e trimestre – 1983-1985
120	Fig. 6-56 : Total des prises des senneurs au $3^{\rm e}$ trimestre – 1986-1990
121	Fig. 6-57 : Total des prises des senneurs au $3^{\rm e}$ trimestre – 1991-1995
121	Fig. 6-58 : Total des prises des senneurs au $3^{\rm e}$ trimestre – 1996-2000
121	Fig. 6-59 : Total des prises des senneurs au $3^{\rm e}$ trimestre – 2001-2005
122	Fig. 6-60 : Total des prises des senneurs au $4^{\rm e}$ trimestre – 1983-1985
122	Fig. 6-61 : Total des prises des senneurs au 4 ^e trimestre – 1986-1990
123	Fig. 6-62 : Total des prises des senneurs au $4^{\rm e}$ trimestre – 1991-1995
123	Fig. 6-63 : Total des prises des senneurs au $4^{\rm e}$ trimestre – 1996-2000
123	Fig. 6-64 : Total des prises des senneurs au $4^{\rm e}$ trimestre – 2001-2005
	Chapitre 7
125	Cartes des prises par unité d'effort de pêche (PUE)

129 Fig. 7-1 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1953-1955 129 Fig. 7-2 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1956-1960 129 Fig. 7-3 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1961-1965 129 Fig. 7-4 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1966-1970 130 Fig. 7-5 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1971-1975 130 Fig. 7-6 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1976-1980 130 Fig. 7-7 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1981-1985 130 Fig. 7-8 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1986-1990 131 Fig. 7-9 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1991-1995 131 Fig. 7-10 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 1996-2000 131 Fig. 7-11 : Prises par unité d'effort des palangriers du Japon - 2001-2005 132 Fig. 7-12: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1967-1970 132 Fig. 7-13: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1971-1975 132 Fig. 7-14: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1976-1980 132 Fig. 7-15: Prises par unité d'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1981-1985 133 Fig. 7-16: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1986-1990 133 Fig. 7-17: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1991-1995 133 Fig. 7-18: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-1996-2000 133 Fig. 7-19: Prises par unitéd'effort des palangriers de Taiwan, province de la Chine-2001-2005

Fig. 6-51 : Total purse seine catches second quarter – 1986-1990 Fig. 6-52 : Total purse seine catches second quarter – 1991-1995 Fig. 6-53 : Total purse seine catches second quarter – 1996-2000 Fig. 6-54 : Total purse seine catches second quarter – 2001-2005 Fig. 6-55 : Total purse seine catches third quarter – 1983-1985 Fig. 6-56 : Total purse seine catches third quarter – 1986-1990 Fig. 6-57 : Total purse seine catches third quarter – 1986-1990 Fig. 6-58 : Total purse seine catches third quarter – 1996-2000 Fig. 6-59 : Total purse seine catches third quarter – 1996-2000 Fig. 6-59 : Total purse seine catches third quarter – 2001-2005 Fig. 6-60 : Total purse seine catches fourth quarter – 1983-1985 Fig. 6-61 : Total purse seine catches fourth quarter – 1986-1990 Fig. 6-62 : Total purse seine catches fourth quarter – 1991-1995 Fig. 6-63 : Total purse seine catches fourth quarter – 1991-1995 Fig. 6-63 : Total purse seine catches fourth quarter – 1991-1995 Fig. 6-64 : Total purse seine catches fourth quarter – 1991-2000 Fig. 6-64 : Total purse seine catches fourth quarter – 1991-2000

Chapter 7

CPUE maps

Fig. 7-1 : Japan longline catches per unit of effort - 1953-1955 Fig. 7-2 : Japan longline catches per unit of effort - 1956-1960 Fig. 7-3 : Japan longline catches per unit of effort - 1961-1965 Fig. 7-4 : Japan longline catches per unit of effort - 1966-1970 Fig. 7-5 : Japan longline catches per unit of effort – 1971-1975 Fig. 7-6 : Japan longline catches per unit of effort - 1976-1980 Fig. 7-7 : Japan longline catches per unit of effort - 1981-1985 Fig. 7-8 : Japan longline catches per unit of effort - 1986-1990 Fig. 7-9 : Japan longline catches per unit of effort - 1991-1995 Fig. 7-10 : Japan longline catches per unit of effort – 1996-2000 Fig. 7-11 : Japan longline catches per unit of effort – 2001-2005 Fig. 7-12 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1967-1970 Fig. 7-13 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1971-1975 Fig. 7-14 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1976-1980 Fig. 7-15 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1981-1985 Fig. 7-16 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort - 1986-1990 Fig. 7-17 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1991-1995 Fig. 7-18 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort – 1996-2000 Fig. 7-19 : Taiwan, Province of China longline catches per unit of effort - 2001-2005

134	Fig. 7-20 : Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays – 1983-1985
134	Fig. 7-21 : Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays – 1986-1990
135	Fig. 7-22 : Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays – 1991-1995
135	Fig. 7-23 : Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays – 1996-2000
135	Fig. 7-24 : Prises par unité d'effort des senneurs, tous pays – 2001-2005
	Chapitre 8
137	Cartes des prises totales par espèce et par engin
141	Fig. 8-1 : Total des prises d'albacore par engin – 1951-1955
141	Fig. 8-2 : Total des prises d'albacore par engin – 1956-1960
141	Fig. 8-3 : Total des prises d'albacore par engin – 1961-1965
141	Fig. 8-4 : Total des prises d'albacore par engin – 1966-1970
142	Fig. 8-5 : Total des prises d'albacore par engin – 1971-1975
142	Fig. 8-6 : Total des prises d'albacore par engin – 1976-1980
142	Fig. 8-7 : Total des prises d'albacore par engin – 1981-1985
142	Fig. 8-8 : Total des prises d'albacore par engin – 1986-1990
143	Fig. 8-9 : Total des prises d'albacore par engin – 1991-1995
143	Fig. 8-10 : Total des prises d'albacore par engin – 1996-2000
143	Fig. 8-11 : Total des prises d'albacore par engin – 2001-2005
144	Fig. 8-12 : Total des prises de listao par engin – 1966-1970
144	Fig. 8-13 : Total des prises de listao par engin – 1971-1975
144	Fig. 8-14 : Total des prises de listao par engin – 1976-1980
144	Fig. 8-15 : Total des prises de listao par engin – 1981-1985
145	Fig. 8-16 : Total des prises de listao par engin – 1986-1990
145	Fig. 8-17 : Total des prises de listao par engin – 1991-1995
145	Fig. 8-18 : Total des prises de listao par engin – 1996-2000
145	Fig. 8-19 : Total des prises de listao par engin – 2001-2005
147	Fig. 8-20 : Total des prises de patudo par engin – 1951-1955
147	Fig. 8-21 : Total des prises de patudo par engin – 1956-1960
147	Fig. 8-22 : Total des prises de patudo par engin – 1961-1965
147	Fig. 8-23 : Total des prises de patudo par engin – 1966-1970
148	Fig. 8-24 : Total des prises de patudo par engin – 1971-1975
148	Fig. 8-25 : Total des prises de patudo par engin – 1976-1980
148	Fig. 8-26 : Total des prises de patudo par engin – 1981-1985
148	Fig. 8-27 : Total des prises de patudo par engin – 1986-1990
149	Fig. 8-28 : Total des prises de patudo par engin – 1991-1995

- Fig. 7-20 : Purse seine catches per unit of effort, all countries 1983-1985
 Fig. 7-21 : Purse seine catches per unit of effort, all countries 1986-1990
 Fig. 7-22 : Purse seine catches per unit of effort, all countries 1991-1995
- Fig. 7-23 : Purse seine catches per unit of effort, all countries 1996-2000
- Fig. 7-24 : Purse seine catches per unit of effort, all countries 2001-2005

Chapter 8

Maps of total catches by species and gear

Fig. 8-1 : Total yellowfin catches by gear – 1951-1955 Fig. 8-2 : Total yellowfin catches by gear – 1956-1960 Fig. 8-3 : Total yellowfin catches by gear - 1961-1965 Fig. 8-4 : Total yellowfin catches by gear - 1966-1970 Fig. 8-5 : Total yellowfin catches by gear – 1971-1975 Fig. 8-6 : Total yellowfin catches by gear – 1976-1980 Fig. 8-7 : Total yellowfin catches by gear – 1981-1985 Fig. 8-8 : Total yellowfin catches by gear – 1986-1990 Fig. 8-9 : Total yellowfin catches by gear – 1991-1995 Fig. 8-10 : Total yellowfin catches by gear - 1996-2000 Fig. 8-11 : Total yellowfin catches by gear - 2001-2005 Fig. 8-12 : Total skipjack catches by gear – 1966-1970 Fig. 8-13 : Total skipjack catches by gear – 1971-1975 Fig. 8-14 : Total skipjack catches by gear - 1976-1980 Fig. 8-15 : Total skipjack catches by gear – 1981-1985 Fig. 8-16 : Total skipjack catches by gear – 1986-1990 Fig. 8-17 : Total skipjack catches by gear – 1991-1995 Fig. 8-18 : Total skipjack catches by gear - 1996-2000 Fig. 8-19 : Total skipjack catches by gear - 2001-2005 Fig. 8-20 : Total bigeye catches by gear - 1951-1955 Fig. 8-21 : Total bigeye catches by gear – 1956-1960 Fig. 8-22 : Total bigeye catches by gear – 1961-1965 Fig. 8-23 : Total bigeye catches by gear – 1966-1970 Fig. 8-24 : Total bigeye catches by gear – 1971-1975 Fig. 8-25 : Total bigeye catches by gear - 1976-1980 Fig. 8-26 : Total bigeye catches by gear - 1981-1985 Fig. 8-27 : Total bigeye catches by gear – 1986-1990 Fig. 8-28 : Total bigeye catches by gear – 1991-1995

149	Fig. 8-29 : Total des prises de patudo par engin – 1996-2000
149	Fig. 8-30 : Total des prises de patudo par engin – 2001-2005
	Chanitra ()
151	Chapter 5 Diagrammas das prisos et de PUE appuelles par engin
151	ot par grande zone statistique
154	Et par grande zone statistique
154	des zones de Longhurst, 1998)
154	Fig. 9-2 : Zones de pêche employées pour les diagrammes des senneurs
155	Fig. 9-3 : Prises moyennes par espèce (en poids) des palangriers exprimées
	en pourcentage en fonction des zones de Longhurst simplifiées et ajustées pour la réalisation de diagrammes spatio-temporels – 1953-2005
156	Fig. 9-4 : Diagrammes des prises annuelles (en tonnes) par espèce et par zone de Longhurst – Palangriers de Taiwan, province de la Chine
156	Fig. 9-5 : Diagrammes des prises annuelles (en tonnes) par espèce et par zone de
156	Fig 9-6 : Diagrammes des prises appuelles (en toppes) par espèce et par zone de
150	Longhurst – Palangriers (tous pays)
157	Fig. 9-7 : Diagrammes des prises annuelles (en tonnes) par espèce et par zone
	statistique – Senneurs (tous pays)
157	Fig. 9-8 : Diagrammes des prises annuelles (en tonnes) par espèce et par zone
	statistique – Senneurs de la France
157	Fig. 9-9 : Diagrammes des prises annuelles (en tonnes) par espèce et par zone statistique – Senneurs de l'Espagne
158	Fig. 9-10 : Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes), par espèce et par zone de Longhurst – Palangriers du Japon
158	Fig. 9-11 : Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes), par espèce et
	par zone de Longhurst – Palangriers de Taiwan, province de la Chine
159	Fig. 9-12 : Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes par jour de
	pêche), par espèce et par zone statistique – Senneurs de la France
159	Fig. 9-13 : Diagrammes des prises par unité d'effort annuelles (en tonnes par jour de pêche), par espèce et par zone statistique. Senneurs de l'Espagne
	peche), par espèce et par zone statistique – Senneur's de l'Espagne
	Chapitre 10
161	Diagrammes des prises par taille et par engin
164	Les engins de pêche
167	Fig. 10-1 : Diagrammes des prises annuelles par taille de patudo (en tonnes) par engin

(tous pays)

Fig. 8-29 : Total bigeye catches by gear – 1996-2000 Fig. 8-30 : Total bigeye catches by gear – 2001-2005

Chapter 9

Diagrams showing yearly catches and CPUE according to gear, and for large statistical zone

- Fig. 9-1 : Fishing areas used for the charts of the longliners
- Fig. 9-2 : Fishing aeras used for the charts of the purse seiners
- Fig. 9-3 : Mean longline catches (weight), by species, expressed in %, using Longhurst zones simplified and adjusted – 1953-2005
- Fig. 9-4 : Charts of annual catches (in tons), by species and by Longhurst areas Taiwan, Province of China longliners
- Fig. 9-5 : Charts of annual catches (in tons), by species and by Longhurst areas -Japan longliners
- Fig. 9-6 : Charts of annual catches (in tons), by species and by Longhurst areas -Longliners (all countries)
- Fig. 9-7: Charts of annual catches (in tons), by species and by statistical areas *Purse seiners (all countries)*
- Fig. 9-8 : Charts of annual catches (in tons), by species and by statistical areas -French purse seiners
- Fig. 9-9 : Charts of annual catches (in tons), by species and by statistical areas Spanish purse seiners
- Fig. 9-10 : Charst of annual catches per unit of effort (in tons), by species and by Longhurst areas – Japan longliners
- Fig. 9-11 : Charts of annual catches per unit of effort (in tons), by species and by Longhurst areas - Taiwan, Province of China longliners
- Fig. 9-12 : Charts of annual catches per unit of effort (in tons by fishing day), by species and by statistical areas - French purse seiners
- Fig. 9-13 : Charts of annual catches per unit of effort (in tons by fishing day), by species and by statistical areas – Spanish purse seiners

Chapter 10

Diagrams showing catches according to size and gear Fishing gears and fishing techniques

Fig. 10-1: Charts of annual bigeye catches by size (in tons) and by gear (all countries)

168	Fig. 10-2 : Diagrammes des prises annuelles par taille de patudo (en tonnes) par les palangriers (tous pays)
169	Fig. 10-3 : Diagrammes des prises annuelles par taille de patudo (en tonnes) par les senneurs (tous pays)
171	Fig. 10-4 : Diagrammes des prises annuelles par taille d'albacore (en tonnes) par engin (tous pays)
172	Fig. 10-5 : Diagrammes des prises annuelles par taille d'albacore (en tonnes) par les palangriers (tous pays)
173	Fig. 10-6 : Diagrammes des prises annuelles par taille d'albacore (en tonnes) par les senneurs (tous pays)
174	Fig. 10-7 : Diagrammes des prises annuelles par taille de listao (en tonnes) par engin (tous pays)
175	Fig. 10-8 : Diagrammes des prises annuelles par taille de listao (en tonnes) par les senneurs (tous pays)
177	Remerciements
178	Table des matières

- Fig. 10-2 : Charts of annual bigeye catches by size (in tons) taken by longliners (all countries)
- Fig. 10-3 : Charts of annual bigeye catches by size (in tons) taken by purse seiners (all countries)
- Fig. 10-4 : Charts of annual yellowfin catches by size (in tons) and by gear (all countries)
- Fig. 10-5 : Charts of annual yellowfin catches by size (in tons) taken by longliners (all countries)
- Fig. 10-6 : Charts of annual yellowfin catches by size (in tons) taken by purse seiners (all countries)
- Fig. 10-7 : Charts of annual skipjack catches by size (in tons) and by gear (all countries)
- Fig. 10-8 : Charts of annual skipjack catches by size (in tons) taken by purse seiners (all countries)

Aknowledgments

Table of contents

Fruit de la collaboration entre l'Institut de recherche pour le développement et la Commission des Thons de l'Océan Indien (CTOI), cet atlas dresse un bilan détaillé de l'évolution des pêcheries thonières tropicales de l'océan Indien depuis les années 1950.

Les données géo-référencées transmises à la CTOI y sont restituées sous forme d'un ensemble de près de 300 cartes traduisant l'évolution, par tranche de 5 années, des captures pour les principales espèces ciblées dans l'océan Indien: thons tropicaux (albacore, patudo et listao), thons tempérés (germon, thon rouge du sud) et espadons, par pays et en fonction des engins de pêche. Les données sur la capture par tailles et la dynamique spatiotemporelle des pêcheries gérées par la CTOI sont également présentées.

S'adressant à la fois aux scientifiques, aux professionnels de la pêche et aux décideurs, l'ouvrage constitue un document de référence indispensable à tous les acteurs impliqués dans la conservation des thons de l'océan Indien et l'avenir de ses pêcheries. This atlas which is the result of the collaboration between the Institut de recherche pour le développement and the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC) gives a complete evaluation of the tuna fisheries in the Indian Ocean since the 1950's.

The geo-referenced data supplied to the IOTC are represented in the form of nearly 300 maps which show, every five years, the evolution of the catches of the three main species of tropical tunas (yellowfin, bigeye and skipjack), of temperate tunas (albacore, southern bluefin) and swordfish, by country and by fishing gear. The data concerning catch at size and the spatio-temporal dynamics of the fisheries managed by the IOTC are also represented.

This book is intended for scientists, fishing professionals and decision makers. It is a very useful reference document for all those involved in the conservation of Indian Ocean tunas and in the future of Its tunas fisheries.

Prix : 30 € ISBN : 978-2-7099-1697-4



IRD 44, boulevard de Dunkerque F -13572 Marseille Cedex 02 editions@ird.fr www.editions.ird.fr Diffusion IRD 32, avenue Henri Varagnat F - 93143 Bondy Cedex diffusion@ird.fr



