

Report of the

**FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC
FISH OFF NORTHWEST AFRICA**

Banjul, Republic of the Gambia, 5–12 April 2002

Rapport du

**GROUPE DE TRAVAIL DE LA FAO SUR L'ÉVALUATION DES PETITS
PÉLAGIQUES AU LARGE DE L'AFRIQUE NORD-OCCIDENTALE**

Banjul, République de Gambie, 5–12 avril 2002



Copies of FAO publications can be requested from:
Sales and Marketing Group
Information Division
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italy
E-mail: publications-sales@fao.org
Fax: (+39) 06 57053360

Les commandes de publications de la FAO peuvent être
adressées au:
Groupe des ventes et de la commercialisation
Division de l'information
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italie
Mél.: publications-sales@fao.org
Télécopie: (+39) 06 57053360

Report of the
FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC FISH
OFF NORTHWEST AFRICA

Banjul, Republic of the Gambia, 5–12 April 2002

Rapport du
GROUPE DE TRAVAIL DE LA FAO SUR L'ÉVALUATION DES PETITS PÉLAGIQUES
AU LARGE DE L'AFRIQUE NORD-OCCIDENTALE

Banjul, République de Gambie, 5–12 avril 2002

The designations employed and the presentation of the material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 92-5-004881-5

All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this information product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holders provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this information product for resale or other commercial purposes is prohibited without written permission of the copyright holders. Applications for such permission should be addressed to the Chief, Publishing Management Service, Information Division, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy or by e-mail to copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2002

PREPARATION OF THIS DOCUMENT

A permanent FAO Working Group composed of scientists from the coastal States, and from countries or organizations that play an active role in Northwest African pelagic fisheries, was established in March 2001. The main objective of the Working Group is to improve the assessment of the small pelagic resources, as well as to advise options for management and exploitation of their fisheries and to ensure optimal sustainability of the resources for the economic benefit of Morocco, Mauritania, Gambia and Senegal.

The second meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, Republic of the Gambia, from 5 to 12 April 2002. Altogether 17 scientists from nine different countries participated.

A first editing of the report was made by all the participants of the working group. We are grateful to Stephen Cofield, Marie-Thérèse Magnan and Merete Tandstad for their assistance in the final editing of this document.

PRÉPARATION DE CE DOCUMENT

Un groupe de travail permanent de la FAO, composé de scientifiques des Etats côtiers et des pays ou organisations qui jouent un rôle actif dans les pêcheries pélagiques de l'Afrique nord-occidentale a été créé en mars 2001. L'objectif principal du Groupe de travail est d'améliorer l'évaluation des ressources de petits pélagiques et de proposer des options de gestion et d'exploitation de leurs pêcheries, en vue de garantir la durabilité des ressources en contribuant à la prospérité économique du Maroc, de la Mauritanie, de la Gambie et du Sénégal.

La deuxième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Banjul, République de Gambie, du 5 au 12 avril 2002. Un total de 17 scientifiques en provenance de neuf pays différents y ont participé.

Une première édition du rapport a été faite par tous les participants du Groupe de travail. Nous sommes reconnaissants à Stephen Cofield, Marie-Thérèse Magnan et Merete Tandstad pour l'assistance apportée à l'édition finale de ce document.

FAO.

Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Banjul, Republic of the Gambia, 5-12 April 2002.

Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, République de Gambie, 5-12 avril 2002.

FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 686. Rome, FAO. 2002. 97p.

ABSTRACT

The second meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, Republic of the Gambia, from 5 to 12 April 2002. During this year's meeting the emphasis was on updating the database as well as knowledge of assessment methods within the group. At the beginning of the meeting a two-day course in assessment methodology was held.

A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinellas, horse mackerels and mackerel). For each of these, actualized information until 2001 is given on stock identity, the fisheries, catch and effort, biological data and abundance indices. A number of preliminary assessments for various species were carried out.

Although the group is not yet in a position to make short/long-term projections, it is expected that the pelagic stocks will decline further in case of an expansion of the (industrial) fishing effort in the area.

As a general recommendation the group therefore suggests that the fishing effort should be restricted to the current level.

RÉSUMÉ

La deuxième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Banjul, République de Gambie, du 5 au 12 avril 2002. Au cours de la réunion de cette année, l'accent a été mis sur la mise à jour de la base de données ainsi que sur la connaissance des méthodes d'évaluation à l'intérieur du groupe. Pendant les deux premiers jours de la réunion, un exposé sur la méthode d'évaluation a été présenté.

Une section séparée est consacrée à chacune des catégories principales d'espèces (sardines, sardinelles, chinchards et maquereaux). Pour chacune d'elles, des informations actualisées jusqu'en 2001 sont données sur l'identité du stock, les pêcheries, la capture et l'effort, les données biologiques et les indices d'abondance. Un certain nombre d'évaluations préliminaires pour les diverses espèces ont été effectuées.

Bien que le groupe ne soit pas encore en mesure de faire des prévisions à court ou à long terme, on s'attend à ce que les stocks continuent à diminuer en cas d'un ultérieur accroissement de l'effort (industriel) de pêche dans la zone.

En tant que recommandation générale, le groupe suggère donc que l'effort de pêche soit limité au niveau courant.

Distribution :

Participants in the Working Group /Participants au Groupe de travail

FAO Regional Fishery Officers/Fonctionnaires des pêches régionaux de la FAO

FAO Fisheries Department/Département des pêches de la FAO

NORAD

IMR

Ministry of Agriculture in Netherlands and RIVO Institute of Netherlands

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION	1
1.1 Terms of reference.....	1
1.2 Participants	1
1.3 Definition of working area	2
1.4 Structure of the report.....	2
1.5 Course in VPA-methodology	2
1.6 Assessment methods.....	2
1.7 Age reading workshop.....	3
2. SARDINE	4
2.1 Stock identity.....	4
2.2 The fisheries	4
2.3 Catch and effort data	4
2.4 Biological data.....	5
2.5 Abundance indices	6
2.5.1 Catch per unit of effort	6
2.5.2 Acoustic surveys.....	6
2.6 Assessment	7
2.7 Management recommendations.....	8
2.8 Future research	9
3. SARDINELLAS	9
3.1 Stock identity.....	9
3.2 The fisheries	9
3.3 Catch and effort data	11
3.4 Biological data.....	13
3.5 Abundance indices	13
3.5.1 Catch per unit of effort	13
3.5.2 Acoustic surveys.....	14
3.6 Assessment	14
3.7 Environmental effects on the stock of <i>Sardinella aurita</i>	16
3.8 Management recommendations.....	16
3.9 Future research	16
4. HORSE MACKEREL	17
4.1 Stock identity.....	17
4.2 The fisheries	17
4.3 Catch and effort data	18
4.4 Biological data.....	18
4.5 Abundance indices	18
4.5.1 Catch per unit of effort	18
4.5.2 Acoustic surveys.....	19
4.6 Assessment	20
4.7 Management recommendations.....	21
4.8 Future research	21
5. CHUB MACKEREL	22
5.1 Stock identity.....	22

5.2	The fisheries	22
5.3	Catch and effort data	23
5.4	Biological data.....	23
5.5	Abundance indices	23
5.5.1	Catch per unit of effort	23
5.5.2	Acoustic surveys.....	23
5.6	Assessment	23
5.7	Management recommendations.....	24
5.8	Future research	25
6.	GENERAL CONCLUSIONS	25

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	27
1.1	Termes de référence	27
1.2	Participants	27
1.3	Définition de la zone de travail	28
1.4	Structure du rapport.....	28
1.5	Exposé sur la méthode d'Analyse virtuelle des populations – méthodologie	28
1.6	Méthodes d'évaluation.....	28
1.7	Atelier de lecture d'âge.....	29
2.	SARDINE	30
2.1	Identité du stock	30
2.2	Les pêcheries	30
2.3	Données de capture et d'effort	30
2.4	Données biologiques	31
2.5	Indices d'abondance	32
2.5.1	Capture par unité d'effort	32
2.5.2	Campagnes acoustiques.....	32
2.6	Évaluation.....	33
2.7	Recommandations de gestion.....	35
2.8	Recherche future.....	35
3.	SARDINELLES.....	35
3.1	Identité du stock	35
3.2	Les pêcheries	36
3.3	Données de capture et d'effort	37
3.4	Données biologiques	39
3.5	Indices d'abondance	40
3.5.1	Capture par unité d'effort	40
3.5.2	Campagnes acoustiques.....	41
3.6	Évaluation.....	41
3.7	Effets de l'environnement sur les stocks de <i>Sardinella aurita</i>	43
3.8	Recommandations de gestion.....	43
3.9	Recherche future.....	43

4. CHINCHARDS	44
4.1 Identité du stock	44
4.2 Les pêcheries	44
4.3 Données de capture et d'effort	45
4.4 Données biologiques	45
4.5 Indices d'abondance	46
4.5.1 Capture par unité d'effort	46
4.5.2 Campagnes acoustiques.....	47
4.6 Évaluation.....	47
4.7 Recommandations de gestion	48
4.8 Recherche future.....	49
5. MAQUEREAU	49
5.1 Identité du stock	49
5.2 Les pêcheries	50
5.3 Données de capture et d'effort	50
5.4 Données biologiques	50
5.5 Indices d'abondance	50
5.5.1 Capture par unité d'effort	50
5.5.2 Campagnes acoustiques.....	51
5.6 Évaluation.....	51
5.7 Recommandations d'aménagement	52
5.8 Recherche future.....	52
6. CONCLUSIONS GÉNÉRALES	52

LIST OF TABLES/LISTE DES TABLEAUX

(In English only/En anglais seulement)

2.3.1	Catches (1990-2001) in tonnes of <i>Sardina pilchardus</i> by zones, fleet and year	57
2.3.2	Catch and effort. <i>Sardina</i> zones A, B and Moroccan zone.....	58
2.3.3	Effort by zones, fleet and year.....	59
2.6.1a	Age composition of sardina from central stock.....	60
2.6.1b	Weight in kg Zone A+B	61
2.6.1c	Natural mortality Zone A+B	61
2.6.1d	Maturity ogive Zone A+B	61
2.6.1e	Acoustic abundance estimate. Autumn surveys R/V Dr. Fridtjof Nansen Zone A+B	61
2.6.3	Available information on sardine (<i>Sardina pilchardus</i>) from Zone C	62
3.3.1a	Catches of <i>Sardinella aurita</i> 1990-1999 by country, fleet and year	63
3.3.1b	Catches of <i>Sardinella maderensis</i> 1990-1999 by country, fleet and year.....	64
3.3.2	Effort by country, fleet and year.....	65
3.4.1	<i>Sardinella aurita</i> catch in numbers by age, all areas combined 1994-2001	65
4.3.1a	Catches of <i>Trachurus trachurus</i> 1990-1999 by zone, fleet and year	66
4.3.1b	Catches of <i>Trachurus trecae</i> by zone, fleet and year	66
4.3.1c	Catches of <i>Caranx rhonchus</i> 1990-1999 by zone, fleet and year.....	67
4.4.1	Number of <i>Trachurus trecae</i> caught by ages and by year (1990-2000) in the subregion	68

4.4.2	Number of <i>Trachurus trachurus</i> caught by ages and by year (1990-2000) in the subregion	68
4.5.1	Biomass estimates of <i>Trachurus trecae</i> , R/V Dr. Fridtjof Nansen	69
4.5.2	Biomass estimates of <i>Trachurus trachurus</i> , R/V Dr. Fridtjof Nansen.....	69
5.3.1	Catches of <i>Scomber japonicus</i> 1990-2001 by country, fleet and year	70
5.3.2	Effort	70
5.5.1	Stock South. Catch, effort standardized to units of Russia days fishing and CPUE of <i>Scomber japonicus</i>	71
5.6.1	Input data for Integrated Catch Analysis (IC) for <i>Scomber japonicus</i>	72
5.6.2	Output table from assessment for <i>Scomber japonicus</i>	73

LIST OF FIGURES/LISTE DES FIGURES

(In English only/En anglais seulement)

2.1.1	Stock Units and Sardine Fisheries	77
2.5.1	CPUEs of Sardine (<i>Sardina pilchardus</i>) from fisheries in Zone C	78
3.3.1	Total catch of sardinella.....	79
3.3.2	Fishing effort sardinella (mainly <i>S. aurita</i>) in Mauritania.....	79
3.4.1	<i>Sardinella aurita</i> . Comparison length distribution EU catch and Russian catch in Mauritania	80
3.5.1a	CPUE series for <i>Sardinella aurita</i> in Senegal	81
3.5.1b	CPUE series for <i>Sardinella maderensis</i> in Senegal.....	82
3.5.1c	CPUE series for total Sardinella in Senegal	83
3.5.1d	CPUE for total sardinellas in Mauritania by Dutch fleet.....	83
3.5.2	Biomass of acoustic surveys by R/V Dr. Fridtjof Nansen.....	84
3.6.1a	Indexes from the artisanal fishery in Senegal.....	84
3.6.1b	Observed and predicted index using biomass estimates from R/V Dr. Fridtjof Nansen for <i>Sardinella aurita</i> 1995-2001	85
3.6.1c	Observed and predicted CPUE of <i>Sardinella maderensis</i> 1990-2001 indexes from the artisanal fishery in Senegal	85
4.6.1	Trends in biomass indices and CPUE of <i>T. trachurus</i>	86
4.6.2	Development of SSB and fishing mortality (age 4-8) <i>T. trachurus</i> from ICA....	87
4.6.2	Development of SSB and fishing mortality (age 4-8) <i>T. trcae</i> from ICA	88
5.5.2	AtlantNIRO acoustic surveys	89
5.6.1	Chub mackerel biomass estimated by AtlantNIRO acoustic surveys and by ICA method tunned on CPUE	89

APPENDIXES/ANNEXES

(In English only/En anglais seulement)

I	ICA Flowchart	91
II	<i>Sardinella aurita</i> Otoliths Exchange.....	92
III	Available Information on Chub Mackerel (<i>Scomber japonicus</i>).....	93
	REFERENCES/RÉFÉRENCES	95

1. INTRODUCTION

The second meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, Republic of the Gambia, from 5 to 12 April 2002. The overall objective of the working group was to contribute to the improved assessment of small pelagic resources in Northwest Africa and the analysis of fisheries management and exploitation options aimed at ensuring optimal and sustainable use of small pelagic fish resources for the benefit of coastal countries.

The species to be assessed by the group were: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinellas (*Sardinella aurita* and *S. maderensis*), horse mackerels (*Trachurus trecae* and *T. trachurus*) and mackerel (*Scomber japonicus*), in the region between the southern border of Senegal and the northern border of Morocco.

The meeting was funded by project GCP/INT/730/NOR: International co-operation with the Nansen Programme, the Netherlands Institute for Fisheries Research (RIVO) and the Institute of Marine Research (IMR), Norway and organized by FAO.

Altogether 17 scientists from 9 different countries participated. The chairman of the group was Mr. Reidar Toresen, Norway.

The meeting was a follow-up of the meeting held in Nouadhibou, Mauritania, from 24 to 31 March 2001.

1.1 Terms of reference

The terms of reference for the group were:

1. Presentation of working papers on research activities
2. Presentation of reports on acoustic surveys 2001
3. Review of catch, effort and biological data from 2000 and 2001.
4. Report on the progress made on age readings of sardine in Morocco and effort studies in Mauritania
5. Updating the existing data base
6. Updating stock assessments for all species
7. Formulation of management advice
8. Co-ordination of biological research projects

1.2 Participants

Eduardo Balguerias	Spain
Sallah Bencherifi	Morocco
Ana Maria Caramelo	FAO (Rome)
Hamid Chfiri	Morocco
Ad Corten	The Netherlands
Vladimir Laptikhovsky	Russia
Ebaye Ould Mohamed Mahmoud	Mauritania
Asberr Mendy	Gambia
Hassan Moustahfid	Morocco
Ahmedou M. Moustapha	Mauritania

El Mehti El Oualri	Morocco
Birane Samb	Senegal
Maria Teresa Garcia Santamaria	Spain
Mahfoudh Ould Taleb Ould Sidi	Mauritania
Ibrahima Sow	Senegal
Nikolay Timoshenko	Russia
Reidar Toresen (chairman)	Norway

1.3 Definition of working area

The working area for the working group is defined as the waters between the southern border of Senegal and the northern border of Morocco.

1.4 Structure of the report

A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinellas, horse mackerels and mackerel). For each of these, standardized information is given on stock identity, the fisheries, catch and effort, biological data, abundance indices, assessment, management recommendations and future research.

1.5 Course in VPA-methodology

During the first two days of the meeting, a course in VPA-methodology was held. The first day, Ad Corten lectured and guided the group through the basic principles of the Virtual Population Analysis (VPA). On the second day, Reidar Toresen lectured and guided in the application of the separable VPA and the Integrated Catch-at-age Analysis (ICA) (Patterson and Melvin, 1995). The applications based on Excel-sheets as presented in the FAO Fisheries Technical Paper 400 (Lassen and Medley, 2001), were shown and the principles were explained. The Excel-based ICA-version provided with the technical paper was adjusted so that it could be used for the stocks analyzed in the working group.

1.6 Assessment methods

Separable VPA

The separable VPA model (Pope and Sheperd, 1982) separates the exploitation rate from the selectivity pattern. The assumption is that the exploitation pattern remains constant over some significant period of time and that only the overall level of exploitation varies between years, so that:

$$F_{ay} = S_a E_y$$

The fishing mortality (F_{ay}) is separated into an age-dependent exploitation pattern (S_a) and an age-independent exploitation level (E_y). The catch data are used to estimate the S_a and E_y . The method is further described by Pope and Shepherd (1982). The basic principle of the estimation of the age and year effect is to estimate a theoretical catch (by year and age), and to minimise the difference between this catch and the observed catch by the best combination of S_a and E_y .

Integrated Catch Analysis (ICA)

The Integrated Catch Analysis (ICA) (Patterson and Melvin, 1995) is a method to make a model of the stock, which gives the best statistical fit to all available data. The method can make use of both age disaggregated and non disaggregated data. The ICA makes use of an object function, and minimise the difference between the catch at age given by the model and the observed catch at age. The method is described by Deriso *et al.* (1985) and Fournier and Archibald (1982). The flowchart for the Excel version of ICA as used in the working group is in Appendix I.

1.7 Age reading workshop

Sardine

An age-reading workshop was organized by the Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russia from 28 – 31 August 2001, and the report was presented by Ana Maria Caramelo.

The main objective of the workshop was to standardise age reading methods for the Northwest African sardine and to establish uniform age reading criteria.

Specifically, the workshop aimed to:

- a) Familiarise the participants with the terminology used during the workshop, including the terms “accuracy”, “precision”, “bias”, “average age”, “modal age”, “agreement”, etc;
- b) Discuss the results of the 2000 sardine otolith exchange with the otolith readers and provide suggestions on how to improve their age reading techniques;
- c) Describe and discuss the otolith processing methods and the age estimation criteria used by the different fishery institutes;
- d) Present a synopsis of the biology of the north-west African sardine focusing on aspects such as stock distribution, spawning period and juvenile distribution, which are relevant to age reading;
- e) Present otoliths images from the Iberian Sardine agreed collection as outcome knowledge in order to promote discussion on otoliths interpretation;
- f) Perform a reading based on a sub-sample from the exchange and discuss the results immediately after reading in order to correct the age interpretation of each otolith reader;
- g) Prepare a manual on sardine age estimation that would provide guidelines to experienced and inexperienced otolith readers on how to read and interpret the rings in order to achieve high precision;
- h) Provide recommendations on how the quality of the age readings can be improved;
- i) Provide information on the bias, accuracy and precision of the age reading by age group for each reader and for the whole group.

Age readings were analysed with a spreadsheet developed by Guus Eltink (Eltink *et al.*, 2000). The total percentage of agreement was 72.5% with a coefficient of variance (CV) of

41.4%. The high CVs obtained for some otoliths correspond to individuals aged between 0 and 1 year. These high values (greater than 100%) are not an indication of high variation in age determination. The percentage of agreement for each reader was presented and shows an overall agreement higher than 80%. For ages 0, 1 and 2 all readers estimate the same mean length at age of the workshop sample by reader. Some differences were observed for ages 3 to 5. The overall conclusions of the meeting could be summarised in the following sentences: the criteria adopted in this workshop must be applied to estimate the age of the sardine in the area and the reliability of the age reading should be taken into account. It is convenient that two readers from each country read the otoliths, discuss and agree with the age readings.

Management decisions are made on the basis of the knowledge of the current state of the stock in relation to defined reference points. So different age-length keys, applied to the same length catch matrix can provide a different understanding of the status of the stock and consequently lead to different management decisions. The report from the workshop will be published as FAO Fisheries Report. No.685.

Sardinella

A new exchange of otoliths of sardinella started in May 2002. The rules and the schedule are in Appendix II. A workshop on sardinella age readings will be held in the last quarter of 2002.

2. SARDINE

2.1 Stock identity

Following the procedure of previous meetings (FAO, 1985; 1990; 1997; 2001) the Working Group adopted the existence of three stocks:

- Northern stock (35°45'-32°N)
- Central stock (32°N-26°N) (Zone A+B)
- Southern stock (26°N - southern limit of distribution) (Zone C)

2.2 The fisheries

Four fishing zones are distinguished in this report: the Northern zone, Zone A, B and C (Figure 2.1.1). The fleets operating in these fishing zones are very different and composed of traditional small purse seiners, industrial seiners, pelagic trawlers and factory vessels working in combination with seiners. For a detailed description of the fisheries in the four zones, see Chapter 2.2 of the 2001 Working Group Report (FAO, 2001).

2.3 Catch and effort data

The new data available for 2000 and 2001 are:

- Annual catches of the “Moroccan seiners”, the “Ukrainian pelagic trawlers and others”, “non-EU pelagic trawlers working in Mauritania”, and “EU pelagic trawlers”;
- Annual fishing effort of “Ukrainian pelagic trawlers and others”, “non-EU pelagic trawlers working in Mauritania”, and “EU pelagic trawlers”.

The series of total annual catches (tonnes) for the different fleets working in the northern zone, zone A, zone B and zone C have been updated for the years 2000-2001 (Table 2.3.1). The catch and effort in the different fleets and zones are presented in Table 2.3.2. The effort series have also been updated and are presented in Table 2.3.3. It should be noted that the fishing effort of Ukrainian and other pelagic trawlers presented in Table 2.3.3 refers only to the area between Cape Bojador and Cape Blanc. The same units of fishing effort for each type of fleet have been used as during the previous WG meeting (FAO, 2001).

In the northern zone the catches of sardine show a decline, and the catches in 2000 and 2001 are in the order of 5000 tonnes per year. It should be noted that this fishery has recorded important catches of other target species, and that the catch of anchovy reached a record of more than 30 000 tonnes in 2001.

In zone A, the catches of sardine show a declining trend since the early 1980s. A slight increase is noted since 1998. In 2000 and 2001 catches have been in the order of 50 000 tonnes a year. The trend in fishing effort shows a similar pattern.

In zone B, the catches of sardine are increasing. In the last two years the catches have exceeded the record of 1995. The activities of the seiners also show an increasing trend.

For zone C, the catch and effort of sardine in 2000 and 2001 have dropped after the termination of the activities by the Spanish and Russian fleets.

2.4 Biological data

Zones A and B

Length distributions by quarter and year, corresponding age-length keys and age compositions were provided to the meeting by INRH for the Moroccan catches in 1993-2000. Length distributions by quarter for the year 2001 are also available and age compositions of the catches.

Zone C

New data provided to the Working Group in 2002 are rather scarce and incomplete. They refer only to some of the fleets currently operating in the Zone and can be summarized as follows:

- Length composition of the catches made by Moroccan purse-seiners in January and February 2000 and in May, October and December 2001.
- Length composition (in fork length) of the catches made by the European Union pelagic trawlers in 1999, 2000 and 2001. The months sampled as well as the sample sizes are unknown.
- Length composition of the catches made by the Russian pelagic trawlers in January (2 samples) and December 2000 and in January (2 samples), February and March 2001.
- Age-length keys of the catches made by the Russian pelagic trawlers in January (2 samples) and December 2000 and in January (2 samples), February and March 2001. These data have also been provided combined in the form of quarterly (1st and 4th quarters of 2000 and 1st quarter of 2001) and annual (2000 and 2001) age-length keys.

- Mean length at age (cm) and mean weight at age (kg) from the catches made by the Russian pelagic trawlers in the 1st quarter of 2000 and 2001.
- Maturity ogive from the catches made by the Russian pelagic trawlers in 2000.

2.5 Abundance indices

2.5.1 Catch per unit of effort

The CPUE series of the major fleet components in Zone C are presented in Figure 2.5.1. CPUE series were calculated by dividing catches in tonnes by the nominal fishing effort expressed in fishing days. The evolution of the different series in time is rather heterogeneous with no clear trends.

2.5.2 Acoustic surveys

a) Northern zone (R/V Al Amir Moulay Abdallah)

An acoustic survey in this area was conducted in December 2001 by R/V “Al Amir Moulay Abdallah”. The results of this survey show the presence of sardine especially in the region off Larache and Kenitra. The biomass of sardine in the region between Tanger and Casablanca is estimated at 20 000 tonnes.

b) Zone A and B (Safi – Cape Bojador) (R/V Dr. Fridtjof Nansen)

Cape Bojador – Cape Juby¹

The biomass in this sector was estimated at 334 000 tonnes in November/December 2001, which is 48% below the estimates of the November/December 2000 and May/June 2001 surveys. The length distribution shows two modes, one at 10 cm and one at 19 cm. The number of fish was estimated at 9.5 billion in 2001, which is a reduction of almost 50% in comparison to 2000.

Cape Juby – Safi

In this sector the biomass of sardine in November/December 2001 was estimated at about 900 000 tonnes whereas an estimate of 800 000 tonnes was obtained during the May/June survey of that year. The stock consists mainly of sardines less than 16 cm, which constitute more than 70% of the stock in number in this sector.

Total biomass – Safi to Cape Bojador

The total biomass of sardine between Safi and Cape Bojador in November/December 2001 is estimated to be close to 1.2 million tonnes, which is 25% less than the estimates obtained for the same period in 2000 and May/June 2001 (1.5 million tonnes).

¹ Tarfaya.

c) Zone C (R/V Dr. Fridtjof Nansen)

After the drop in 1997, the biomass of sardine in the southern zone gradually increases since 1998. It has increased from 1.2 million tonnes in 1998 to 3.5 million tonnes by the end of 2001. In the November/December 2001 the adults (longer than 16 cm) constituted more than 80% of the stock in numbers. The juvenile stock component, with a length of less than 16 cm, was relatively weak in comparison to the two previous years (November/December 1999 and 2000).

d) Zones A+B+C

It was concluded that the total stock of sardine in the area between Safi and Cape Timiris (Mauritania) in November/December 2001 (4.7 million tonnes) had remained at the same level as in the same period in 2000 (4.5 million tonnes). During the survey, sardines were encountered only in the area between Safi and Cape Corvero (21°45'N). The length distribution was dominated by adults, which constituted more than 70% of the stock in numbers.

The acoustic surveys by R/V Atlantniro in Mauritanian waters in 2001 have not provided an estimate for sardine in this area.

2.6 Assessment

Considering the lack of new information concerning the separation of stocks, the WG followed the procedure of previous meetings (FAO 1990, FAO 1997, FAO 2001) and attempted to make separate assessments for the central stock (zone A and B) and the southern stock (zone C). The northern stock was not assessed, due to lack of data.

Central stock (zone A+B)

Input data

- Annual age compositions for the period 1976-2001. The series for 1976-1992 for all fleets was taken from the report of the WG meeting in 1997 in Casablanca. The series 1993-2000 for the Moroccan fleet was combined with a series for the Spanish fleet for the period 1993-1995, provided during the meeting. For the year 2001, the available length distributions were converted into age distributions using age-length keys of the previous year (Table 2.6.1a).
- The average weights by age in the catches are presented in Table 2.6.1b. They have been calculated using the number of observations in the series for 1983-1992 (FAO 1997) and 1993-2000 (Moroccan fleet) as weighting factors.
- The average weights by age in the stock are presented in Table 2.6.1b. They are based on data for the first quarter in the period 1993-2000.
- The same maturity ogive and natural mortality ($M = 0.6$ per year) were used as in FAO (1997) (Table 2.6.1c and 2.6.1d)
- As abundance indices, the numbers of fish >15cm estimated during acoustic survey of R/V Dr. Fridtjof Nansen were used (Table 2.6.1e).

Method

Models used were the separable Virtual Population Analysis (Pope 1977, 1979; Pope and Shepherd 1982; Stevens 1984), and the Excel version of Integrated Catch Analysis (ICA) (Lassen and Medley, 2001). The period 1995-2001 was used for the separable part of the VPA.

Results

The analysis of the time series 1976-2001 by separable VPA yielded unrealistic results, both in terms of fishing mortality and level of biomass. High residuals were found for certain age groups, which could indicate possible errors in the input data.

The application of ICA gave the following results:

- Spawning stock biomass increased from 1983 onwards to reach a maximum in 1986. It then declined gradually until 1992 when it dropped sharply.
- Fishing mortalities show a trend that is opposite to spawning stock biomass.
- The patterns of theoretical and observed catches are diametrically opposed.

On the basis of these results, the WG could not reach a conclusion concerning the state of the central stock.

Southern stock (Zone C)

As for Zones A+B the Working Group reviewed the available information for the stock in zone C (Table 2.6.3). It was noted that there were still important gaps in data from the past years and that the new data submitted at this year's meeting were scarce and incomplete in terms of the type of information collected as well as in the representation of fisheries and fishing seasons (see Sections 2.3 and 2.4).

The last attempt to assess this stock was made in 2001 by applying the Separable VPA using the Lowestoft software (Darby and Flatman, 1994). Results from the analyses showed high and no randomly distributed residuals. Also the regression statistics results were not satisfactory. The Working Group in 2001 therefore concluded that the results of the analyses were not reliable, possibly due to anomalies in the input data.

Considering that there is no new information, the Working Group decided not to make a new attempt at the present meeting to assess the Sardine stock in Zone C.

2.7 Management recommendations

Because of uncertainties in the assessment, a prognosis has not been made and the results of the assessment should not be used for management purposes.

Results of acoustic surveys indicate an increase in stock size during the last years.

2.8 Future research

1. A biological sampling programme has to be established for all fisheries in the area. This sampling programme has to cover the entire fishing season and all fleets. At least 100 fish should be measured per sample.
2. Sampling for age composition should cover the entire length distribution. In each length class, ten otoliths should be taken.
3. All input data for the assessment models have to be ready on the first day of the WG meeting. The data series should include data for the previous year.
4. The members of the sardine sub-group should remain in contact by E-mail and exchange information on the collection of data in the period between meetings.

3. SARDINELLAS

3.1 Stock identity

No new studies on stock identity of sardinella have been carried out in the interim period since the last meeting of the Working Group in March 2000. Following the procedure for that meeting, the Working Group agreed on the existence of one stock for the two species of sardinellas (FAO, 2001). For more information on stock identity, the readers are referred to the 2001 Working Group Report (FAO, 2001).

3.2 The fisheries

Gambia

The sardinellas are not target species in The Gambia. The landings of sardinella in the artisanal fishery are very low and no major variations in landings have been observed. There are no industrial pelagic fishing vessels.

Senegal

The resources of coastal small pelagics are exploited by an artisanal fishery and an industrial one. The artisanal fishery uses motorised canoes and a variety of fishing gears. The industrial fleet consists mainly of trawlers and seiners, some of which are of foreign origin, which work under commercial contracts.

The most important landings of coastal pelagic fish are made by the artisanal fleet, which is still developing. The main fishing gears are purse seine, ringnet and beach seine.

A census of the canoe fishery, made in November 1993, October 1995 and October 2001 gave the following results:

Canoes/ Period	September 1993	October 1995	October 2001
Purse seine	344	294	476
Ringnet	72	89	101
Beach seine	91	95	85

The industrial fleet consists of small seiners (“sardiniers Dakarais”) with a low tonnage, and foreign vessels with high engine power. The number of small seiners has been declining for many years. In 2001 and 2002, only five units have taken part in the fishery. Foreign vessels constitute a more important, but irregular factor. In recent years, the large seiners and Russian trawlers have no longer worked in the Senegalese EEZ. The seiners disappeared in 1994 and the Russian trawlers operated until June 1999. At the moment, the Senegalese industrial fleet consists only of the small seiners based in Dakar.

Mauritania

The fishery statistics of the CNROP for the years 2000 and 2001 have not yet been published. However, preliminary statistics are presented. Data on catches and fishing effort are split into two categories: European Union and others.

The sardinellas in Mauritania are exploited mainly by pelagic trawlers from the European Union, particularly the Netherlands. In 2000, three large units have been added to the fleet, which resulted in a considerable increase in fishing effort by that fleet. With the exception of the new vessels, the entire fleet returns to European waters by the end of the year.

Several factors affected the sardinella fishery in 2001. The most important of these were hydrographic changes, an increase in fishing effort, and the introduction of new regulations.

- An increase in temperature has been observed during the last two years. This higher temperature is caused by a reduction of upwelling in July – October, which results in lower food abundance.
- A new regulation was introduced in Mauritania in 2001, which resulted in an extension of the fishing limits for pelagic trawlers from 12 miles to 13-25 miles off the coast. This measure is aimed at the protection of the artisanal fleet and the coastal fish resources. The measure probably reduces the possibility for pelagic trawlers to exploit the coastal concentrations of sardinella.
- A substantial increase in fishing effort has been noted in recent years.

The combined effect of these three factors has resulted in a significant reduction of the catches per unit of effort.

Morocco

The exploitation of sardinellas in the southern zone gained importance in the early 1990s. In the 1990s, this fishery was conducted mainly by pelagic trawlers that worked for Moroccan joint ventures, and trawlers operating under the fishery agreement between Morocco and the Russian Federation. The characteristics of these fleets and the conditions under which they operate are described in FAO (2001).

In 2000 and 2001, only trawlers working under joint ventures have operated in this area. The activities of the Russian fleet ceased at the end of 1999, following the expiry of the fishery agreement.

The main fishing zone for the pelagic trawlers is found between Dakhla and Cape Blanc. During the last five years (1997-2001), the number of vessels in this fleet has declined from 35 to 22. The highest catches of sardinella have been recorded from July to October in the region between Cape Barbas (22°N) and Cape Blanc (19°40'N)

3.3 Catch and effort data

The catches for the period 1990-2001 are presented in Tables 3.3.1a (*S. aurita*) and 3.3.1b (*S. maderensis*). Effort data are presented in Table 3.3.2. Figure 3.3.1 shows the trend in sardinella catches in the whole region combined.

Catches

Gambia

Gambia presented data on the annual catch of the two sardinella species for both the industrial and artisanal fishery for the years 1990-2001. The landings of the two species are still low. Although it is government policy to encourage the development of the pelagic fishery, industrial and artisanal fishers are yet to enter into this fishery.

Senegal

Senegal has data on the annual catches of the artisanal fishery from 1974 to 2000. For the purpose of the present meeting a preliminary estimate was made of the catches in 2001. Moreover, the annual catch series for the years 1997-1999 was corrected, using a better raising factor. Catches of the industrial fishery refer to the period 1966-2001.

Data collected on board Russian trawlers do not differentiate between *Sardinella aurita* and *S. maderensis*. These two species are recorded as one category "Sardinellas". In order to obtain an estimate of the catch of each species, we have used starting from 1997 the percentages of these species in catches made by R/V Dr. Fridtjof Nansen during its acoustic surveys in the area. In earlier years, the split was based on observations made by scientists on board the vessels.

Mauritania

Catch and effort data are split in two groups: European Union and others.

The estimate of the industrial catches by month for the two species of sardinella combined was based on logbook data provided by the inspection service DSPCM². These data have been split into the two species using the results of the scientific observer programme on board EU pelagic trawlers in 2000 and 2001.

² Délégation à la surveillance des pêches et du contrôle maritime.

In recent years the artisanal fishery has shown a gradual development. Landings of sardinella by this fishery have been earlier estimated at 3000 tonnes/year. The present level of catches is not known, but it is assumed that these are above the earlier level, due to the licensing of Senegalese canoes to fish for small pelagics in the Mauritanian EEZ. Starting from 2000, a total of 250 Senegalese canoes have been authorised to fish in the Mauritanian EEZ.

Morocco – Zone C

The WG had available monthly catches of sardinella for the years 1993 to 2001 from the Russian fleet and the “Ukrainian and others” fleet. The split of catches into the two species (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*) was based on sampling on board vessels north of Cape Blanc during 1995-1999. For the years 2000-2001 the split of catches by species was based on hauls made by R/V Dr. Fridtjof Nansen during acoustic surveys in the area.

Effort

Total effort by country and fleet is presented in Table 3.3.2 for the years 1990-2001.

In Gambia, landings of the sardinellas are considered as by-catches and therefore no effort is available for this fishery.

Senegal provided effort data for encircling nets (purse seines and ringnets) for the artisanal fishery (number of trips). The data are available starting from 1982 on a monthly and annual basis. Effort data for the industrial fishery are available on a monthly basis starting from 1976, and on an annual basis for the period 1962-2001 (fishing days).

In Mauritania, the number of countries involved in the fishery was 12 and 13 in 2000 and 2001 respectively. The number of vessels was 79 and 82 respectively. The increase in number of vessels is not reflected in the number of fishing days.

For the EU fleet, an index of total fishing effort has been estimated on the basis of the number of fishing days reported by the vessel in their logbooks. For each vessel, the index was corrected for motor power. It is assumed that fishing power is linearly related to engine power. Fishing effort is expressed in fishing days for a standard trawler of 10 000 HP. It appears that the fishing effort by the EU fleet has substantially increased in 2001 (Figure 3.3.2).

Using an index of CPUE for the Dutch fleet, the total effort exerted by other fleets has been estimated on the basis of their total catches. It appears that the effort on sardinella by the non-EU fleet has decreased during the latest years (Figure 3.3.2). This could reflect a change in fishing strategy, with the focus shifting to horse mackerel, mackerel, anchovy, sardine, etc. This is illustrated by the increased catches of anchovy during the last two years, which have reached a level of 104 000 tonnes.

Morocco presented effort data (fishing days) from 1993 to 2001 for the Russian fleet and the “Ukrainian and others” fleet in area C. As far as the Moroccan fleets are concerned, their fishing effort is mainly directed at sardine. This effort, therefore, was not used by the subgroup.

3.4 Biological data

Senegal

For each of the two species of sardinella, the CRODT provided monthly length frequency data for the catches of the artisanal fishery in the period 1986-2001 (except for 1992). For the round sardinella, effort data were provided for the industrial fishery in the period 1986 – 1993.

For the artisanal fishery, the length distributions have been derived from catches by seiners and ringnets. For the industrial fishery, the length distributions were taken from the catches taken by the purse seiners from Dakar. The data have been raised to the total catches.

Other biological information available for the area is found in the report of the FAO working group meeting in 1993 (FAO, 1994).

Mauritania

Several length distributions are available for the Dutch vessels in 1999-2001. The data are derived from the CNROP observer programme on board the Dutch vessels in 1999-2001.

Annual age and length distributions for Russian vessels are available from 1992-2001.

A comparison between length distributions from Russian and Dutch catches in 1999 and 2000 has shown that during these years the two fleets have fished the same concentrations of *Sardinella aurita* (Figure 3.4.1).

The length distribution of the Dutch catches in 2001 has been extrapolated to the total catch of the industrial fleet in that year. Subsequently, a Russian age-length key for 2000 has been used to convert the 2001 length distribution into an age composition.

Age composition Sardinella aurita for all areas combined

An attempt was made to calculate age compositions of *Sardinella aurita* for all areas combined for the period 1994-2001. For the Senegalese artisanal fishery, catches in numbers by length were converted into age groups by applying Russian age length keys. For years in which no adequate age/length keys were available for area 34.3.1, the combined age length key for area 34.3.1 + 34.1.3 was used. The age composition of the total industrial catch in area 34.3.1 + 34.1.3 was estimated by extrapolating the age composition of the Russian industrial catches. The results of this calculation are presented in Table 3.4.1.

3.5 Abundance indices

3.5.1 Catch per unit of effort

For Senegal, the development of the CPUE for *Sardinella aurita* and *S. maderensis* is presented for the artisanal and the industrial fishery in Figures 3.5.1a and 3.5.1b. The CPUE for the artisanal fishery is expressed in tonnes per trip, and the CPUE of the industrial fleet is expressed in tonnes per fishing day.

The CPUE for *S. aurita*, both in the artisanal and industrial fishery, shows a slightly increasing trend from 1999 onwards. This increase followed a decline in both CPUE series during the period 1996-1999.

For *S. maderensis*, the continuous decline of CPUE in the industrial fishery from 1995-1999 was followed by a slight increase in 2000, and a decline in 2001. The CPUE for *S. maderensis* in the artisanal fishery is more variable, with peaks in 1996 and 1999.

Combining the two species, it appears that both in the artisanal and the industrial fishery in Senegal the CPUE shows an increasing trend in the last two years (Figure 3.5.1c).

Another CPUE series was calculated for the Dutch fleet in Mauritania (Figure 3.5.1d). This figure refers to the combined catches of both species of sardinella. The CPUE is expressed in tonnes per day of a standard trawler of 10 000 HP. The results for the period 1996-2001 show a decline from 1998 to 2001. This decline could be partly due to a reduction of the stock (and to the increase in fishing effort in Mauritanian waters). For 2000 and 2001, the decline in CPUE is probably also related to the factors mentioned earlier (high water temperatures and the resulting emigration of sardinella across the northern border and extension of fishing limits).

3.5.2 Acoustic surveys

General remarks concerning sardinella acoustic surveys

Series of acoustic surveys are available from surveys by the Norwegian R/V Dr. Fridtjof Nansen and the Russian R/V AtlantNiro and R/V Atlantida (Figure 3.5.2 (FAO, 2001)). Since 1995, the Norwegian surveys have always been conducted in November-December. This is the time of the year when sardinella are migrating south. Although the distribution of the stock during the survey may change from year to year (depending on the timing of the southward migration), the surveys are supposed to provide reliable indices for the total stock in the area. So far, the results of the surveys have been expressed in biomass and in numbers per length group. No age compositions are yet available for the surveys

Results of acoustic surveys

The indices from surveys of the R/V Dr. Fridtjof Nansen (Figure 3.5.2) show the same trend for both species of sardinella, i.e. a decline from 1995 to 1997 and a recovery in 1999. In the last years (2000 and 2001), the index has levelled out for *S. aurita* and increased again for *S. maderensis*. The relative abundance of *S. aurita* and *S. maderensis* in the acoustic series shows that *S. aurita* dominated in all years except in 1995 and in 1998.

3.6 Assessment

Using information on length and age distribution, the WG has tried to apply a VPA on the sardinellas, but the results were considered not satisfactory.

Methods

The BIODYN model (Punt & Hilborn, 1996) has been used for the assessment (FAO, 2001). The parameters that gave the best fit were estimated for both species using the OBSTWO spreadsheet.

Input data

Although total catch data were available for both species of sardinella, very few data existed on effort that was directed specifically at these species. There is the Dutch fleet that targets sardinella, but the effort series is too short. Therefore, the WG proposed to use the CPUE of the artisanal fishery in Senegal as an index of abundance. In addition, the stock estimates by R/V Dr. Fridtjof Nansen were used for the period 1995-2001. Catch data used were those presented in Tables 3.3.1 and 3.3.2.

It is important to remember that the use of dynamic models requires the estimation of additional parameters, viz. R (intrinsic growth rate), K (mean equilibrium biomass of the unexploited population), and B_{init} (biomass before the start of the first recorded catch). If data are available from the start of the fishery onwards, it is reasonable to assume that B_{init} equals K . The ratio between CPUE and biomass, the constant q (catchability coefficient), is also estimated.

Results and discussion

A good simulation of the observed data series for *Sardinella aurita* and *S. maderensis* by the Schaefer model was obtained, except for the Nansen indices for *S. maderensis* (Figures 3.6.1a and b). The values estimated for the main parameters are:

Sardinella aurita (CPUE index artisanal fishery Senegal)

r	=	2.30
K	=	1 000 000t
B_{init}	=	1 000 000t
MSY	=	575 121t
SSQ	=	0.30
q	=	0.0000018

Sardinella aurita (Nansen abundance index)

r	=	2.03
K	=	1 000 000t
B_{init}	=	1 000 000t
MSY	=	508 112
SSQ	=	1.00
q	=	0.000002

Sardinella maderensis (CPUE index artisanal fishery Senegal)

r	=	1.67
K	=	500 000t
B_{init}	=	500 000t
MSY	=	208 968t
SSQ	=	0.94
q	=	0.0000023

where SSQ = sum of differences between logarithms of CPUE observed and estimated.

It is noted that for *S. aurita* the two indices give similar estimates for MSY, with an SSQ that is much lower in case of the artisanal CPUE series. The results show a fluctuating CPUE, with an increasing trend during the last two years for both series of indices (Figure 3.6.1a and 3.6.1b).

For *S. maderensis* the results of the model show a relative stable CPUE during 1990-2001, except for the years 1992-1993 and 1997-1998 (Figure 3.6.1c).

The results obtained provide useful information on the dynamics and possible states of the stock. On the basis of these results, a precautionary TAC of 600 000 for the two species combined would seem to be justified. This estimate is higher than the one given in last year's report (500 000 tonnes). This seems to be consistent with the increasing trends in some CPUE series for certain fleets. However, considering the uncertainties in the results of dynamic models, the WG decided to retain the value of last year, i.e. 500 000 tonnes.

3.7 Environmental effects on the stock of *Sardinella aurita*

The analysis of historical data has shown that recruitment strength in *Sardinella aurita* depends on environmental factors. Especially high summer temperatures have a negative impact (Kudersky et al., 2000; Barkova et al., 2002). The hot summers of 2000 and 2001 could have had a negative effect on the recruitment produced in those years.

3.8 Management recommendations

In view of the uncertainty of results based on global models, the working group considers that the results obtained this year should not be used to revise the recommendation given last year. It is therefore recommended to set a precautionary TAC of 500 000 tonnes for both species combined in the total area. This figure corresponds approximately to the maximum level observed in the period 1990-2001.

It should be noted that the total catch in the region has dropped below 500 000 tonnes in the last three years, despite a substantial increase in fishing effort of the EU industrial fleet in Mauritania. Catches per unit of effort in the EU-fishery in Mauritania show a decline over the last 4 years, suggesting a reduction of the stock in this area. This information, combined with the prospects of poor recruitment, should be a good reason to set the TAC not higher than 500 000 tonnes.

3.9 Future research

1. Continue the surveys by R/V Dr. Fridtjof Nansen and the calibration exercises
2. Joint surveys with research vessels of the sub-region
3. Starting and exchange of otoliths and the organisation of an age reading workshop
4. Conduct studies aimed at finding a representative index of fishing effort on sardinellas
5. Stimulate and conduct studies on the application of analytical models

6. Starting a monitoring programme of the artisanal fishery for sardinella in Mauritania.

4. HORSE MACKEREL

In this section we deal mainly with two species of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Atlantic horse mackerel) and *Trachurus trecae* (Cunene horse mackerel) for which time series on catches and age composition are available. The false scad (*Caranx rhonchus*) is gaining importance in the commercial fisheries in recent years and also in the acoustic surveys. Therefore, we consider in this section also the distribution and biology of this species. Furthermore we present the catches of this species in the sub-region.

4.1 Stock identity

For a detailed description of the stock identity of the two species of *Trachurus*, the reader is referred to the report of the WG meeting in Nouadhibou in 2001 (FAO, 2001).

Distribution and biology

The false scad distribution is more coastal than that of the two *Trachurus* species. Its abundance increases from Cape Timiris to the south. The species also migrates along the coast, from Guinea to Mauritania, following the seasonal shifts of the intertropical front (Garcia, 1982). It is absent from the northern area during the entire first half of the year. In Senegal, the spawning seasons lasts from April to November. In Mauritania, spawning lasts from April to August (FAO, 1989). The spawning area is situated south of Cape Timiris. The behaviour of the false scad resembles that of the other species of horse mackerels, but is more of a predator. Its food consists for 70% of fish, anchovy, squid and shrimp (Chavance, 1991).

4.2 The fisheries

The fishery of horse mackerel in the northern CECAF zone is conducted mainly by foreign fleets. These are fleets from countries in the former USSR (Russia, Ukraine, Lithuania, Latvia and Estonia), from Europe (Netherlands, France, UK, Malta, Sweden, Poland and Cyprus) and of a number of other countries (Panama, Ghana, Marshall Islands, St Vincent and Grenadine etc.).

General characteristics of the fleets fishing for small pelagics in the northern CECAF zone

In Mauritania and in the south of Cape Bojador (Zone C), the fleets consist mainly of large trawlers. The characteristics of these vessels have been presented in the report of the WG on small pelagics for this area (FAO, 2001). These fleets consist of vessels from Eastern Europe that have worked in the area during the last four decades, and more recently, of vessels from the European Union. The industrial vessels from the coastal states have a limited capacity.

The main changes that occurred during the last two years are related to the withdrawal of the Russian fleet from zone C due to the expiry of the fishing agreement by the end of 1999. Furthermore, in the Mauritanian zone an increase of fishing effort is noted by Eastern European fleets on horse mackerel.

4.3 Catch and effort data

The series of catch data has been updated until 2001. Catch statistics for the three species of horse mackerel are presented by country in Table 4.3.1a,b,c for the period 1990-2001.

For Senegal, the catch figures of horse mackerel in the artisanal fishery in 2001 are provisional. For the industrial fishery, however, the final catch figures were available. It should be noted that this category has been negligible since the departure of the Russian fleet in June 1999.

In the Moroccan area, the Atlantic horse mackerel is taken as by-catch by the local seiners. The target species of these seiners is the sardine.

In Mauritania, data are available for the industrial fleet. For the artisanal fleet, however, no information is available at all.

Fishing effort, expressed in hours fishing, has been standardised on the basis of data collected in the Mauritanian zone (the criteria are formulated in Section 4.5.1). Unfortunately, it was not possible to construct one complete effort time series covering the whole time period using the same criteria and different models were applied for different periods.

To split the horse mackerel catches in 2000 in the Mauritanian zone by species, data from the sampling conducted on board the EU vessels were used. Russian data, which are generally more suitable for this split, could not be used because they did not distinguish the false scad. This species was recorded in large numbers during the acoustic surveys, and also in catches of the EU vessels.

For the Moroccan and Senegalese waters, the split was made using the proportions of each species in the catches made by R/V Dr. Fridtjof Nansen during the acoustic surveys.

4.4 Biological data

For the stock of *Trachurus trachurus* between 26°N and 10°N, and the stock of *T. trecae* between 9°N and 23°N biological data are presented in Appendix II – Russian data.

The age compositions of the catches of *Trachurus trecae*, calculated on the basis of Russian age-length-key data and corrected by catch figures reported by various countries, are presented in Table 4.4.1. Similar data for *T. trachurus* are presented in Table 4.4.2.

4.5 Abundance indices

4.5.1 Catch per unit of effort

The CPUE constitutes both the basis of many assessment methods and an important factor for the regulation of fishing activities. In the case of small pelagics, the calculation of an index on the basis of CPUE is strongly criticised, mainly because of the large variability of these resources, and the fact that the fish are not randomly distributed. The concentration of these fish in schools may keep the CPUE constant, even when the abundance declines.

There are six types of vessel: STM, RTMA, RTMS, BMRT, BAT and undetermined. Only vessels with a minimum of 40% horse mackerel in their catch are used to calculate fishing effort. To estimate these indices, a GLM model was applied, using the method of Robson (1966) and the vessel- and year-effect.

The first model of the type

$$\text{CPUE} \sim \text{year} + \text{vessel type} + \text{area} + \text{month}$$

allowed to demonstrate the following effects:

- a year effect that represents the annual variation in abundance and possibly the annual variation in fleet efficiency
- a month effect that represents the spatial variation in abundance and the availability of the fishable part of the population
- an area effect that represents the spatial variation in abundance and the availability of the fish
- a not-significant vessel effect

The second model was:

$$\text{CPUE} \sim \text{vessel type} : \text{year}$$

The interaction (vessel type : year) is not significant. The fact that there is no interaction between the variable “vessel type” and the variable “year” means that the variations in CPUE are similar during the different years.

The CPUE for the false scad showed opposite trends to CPUE series of the Atlantic horse mackerel during the entire study period. The relationship between the series of the two *Trachurus* species is less clear.

For *T. trecae* a similar trend is seen in the CPUE data and the acoustic indices of R/V Dr. Fridtjof Nansen.

4.5.2 Acoustic surveys

The time series of acoustic stock estimates for horse mackerel by R/V Dr. Fridtjof Nansen was presented in the report of the last WG meeting (FAO, 2001). This series has been updated to include 2001 data (Tables 4.5.1 and 4.5.2).

In 2001, the Cunene horse mackerel (*T. trecae*) was almost absent in the Mauritanian zone during the survey by R/V Dr. Fridtjof Nansen (November- December), but its abundance has increased in Senegal/Gambia. The Russian research vessel (covering only the Mauritanian zone in August) estimated the biomass of this species at 25 00 tonnes.

A drastic reduction in biomass of the Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) was observed during the acoustic surveys of R/V Dr. Fridtjof Nansen. The Russian vessel, that conducted its survey during the warm season, did not report in 2001 any detections of this species.

The false scad shows an increasing trend according to the results of both vessels, both in the Mauritanian and Senegalese-Gambian zone.

4.6 Assessment

VPA

For exploratory purpose, a separable VPA was run for the two species (*Trachurus trachurus* and *T. trecae*). Thereafter, an Integrated Catch Analysis (ICA) was run for each of the species separately.

Data on age composition and mean weight-at-age of catches by year, used by the 1998 Mauritanian working group (FAO, 1989), were updated, the available series covering the period 1979-2000. For *T. trachurus* the catch-at-age series presented in last year's report was changed because the group believed that there are two stocks, one from zone A+B and northwards in Morocco, and another one being distributed from zone C southwards (Figure 2.1.1). The catch-at-age matrix from 1990 to 2000 was recalculated so that the total catch (in tonnes) was consistent with the total catch reported by each country (Table 4.3.1 a and b).

The following parameters were used for both Separable VPA and ICA runs:

- For the years 1979-2000, the age composition in numbers and the mean weight-at-age of the catches were used for the analysis. Age 8 was considered a + group
- The natural mortality coefficient used was 0.5 per year (constant for all ages)
- The mean weight at age in the stock and in the catch for the two species are given in the input tables
- The mean proportion mature at age is given in the input tables.

For the ICA run the following object function was minimized for *T. trecae*:

$$SSQ = \sum \ln(C - \hat{C}) + \sum \ln(I_{acoust} - \hat{I})$$

Where SSQ is sum of squares, C is observed catch at age, \hat{C} is estimated catch at age, I is total estimated biomass from the autumn R/V Dr. F. Nansen (1995-2000) surveys of horse mackerel and \hat{I} is the estimated spawning stock biomass of the ICA model (see flow chart in Appendix III).

In addition the following object function was minimised for *T. trachurus*:

$$SSQ = \sum \ln(C - \hat{C}) + \sum \ln(I_{acoust} - \hat{I}) + \sum \ln(I_{CPUE} - \hat{I})$$

where I_{CPUE} is the abundance index for the years 1995-2000.

The results of the Separable VPA and ICA for *T. trachurus* are presented in Figures 4.6.1–4.6.2, and for *T. trecae* in Figure 4.6.3.

The results of the separable VPA's show that there are relatively high residuals in the analyses, especially for *T. trecae*.

The ICA was run successfully for *T. trachurus*. For *T. trecae*, the ICA did not find a reasonable solution. This may be explained by the large discrepancy between the stock trajectory of the separable VPAs (of the catch at age analysis) and the stock trajectory of the R/V Dr. Fridtjof Nansen acoustic time series for this stock.

The results of the ICA for *T. trachurus* indicate that the stock has been through fluctuations during the last twenty years, and that the stock has been in a declining phase in recent years.

The acoustic time-series for *T. trecae* shows the opposite trend with an increasing trend in stock biomass, with ICA Model.

During the trial runs of the Excel-version of ICA, it was discovered that the program found several different solutions (minimum SSQs), with quite different SSB and F-levels. The present assessments must therefore be looked upon as preliminary and the stock and F-levels must not be used for management purpose. However, the trends in stock and F's seem to be estimated well.

4.7 Management recommendations

The annual catches of the different species have fluctuated strongly over time, but all species show an increasing trend from 1990 to 2001. The CPUE data, calculated for vessels that targeted horse mackerel, show a declining trend. Moreover, the acoustic estimates of R/V Dr. Fridtjof Nansen show a decreasing trend for both species of *Trachurus*. This decline is partly compensated by the increase in biomass of false scad.

Considering the many uncertainties in the assessment of these stocks, a precautionary approach should be taken in management of the stocks. For this reason, the WG recommends a restriction of fishing effort to the current level.

4.8 Future research

With the exception of recommendations 3 and 4 in last year's report, some new recommendations have not yet been implemented. Therefore, the WG reiterates them as follows:

1. At least monthly sampling on board industrial vessels to establish species composition, length and age distribution etc. This activity is the most important.
2. Starting an age reading programme for the three species.
3. A full utilisation of historic data series on catches, effort and biological parameters.
4. The acoustic surveys should be continued and the acoustic estimates should be split by age groups, if possible.
5. A regional programme should be established to assess the entire stock including the coastal component of the horse mackerels and other species of small pelagics.

6. Stock assessment methods should be developed to use environmental factors to forecast possible changes in stocks, and to use the results of these methods as an additional source of information.

5. CHUB MACKEREL

5.1 Stock identity

The southern mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) is a neritic-oceanic species, which is distributed in the Eastern Atlantic.

In the Central East Atlantic it is found in waters between 15 and 400m depth. The adults occur mainly in waters of more than 80m depth. However, during the period of the seasonal migration and the presence of unfavourable conditions on the shelf, the concentrations of adult fish can move outside the shelf edge over water of more than 1000m depth.

The mackerel has a varied diet, consisting of more than 50 different species: Euphausiids, Copepods, Cladocera, and also young fish (horse mackerel, anchovy, sardine, hake, mackerel), Crustaceans and also Polychaeta. The diet depends on the age of the fish and the season.

Spawning of mackerel occurs between December and April at temperatures of 16 .5°-18 .5°C in the area between Cape Blanc and Cape Bojador, and between Cape Juby and Cape Ghir.

For the assessment of the mackerel, the WG (FAO, 2001) has assumed that there are two stocks in the region from Morocco to Senegal:

- The “northern stock” distributed from Bojador to the north of Morocco;
- The “southern stock” distributed from Bojador to Senegal.

During this meeting, only the “southern stock” has been considered.

5.2 The fisheries

The northern fishery between Tanger and Cape Bojador is conducted only by coastal seiners from Morocco that target sardine.

The southern fishery between Bojador and Cape Vert is conducted exclusively by pelagic trawlers from the former USSR (Russian, Ukranian and others), that operate under the fisheries agreement or under joint ventures. These trawlers fish for mackerel in Moroccan and Mauritanian waters. In Senegal and Gambia, the mackerel is taken as by-catch. The characteristics of the fleet are described in the section on sardine in zone C (2.2), sardinellas (3.2) and horse mackerel (4.2).

5.3 Catch and effort data

A series of catch and effort data, updated until 2001, is presented in Tables 5.3.1 and 5.3.2.

In the Moroccan zone between Tanger and Bojador, mackerel is a by-catch in the fishery for sardine. The total catch in stock North during 2001 reached about 25 600 tonnes, compared with about 33 100 in 2000.

In Southern stock for the vessels working under joint ventures (from Ukraine and other countries) that continued to fish in 2000 and 2001, the catch was 90 500 and 65 000 tonnes respectively. Fishing effort by this fleet has decreased from 3900 fishing days in 2000 to 2200 days in 2001.

In Mauritania, the total catch of the trawlers was 65 000 and 60 000 tonnes in the years 2000 and 2001 respectively. Fishing effort remained constant during these last two years at a level around 9 400 fishing days.

In Senegal and Gambia, mackerel is exploited by the artisanal and industrial fleets. The total catch in this area in 2000 and 2001 was around 2 000 – 2 500 tonnes.

5.4 Biological data

A summary of biological data is presented in Appendix III.

5.5 Abundance indices

5.5.1 Catch per unit of effort

Last year report explains how the CPUE was calculated (FAO, 2001). The total catches, total effort in fishing days and CPUE in tonnes per fishing day from 1992 to 2001 are presented in Table 5.5.1.

5.5.2 Acoustic surveys

Series of acoustic surveys from 1994 to 2001 are available from the surveys by Russian R/V ATLANTNIRO and ATLANTIDA. In 2000 and 2001 the surveys were conducted mainly in summer in the Mauritanian area (Figure 5.5.2).

The indices of abundance obtained by the acoustic surveys were too small and did not cover the whole area for all the years, so they could be used only for comparative analysis.

5.6 Assessment

Methods

An Integrated Catch Analysis (ICA) was run for this species. The input data are given in Table 5.6.1.

Data on age composition and mean weight-at-age of catches by year, used by the 1998 working group, have been completed for recent years. The available series covers the period 1992- 2001.

The following parameters were used for the ICA run:

- For the years 1992- 2001, the age compositions in numbers and the mean weights-at-age of the catches were considered for the analysis. Age 6 was considered a + group
- The natural mortality coefficient used was 0.5 per year (constant for all ages)
- The mean weight at age in the stock and in the catch is given in the input tables
- The mean proportion mature at age is given in the input tables

Series of catches at age and the series of CPUE from 1992 to 2001 were used in the model. For the ICA run the following object function was minimised:

$$SSQ = \sum \sum (\ln C_y^{obs} - \ln C_y^{est})^2 + \lambda \sum [(\ln F_y - \ln(qE_y))]^2$$

Where SSQ is sum of squares, C_y^{obs} is observed catch at age, C_y^{est} is estimated catch at age, q is the catchability coefficient, F_y is the coefficient fishing mortality, and E_y is the effort.

Fish aged 4 years were considered to be the youngest age group fully represented in catches. A linear regression ($I=q * N$) was used to estimate catchability coefficient for all age groups. A total of 14 iterations was sufficient to get an acceptable value of the object function (0.0141).

Results and discussion

The results of the ICA show that the total biomass reached a maximum in 1995 (1.1 million tonnes) and decreased from 1996 to 2001. The residuals obtained are generally satisfactory (Table 5.6.2). The distribution of fishing mortality at age shows variations between years according to the change in strategy of the pelagic trawlers fleet in Morocco and Mauritania.

There is no information on the size distribution of mackerel in catches between Dakhla and Cape Barbas, where small fish is normally very abundant and sometimes caught in large numbers.

Generally, the estimations by ICA were in good agreement with the results of Russian acoustic surveys, which gives credibility to the calculations (Figure 5.6.1). The use of oceanographic factors to forecast chub mackerel abundance should be complemented by recruitment surveys that provide actual indices of recruitment strength.

5.7 Management recommendations

The results of the ICA analysis indicate a decreasing trend in biomass. Although the results are uncertain, due to inconsistencies in the input data, the Working Group considers that there is reason for a precautionary approach, avoiding an increase in fishing effort.

5.8 Future research

For a better assessment of the mackerel stocks, the WG makes the following recommendations (in order of priority):

1. to establish an adequate sampling programme for all the countries fishing in the region;
2. to adopt the same age reading method for mackerel;
3. to conduct further studies on stock identity;
4. all acoustic surveys should give a separate estimate for mackerel;
5. it is recommended that the comparative studies of environment and biomass indices are presented at the next meeting.

6. GENERAL CONCLUSIONS

During this year's meeting the emphasis was on updating the data base as well as knowledge of assessment methods within the group. At the beginning of the meeting a two-days course in basic assessment methodology was held.

A number of preliminary assessments for various species were carried out, but with few reliable results. The reason for this was poor quality of the input data, and to some extent problems in using the existing models. During future meetings, this aspect of the work will require more attention. A Planning Group to discuss the data collection will be held in Senegal before the November-December Survey.

Although the group is not yet in a position to make short/long-term projections, it is expected that the pelagic stocks will decline further in case of an expansion of the (industrial) fishing effort in the area.

As a general recommendation the group therefore suggests to adopt a precautionary approach, and not to increase the combined catch of small pelagics above the average level attained during the most recent 5 years (1997-2001).

1. INTRODUCTION

La deuxième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Banjul, République de Gambie, du 5 au 12 avril 2002. L'objectif général du groupe de travail était de contribuer à l'amélioration de l'évaluation des ressources des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale et d'analyser l'aménagement des pêches et les options d'exploitation afin d'assurer la meilleure utilisation durable des ressources de petits pélagiques pour le bénéfice des pays côtiers.

Les espèces qui devaient être évaluées par le groupe étaient: sardines (*Sardina pilchardus*), sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), chinchards (*Trachurus trecae* et *T. trachurus*) et maquereaux (*Scomber japonicus*), dans la région située entre la frontière sud du Sénégal et la frontière nord du Maroc.

La réunion a été financée par le projet GCP/INT/730/NOR: Coopération internationale avec le Programme Nansen, l'Institut néerlandais pour la recherche halieutique (RIVO) et l'Institut de Recherche Marine (IMR), Norvège et elle a été organisée par la FAO.

Un total de 17 scientifiques en provenance de neuf pays ont participé. Le Président du groupe était M. Reidar Toresen, de la Norvège.

La réunion faisait suite à la réunion qui s'est tenue à Nouadhibou, Mauritanie du 24 au 31 mars 2001.

1.1 Termes de référence

Les termes de référence pour le groupe étaient:

1. Présentation des rapports du groupe de travail sur les activités de recherche
2. Présentation des rapports sur les campagnes acoustiques 2001
3. Revue des nouvelles données de capture, effort et données biologiques de 2000 à 2001
4. Rapport sur les progrès faits dans les lectures d'âge de sardine au Maroc et dans les études d'effort en Mauritanie
5. Mise à jour de la base de données existante
6. Mise à jour des évaluations de stock pour toutes les espèces
7. Formulation de conseils de gestion
8. Coordination des projets de recherche biologique

1.2 Participants

Eduardo Balguerias	Espagne
Sallah Bencherifi	Maroc
Ana Maria Caramelo	FAO (Rome)
Hamid Chfiri	Maroc
Ad Corten	Pays-Bas
Vladimir Laptikhovsky	Russie
Ebaye Ould Mohamed Mahmoud	Mauritanie
Asberr Mendy	Gambie
Hassan Moustahfid	Maroc
Ahmedou M. Moustapha	Mauritanie

El Mehti El Oualri	Maroc
Birane Samb	Sénégal
Maria Teresa Garcia Santamaria	Espagne
Mahfoudh Ould Taleb Ould Sidi	Mauritanie
Ibrahima Sow	Sénégal
Nikolay Timoshenko	Russie
Reidar Toresen (président)	Norvège

1.3 Définition de la zone de travail

La zone de travail pour le groupe de travail est délimitée par les eaux entre la frontière sud du Sénégal et la frontière nord du Maroc.

1.4 Structure du rapport

Une section séparée est consacrée à chacune des principales catégories d'espèces (sardines, sardinelles, chinchards et maquereaux). Pour chacune d'elles, des informations standardisées sont données sur l'identité du stock, les pêcheries, la capture et l'effort, les données biologiques, les indices d'abondance, l'évaluation, les recommandations de gestion et la recherche future.

1.5 Exposé sur la méthode d'Analyse virtuelle des populations – méthodologie

Pendant les deux premiers jours de la réunion, un exposé sur la méthode d'Analyse virtuelle des populations (VPA) a été présenté. Le premier jour, M. Ad Corten a fait une conférence et a présenté au groupe les principes de base de la méthode. Le deuxième jour, Reidar Toresen a fait une présentation et a donné des indications pour appliquer la VPA ainsi que des indications sur la méthode ICA (Integrated Catch-at-age Analysis, Patterson et Melvin 1995). Les applications sont basées sur les feuilles Excel du rapport technique des pêches de la FAO N° 400 (Lassen et Medley, 2001). La version ICA adaptée a été distribuée avec ce rapport technique.

1.6 Méthodes d'évaluation

VPA séparable

Le modèle séparable VPA (Pope et Sheperd, 1982) sépare le taux d'exploitation dans le modèle de sélectivité. On part de la supposition que le régime d'exploitation demeure constante au-dessus d'une période significative de temps et que seulement le niveau global d'exploitation varie entre les années, de sorte que:

$$F_{ay} = S_a E_y$$

La mortalité de pêche (F_y) est mise à part dans un modèle d'exploitation dépendant de l'âge (S_a) et un niveau d'exploitation (E_y) indépendamment de l'âge. Les données de capture sont employées pour estimer S_a et E_y . La méthode est décrite ultérieurement par Pope et Sheperd (1982). Le principe de base de l'estimation d'âge et d'effet de l'année est d'estimer une capture théorique (par année et par âge), et de réduire au minimum la différence entre cette capture et la capture observée par la meilleure combinaison de S_a et E_y .

Analyse de capture intégrée (ICA)

L'Analyse de capture intégrée (ICA) (Patterson et Melvin, 1995) est une méthode pour faire un modèle du stock, qui donne le meilleur ajustement statistique à toutes les données disponibles. La méthode peut se servir des données décomposées en âge ou pas. L'ICA se sert d'une fonction d'objet et réduit au minimum la différence entre l'âge de la capture donnée par le modèle et l'âge de la capture observée. La méthode est décrite par Deriso *et al.* (1985) et par Fournier et Archibald (1982). Le diagramme de la version Excel d'ICA comme utilisée dans le groupe de travail se trouve à l'Annexe I.

1.7 Atelier de lecture d'âge

Sardine

Un atelier de lecture d'âge a été organisé par l'Institut de recherche scientifique atlantique des pêches marines et de l'océanographie (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russie, du 28 au 31 août 2001, et le rapport a été présenté par Ana Maria Caramelo.

L'objectif principal de l'atelier était de normaliser les méthodologies de lecture d'âge des sardines de l'Afrique du nord-ouest et d'établir des critères équivalents de lecture d'âge.

Spécifiquement, l'atelier avait pour but de:

- a) Familiariser les participants avec la terminologie appropriée utilisée pendant l'atelier, y compris les termes "exactitude", "précision", "biais", "âge moyen", "âge modal", "accord", etc.;
- b) Discuter les résultats de l'échange 2000 d'otolithes de sardine avec les lecteurs d'otolithes et fournir des suggestions sur la façon d'améliorer leurs techniques de lecture d'âge;
- c) Décrire et discuter les méthodes de transformation des otolithes et les critères de détermination de l'âge employés par les différents instituts de recherche;
- d) Présenter une vue d'ensemble de la biologie de la sardine de l'Afrique du nord-ouest se concentrant sur des aspects tels que la distribution des stocks, la période de ponte et la distribution des juvéniles qui sont significatifs pour la lecture d'âge;
- e) Présenter les images d'otolithes de la collection de sardines ibériques convenue afin de promouvoir la discussion sur l'interprétation des otolithes;
- f) Procéder à une lecture basée sur un sous-échantillon de l'échange et discuter les résultats juste après la lecture afin de corriger l'interprétation d'âge de chaque lecteur;
- g) Préparer un manuel sur la détermination de l'âge de la sardine qui fournirait des directives aux lecteurs d'otolithes expérimentés et inexpérimentés sur la façon de lire et interpréter les anneaux afin d'atteindre une haute précision;
- h) Faire des recommandations concernant la façon dont la qualité des lectures d'âge peut être améliorée;
- i) Fournir des informations sur le biais, l'exactitude et la précision de la lecture d'âge par catégorie d'âge pour chaque lecteur et pour le groupe entier.

Les lectures d'âge ont été analysées sur une feuille excel développée par Guus Eltink (Eltink et al., 2000). Le pourcentage d'accord total était de 72,5% avec un coefficient de variance (CV) de 41,4%. Les CVs élevés obtenus pour quelques otolithes correspondent à des individus âgés de 0 à 1 an. Ces valeurs élevées (supérieures à 100%) ne sont pas une indication de variation élevée de détermination de l'âge. Le pourcentage d'accord pour chaque lecteur a été présenté et indique un accord global supérieur à 80%. Pour les âges 0, 1 et 2 tous les lecteurs estiment la même longueur moyenne à l'âge de l'échantillon de l'atelier par lecteur. On a observé quelques différences pour les âges 3 à 5. Les conclusions générales de la réunion pourraient être résumées par les phrases suivantes: les critères adoptés dans cet atelier doivent être appliqués pour déterminer l'âge de la sardine dans la zone et la fiabilité de la lecture d'âge devrait être prise en considération. Il convient que deux lecteurs de chaque pays lisent les otolithes, discutent et s'accordent sur les lectures d'âge.

Les décisions de gestion sont prises à partir de la connaissance de l'état actuel du stock par rapport aux points de référence définis. Les différentes clés âge-longueur, appliquées à la même matrice de longueur de capture peuvent fournir une signification différente de l'état du stock et, par conséquent, des décisions de gestion différentes. Le rapport de l'atelier sera publié comme Rapport sur les pêches de la FAO N° 685.

Sardinelle

Un nouvel échange d'otolithes de sardinelle a commencé en mai 2002. Les règles et le programme se trouvent à l'Annexe II. Un atelier sur la lecture d'âge des sardinelles sera organisé pendant le dernier trimestre 2002.

2. SARDINE

2.1 Identité du stock

Le groupe de travail, comme les précédents (FAO, 1985; 1990; 1997; 2001) a adopté l'existence de trois stocks:

- stock Nord (35°45'-32°N)
- stock Central (32°N-26°N) (Zone A+B)
- stock Sud (26°N- jusqu'à l'extension sud de l'espèce) (Zone C)

2.2 Les pêcheries

On distingue quatre zones de pêche dans ce rapport: la zone nord et les zones A, B et C (Figure 2.1.1). Les pêcheries dans ces zones de pêche sont très différentes et constituées de petits senneurs traditionnels, de senneurs industriels, de chalutiers pélagiques et de bateaux-usines travaillant en association avec des senneurs. Pour une description détaillée des pêcheries dans les quatre zones, voir le chapitre 2.2 du Rapport du groupe de travail 2001 (FAO, 2001).

2.3 Données de capture et d'effort

Les nouvelles données disponibles pour les années 2000 et 2001 sont les suivantes:

- Captures annuelles des «senneurs marocains», des «chalutiers pélagiques ukrainiens et autres», des chalutiers pélagiques n'appartenant pas à l'Union européenne opérant en Mauritanie», et des «chalutiers pélagiques de l'Union européenne»;
- Efforts de pêche annuels des «chalutiers pélagiques ukrainiens et autres», des chalutiers pélagiques opérant en Mauritanie, autres que de l'Union européenne», et des «chalutiers pélagiques de l'Union européenne».

Les séries des captures totales annuelles (tonnes) pour les différentes flottilles opérant dans la Zone Nord, la Zone A, la Zone B et la Zone C ont été actualisées pour la période 2000-2001 (Tableau 2.3.1). La capture et l'effort des diverses flottilles et zones sont présentés au Tableau 2.3.2. Les séries d'effort de pêche ont également été actualisées et sont présentées au Tableau 2.3.3. Il faut également noter que l'effort de pêche des chalutiers pélagiques ukrainiens et autres présentés au Tableau 2.3.3 ne concernent que la zone entre Cap Bojador et Cap Blanc. Les mêmes unités d'effort de pêche pour chaque catégorie de flottille ont été utilisées comme celles identifiées lors du précédent groupe de travail (FAO, 2001).

Dans la pêcherie de la zone nord les captures de sardine sont à la baisse et les captures en 2000 et 2001 sont de l'ordre de 5000 tonnes par an. Il faut noter que la pêcherie a enregistré des prises importantes d'autres espèces-cibles et que l'anchois a atteint un record de plus de 30 000 tonnes en 2001.

Dans la zone A, les prises de sardine ont une tendance à diminuer depuis le début de 1980. On note une légère tendance à la hausse depuis 1998. En 2000 et 2001, les captures ont été de l'ordre de 50 000 tonnes par an. On observe la même tendance dans l'effort de pêche.

Dans la Zone B, les prises de sardine augmentent. Au cours des deux dernières années les prises de sardine ont dépassé le record enregistré en 1995. La tendance dans l'activité des senneurs est également à la hausse.

Dans la zone C, la capture et l'effort pour la sardine en 2000 et 2001 ont diminué suite à l'arrêt des activités des flottilles espagnole et russe.

2.4 Données biologiques

Zones A et B

Les compositions en taille par trimestre et par an ainsi que les clés âge-longueur correspondantes ont été fournies à la réunion par l'INRH pour les captures marocaines de 1993 à 2000. Les compositions en taille des captures par trimestre pour l'année 2001 sont également disponibles ainsi que les compositions en âge.

Zone C

Les nouvelles données fournies au groupe de travail en 2002 sont plutôt rares et incomplètes. Elles se réfèrent seulement à certaines des flottilles opérant actuellement dans la zone et peuvent être résumées comme suit:

- composition en taille des captures faites par les senneurs marocains en janvier et février 2000 et en mai, octobre et décembre 2001.

- composition en taille (longueur à la fourche) des captures faites par les chalutiers pélagiques de l'Union européenne en 1999, 2000 et 2001. Les mois échantillonnés de même que la dimension des échantillons ne sont pas connus.
- composition en taille des captures faites par les chalutiers pélagiques russes en janvier (2 échantillons) et décembre 2000 et en janvier (2 échantillons), février et mars 2001.
- clés âge-longueur des captures faites par les chalutiers pélagiques russes en janvier (2 échantillons) et décembre 2000 et en janvier (2 échantillons), février et mars 2001. Ces données ont été également fournies en combinaisons trimestrielles (premier et quatrième trimestres 2000 et premier trimestre 2001) et en clés âge-longueur annuelles (2000 et 2001).
- longueur moyenne (cm) et poids moyen (kg) des captures faites par les chalutiers pélagiques russes pendant le premier trimestre 2000 et 2001.
- l'ogive de maturité des captures faites par les chalutiers pélagiques russes en 2000.

2.5 Indices d'abondance

2.5.1 Capture par unité d'effort

Dans la zone C, les séries de CPUE des composantes principales de la flotte sont présentées à la Figure 2.5.1. Les séries de CPUE ont été calculées en divisant les captures en tonnes par l'effort de pêche nominal exprimé en jours de pêche. L'évolution des différentes séries de temps est plutôt hétérogène sans claires tendances.

2.5.2 Campagnes acoustiques

a) Zone Nord (N/R Al Amir Moulay Abdallah)

Une campagne acoustique a été réalisée dans cette zone en décembre 2001 par le N/R Al Amir Moulay Abdallah. Les résultats de cette campagne montrent la présence de la sardine surtout dans la région de Larache et Kenitra. La biomasse de sardine dans la région comprise entre Tanger et Casablanca est évaluée à 22 000 tonnes.

b) Zones A et B (Safi – Cap Bojador) (N/R Dr. Fridtjof Nansen)

*Cap Bojador – Cap Juby*¹

La biomasse dans ce secteur a été estimée à 334 000 tonnes en novembre/décembre 2001, soit une variation à la baisse de 48 % par rapport aux deux évaluations des campagnes organisées en novembre/décembre 2000 et mai/juin 2001. La distribution en taille présente deux modes, l'un à 10 cm et l'autre à 19 cm de longueur. Le nombre de poissons estimé de l'ordre de 9,5 milliards en 2001, a régressé de près de 50 % par rapport à celui observé en 2000.

Cap Juby – Safi

Dans ce secteur, la biomasse de sardine a été évaluée en novembre/décembre 2001 à près de 900 000 tonnes contre 800 000 tonnes estimées lors de la campagne mai/juin de la même

¹ Tarfaya.

année. Le stock est constitué principalement de sardines d'une taille inférieure à 16 cm qui représentent plus de 70 % de l'effectif total de ce secteur.

Biomasse totale – de Safi au Cap Bojador

La biomasse totale de la sardine entre Safi et Cap Bojador en novembre/décembre 2001 a été estimée à environ 1,2 million de tonnes, soit 25% de moins que les estimations obtenues pour la même période en 2000 et en mai/juin 2001 (1,5 million de tonnes).

c) Zone C (N/R Dr. Fridtjof Nansen)

Après sa diminution en 1997, la biomasse de la sardine dans la zone sud augmente graduellement depuis 1998. Elle est passée de 1,2 million de tonnes en 1998 à 3,5 millions de tonnes à la fin 2001. En novembre/décembre 2001, les adultes (taille supérieure à 16 cm) constituaient plus de 80% de l'effectif total. Le stock des jeunes individus ayant une taille de moins de 16 cm était relativement faible par rapport aux deux années précédentes (novembre/décembre 1999 et 2000).

d) Zones A+B+C

En conclusion, le stock total de la sardine dans la zone entre Safi et Cap Timiris (Mauritanie) en novembre/décembre 2001 (4,7 millions de tonnes) était resté au même niveau que celui observé à la même période en 2000 (4,5 millions de tonnes). Pendant la campagne, les sardines étaient exclusivement trouvées dans la zone entre Safi et Cap Corvero (21°45'N). La distribution en taille était dominée par les individus adultes qui représentaient plus de 70 % de l'effectif global.

Les campagnes acoustiques du N/R AtlantNiro dans les eaux mauritaniennes en 2001 n'ont pas concerné la sardine dans cette zone.

2.6 Evaluation

Si l'on considère le manque de nouvelles informations relatives à la séparation des stocks, le groupe de travail a adopté la même procédure que les précédents groupes de travail (FAO 1990, FAO 1997, FAO 2001) et essayé de faire des évaluations séparées sur le stock central (zones A et B) et sur le stock sud (zone C). Le stock nord n'a pas été traité par manque de données.

Stock central (zones A+B)

Données de base

- Compositions en âge annuelles pour la période 1976-2001. La série 1976-1992 pour toutes les flottilles a été extraite du rapport du groupe de travail tenu en 1997 à Casablanca. La série 1993-2000 pour la flottille marocaine a été complétée par la série 1993-1995 pour la flottille espagnole, fournie au cours de la réunion. Pour l'année 2001, les distributions de taille disponibles ont été converties en distribution d'âge en utilisant les clés âge-longueur de l'année précédente (Tableau 2.6.1a).

- Les poids moyens par âge des captures sont présentés dans le Tableau 2.6.1b. Ils ont été calculés en utilisant les observations disponibles dans la série 1983-1992 (FAO 1997) et dans la série 1993-2000 (flottille marocaine) comme facteurs de pondération.
- Les poids moyens par âge du stock sont présentés dans le tableau 2.6.1b. Ils ont été déterminés à partir des données pour le premier trimestre au cours de la période 1993-2000.
- La même ogive de maturité et de mortalité naturelle ($M=0,6$ par an) a été utilisée comme dans FAO (1997) (Tableaux 2.6.1c et 2.6.1d).
- En ce qui concerne les indices d'abondance, le nombre de poissons $> 15\text{cm}$ estimés pendant la campagne acoustique du N/R Dr. Fridtjof Nansen a été utilisé (Tableau 2.6.1e).

Méthode

Les modèles utilisés étaient les analyses de populations virtuelles (VPA) séparables (Pope 1977, 1979; Pope et Shepherd 1982; Stevens 1984), et la version Excel de l'analyse intégrée des captures (ICA) (Lassen and Medley, 2001). La période 1995-2001 a été utilisée pour la partie séparable de la VPA.

Résultats

L'analyse de la série chronologique 1976-2001, par VPA séparable (Pope, 1977, 1979; Pope et Shepherd, 1982; Stevens, 1984) a produit des résultats irréalistes aussi bien au niveau de la mortalité de pêche qu'au niveau des biomasses. Des résidus élevés ont été trouvés pour certaines catégories d'âge, ce qui pourrait indiquer d'éventuelles erreurs de données de base.

L'application de la méthode d'analyse intégrée des captures (ICA) a donné les résultats suivants:

- La biomasse des reproducteurs (SSB) s'accroît à partir de 1983, atteint un pic en 1986 puis diminue graduellement jusqu'en 1992 où elle a diminué.
- Les facteurs de mortalité se caractérisent par une tendance opposée à celle de la biomasse des reproducteurs.
- Les modes des captures théoriques et observées sont diamétralement opposés.

A partir de ces résultats, le groupe de travail n'a pas pu tirer de conclusion sur l'état du stock central.

Stock sud (Zone C)

Comme dans les zones A+B le groupe de travail a passé en revue les informations disponibles pour le stock dans la zone C (Tableau 2.6.3). Il a été noté qu'il y avait encore d'importantes lacunes dans les données des dernières années et que les nouvelles données soumises à la réunion de cette année étaient limitées et incomplètes aussi bien pour le type d'informations rassemblées que la représentation des pêcheries et de la période de pêche (voir Sections 2.3 et 2.4).

La dernière tentative d'évaluation de stock a été faite en 2001 en appliquant la VPA séparable avec utilisation du logiciel Lowestoft (Darby et Flatman, 1994). Les résultats des analyses ont mis en évidence une quantité élevée de résidus non distribués aléatoirement. De même les

statistiques de régression n'étaient pas satisfaisantes. Le groupe de travail en 2001 concluait donc que les résultats des analyses n'étaient pas fiables, probablement en raison des anomalies dans les données de base utilisées.

Le groupe de travail considérant qu'il n'y a aucune information nouvelle a décidé de ne pas tenter une nouvelle fois au cours de cette réunion une évaluation du stock de sardine dans la zone C.

2.7 Recommandations de gestion

En raison des incertitudes dans l'évaluation, des prévisions de captures pour la sardine n'ont pas été faites et les résultats de l'évaluation ne devraient pas être utilisés pour la gestion.

Il est important de souligner que les résultats des campagnes acoustiques mettent en évidence une augmentation de la taille du stock au cours des dernières années.

2.8 Recherche future

1. Chaque pêcherie dans la zone devrait avoir un programme d'échantillonnage biologique approprié, couvrant la saison de pêche tout entière et toutes les flottilles. Au moins 100 poissons devraient être mesurés dans chaque échantillon.
2. Le programme d'échantillonnage pour les catégories d'âge devrait couvrir la distribution en longueur tout entière. Pour chaque classe de longueur, dix otolithes devraient être pris.
3. Toutes les données de base pour les modèles d'évaluation devraient être prêtes le premier jour des groupes de travail. Les séries de données devraient inclure les données de l'année précédente.
4. Les membres du sous-groupe de la sardine devraient rester en contact par courrier électronique et échanger des informations sur la collection de données pendant la période entre les réunions.

3. SARDINELLES

3.1 Identité du stock

Aucune nouvelle étude sur l'identité de la sardinelle n'a été réalisée dans la période intermédiaire depuis la dernière réunion du groupe de travail en mars 2000. Conformément à la procédure de cette réunion, le groupe de travail s'est accordé sur l'existence d'un stock unique pour les deux espèces de sardinellas (FAO, 2001). Pour un complément d'information sur l'identité des stocks, on peut se référer au Rapport du groupe de travail 2001 (FAO, 2001).

3.2 Les pêcheries

Gambie

Les sardinelles ne sont pas des espèces cibles en Gambie. Les débarquements de sardinelles dans la pêche artisanale sont très bas et aucune variation notable dans les débarquements n'a été observée. Il n'y a pas de bateaux de pêche pélagique industriels.

Sénégal

L'exploitation des ressources pélagiques côtières est réalisée par des pêcheries artisanale et industrielle. La pêche artisanale utilise des pirogues motorisées et divers engins de pêche. La pêche industrielle est composée principalement de chalutiers et senneurs, certains sont d'origine étrangère et opèrent dans le cadre de contrats commerciaux.

Les débarquements les plus importants de pélagiques côtiers sont assurés par la flottille artisanale qui est en évolution constante. Les principaux engins utilisés sont la senne tournante, le filet maillant et la senne de plage.

Les recensements du parc piroguier effectués en novembre 1993, octobre 1995 et octobre 2001 donnent les résultats suivants:

Pirogues/Période	Septembre 1993	Octobre 1995	Octobre 2001
Senne tournante	344	294	476
Filet maillant encerclant	72	89	101
Senne de plage	91	95	85

La flottille industrielle est composée de petits senneurs ou sardiniers dakarois de faible tonnage et de bateaux étrangers très puissants. Le nombre de sardiniers dakarois est en baisse depuis de nombreuses années. En 2001 et 2002, seules cinq unités ont fréquenté la pêche. Une présence plus importante, bien que souvent irrégulière, est celle des bateaux étrangers. Mais au court de ces dernières années, des senneurs de gros tonnage et des chalutiers russes ont travaillé dans la ZEE sénégalaise. Les senneurs ont disparu en 1994 et les chalutiers russes ont opéré jusqu'en juin 1999. A présent, la pêche industrielle sénégalaise est exclusivement composée de petits sardiniers dakarois.

Mauritanie

Les statistiques de pêche du CNROP pour les années 2000 et 2001 n'ont pas encore été publiées. Néanmoins, des statistiques préliminaires ont été présentées. Les données de captures et d'effort sont ventilées en deux groupes : Union européenne et autres.

Les sardinelles en Mauritanie sont exploitées principalement par les chalutiers pélagiques de l'Union européenne en particulier la Hollande. En 2000, trois grands bateaux se sont ajoutés à la flottille entraînant ainsi une augmentation substantielle de l'effort de pêche de cette flottille. A l'exception des nouveaux bateaux, l'ensemble de la flottille retourne en Europe à la fin de l'année.

Plusieurs facteurs ont affecté la pêche des sardinelles en 2001. Les principaux facteurs sont les changements hydrométéorologiques, l'augmentation de l'effort de pêche et l'introduction de nouvelles mesures réglementaires.

- On a observé une augmentation de la température au cours des deux dernières années. Cette température plus élevée est due à une réduction de l'upwelling en juillet-octobre qui entraîne une réduction de la nourriture disponible.
- Une nouvelle mesure réglementaire a été instaurée en Mauritanie en 2001 qui a résulté en un élargissement des limites de pêche des chalutiers pélagiques à partir de 12 milles jusqu'à 13-25 milles au large de la côte. Cette mesure vise à protéger la flottille artisanale et les ressources côtières. Elle réduit probablement la possibilité pour les chalutiers pélagiques d'exploiter les concentrations côtières des sardinelles.
- Une augmentation substantielle de l'effort de pêche a été constaté ces dernières années.

Il résulte des effets combinés de ces trois facteurs une réduction importante des captures par unité d'effort.

Maroc

L'exploitation des sardinelles dans la zone sud a pris de l'importance au début des années 1990. Dans les années 1990, cette pêche était principalement conduite par des chalutiers pélagiques affrétés par des professionnels marocains et des chalutiers opérant dans le cadre de l'accord de pêche entre le Maroc et la Fédération de Russie. Les caractéristiques de ces flottilles et les conditions d'exploitation sont décrites dans FAO (2001).

En 2000 et 2001, seuls les chalutiers affrétés ont opéré dans la zone. Les activités de la flottille russe ont cessé à la fin 1999, suite à l'expiration de l'accord de pêche.

La principale zone de pêche des chalutiers pélagiques se situe entre Dakhla et Cap Blanc. Au cours des cinq dernières années (1997-2001), le nombre de bateaux dans la flottille est passé de 35 à 22 unités de pêche. Les meilleurs rendements de sardinelle ont été enregistrés de juillet à octobre dans la région qui se situe entre Cap Barbas (22°N) et Cap Blanc (19°40' N).

3.3 Données de capture et d'effort

Les captures pour la période 1990-2001 sont présentées aux Tableaux 3.3.1a (*S. aurita*) et 3.3.1b (*S. maderensis*). Les données d'effort sont présentées au Tableau 3.3.2. La Figure 3.3.1 présente l'évolution des captures de sardinelles dans toute la région.

Captures

Gambie

La Gambie a présenté des données de capture annuelle des deux espèces de sardinelle à la fois pour la pêche industrielle et artisanale pour les années 1990-2001. Les débarquements des deux espèces sont encore faibles.

Sénégal

Le Sénégal dispose de données sur les captures annuelles pour la pêche artisanale de 1974 à 2000. Pour les besoins de ce groupe de travail, une estimation préliminaire des captures de 2001 a été réalisée. De plus, la série annuelle des captures 1997-1999 a été réajustée par l'utilisation d'un meilleur facteur d'extrapolation. Les captures de la pêche industrielle concernent la période 1966-2001.

Les données collectées à bord des navires russes ne font pas la distinction entre *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*. Ces deux espèces sont regroupées dans une seule catégorie "Sardinelles". En vue d'obtenir une estimation des captures pour chaque espèce, nous avons utilisé à partir de 1997 les pourcentages de ces espèces obtenus lors des traits de chalut effectués pendant les campagnes acoustiques du N/R Dr. Fridtjof Nansen dans la région. Les années précédentes, les ventilations ont été faites par des scientifiques embarqués à bord des navires.

Mauritanie

Les données de captures et d'effort sont ventilées en deux groupes : Union européenne et autres.

L'estimation des captures industrielles par mois pour les deux espèces de sardinelles combinées a été réalisée à partir de la base de données du journal de pêche de la DSPCM². Ces données ont été ventilées entre les deux espèces selon les résultats du programme d'observateurs scientifiques à bord des chalutiers pélagiques de l'Union européenne en 2000 et 2001.

Au cours des dernières années, la pêcherie artisanale a connu un développement graduel. Les débarquements de sardinelles par cette pêcherie ont été précédemment estimés à 3 000 tonnes par an. Actuellement, le niveau de capture est inconnu mais on estime que les débarquements dépassent le niveau précédent du fait de l'autorisation des pirogues sénégalaises à pêcher les petits pélagiques dans la ZEE mauritanienne. Depuis 2000, un total de 250 pirogues sénégalaises sont autorisées à pêcher dans la ZEE mauritanienne.

Maroc – Zone C

Le groupe de travail a disposé pendant la période 1993-2001 de captures mensuelles de sardinelles pour la flottille russe et la flottille «ukrainienne et autres». La ventilation des captures de sardinelles en deux espèces (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) a été faite selon un échantillonnage effectué à bord des navires durant la période 1995-1999 au nord du Cap Blanc. Pour les années 2000-2001 la ventilation des captures par espèces a été faite à partir des traits de chalut du N/R Dr. Fridtjof Nansen au cours des campagnes acoustiques dans la région.

Effort

L'effort total par pays et flottille est présenté au Tableau 3.3.2 pour les années 1990-2001.

² Délégation à la surveillance des pêches et du contrôle maritime.

En Gambie, les débarquements de sardinelles sont considérés comme captures accessoires et par conséquent aucun effort n'est disponible pour cette pêcherie.

Le Sénégal a fourni les données d'effort des filets tournants (sennes tournantes et filets maillants encerclant) (nombre de sorties). Les données sont disponibles à partir de 1982 sur une base mensuelle et annuelle. Les données d'effort pour la pêche industrielle sont disponibles sur une base mensuelle à partir de 1976 et sur une base annuelle pour la période 1962-2001 (jours de pêches).

En Mauritanie, le nombre de pays impliqués dans la pêche est de 12 et 13 en 2000 et 2001 respectivement. Le nombre de bateaux était respectivement de 79 et 82. L'augmentation du nombre de bateaux ne se traduit pas en terme de jours de pêche.

Pour la flotte de l'Union européenne, un indice d'effort de pêche total a été estimé à partir du nombre de jours de pêche pour chaque bateau à partir du journal de pêche. Pour chaque bateau, cet indice a été corrigé par la puissance motrice. On suppose que la puissance de pêche est linéairement en rapport avec la puissance motrice. L'effort de pêche est exprimé en jours de pêche pour un chalutier standard de 10000 CV. Il apparaît que l'effort de pêche de la flottille de l'Union européenne a augmenté substantiellement en 2001 (Figure 3.3.2).

En utilisant un indice de CPUE de la flottille hollandaise, l'effort total exercé par les autres flottilles a été estimé à partir de leurs captures totales. Il apparaît que l'effort sur les sardinelles dans la flottille non européenne a diminué au cours de ces toutes dernières années. (Figure 3.3.2). Ceci pourrait traduire un changement de stratégie qui se porte davantage sur les autres espèces: chinchards, maquereau, anchois, sardine, etc. Ceci est illustré par l'augmentation des captures de l'anchois au cours des deux dernière années, atteignant un niveau de capture de 104 000 tonnes.

Le Maroc a présenté les données d'effort de pêche (jours de pêche) de 1993 à 2001 pour la flottille russe et la flottille «ukrainiennes et autres» dans la zone C. En ce qui concerne les flottilles marocaines, leur effort de pêche est principalement dirigé sur la sardine. Par conséquent, cet effort n'a pas été utilisé par le sous-groupe.

3.4 Données biologiques

Sénégal

Pour chacune des deux espèces de sardinelles, le CRODT a présenté les données de fréquence de taille sur une base mensuelle au cours de la période 1986-2001 pour la capture de la pêche artisanale (excepté 1992). Pour la sardinelle ronde des données d'effort ont été fournies pour la pêche industrielle pour la période 1986-1993.

Pour la pêche artisanale, ces fréquences de taille proviennent des échantillonnages effectués sur les captures des senneurs et des filets maillants encerclant. Pour la pêche industrielle les mesures de fréquence de taille ont été effectuées sur les espèces capturées par les sardiniers Dakarois. Les données ont été pondérées à la capture totale.

Les autres informations biologiques disponibles dans le secteur sont celles contenues dans le rapport du groupe de travail de la FAO de 1993 (FAO, 1994).

Mauritanie

Plusieurs fréquences de taille sont disponibles pour les bateaux hollandais en 1999-2001. Les données proviennent du programme d'observateurs du CNROP à bord des bateaux hollandais en 1999-2001.

Les données annuelles d'âge et de taille des chalutiers russes sont disponibles pour 1992-2001.

Une comparaison des distributions de taille des captures russe et hollandaise en 1999 et 2000 a mis en évidence une concordance des fréquences de taille des captures. Il est clair qu'au cours de ces dernières années les deux flottilles ont pêché les mêmes concentrations de *Sardinella aurita* (Figure 3.4.1).

La taille des captures hollandaises en 2001 a été extrapolée à la capture totale de la flottille industrielle pour cette année. Ensuite, une clé âge-taille pour 2000 a été utilisée pour convertir les distributions de taille 2001 en composition en âge de la capture.

Âge de la Sardinella aurita pour toutes les régions combinées

Une tentative a été faite pour calculer l'âge de la *Sardinella aurita* pour toutes les régions combinées pendant la période 1994-2001. Pour la pêche sénégalaise artisanale, les captures en nombres par longueur ont été converties en catégories d'âge en appliquant les clés de longueur d'âge russes. Pour les années au cours desquelles des clés adéquates âge/longueur n'étaient pas disponibles pour la zone 34.3.1, la clé de longueur d'âge combiné pour la zone 34.3.1 + 34.1.3 a été utilisée. La composition en âge de la capture dans la zone 34.3.1 + 34.1.3 a été estimée en appliquant un facteur à la composition en âge des captures industrielles russes. Les résultats de ces calculs sont présentés au Tableau 3.4.1.

3.5 Indices d'abondance

3.5.1 Capture par unité d'effort

Au Sénégal, l'évolution des CPUE pour *S. aurita* et *S. maderensis* est présentée pour la pêche artisanale et la pêche industrielle (Figures 3.5.1a et 3.5.1b). Les CPUE pour la pêche artisanale sont exprimées en tonnes par sortie et les CPUE de la pêche industrielle sont exprimées en tonnes par jour de pêche.

Les CPUE de *S. aurita* indiquent une légère tendance à la hausse à partir de 1999 aussi bien pour la pêche artisanale que pour la pêche industrielle. Cette augmentation fait suite à un déclin de l'ensemble des CPUE durant la période 1996-1999.

Pour *S. maderensis*, suite à la baisse continue des CPUE de la pêche industrielle de 1995 à 1999, on observe en 2000 une légère augmentation puis une baisse en 2001. La CPUE de *S. maderensis* est plus fluctuante avec des pics observés en 1996 et 1999.

En combinant les deux espèces, il apparaît pour les deux types de pêcheries artisanale et industrielle une tendance à la hausse des CPUE des sardinelles durant ces deux dernières années (Figure 3.5.1c).

Une autre série de CPUE a été calculée pour la flottille hollandaise en Mauritanie (Figure 3.5.1d). Cette figure fait référence aux captures combinées des deux espèces de sardinelles. La CPUE est exprimée en tonnes par jours de pêche d'un chalutier type de 10 000 CV. Les résultats pour cette période de 1996-2001 montre une chute de 1998 à 2001. Cette décroissance peut être en partie due à une réduction du stock (et à l'augmentation de l'effort de pêche dans les eaux mauritaniennes). Pour 2000 et 2001, la diminution de CPUE est probablement affectée par les facteurs énumérés ci-dessus (températures élevées de l'eau et migration qui en découle des sardinelles par-delà la frontière nord et extension des limites de pêche).

3.5.2 Campagnes acoustiques

Remarques générales concernant les campagnes acoustiques de sardinelles

Les séries des campagnes acoustiques des campagnes réalisées par le bateau norvégien N/R Dr. Fridtjof Nansen et les russe N/R AtlantNiro et N/R Atlantida sont disponibles (Figure 3.5.2) (FAO, 2001). Depuis 1995, les campagnes norvégiennes ont toujours étaient effectuées en novembre-décembre, période de l'année où les sardinelles migrent vers le sud. Bien que la distribution du stock pendant la campagne peut changer d'une année à l'autre (selon les dates de la migration vers le sud), les campagnes sont censées fournir des indices fiables sur le stock total dans la zone. Jusqu'à présent, les résultats des campagnes étaient exprimés en biomasse et en nombres par catégorie de longueur. Aucune composition en âge n'est disponible pour l'instant pour les campagnes.

Résultats des campagnes acoustiques

Les indices des campagnes du N/R Dr. Fridtjof Nansen (Figure 3.5.2) présentent la même tendance pour les deux espèces de sardinelles, soit une diminution de 1995 à 1997, et une récupération en 1999. Au cours des deux dernières années (2000 et 2001) l'indice pour les deux espèces est resté au même niveau pour *S. aurita* et a encore augmenté pour *S. maderensis*. L'abondance relative de *S. aurita* et *S. maderensis* dans les séries acoustiques montre que *S. aurita* domine tous les ans sauf en 1995 et en 1998.

3.6 Évaluation

Tenant compte des informations portant entre autres sur la composition en taille et en âge, le groupe de travail a essayé d'appliquer la VPA aux sardinelles mais les résultats obtenus ont été jugés insatisfaisants.

Méthodes

Le modèle BIODYN (Punt & Hilborn, 1996) a été utilisé pour l'évaluation (FAO, 2001). Les paramètres les mieux adaptés ont été estimés pour les deux espèces en utilisant la feuille de calcul OBSTWO.

Données de base

Bien que l'on disposait de données sur les captures totales pour les deux espèces de sardinelles, il existait très peu de données sur un effort de pêche spécifiquement orienté sur ces espèces. Il y a la flottille hollandaise qui cible la sardinelle mais la série d'effort est trop

courte. Aussi, le groupe de travail a proposé l'utilisation de la CPUE de la pêche artisanale du Sénégal comme indice d'abondance. De plus, les évaluations de biomasse des campagnes du N/R Dr. Fridtjof Nansen ont été également utilisées pendant la période 1990-2001. Les données de capture utilisées étaient celles présentées dans les Tableaux 3.3.1 et 3.3.2.

Il est important de rappeler que l'utilisation des modèles dynamiques nécessite l'estimation de paramètres complémentaires qui sont: R (taux de croissance intrinsèque), K (biomasse d'équilibre inexploitée moyenne) et B_{init} (biomasse avant la première capture enregistrée). Si les données sont disponibles dès le début de la pêche, alors il est raisonnable de supposer que B_{init} était égale à K. L'estimation de la constante de proportionnalité entre la CPUE et la biomasse, q (coefficient de capturabilité) est également estimée.

Résultats et discussion

Une interprétation correcte des séries de données *S. aurita* et *S. maderensis* par le modèle de Schaefer a été faite, sauf en ce qui concerne l'utilisation des indices du Nansen pour *S. maderensis* (Figure 3.6.1a et b). Les valeurs estimées des principaux paramètres sont :

Sardinella aurita (indice CPUE pêche artisanale au Sénégal)

r	=	2,30
K	=	1 000 000t
B_{init}	=	1 000 000t
MSY	=	575 121t
SSQ	=	0,30
q	=	0,0000018

Sardinella aurita (indice d'abondance du Nansen)

r	=	2,03
K	=	1 000 000t
B_{init}	=	1 000 000t
MSY	=	508 112
SSQ	=	1,00
q	=	0,0000002

Sardinella maderensis (indice CPUE pêche artisanale au Sénégal)

r	=	1,67
K	=	500 000t
B_{init}	=	500 000t
MSY	=	208 968t
SSQ	=	0,94
q	=	0,0000023

où, SSQ = somme des différences entre les logarithmes de la capture par unité d'effort observée et estimée.

Il faut noter que pour *S. aurita* les deux indices utilisés donnent des estimations de MSY assez proches avec une valeur de SSQ beaucoup plus faible dans le cas des séries artisanales de CPUE. Les estimations indiquent une CPUE avec des fluctuations puis une tendance à la hausse lors des deux dernières années pour les deux types d'indices utilisés (Figure 3.6.1a et 3.6.1b).

Pour *S. maderensis* les résultats du modèle indiquent une CPUE relativement stable dans la période 1990-2001 sauf pour les années 1992-1993 et 1997 et 1998 (Figure 3.6.1c).

Les résultats obtenus fournissent des informations utiles sur la dynamique et l'état éventuel des stocks. A partir de ces résultats, une approximation de précaution de 600 000 tonnes pour les deux espèces combinées semblerait justifiée. Cette évaluation est plus élevée que celle donnée dans le rapport de l'année dernière (500 000 tonnes), ce qui semble être conforme aux tendances d'accroissement dans les séries de CPUE de certaines flottes. Cependant, vu les incertitudes dans les résultats des modèles dynamiques, le groupe de travail a décidé de maintenir la valeur de l'année dernière, à savoir 500 000 tonnes.

3.7 Effets de l'environnement sur les stocks de *Sardinella aurita*

L'analyse des données historiques a prouvé que la force de recrutement dans *Sardinella aurita* dépend des facteurs environnementaux. Tout particulièrement les températures élevées d'été ont un effet négatif (Kudersky et al., 2000; Barkova et al., 2002). Les étés chauds de 2000 et 2001 pourraient avoir eu un effet négatif sur le recrutement de ces années.

3.8 Recommandations de gestion

En raison de l'incertitude des résultats basés sur les modèles globaux, le groupe de travail considère que les résultats obtenus cette année ne devraient pas être employés pour réviser les recommandations données l'année dernière. Il est donc recommandé de prévoir un TAC de précaution de 500 000 tonnes pour les deux espèces combinées dans toute la zone. Ce chiffre correspond approximativement au niveau maximum observé pendant la période 1990-2001.

Il convient de noter que la capture totale dans la région se situe en dessous de 500 000 tonnes durant ces trois dernières années, malgré une augmentation substantielle de l'effort de pêche de la flotte industrielle de l'Union européenne en Mauritanie. Les captures par unité d'effort dans la pêche de l'UE en Mauritanie montrent un déclin au cours des quatre dernières années, suggérant une réduction du stock dans cette zone. Cette information, combinée avec les perspectives de recrutement faible, devrait être une bonne raison pour fixer le TAC à un niveau qui ne dépasse pas les 500 000 tonnes.

3.9 Recherche future

1. Poursuite des campagnes du N/R Dr. Fridtjof Nansen et des exercices de calibration
2. Campagnes conjointes entre les navires de la sous-région
3. Démarrage de l'échange d'otolithes et organisation d'un atelier de lecture d'âge
4. Entreprendre des études permettant de trouver un indice représentatif d'effort de pêche sur les sardinelles

5. Encourager et conduire des études sur l'application de modèles analytiques
6. Démarrer un programme de suivi de la pêche artisanale de la sardinelle en Mauritanie.

4. CHINCHARDS

Dans cette section, nous traiterons principalement deux espèces de chinchards *Trachurus trachurus* (chinchard européen) et *Trachurus trecae* (chinchard cunène) pour lesquelles des séries chronologiques de capture et d'âge sont disponibles. Le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) commence à prendre de l'importance dans la pêche commerciale ces dernières années et dans les campagnes acoustiques. Ainsi, nous traitons dans ce chapitre la distribution et la biologie de cette espèce. De plus, nous indiquons les captures de cette espèce réalisées dans la sous-région.

4.1 Identité du stock

Pour une description détaillée de l'identité du stock des deux espèces de chinchards, se référer au rapport de la réunion du groupe de travail tenue à Nouadhibou en 2001 (FAO, 2001).

Répartition et biologie

La répartition du chinchard jaune est plus côtière que celle des deux autres espèces de chinchards. Son abondance augmente du cap Timiris vers le sud. Cette espèce effectue aussi des migrations le long des côtes, de la Guinée en Mauritanie, en suivant les fluctuations saisonnières du front intertropical (Garcia, 1982). Il est absent de la zone nord pendant tout le premier semestre. Au Sénégal, la période de reproduction se situe d'avril à novembre. En Mauritanie la période de reproduction se situe d'avril à août (FAO, 1989). La zone de ponte se situe au sud du cap Timiris. Le chinchard jaune a le même comportement que les autres espèces de chinchards, mais est plus prédateur. Son alimentation est composée à 70 % de poissons, anchois, calmars et crevettes (Chavance et al., 1991).

4.2 Les pêcheries

L'exploitation des chinchards dans la zone nord du COPACE est principalement assurée par des flottilles étrangères. Il s'agit notamment des flottilles issues de l'ex-Union soviétique (Russie, Ukraine, Lituanie, Lettonie et Estonie) de l'Europe (Hollande, France, Grande-Bretagne, Malte, Suède, Pologne et Chypre) et d'une multitude d'autres pays (Panama, Ghana, îles Marshall, Saint-Vincent -et-les-Grenadine, etc.).

Caractéristique générale des flottilles de petits pélagiques dans la Zone nord du COPACE

En Mauritanie et dans le sud du Cap Bojador (Zone C), les flottilles sont constituées principalement par de grands chalutiers. Les caractéristiques de ces navires ont été présentées dans le rapport du groupe de travail sur les petits pélagiques de cette zone (FAO, 2001). Ces flottilles sont composées de navires de l'Europe de l'Est présents dans la zone depuis quatre décennies, et plus récemment des navires de l'Union européenne. Les navires industriels des Etats côtiers ont une capacité limitée.

Les principaux changements intervenus lors des deux dernières années, concernent le retrait de la flottille russe de la zone C au terme de l'accord de pêche à la fin de 1999. En outre, au niveau de la zone mauritanienne, on observe une intensification de l'effort de pêche des flottilles de l'Est européen sur les chinchards.

4.3 Données de capture et d'effort

La série des données de capture a été ajournée jusqu'à 2001. Les statistiques de capture relatives aux trois espèces de chinchard sont présentées par pays aux Tableaux 4.3.1a,b,c pour la période 1990-2001.

Pour le Sénégal, les données de capture de chinchard de la pêche artisanale sont provisoires pour l'année 2001. Cependant, pour la pêche industrielle les données de capture finales étaient disponibles. Il faut noter que cette catégorie reste négligeable depuis le départ de la flottille russe en juin 1999.

Dans la zone marocaine, le chinchard d'Europe est une capture accessoire pour les senneurs locaux. Pour ces mêmes senneurs, l'espèce-cible est la sardine.

En Mauritanie, les données sont disponibles pour la flottille industrielle. Cependant, aucune information n'est disponible pour la flottille artisanale.

L'effort de pêche, exprimé en heures de chalutage, a été standardisé à partir des données collectées dans la zone mauritanienne (les critères de base sont développés dans la Section 4.5.1). Malheureusement, il n'a pas été possible de construire une série chronologique d'effort pendant la période complète en utilisant les mêmes méthodes, et des modèles d'évaluation différents ont été appliqués pour les différentes périodes.

Pour ventiler les captures de chinchards en 2000 dans la zone mauritanienne par espèce, les données de l'échantillonnage effectué à bord des bateaux de l'Union européenne ont été utilisées. Les données russes, qui sont généralement mieux adaptées pour cette ventilation, n'ont pas pu être utilisées car elles ne faisaient pas de distinction pour le chinchard jaune. Cette espèce a été observée massivement lors des campagnes acoustiques et aussi parmi les captures des bateaux de l'Union européenne.

Pour les eaux marocaine et sénégalaise, la ventilation a été effectuée en utilisant les proportions de chaque espèce obtenues lors des campagnes acoustiques effectués par le N/R Dr. Fridtjof Nansen.

4.4 Données biologiques

Pour le stock de *T. trachurus* entre 26°N et 10°N et le stock de *T. trecae* entre 9°N et 23°N les données biologiques sont présentées dans l'Annexe II – Données russes.

Les compositions en âge des captures de *Trachurus trecae*, calculées à partir des données âge-longueur-clé russes et corrigées par les chiffres des captures de différents pays, sont présentées dans le Tableau 4.4.1. Des données similaires pour le *T. trachurus* sont présentées dans le Tableau 4.4.2.

4.5 Indices d'abondance

4.5.1 Capture par unité d'effort

La CPUE constitue à la fois la base de nombreuses méthodes d'évaluation et un facteur important pour la régulation des activités de pêche. Dans le cas des petits pélagiques, le calcul d'un indice à partir des CPUE est fortement critiqué en raison notamment de la grande variabilité de ces ressources et du fait que ces poissons ne sont pas aléatoirement distribués. La concentration de ces espèces en bancs peut rendre la CPUE stable même lorsque l'abondance décline.

Il y a six types de bateaux: STM, RTMA, RTMS, BMRT, BAT et indéterminés. Seulement les bateaux avec au moins 40% de chinchards dans leur capture sont utilisés pour le calcul de l'effort de pêche. Pour estimer ces indices, un modèle linéaire généralisé a été appliqué aux données de prises par unité d'effort en utilisant la méthode de Robson (1966) et l'effet croisé type de bateau et année.

Le premier modèle du type

$$\text{CPUE} \sim \text{année} + \text{type de bateau} + \text{zone} + \text{mois}$$

a permis de mettre en évidence les effets suivants:

- un effet année qui intègre la variation d'abondance annuelle et éventuellement la variation annuelle de l'efficacité de la flottille;
- un effet mois qui représente la variation spatiale d'abondance et la disponibilité la partie de la population destinée à la pêche.
- un effet zone qui représente la variation spatiale d'abondance et la disponibilité de poisson.
- un effet bateau insignifiant.

Le deuxième modèle était:

$$\text{CPUE} \sim \text{type de bateau} : \text{année}$$

L'interaction (type de bateau: année) n'est pas significative. Le fait qu'il n'y ait pas d'interaction entre la variable "type de bateau" et la variable "année" signifie que les variations des CPUE sont similaires au cours des différentes années.

Les CPUE ont mis en évidence des tendances opposées entre le chinchard jaune et le chinchard européen pendant toute la période d'étude. Le rapport entre les séries des deux chinchards est moins évident.

Pour *T. trecae* on observe une évolution comparable entre les données de CPUE et les indices acoustiques du Dr. N/R Fridtjof Nansen.

4.5.2 Campagnes acoustiques

La série chronologique des évaluations acoustiques d'abondance du chinchard effectuées par le N/R Dr. Fridtjof Nansen sont présentés dans le rapport du dernier groupe de travail (FAO, 2001). Cette série a été actualisée en y intégrant les données de l'année 2001 (Tableaux 4.5.1 et 4.5.2).

En 2001, le chinchard de Cunène (*T. trecae*) a presque disparu de la zone mauritanienne pendant la campagne effectuée par le N/R Dr. Fridtjof Nansen (novembre-décembre) mais son abondance a augmenté dans la zone Sénégal/Gambie. Le bateau de recherche russe (couvrant uniquement la zone mauritanienne en août) a estimé la biomasse de cette espèce à 25 000 tonnes.

Une diminution drastique de la biomasse du chinchard européen (*T. trachurus*) a été observée dans les campagnes acoustiques du N/R Dr. Fridtjof Nansen. Le bateau de recherche russe qui a effectué sa campagne pendant la saison chaude n'a rapporté aucune détection pour cette espèce.

Le chinchard jaune, montre une tendance très nette à la hausse d'après les résultats des deux bateaux, à la fois dans la zone mauritanienne et dans la zone sénégal-gambienne.

4.6 Évaluation

VPA

Une VPA séparable a été réalisée pour les deux espèces (*T. trachurus* et *T. trecae*). Ensuite, on a procédé à une analyse intégrée de capture (ICA) pour chacune des espèces séparément.

Les données d'âge et de poids moyen des captures par année, utilisées par le groupe de travail mauritanien en 1998 (FAO, 1989) ont été mises à jour, les séries disponibles couvrant la période 1979- 2000. Pour *T. trachurus* la série présentée dans le rapport de l'année dernière a été changée car le groupe croyait qu'il y avait deux stocks, l'un de la zone A+B vers le nord au Maroc, et l'autre de la zone C vers le sud (Figure 2.1.1). La matrice de capture à l'âge de 1990 à 2000 a été recalculée afin que la capture totale (en tonnes) soit consistante avec la la capture totale rapportée par chaque pays (Tableau 4.3.1a et b).

Les paramètres suivants ont été utilisés pour la VPA séparable et l'ICA:

- Pour les années 1979-2000, l'âge en chiffres et le poids moyen des captures ont été utilisés pour l'analyse. L'âge 8 a été considéré catégorie + Le coefficient de mortalité naturelle utilisé était 0,5 par année (constant pour tous les âges)
- Le poids moyen à l'âge dans le stock et dans la capture pour les deux espèces sont présentés dans les tableaux de données
- La valeur moyenne de maturité à l'âge est présentée dans les tableaux de données.

Pour l'ICA la fonction objet suivante a été minimisée pour *T. trecae*:

$$SSQ = \sum \ln(C - C) + \sum \ln(I_{acoust} - \hat{I})$$

Où SSQ est la somme des carrés, C est la capture à l'âge observée, \hat{C} est la capture à l'âge estimée, I est la biomasse totale estimée pendant les campagnes d'automne (chinchards) effectuées par le N/R Dr. F. Nansen (1995-2000) et \hat{I} est la biomasse du stock reproducteur estimé du modèle ICA (voir graphique à l'Annexe III).

De plus, la fonction objet suivante a été minimisée pour *T. trachurus*:

$$SSQ = \sum \ln(C - \Sigma) + \sum \ln(I_{acoust} - \hat{I}) + \sum \ln(I_{CPUE} - \hat{I})$$

où I_{CPUE} est l'indice d'abondance pour les années 1995-2000.

Les résultats de la VPA séparable et de l'ICA pour *Trachurus trachurus* sont présentés dans les Figures 4.6.1–4.6.2, et pour *T. trecae* dans la Figure 4.6.3.

Les résultats de la VPA séparable montrent qu'il y a une quantité relativement élevée de résidus dans les analyses, particulièrement pour *T. trecae*.

L'ICA s'est déroulée avec succès pour *T. trachurus*. En ce qui concerne *T. trecae*, l'ICA n'a pas trouvé de solution raisonnable. Ce qui s'explique peut-être par une grande contradiction entre la trajectoire du stock de la VPA séparable (analyse de la capture à l'âge) et la trajectoire du stock des séries chronologiques acoustiques du N/R Dr. Fridtjof Nansen pour ce stock.

Les résultats de l'ICA pour *T. trachurus* indiquent que le stock a subi des fluctuations au cours des vingt dernières années, et que le stock a traversé une phase de déclin ces dernières années.

La série chronologique acoustique pour *T. trecae* montre la tendance opposée avec une tendance croissante dans la biomasse du stock, avec le modèle ICA.

Pendant la phase d'essai de la version Excel de l'ICA, il a été découvert que le programme a trouvé plusieurs solutions différentes (minimum SSQs), avec des SSB et des niveaux-F tout-à-fait différents. Les évaluations présentes doivent par conséquent être considérées comme préliminaires et le stock et les niveaux-F ne doivent pas être utilisés pour l'aménagement. Cependant, les tendances du stock et des F semblent avoir été correctement estimées.

4.7 Recommandations de gestion

Les captures annuelles de ces espèces ont beaucoup fluctué au cours du temps, mais toutes les espèces de chinchards présentent cependant une tendance à la hausse de 1990 à 2001. Les données CPUE calculées pour les bateaux qui ciblent le chinchard présentent une tendance à la baisse. En outre, les estimations acoustiques du N/R Dr. Fridtjof Nansen présentent une tendance à la baisse pour les deux espèces de chinchard. Cette baisse est en partie compensée par l'augmentation de la biomasse du chinchard jaune.

En raison des multiples incertitudes sur l'évaluation de ces stocks, une approche de précaution est de rigueur pour l'aménagement des stocks. Pour cette raison, le groupe de travail recommande une restriction de l'effort de pêche au niveau courant.

4.8 Recherche future

A l'exception des recommandations 3 et 4 formulées dans le rapport de l'année dernière, certaines nouvelles recommandations n'ont pas été exécutées. Par conséquent, le groupe de travail les reconduit comme suit:

1. Procéder à un échantillonnage au moins mensuel sur les bateaux industriels pour établir la composition spécifique, la taille et l'âge, etc. Cette activité est la plus importante.
2. Mettre en place un programme de lecture d'âge des trois espèces.
3. Une exploitation continue des séries de données historiques pour les captures, l'effort et les paramètres biologiques.
4. Les campagnes acoustiques devraient être poursuivies et les évaluations acoustiques devraient être analysées par catégories d'âge, si possible.
5. Un programme régional devrait être mis en place pour l'évaluation du stock tout entier y compris la composante de la frange côtière des chinchards et des autres espèces de petits pélagiques.
6. Des méthodes d'évaluation de stock devraient être développées employant des facteurs environnementaux pour prévoir les changements possibles des stocks, et utilisant les résultats de ces méthodes comme source supplémentaire d'information.

5. MAQUEREAU

5.1 Identité du stock

Le maquereau du sud (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) est une espèce nérito-océanique que l'on rencontre dans l'Atlantique Est.

Dans l'Atlantique Centre Est, on le trouve à une profondeur de 15 m à 400 m. On rencontre les adultes principalement à plus de 80 m de profondeur. Cependant, durant la période de migration saisonnière et en présence de conditions défavorables sur le plateau, les concentrations de poissons adultes peuvent se déplacer au-dessus du talus continental à plus de 1000 m.

Le régime alimentaire du maquereau est diversifié, composé de plus de 50 espèces différentes: Euphausiacés, Copépodes, Cladocères et aussi de jeunes poissons (chinchard, anchois, sardine, merlu, maquereau), les crustacés et aussi les polychètes. Le régime alimentaire dépend de l'âge du poisson et de la saison.

La ponte du maquereau se situe entre décembre et avril à des températures de 16,5°–18,5°C dans la zone comprise entre Cap Blanc et Cap Bojador et entre Cap Juby et Cap Ghir.

Pour l'évaluation du maquereau le groupe de travail (FAO, 2001) a considéré qu'il y a deux stocks dans la région comprise entre le Maroc et le Sénégal:

- le «stock du nord» distribué de Bojador au nord du Maroc;
- le «stock du sud» distribué de Bojador au Sénégal.

Au cours de cette réunion, seulement le «stock du sud» a été pris en considération.

5.2 Les pêcheries

La pêcherie nord entre Tanger et Cap Bojador est exploitée exclusivement par les senneurs côtiers marocains ciblant la sardine.

La pêcherie sud entre Bojador et Cap Vert, est exploitée exclusivement par les chalutiers pélagiques de l'ex-Union Soviétique (russes, ukrainiens et autres), opérant dans le cadre de l'accord de pêche ou de l'affrètement. Ces chalutiers ciblent le maquereau dans la région marocaine et mauritanienne. Au Sénégal et en Gambie, le maquereau est une capture accessoire. Les caractéristiques de la flottille sont décrites dans la rubrique sardine en zone C (2.2), sardinelles (3.2) et chinchard (4.2).

5.3 Données de capture et d'effort

Une série de données de capture et d'effort actualisée jusqu'en 2001 est présentée dans les Tableaux 5.3.1 et 5.3.2.

Dans la zone marocaine entre Tanger et Bojador le maquereau est une espèce accessoire dans la pêcherie sardinière. La capture totale dans le stock nord en 2001 a atteint environ 25 600 tonnes, comparé à environ 33 100 tonnes en 2000.

Dans le stock du sud pour les bateaux affrétés (originaires d'Ukraine et d'autres pays) qui ont continué à pêcher en 2000 et 2001, la capture a été de 90 500 et 65 000 tonnes respectivement. L'effort de pêche par cette flottille a diminué, il est passé de 3 900 jours de pêche en 2000 à 2 200 en 2001.

En Mauritanie, la capture totale des chalutiers a été de 65 000 et 60 000 tonnes en 2000 et 2001 respectivement. L'effort de pêche est resté constant ces deux dernières années, soit environ 9 400 jours de pêche.

Au Sénégal et en Gambie, le maquereau est exploité par les flottilles artisanale et industrielle. La capture totale dans cette zone en 2000 et 2001 a été d'environ 2 000–2 500 tonnes.

5.4 Données biologiques

Un résumé des données biologiques est présenté à l'Annexe III.

5.5 Indices d'abondance

5.5.1 Capture par unité d'effort

Le rapport de l'année dernière explique comment la CPUE a été calculée (FAO, 2001). Les captures totales, l'effort de pêche total en jours de pêche et la CPUE en tonnes par jour de pêche de 1992 à 2001 sont présentés dans le Tableau 5.5.1.

5.5.2 Campagnes acoustiques

Les séries de campagnes acoustiques effectuées de 1994 à 2001 sont disponibles dans les campagnes des bateaux russes N/R ATLANTNIRO et ATLANTIDA. En 2000 et 2001 les campagnes ont été effectuées principalement en été dans la région mauritanienne (Figure 5.5.2).

Les indices d'abondance obtenus par les campagnes acoustiques étaient trop petits et n'ont pas couvert toute la zone pendant toutes ces années, ils ne pourront donc être utilisés que pour une analyse comparative.

5.6 Evaluation

Méthodes

Une analyse intégrée de capture (ICA) a été réalisée pour cette espèce. Les données de base sont données dans le Tableau 5.6.1.

Les données de composition en âge et de poids moyen des captures par année, employées par le groupe de travail de 1998 ont été enregistrées pour les dernières années. La série disponible couvre la période 1992–2001.

Les paramètres suivants ont été utilisés pour l'ICA:

- Pendant les années 1992- 2001, la composition en âge (chiffres) et le poids moyen des captures ont été pris en considération pour l'analyse. L'âge 6 a été identifié comme catégorie +
- Le coefficient de mortalité naturelle utilisé était 0,5 par an (constant pour tous les âges)
- Le poids moyen dans le stock et dans la capture est indiqué dans les tableaux de données
- La valeur moyenne mûre à l'âge est indiquée dans les tableaux de données.

Des séries de captures à l'âge et les séries de CPUE de 1992 à 2001 ont été utilisées dans le modèle. Pour l'ICA la fonction de l'objet suivante a été minimisée:

$$SSQ = \sum \sum (\ln C_y^{obs} - \ln C_y^{est})^2 + \lambda \sum [(\ln F_y - \ln(qE_y))]^2$$

Où SSQ est la somme des carrés, C_y^{obs} est la capture à l'âge observée, C_y^{est} est la capture à l'âge estimée, q est le coefficient de capturabilité, F_y est le coefficient de mortalité de pêche, et E_y est l'effort.

Les poissons âgés de 4 ans ont été considérés comme la plus jeune catégorie d'âge entièrement représentée dans les captures. Une régression linéaire ($I=q * N$) a été utilisée pour estimer le coefficient de capturabilité pour toutes les catégories d'âge. Un total de 14 itérations était suffisant pour obtenir une valeur acceptable de la fonction objet (0,0141).

Résultats et discussion

Les résultats de l'ICA montrent que la biomasse totale a atteint un maximum en 1995 (1,1 million de tonnes) et a diminué de 1996 à 2001. Les résidus obtenus sont généralement

satisfaisants (Tableau 5.6.2). La distribution de la mortalité de pêche à l'âge montre des variations entre les années liés au changement de stratégie de la flottille de chalutiers pélagiques au Maroc et en Mauritanie.

On ne dispose d'aucune information sur la taille du maquereau dans les captures entre Dakhla et Cap Barbas, où les petits poissons sont normalement très abondants et parfois capturés en grosses quantités.

En général, les estimations ICA concordaient bien avec les résultats des campagnes acoustiques russes, ce qui apporte de la crédibilité aux calculs (Figure 5.6.1). L'usage des facteurs océanographiques dans les prévisions d'abondance du maquereau devrait être complétée par des campagnes de recrutement fournissant les indices réels de la force de recrutement.

5.7 Recommandations d'aménagement

Les résultats de l'analyse ICA indiquent une tendance décroissante dans la biomasse. Bien que les résultats soient incertains, en raison des incohérences dans les données d'entrée, le groupe de travail considère qu'une approche de précaution est justifiée, afin d'éviter une augmentation de l'effort de pêche.

5.8 Recherche future

Pour une meilleure évaluation des stocks de maquereau, le groupe de travail fait les recommandations suivantes (par ordre de priorité):

1. établir un programme d'échantillonnage adéquat pour tous les pays pêchant dans la région;
2. adopter la même méthode de lecture d'âge pour le maquereau;
3. entreprendre d'autres études sur l'identité du stock;
4. toutes les campagnes acoustiques devraient donner une évaluation séparée pour le maquereau;
5. il est recommandé que les études comparatives des indices d'environnement et de biomasse soient présentées lors de la prochaine réunion.

6. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Au cours de la réunion de cette année, l'accent a été mis sur l'actualisation de la base de données et sur une meilleure compréhension des méthodes d'évaluation au sein du groupe. Au début de la réunion un cours de deux jours en méthodologie d'évaluation de base a été organisé.

Un certain nombre d'évaluations préliminaires pour différentes espèces ont été réalisées, cependant avec peu de résultats fiables en raison de la qualité inférieure des données de base et, dans une certaine mesure, les problèmes d'utilisation des modèles existants. Au cours des

futures réunions, cet aspect du travail exigera plus d'attention. Un groupe de planification qui discutera de la collecte des données se réunira au Sénégal avant la campagne prévue en novembre-décembre.

Bien que le groupe ne soit pas encore en mesure de faire des prévisions à long ou à court terme, on s'attend à ce que les stocks pélagiques diminuent encore plus en cas d'élargissement de l'effort (industriel) de pêche dans la zone.

Comme recommandation générale le groupe suggère donc d'adopter une approche de précaution, et de ne pas augmenter la capture combinée des petits pélagiques au-dessus du niveau moyen atteint au cours des cinq dernières années (1997-2001).

TABLES/TABLEAUX

Table 2.3.1 - Catches (1990-2001) in tonnes of *Sardina pilchardus* by zones, fleet and year

ZONE	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
NORTH	Moroccan coastal purse-seiners	15478	17261	18745	24496	16643	16661	11497	7154	5567	4277	6790	6302
	Total North	15478	17261	18745	24496	16643	16661	11497	7154	5567	4277	6790	6302
A	Moroccan coastal purse-seiners	48881	33643	46199	54145	30838	19381	3546	16237	33186	21814	29694	45725
	Total A	48881	33643	46199	54145	30838	19381	3546	16237	33186	21814	29694	45725
B	Moroccan coastal purse-seiners	223714	261757	197939	253322	399051	477947	354820	423268	347965	370164	485124	699246
	Spanish purse-seiners	58481	100319	28071	2218	12790	89	25					
	Total B	282195	362076	226010	255540	411841	478036	354845	423268	347965	370164	485124	699246
C	Moroccan coastal purse-seiners & RSW	28450	33727	31919	30127	18880	27561	8439	37951	45355	18715	1448	3118
	Spanish purse-seiners	66075	16229	68759	112243	67800	13714	125813	113053	138166	55726		
	Ukraine and other pelagic trawlers ⁽⁵⁾							30188	7474	16861	44093	36127	14156
	Russian pelagic trawlers ⁽³⁾	356203	262579	144627	67523	53845	45417	53121	24630	5100	4762		
	Other pelagic trawlers ⁽²⁾	315479	342261	184374	78532	45860	45276						
	Others Mauritania ^{(4)*}							10356	15139	8118	7144	11952	4988
	European Union ⁽⁴⁾							1223	9255	11484	4134	11593	13644
Total C	766207	654796	429679	288425	186385	131968	229140	207502	225084	134574	61120	35906	
TOTAL	ALL FLEETS AND ZONES	1112762	1067776	720633	622605	645707	646046	599028	654161	611802	530829	582728	787178

(1) Data obtained from COPACE/PACE SÉRIES 90/50 tables A 3 (page 31) and A 7 (page 35)

(2) Data obtained from COPACE/PACE SÉRIES 97/60 Table 9 page 15

(3) Data from from 1983-1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60 Table 9, Page 15. For the period 1996-1999 the data are Russian statistics from statistical subdivisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years Russia did not fish in Senegal.

(4) Data obtained from CNROP statistics

(5) Moroccan statistics (INRH)

Table 2.3.2 - Catch and effort. Sardina zones A, B and Moroccan zone

	Maroccan pure seiners						Pelagic trawlers**				Spanish pure seiners			
	ZONE A			ZONE B			ZONE C		ZONE C		Zone B		Zone C	
	SP	ST	(t)	SP	ST	(t)	effort	(t)	fd	(t)	fd	(t)	fd	(t)
1976	18893	34269	176162								3265	112450		
1977	11237	30685	101877								3209	129420		
1978	9498	30441	91141								2355	89520		
1979	18977	34633	163442								1746	85092		
1980	19431	36719	181198								1778	84979		
1981	20711	38788	200395								1538	87510		
1982	11159	31310	104738	1250	1250	25410					2007	129539		
1983	12134	31469	174430	779	779	17303					1632	127541	467	21603
1984	8243	31073	69535	3114	3114	63806					1785	130675	715	33547
1985	6952	29956	63924	4894	4894	81224	NA	39000			1688	131920	392	25483
1986	10357	29783	110228	5795	5795	128164	NA	35000			821	58916	428	33765
1987	14328	32169	118221	4384	4384	110495	NA	36000			880	94227	220	15707
1988	11279	30489	101395	7758	7758	170638	NA	33400			672	78924	445	86015
1989	8323	25942	56814	8674	8674	204793	NA	27630			1134	130172	264	31815
1990	7330	29089	48881	7023	7023	234182	NA	28450			407	58481	416	66075
1991	4605	25104	33643	10085	10085	286995	NA	33727			782	100319	187	16229
1992	5848	22138	46199	9163	9163	203738	NA	31919			477	28071	546	68759
1993	6829	23438	54145	10404	10404	253322	NA	30127	1476	54086	20	2218	715	112243
1994	4135	20519	30838	16375	16375	399051	NA	18880	2818	60454	259	12790	471	67800
1995	1943	15575	19381	20693	20693	477947	NA	27561	4162	90693	2	89	115	13714
1996	578	14217	3546	19361	19538	354820	NA	8439	2952	42602	1	25	910	125813
1997	1530	18738	16237	18004	26978	423268	NA	37951	4411	13510			814	113053
1998	2364	15627	33186	14510	17809	347965	NA	45355	7399	19704			870	138166
1999	5122	13605	21814	19467	23810	370164	NA	18715	6524	48403			567	55726
2000	8797	23142	29694	23367	27023	485124	NA	1183	3982	36127				
2001	3674	7391	45725	15512	20440	699246	NA	577	2218	14156				

ST - Total number of trips

SP - trips with sardina catch

** - from Russia, Ukania and others

fd - fishing days

Table 2.3.3 - Effort by zones, fleet and year

ZONE	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
NORTH	Moroccan coastal purse-seiners ⁽¹⁾	1675	1943	3160	3189	2865	3046	1872	936	800	(**)			
A	Moroccan coastal purse-seiners ⁽¹⁾	7330	4605	5848	6829	4135	1943	578	1530	2364	5122	8797	3674	
B	Moroccan coastal purse-seiners ⁽¹⁾	7023	10085	9163	10404	16375	20693	19361	9365	10248	14102	23367	15512	
	Spanish purse-seiners ⁽²⁾	407	782	477	20	259	2	1						
C	Moroccan coastal purse-seiners & RSW	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Spanish purse-seiners ⁽²⁾	416	187	546	715	471	115	910	814	870	567			
	Ukraine and other pelagic trawlers ⁽²⁾⁽⁴⁾	NA	NA	NA	93	1194	2323	2239	3080	5797	4803	3982	2218	
	Russia ⁽²⁾⁽⁵⁾				1476	2818	4162	2952	4411	7399	6524			
	Russian pelagic trawlers ⁽²⁾⁽⁶⁾	15188	14199	7497	5027	3389	2297							
	Other pelagic trawlers ⁽²⁾													
	Others Mauritania ^{(3)*}	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8014	7738
European Union ⁽⁵⁾							715	940	1300	1538	1308	1857		

(1) trips with sardine catches

(2) fishing days

(3) do not target sardine

(4)Morocco-INRH

(5) standardised effort

NA: not available

Table 2.6.1a - Age composition of sardina from central stock (fishery zones A et B)

Ages/Years	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
0	32869	255503	158108	52452	82295	594223	242250	45270	15128	38261
1	1875566	652961	342481	588814	623494	1435208	446790	589629	1636731	450608
2	2587233	1492790	1294510	3031857	1885362	967870	1560158	1826829	1530553	2643529
3	1345537	1383396	1175519	970910	1242798	1150847	1329586	1222857	994532	333241
4	327484	803236	982947	455232	1198782	1267262	1585961	516916	486308	113119
5	343852	291933	456767	201579	572989	859761	514797	386516	302275	23395
6	24971	65154	149045	62814	93073	213243	113088	25909	40272	737
7+	10997	14021	42994	6953	14294	2857	9435	37319	45478	129
Total	6548509	4958994	4602371	5370611	5713087	6491271	5802065	4651245	5051277	3603019

Ages/Years	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0	2999957	1869433	1882528	1596381	8566572	3058732	1045264	3422264	1630954
1	1777920	4717104	3757581	3908056	6083372	5898782	2346296	2166548	2729404
2	954213	1824105	2723592	1646273	1199298	2111017	1871809	1970485	4450602
3	253858	454180	1131255	997641	252393	187031	832765	1483769	2671350
4	205332	264557	497298	270374	125102	105540	710509	560989	472617
5	292772	122245	177757	333451	145026	84831	488961	266672	259516
6	115747	37865	130572	53847	28611	84525	233510	48739	239837
7+	24	33	37	32	59	41	27	36	45
Total	6599823	9289523	10300622	8806054	16400434	11530499	7529140	9919501	12454323

Table 2.6.1b - Weight in kg
Zone A+B

AGE	CATCH	STOCK
0	0.02	0.02
1	0.05	0.03
2	0.06	0.05
3	0.07	0.05
4	0.08	0.07
5	0.09	0.08
6	0.10	0.10
7+	0.10	0.10

Table 2.6.1c - Natural mortality
Zone A+B

AGE	M
0	0.60
1	0.60
2	0.60
3	0.60
4	0.60
5	0.60
6	0.60
7+	0.60

Table 2.6.1d - Maturity ogive
Zone A+B

AGE	Maturity %
0	0.00
1	0.44
2	0.75
3	0.96
4	0.95
5	0.98
6	0.98
7+	0.98

Table 2.6.1e - Acoustic abundance estimate (N > 15 cm). Autumn surveys R/V Dr. Fridtjof Nansen
Zone A+B

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
N > 15 cm	10781.14	9506.35	17388.11	14256.01	18058.00	44222.16	37120.50

Table 2.6.3 - Available information on sardine (*Sardina pilchardus*) from Zone C

Type of data / Fishery	Moroccan coastal purse-seiners	Spanish purse-seiners	Ukraine and other pelagic trawlers	Russian pelagic trawlers
begin-end of fishery (state)	1985-2001 (active)	1973-1975 and 1983 to 1999 (no 1999)	1993-2001 (active)	1988- 2001 (active in south of Cap Blanc)
catches (periodicity)	1985-2001 (monthly)	1973-1975 (annual); 1983 to 1999 (monthly)	1996-2001 (annual)	1988-2001 (annual)
effort (periodicity)	no data available	1983-1999 (monthly)	1993-2001 (annual)	1983-2001 (annual)
length composition (periodicity)	1996 to 2001 (only some monthly length frequency distributions)	1983-1999 (quarterly)	no data available	1995-2001 (annual; based in only some monthly length frequency distributions)
age composition (periodicity)	no data available	1983-1999 (quarterly)	no data available	1995-2001 (annual; based in only some monthly samples)
weight at age (periodicity)	no data available	1983-1999 (annual)	no data available	2000 and 2001 (annual)
length-weight relationship	no data available	1983-1999 (quarterly)	no data available	available for the period 1997-1999
growth function	no data available	several equations available	no data available	available for the period 1997-1999
maturity ogive (periodicity)	no data available	no data available	no data available	1997-2001

Type of data / Fishery	Other pelagic trawlers	Others Mauritania	European Union
begin-end of fishery (state)	1970 to 1995 (no 1995)	1996 to 2001 (active)	1996 to 2001 (active)
catches (periodicity)	1970 to 1995 (annual)	1996 to 2001 (annual)	1996 to 2001 (annual)
effort (periodicity)	no data available	2000 and 2001 (annual)	1996 to 2001 (annual)
length composition (periodicity)	no data available	no data available	1999 to 2001 (annual)
age composition (periodicity)	no data available	no data available	no data available
weight at age (periodicity)	no data available	no data available	no data available
length-weight relationship	no data available	no data available	no data available
growth function	no data available	no data available	no data available
maturity ogive (periodicity)	no data available	no data available	no data available

Table 3.3.1a - Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* 1990-1999 by country, fleet and year

COUNTRY/ Zone	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone Nord	Moroccan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morocco Zone A	Moroccan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morocco Zone B	Moroccan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zone C	Moroccan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zone C	Russian	103075	18829	267	3423	1932	5619	1537	13790	15256	23089	0	0
Zone C	Ukraine & others				101	1386	8939	10796	15770	66237	61243	46308	13893
Mauritania	All	78645	50425	53756	35436	23409	65175	205756	168062	243672	173423	177518	157579
Senegal	Artisanal	83661	95114	155869	144944	132109	94845	138732	151112	131394	90108	102110	122691
Senegal	Industrial	10761	20290	19586	4499	3455	5948	6610	6024	2423	3525	444	1282
The Gambia	Industrial	2691	933	74	55	6	5	6	21	6	88	110	174
The Gambia	Artisanal	6	0	3	2	0	1	6	60	33	36	5	29
TOTAL	All fleets	278839	185591	229556	188460	162297	180532	363443	354839	459021	351512	326495	295647

Data for Senegal 1997-1999.

Table 3.3.1b - Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* 1990-1999 by country, fleet and year

COUNTRY/Zone	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone Nord	Moroccan												
Morocco Zone A	Moroccan												
Morocco Zone B	Moroccan												
Zone C	Moroccan												
Zone C	Russian	38014	7186		14	8	23	6	55	61	93	0	0
Zone C	Ukraine & others				0	6	36	43	63	266	246	0	5957
Mauritania	All	28355	7445	14146	8859	5799	16350	41804	23383	35242	17168	4245	22408
Senegal	Artisanal	68706	69575	74325	76968	46280	46584	114316	82462	89254	116249	101179	100692
Senegal	Industrial	6714	9962	14286	8389	4639	10717	7398	9008	4306	3720	1176	1288
The Gambia	Industrial	3257	567	15	32	5	4	4	10	6	73	88	250
The Gambia	Artisanal	17	0	1	0.8	0	0.5	5	26	31	32	6	31
TOTAL	All Fleets	145063	94735	102774	94263	56737	73714	163576	115007	129166	137581	106694	130626

Data for Senegal 1997-1999

Table 3.3.2 - Effort (fishing days) by country, fleet and year

COUNTRY	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco	Russia				1383	1624	1839	713	1331	1602	1721	0	0
	Ukraine and others				93	1194	2323	2239	3080	5797	4803	3982	2208
Mauritania	All fleets		7865	8415	7317	3893	6272	10062	7758	9243	8616	9322	9595
	Netherland*							715	940	1300	1538	1308	1857
	Netherlands							728	879	1167	1247		
Senegal	Artisanal (number of outings)	72800	69174	80000	80555	70322	65377	71365	79102	85099	75974	79476	78472
	Industrial	239	636	1347	770	344	431	482	598	480	1367	121	185
Gambia													

* Standardized effort (power =10 000 HP).

Table 3.4.1 - *Sardinella aurita* catch in numbers (thousands) by age, all areas combined 1994-2001

age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	54200	16274	0	0	7057	73067	82972	102432
2	118595	49463	47156	0	17360	81289	90799	119685
3	319448	144740	400484	198757	607505	177022	179878	218467
4	166756	200943	161634	250392	144589	77663	99333	110368
5	38686	195210	318324	275604	69455	120047	157399	157921
6	3385	58320	233283	255403	330648	302228	179895	212771
7	0	13132	73582	91894	202801	176671	63914	100760
8	0	3570	16195	24647	59110	25668	7509	16424
numbers	701070	681650	1250658	1096697	1438526	1033653	861700	1038827
tonnes	162297	180532	363443	354839	459021	351512	326495	295647
mean weight	0.23150	0.26485	0.29060	0.32355	0.31909	0.34007	0.37890	0.28460

Table 4.3.1a - Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* 1990-1999 by zone, fleet and year

	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Maroc Zone Nord	Moroccan	7111	4851	7085	12380	9250	11291	2259	3873	3384	5824	7170	5167
Maroc Zone A	Moroccan	4948	5231	9071	10255	12863	9773	6695	3149	1899	4389	4634	4482
Maroc Zone B	Moroccan	10	10	29	12	110	111	90	533	1346	688	1062	281
Zone C	Moroccan									3	3	7	1
Zone C	Russian				2020	2523	6897	4024	4736	10147	13418	0	0
Zone C	Ukraine & others				320	16254	21032	18644	26649	47630	43784	50175	45812
Mauritanie	All	33000	11949	20316	23250	15172	22492	16054	11558	20601	15051	5132	14206
Zone C+ Mauritanie		33000	11949	20316	25590	33949	50421	38722	42943	78381	72256	55314	60019
Senegal	Artisanal												
Senegal	Industrial												
The Gambia	Industrial												
TOTAL		45069	22041	36501	48237	56172	71596	47766	50498	85010	83157	68180	69949

99

Table 4.3.1b - Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* by zone, fleet and year

	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Maroc Zone Nord	Moroccan												
Maroc Zone A	Moroccan												
Maroc Zone B	Moroccan												
Zone C	Moroccan												
Zone C	Russian				505	631	1724	1006	1184	2537	3355	0	0
Zone C	Ukraine & others				80	4064	5258	4661	6662	11908	10946	42481	38788
Mauritanie	All	57000	94398	116995	86769	56850	97272	70274	52320	91455	65206	128776	158156
Senegal	Artisanal	1525	3957	2218	3343	962	1382	1045	509	2804	1765	460	788
Senegal	Industrial	33	234	877	14614	10597	15816	13397	11666	13888	2600	0	7
The Gambia	Industrial	452	747	14	542	166	181	176	383	90	170	111	132
The Gambia	Artisanal	30	60	27	49	21	64	60	13	38	103	78	93
TOTAL		59040	99396	120130	105902	73291	121697	90619	72737	122720	84145	171906	197964

Table 4.3.1c - Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* 1990-1999 by zone, fleet and year

	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Maroc Zone Nord	Moroccan												
Maroc Zone A	Moroccan												
Maroc Zone B	Moroccan												
Zone C	Moroccan												
Zone C	Russian												
Zone C	Ukraine & others												
Mauritanie	All	22000	6487	1927	9451	6235	345	630	1236	1386	648	43290	20125
Senegal	Artisanal	4725	2907	3650	4007	2590	3574	2980	2934	4407	8359	2383	3236
Senegal	Industrial	6	0	10066	867	564	601	288	1742	140	16251	5	0
The Gambia	Industrial	83	0	161	32	9	7	4	57	1	98	81	109
The Gambia	Artisanal	94	44	44	59	56	166	172	77	59	87	55	60
TOTAL		26814	9394	15803	14358	9398	4526	3901	5969	5934	25356	45759	23470

Tableau 4.4.1 - Number (thousands) of *Trachurus trecae* caught by ages and by year (1990-2000) in the subregion

Age	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	38	12677	54654	44199	56387	3025	13503	2492	3616	1075	11672
2	1313	54198	248592	188981	127537	10938	5974	29124	4175	12010	38323
3	41906	93601	85537	96421	64950	94808	8138	31855	24753	20126	74209
4	60131	99139	45507	40423	27161	111123	14507	19509	24555	19473	71320
5	41011	45512	44714	38346	25979	56587	32892	51305	3812	26416	102520
6	14893	15279	21722	18504	12400	24002	113357	41444	1783	64113	107894
7	1492	3692	7599	6611	4429	11916	65982	27841	1528	42040	55660
8	254	694	4210	4427	2952	7575	11228	11527	1769	26494	59365
Catch (N)	161037	324793	512535	437912	321795	319976	265581	215097	65992	211747	520963
Catch (t)	59040	99396	120130	105902	73291	121697	90619	72737	122720	84145	171906

Age composition corrected on the basis of catches supplied by countries.

Tableau 4.4.2 Number (thousands) of *Trachurus trachurus* caught by ages and by year (1990-2000) in the subregion

Age	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	4	6484	53108	66916	1536	12098	15126	10646	326	1376	0
2	4586	13185	28247	35600	107303	14031	30261	24820	94706	15260	1661
3	22892	9050	15942	20089	111357	40680	32404	18779	134126	19154	4760
4	48754	6983	5970	7534	8222	64130	33910	17397	79966	25152	15375
5	17855	7626	5444	6796	584	51569	33737	38216	38008	29947	28735
6	6014	3872	6198	7829	238	8145	15470	29132	28945	40700	31238
7	3721	807	1967	2511	482	1459	3514	13619	26358	37394	31015
8	38	9	252	295	369	1215	1159	1243	25607	61210	19660
Catch (N)	105854	50008	119118	149562	232085	195322	167577	155849	430041	232193	134444
Catch (t)	33000	11949	20316	25590	33949	50421	38722	42943	78381	72256	55314

Age composition corrected on the basis of catches supplied by countries.

Table 4.5.1 - Biomass estimates of *Trachurus trecae* ('000 tonnes), R/V Dr. Fridtjof Nansen

Survey period	Safi-C.Jubi	C.Jubi-C.Blanc	Mauritania	Senegal-The Gambia	Total
Feb-Mar 1992	+	+	90	440	530
Nov-Dec 1995	+	90	80	10	180
Nov-Dec 1996	+	600	62	+	662
Nov-Dec 1997	+	505	150	+	655
Nov-Dec 1998	+	540	259	+	799
Nov-Dec 1999	+	290	296	67	653
Nov-Dec 2000	+	1030	724	8	1762
Nov-Dec 2001	+	240	+	125	365

+ present in small quantities

Table 4.5.2 - Biomass estimates of *Trachurus trachurus* ('000 tonnes), R/V Dr. Fridtjof Nansen

Survey period	Safi-C.Jubi	C.Jubi-C. Blanc	Mauritania	Total
Feb-Mar 1992	52	68	70	190
Nov-Dec 1995	8	250	+	258
Nov-Dec 1996	50	400	+	450
Nov-Dec 1997	+	530	12	542
Nov-Dec 1998	+	180	+	180
Nov-Dec 1999	40	100	+	140
Nov-Dec 2000	90	190	+	280
Nov-Dec 2001	25	100	4	129

+ present in small quantities

Table 5.3.1 - Catches (tonnes) of *Scomber japonicus* 1990-2001 by country, fleet and year

Stocks	Zone	Country/Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001*
Stock North	Morocco/Zone Nord	Moroccan Purseiners	2474	829	1051	1181	1710	1678	887	2224	862	3353	5612	1911
	Morocco/Zone A	"	21519	6145	8863	9948	34886	24762	10600	13712	5272	11034	23267	9347
	Morocco/Zone B	"	2519	3618	3330	4510	384	910	4021	11761	4849	1401	4281	14361
	Total Stock North			26513	10592	13244	15639	36979	27351	15507	27697	10983	15788	33160
Stock South	Zone C	Moroccan Purseiners								55	1			22
	Zone C	Russian Trawlers				4988	20970	27030	10975	50200	32290	30531		
	Zone C	Ukrania & others Trawlers				1824	11927	45661	55386	82015	115555	66601	90530	65186
	Mauritania	Russia+Ukrania&Others	20000	8235	20303	16578	19094	44730	98017	48464	41192	21470	65074	60231
	Senegal	Artisanal	2482	843	1859	1376	1224	2296	1392	1596	1654	2439	2321	1880
	Senegal	Industrial	17	88	431	1240	2189	1	3532	3534	3062	6461	51	13
	The Gambia	Industrial	235	281	7	46	34	0	46	116	20	125	98	107
	The Gambia	Artisanal	49	13	23	20	27	106	80	42	22	59	42	62
	Total Stock South			22783	9460	22623	26072	55466	119824	169428	186023	193796	127686	158116
TOTAL (N+S)			49296	20052	35867	41711	92445	147175	184935	213720	204779	143474	191276	153120

Table 5.3.2 - Effort (days fishing)

COUNTRY	FLEET	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Zone C	Russia				1383	1624	1839	713	1331	1602	1721		
	Ukraine&others				93	1194	2323	2239	3080	5797	4803		
Senegal	Industrial	239	636	1347	770	344	431	482	598	480	1367	121	185
Mauritania	Industrial	9700	9100	8454	7778	4535	8601	7279	9239	15352	6932	9554	8556

Table 5.5.1 - Stock South. Catch (tonnes), effort standardized to units of Russia days fishing and CPUE of *Scomber japonicus*

YEARS	TOTAL CATCH (tonnes)	EFFORT (Russia Days Fishing)	CPUE (tonnes/Russia d. fishing)
1992	22623	453	49.9
1993	26072	480	54.3
1994	55466	1109	50.0
1995	119824	2331	51.4
1996	169428	3309	51.2
1997	185396	3854	48.1
1998	193971	4084	47.5
1999	126524	2936	43.1
2000	158116	3220	49.1
2001*	127501	2640	48.3

* provisional data

Table 5.6.1 - Input data for Integrated Catch Analysis (ICA) for *Scomber japonicus*

Catch at age

Years/age	1	2	3	4	5	6
1992	6848	15350	23603	11207	3453	2181
1993	6991	19715	27810	13097	3940	2055
1994	37894	156637	93371	13945	1212	31
1995	31281	89062	102281	114099	55418	16707
1996	23793	206817	174909	100991	87261	37918
1997	18141	90534	74331	136392	109684	74078
1998	18294	110903	140058	152047	101184	49161
1999	66848	26801	48167	72959	68534	55979
2000	63	32182	122997	82528	16887	63983
2001	75	32209	93466	62566	16598	52184

Weight at age

Years/age	1	2	3	4	5	6
1992	0.117	0.213	0.348	0.511	0.728	0.961
1993	0.117	0.213	0.348	0.511	0.728	0.883
1994	0.061	0.152	0.253	0.364	0.515	0.687
1995	0.057	0.128	0.227	0.353	0.503	0.914
1996	0.048	0.121	0.219	0.339	0.498	0.719
1997	0.052	0.133	0.213	0.335	0.498	0.768
1998	0.06	0.136	0.228	0.341	0.493	0.894
1999	0.049	0.188	0.269	0.39	0.529	0.745
2000	0.108	0.183	0.307	0.436	0.574	1.075
2001	0.108	0.183	0.307	0.436	0.574	1.075

Natural mortality M

Years/age	1	2	3	4	5	6
1992	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1993	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1994	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1995	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1996	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1997	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1998	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1999	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2000	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2001	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Maturity Ogive.

Years/age	1	2	3	4	5	6
1992	0.2	0.8	1	1	1	1
1993	0.2	0.8	1	1	1	1
1994	0.2	0.8	1	1	1	1
1995	0.2	0.8	1	1	1	1
1996	0.2	0.8	1	1	1	1
1997	0.2	0.8	1	1	1	1
1998	0.2	0.8	1	1	1	1
1999	0.2	0.8	1	1	1	1
2000	0.2	0.8	1	1	1	1
2001	0.2	0.8	1	1	1	1

Table 5.6.2 - Output table from assessment for *Scomber japonicus*Numbers at beginning of the year $N * 10^{-2}$

	1992	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001
1	28283	33677	37025	33238	19668	12328	12065	18452	569	55
2	10831	17101	20371	22162	19916	11780	7385	7208	11046	342
3	4233	6450	10218	11136	12748	10713	6345	3876	3858	6147
4	238	2384	3695	5470	5957	6356	5353	3039	1917	2033
5	597	57	1344	2133	2429	2311	2477	1894	1157	844
6	50	335	4	806	862	1080	1030	1033	832	562

Residuals

	1992	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001
1	0.29	0.08	0.85	0.02	-0.08	-0.04	-0.06	1.13	-2.45	0.27
2	0.03	0.30	0.80	-0.61	0.02	-0.44	0.19	-0.89	-1.24	2.50
3	0.73	0.40	0.35	-0.39	-0.30	-1.14	-0.01	-0.29	0.54	0.11
4	2.60	-0.04	-1.26	-0.16	-0.65	-0.58	-0.30	-0.19	0.24	0.35
5	0.05	3.52	-2.73	0.08	0.01	0.13	-0.04	0.13	-0.91	-0.24
6	2.41	0.06	-0.49	-0.20	0.28	0.56	-0.20	0.61	0.80	1.43

Biomass at age* 10^{-2}

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	3309	3940	2259	1895	944	641	724	904	62	6
2	2307	3643	3097	2837	2410	1567	1004	1355	2021	63
3	1473	2245	2585	2528	2792	2282	1447	1043	1185	1887
4	122	1218	1345	1931	2020	2130	1826	1185	836	887
5	435	42	692	1073	1210	1151	1222	1002	665	485
6	48	296	3	737	620	829	921	770	894	604
Total	7694	11383	9981	11000	9995	8600	7143	6260	5662	3932

Spawning Stock Biomass SSB * 10^{-2}

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	662	788	452	379	189	128	145	181	12	1
2	1846	2914	2477	2269	1928	1253	804	1084	1617	50
3	1473	2245	2585	2528	2792	2282	1447	1043	1185	1887
4	122	1218	1345	1931	2020	2130	1826	1185	836	887
5	435	42	692	1073	1210	1151	1222	1002	665	485
6	48	296	3	737	620	829	921	770	894	604
Total	4586	7503	7554	8917	8758	7773	6363	5265	5208	3914

Fishing Mortality (F)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
2	0.02	0.01	0.10	0.05	0.12	0.12	0.14	0.12	0.09	0.22
3	0.07	0.06	0.12	0.13	0.20	0.19	0.24	0.20	0.14	0.35
4	0.93	0.07	0.05	0.31	0.45	0.44	0.54	0.47	0.32	0.81
5	0.08	2.17	0.01	0.41	0.31	0.31	0.37	0.32	0.22	0.56
6	0.76	0.08	0.10	0.30	0.45	0.44	0.54	0.47	0.32	0.81
Fbar(1-6)	0.23	0.16	0.10	0.20	0.24	0.30	0.34	0.28	0.22	0.55

FIGURES

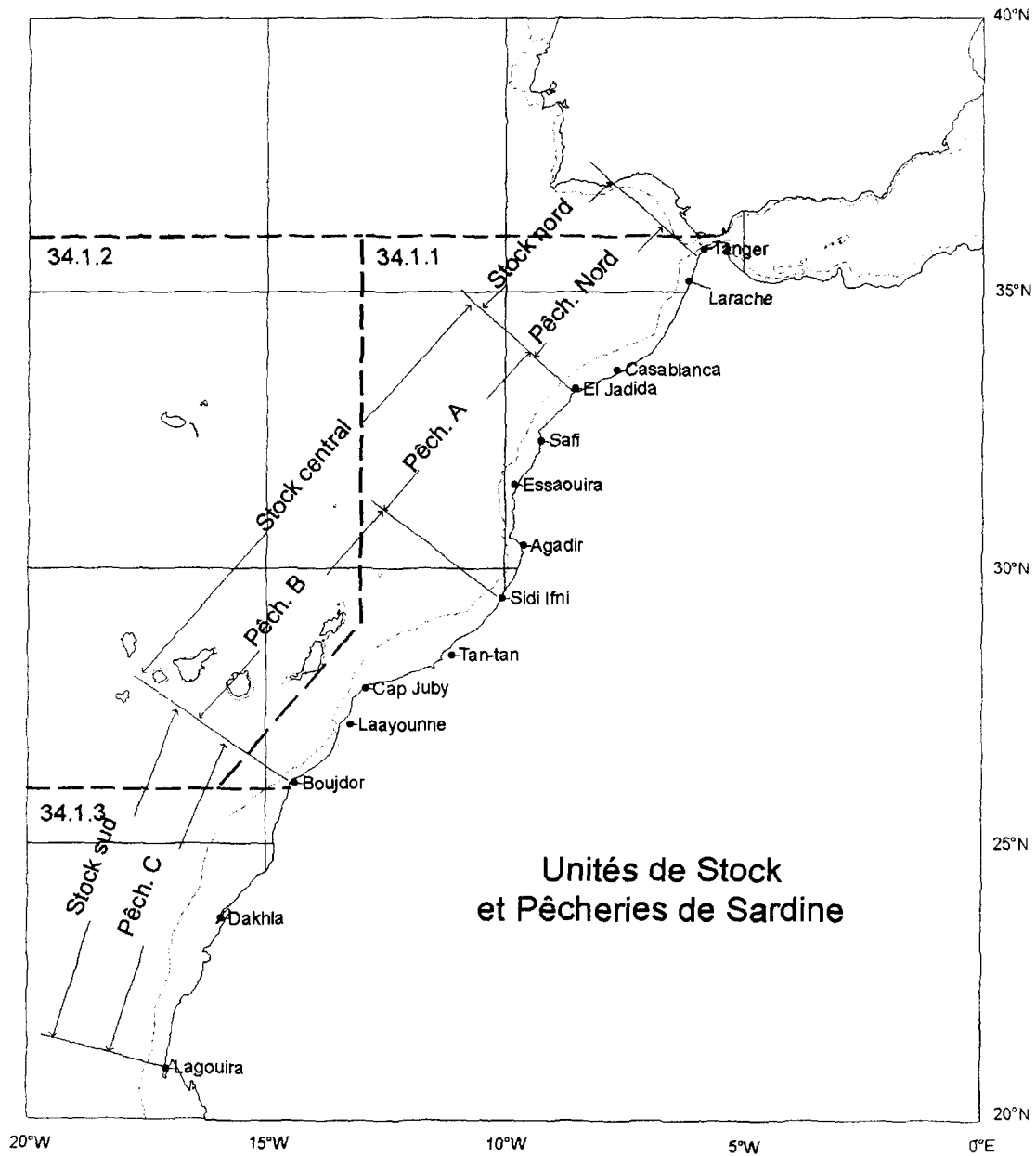


Figure 2.1.1 - Stock Units and Sardine Fisheries

Source: Report of the sardine ad hoc Working Group Casablanca, Morocco 24-28 February 1997 - COPACE/PACE SERIES 97/61

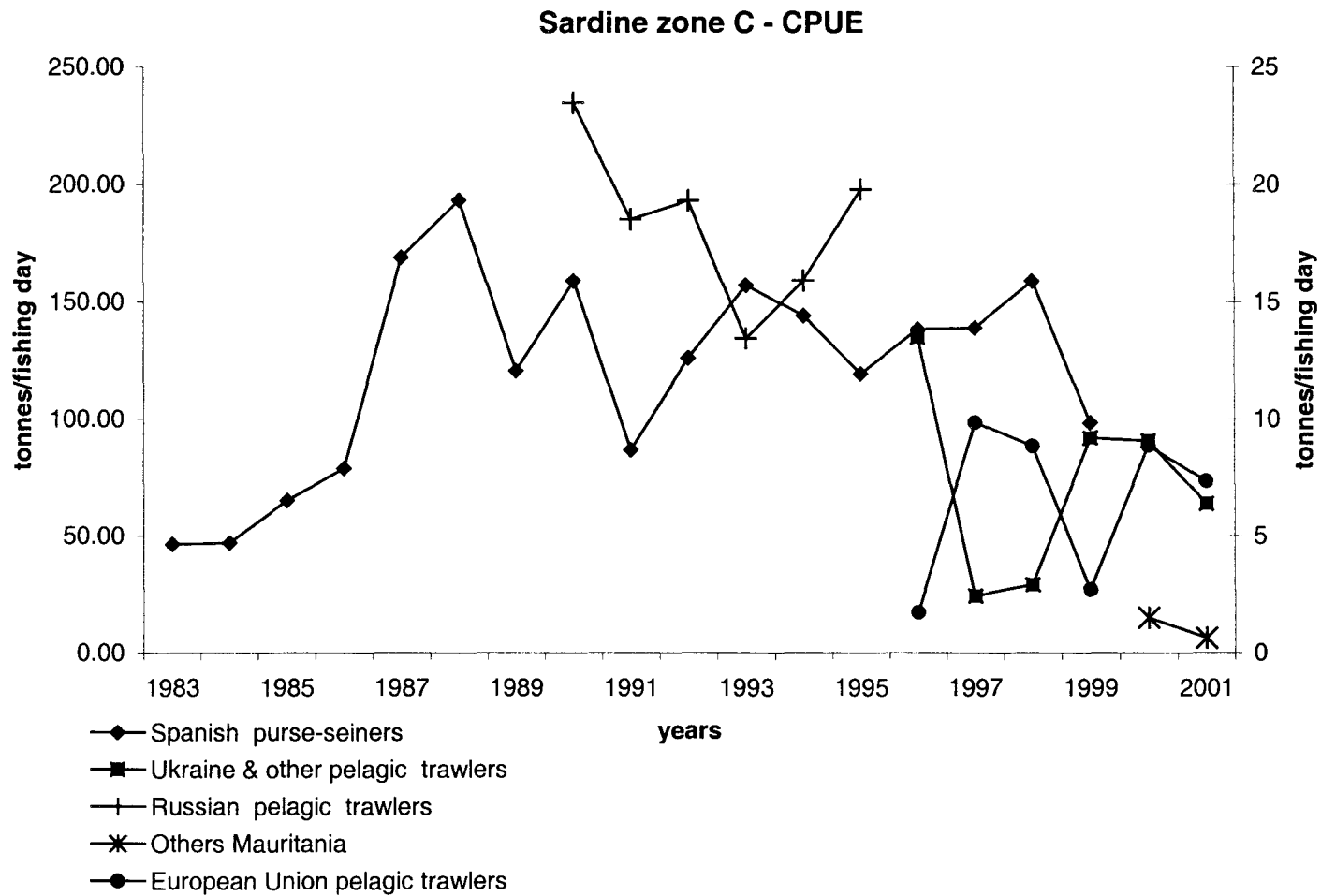


Figure 2.5.1 - CPUEs of Sardine (*Sardina pilchardus*) from fisheries in Zone C (26°N-20°N)

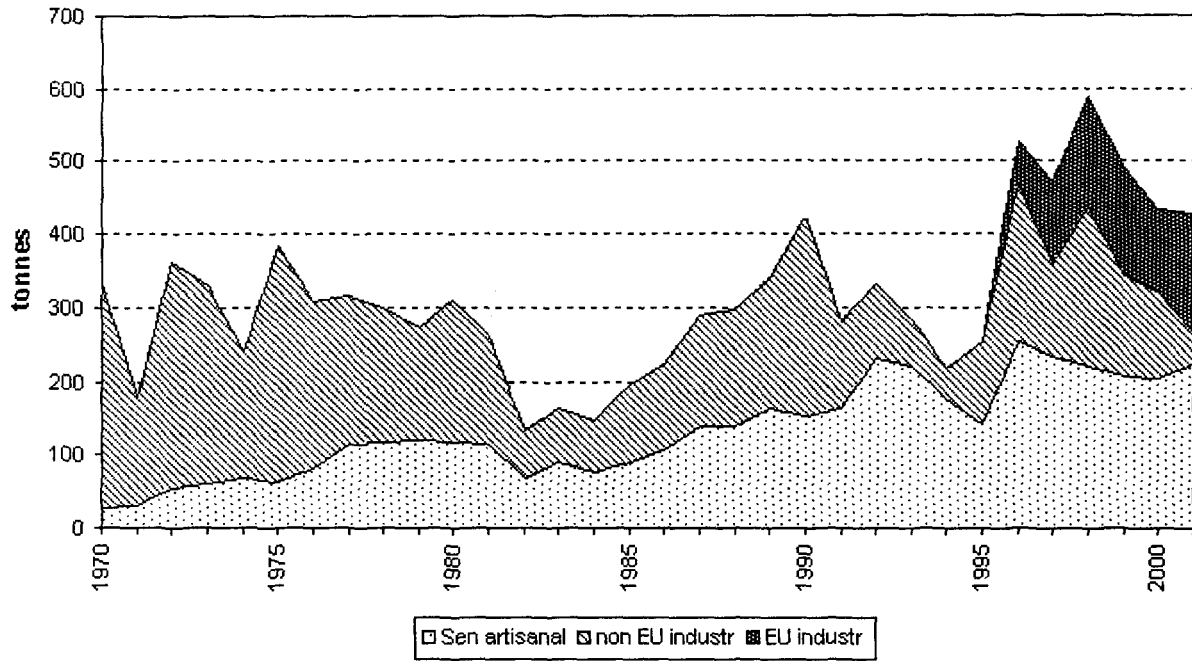


Figure 3.3.1 - Total catch of sardinella

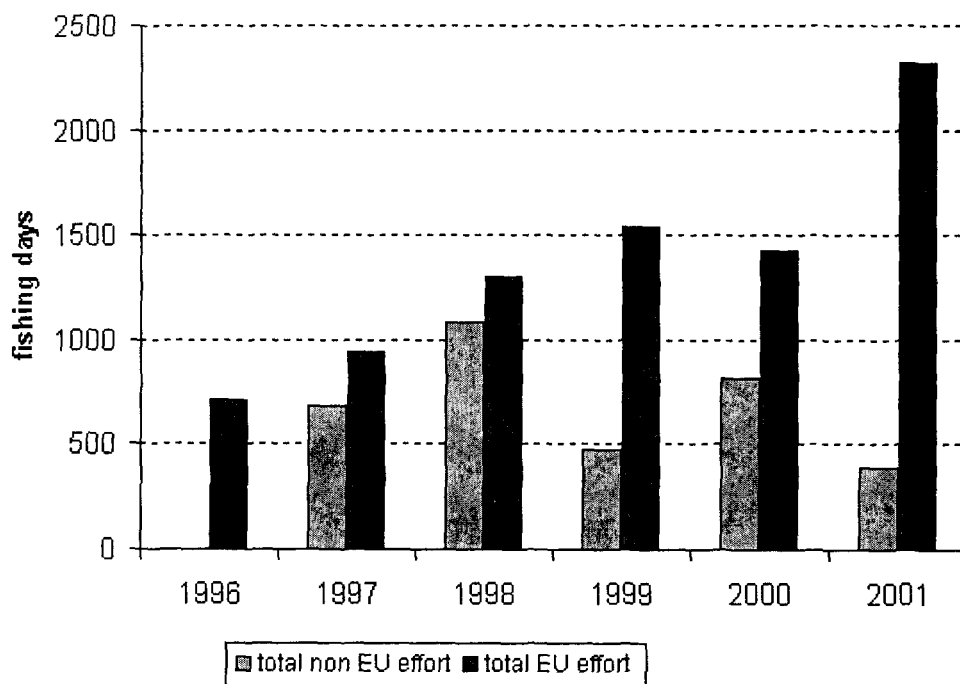


Figure 3.3.2 - Fishing effort sardinella (mainly *S. aurita*) in Mauritania (Effort expressed in fishing days of a standard 10 000 HP EU trawler)

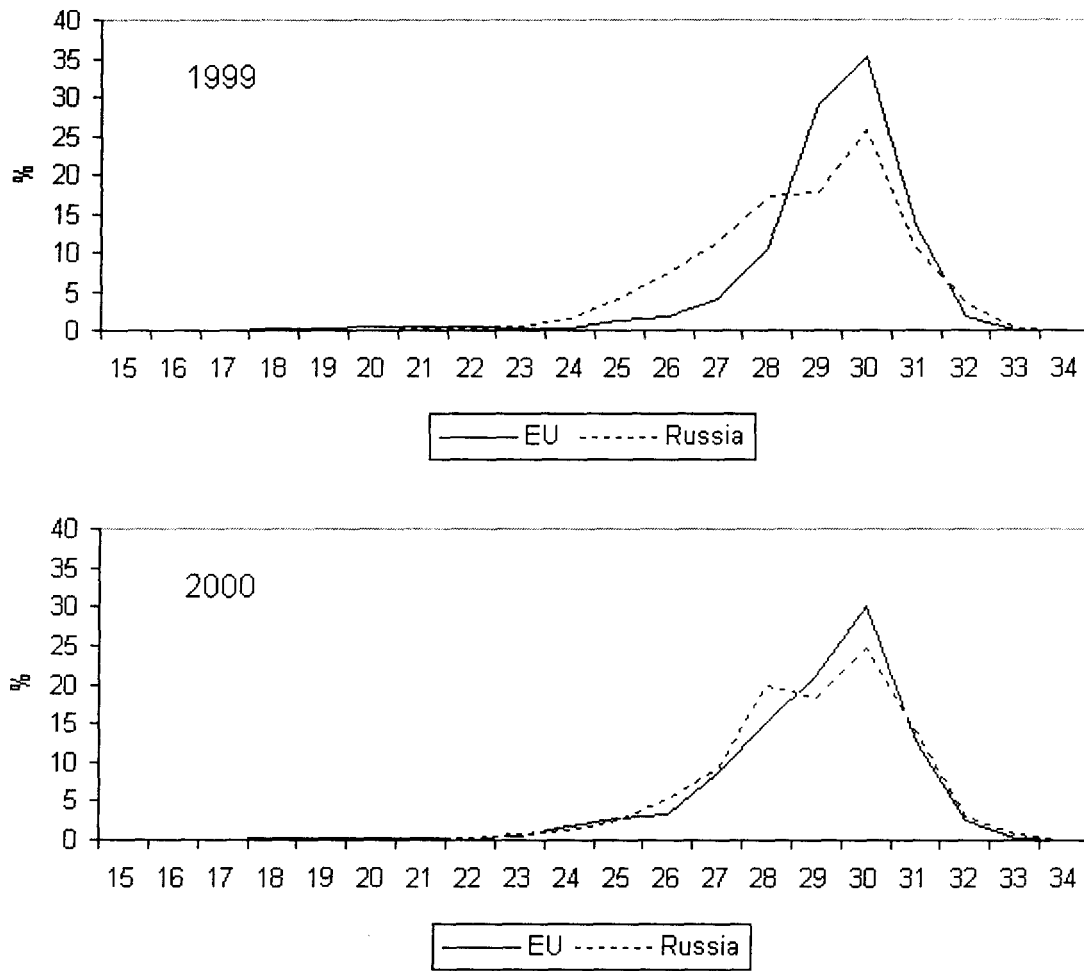


Figure 3.4.1 - *Sardinella aurita*. Comparison length distribution EU catch and Russian catch in Mauritania

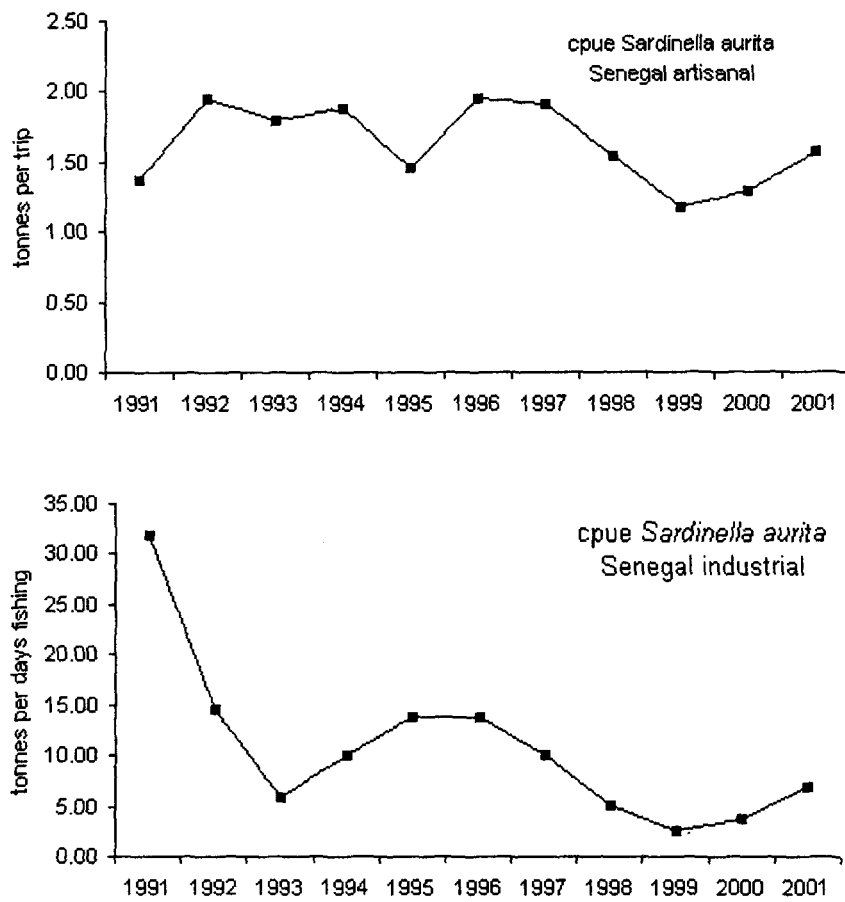


Figure 3.5.1a - CPUE series for *Sardinella aurita* in Senegal

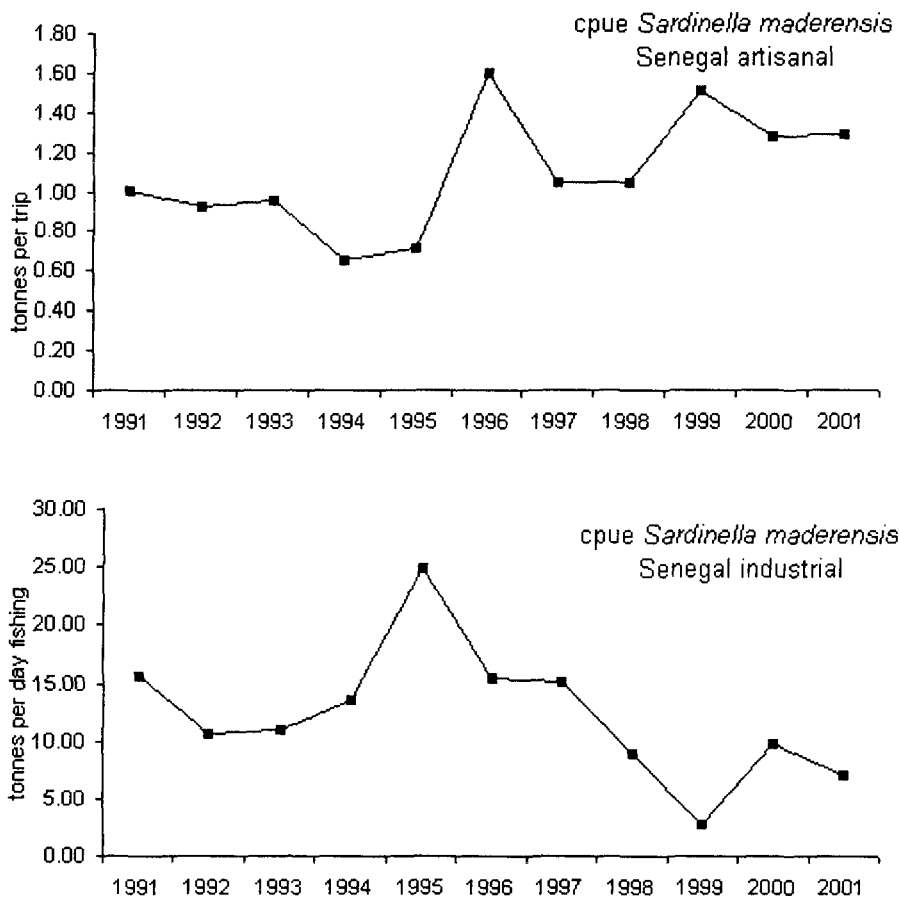


Figure 3.5.1b - CPUE series for *Sardinella maderensis* in Senegal

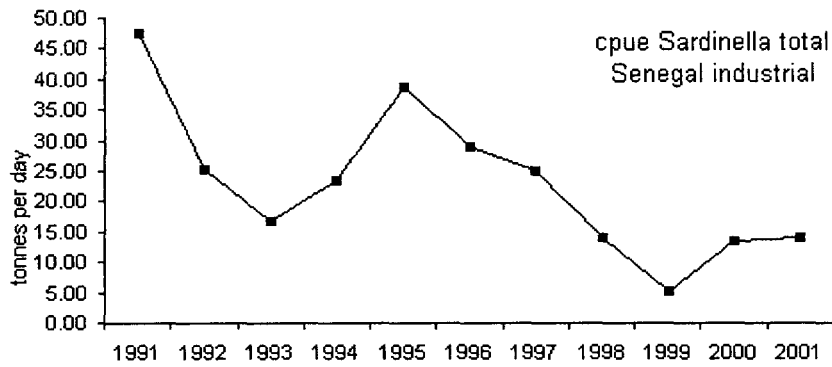
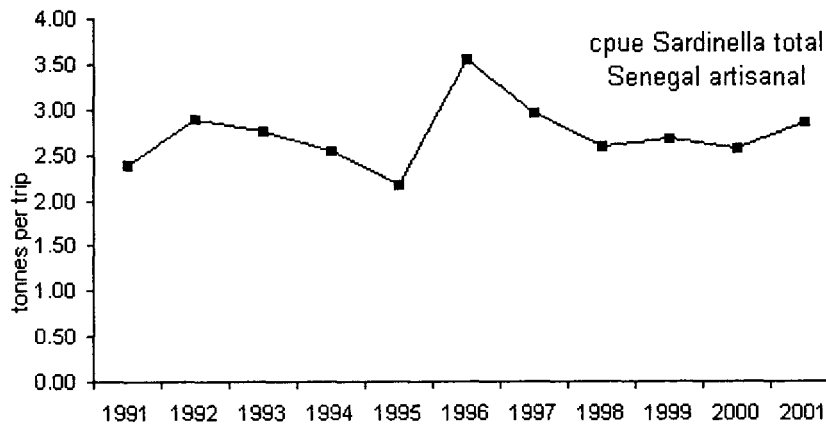


Figure 3.5.1c - CPUE series for total Sardinella in Senegal

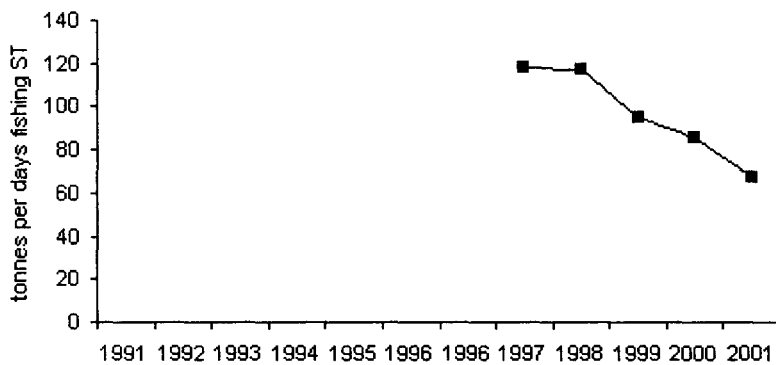


Figure 3.5.1d - CPUE for total sardinellas in Mauritania by Dutch fleet

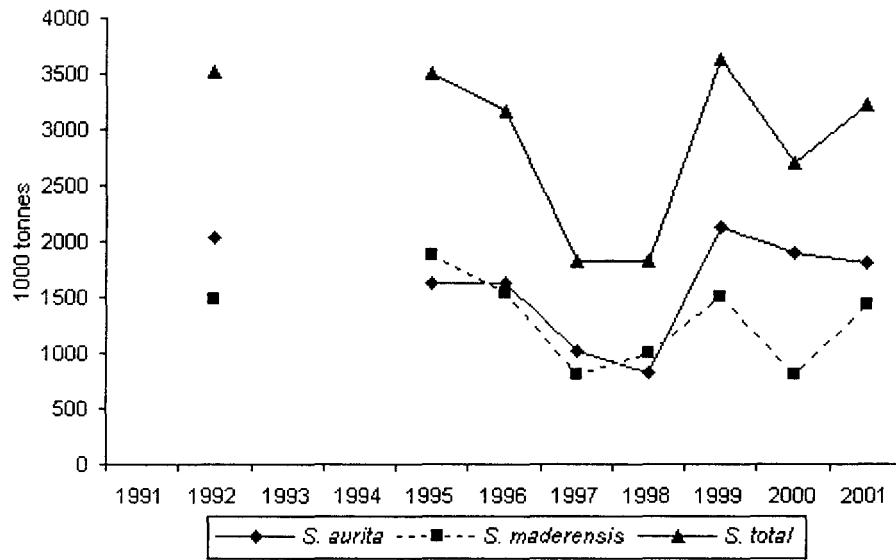


Figure 3.5.2 - Biomass (1000 tonnes) of acoustic surveys by R/V Dr. Fridtjof Nansen

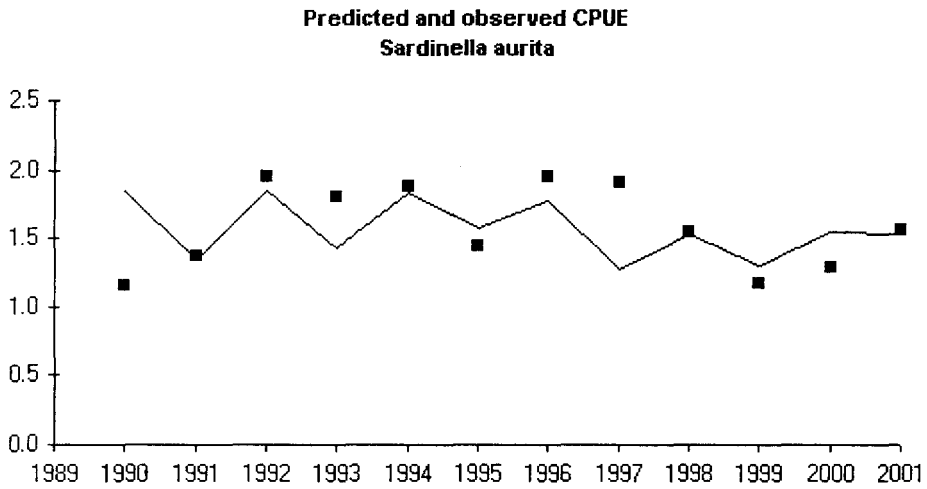


Figure 3.6.1a - Indexes from the artisanal fishery in Senegal

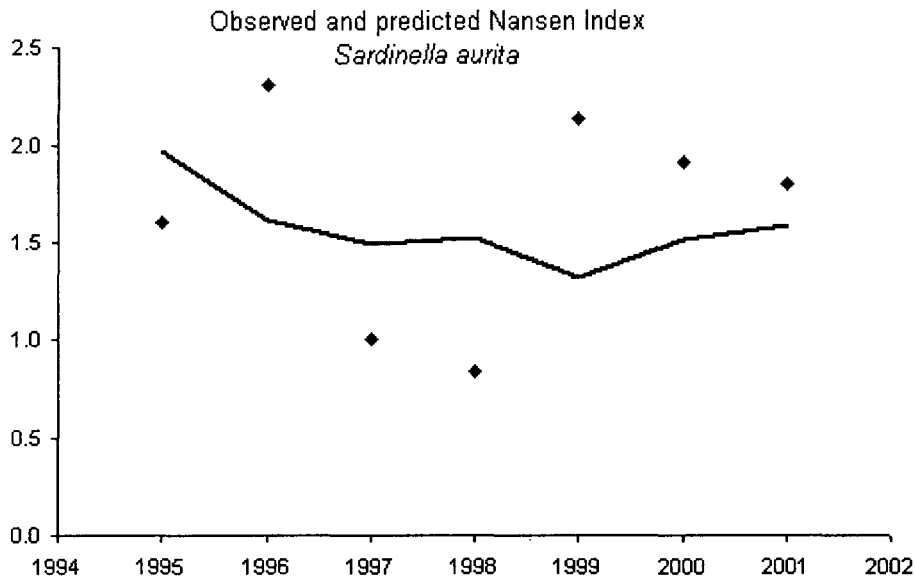


Figure 3.6.1b - Observed and predicted index using biomass estimates from R/V Dr. Fridjof Nansen for *Sardinella aurita* 1995-2001

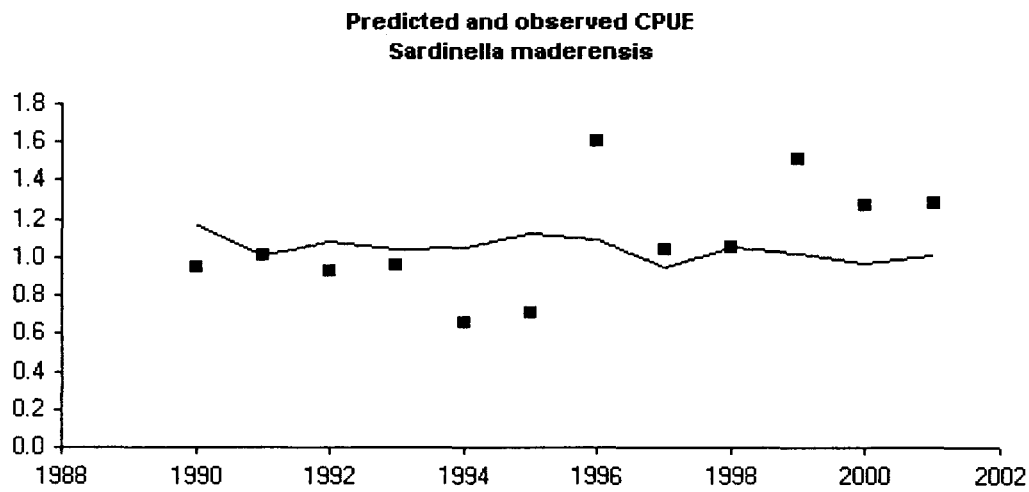


Figure 3.6.1c - Observed and predicted CPUE of *Sardinella maderensis* 1990-2001 indexes from the artisanal fishery in Senegal

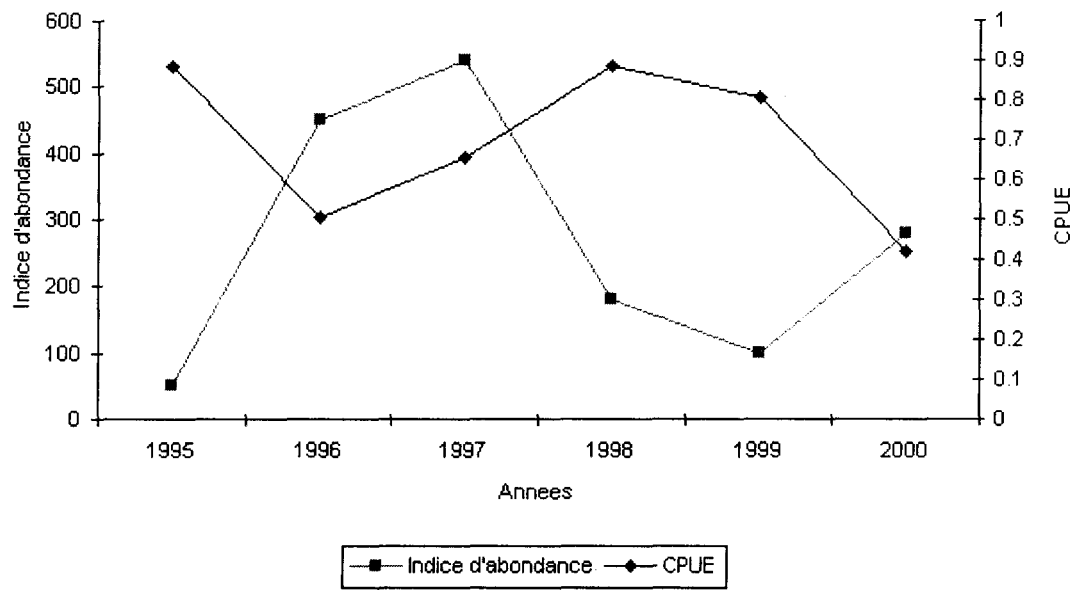


Figure 4.6.1 - Trends in biomass indices and CPUE of *T. trachurus*

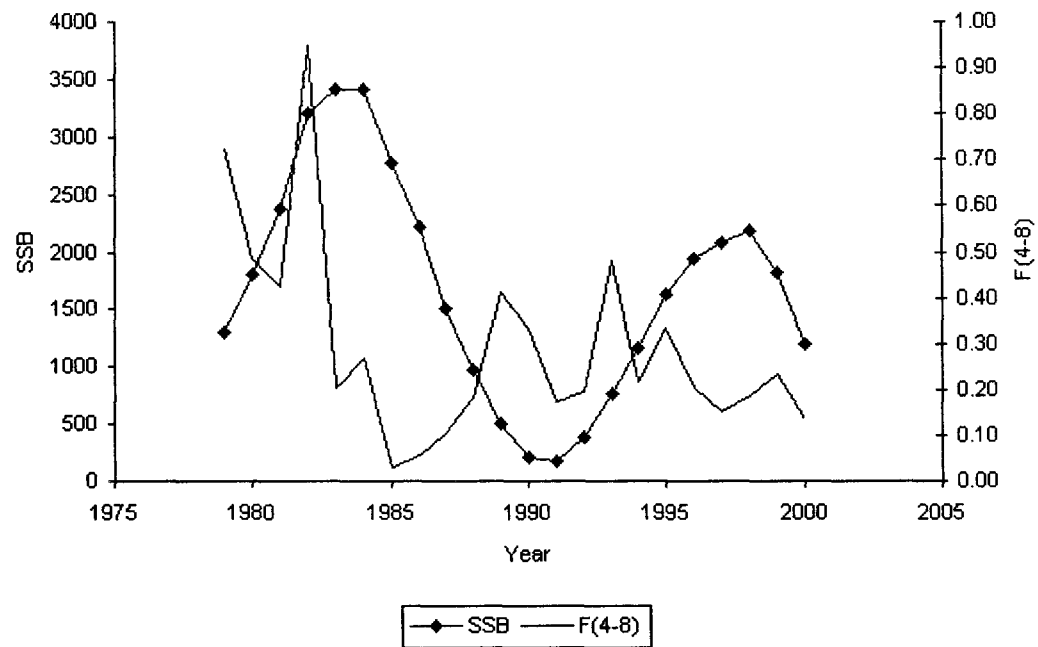


Figure 4.6.2 - Development of SSB and fishing mortality (age 4-8) *T. trachurus* from ICA

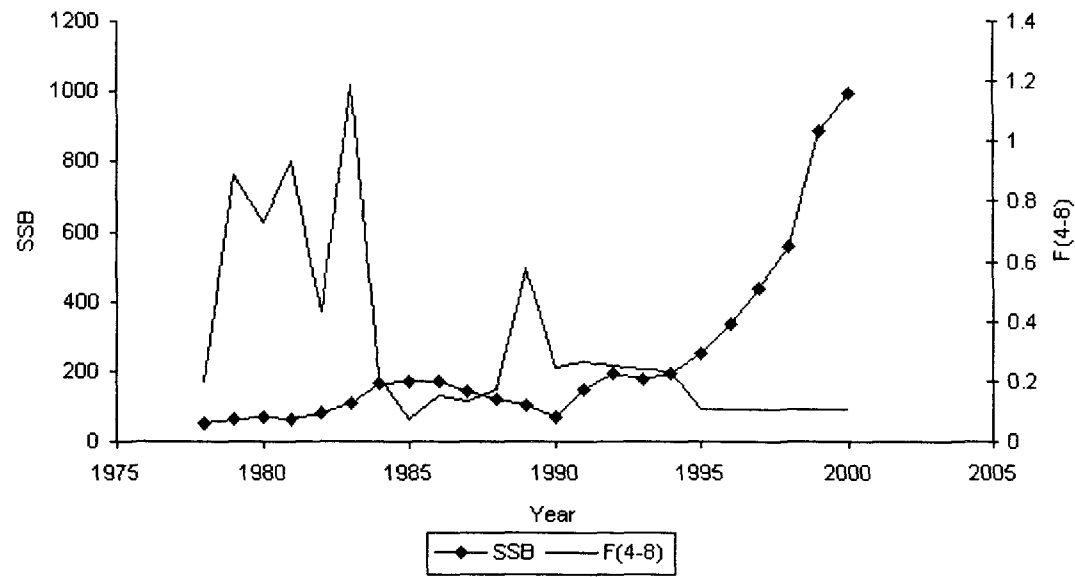


Figure 4.6.3 - Development of SSB and fishing mortality (age 4-8) *T. tracae* from ICA

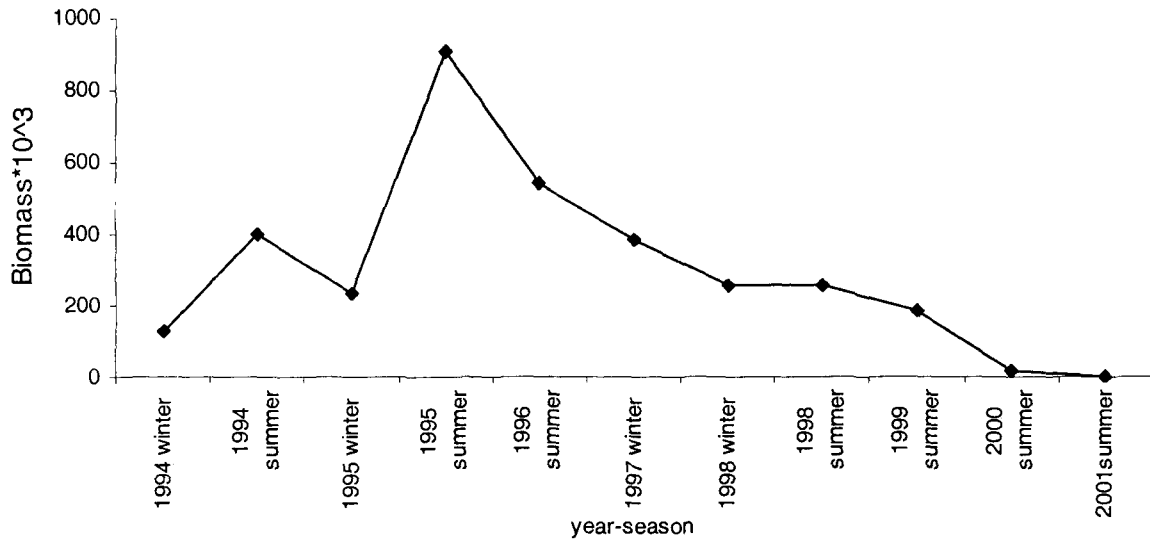


Figure 5.5.2 - AtlantNIRO acoustic surveys

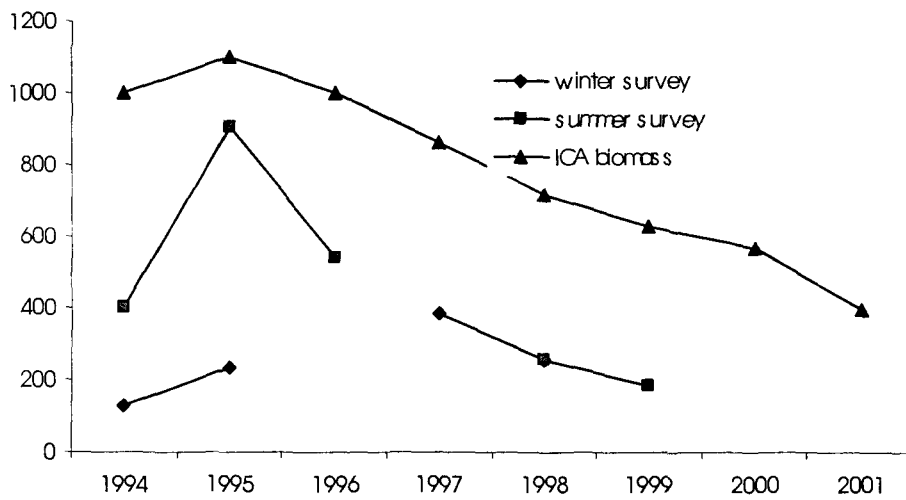


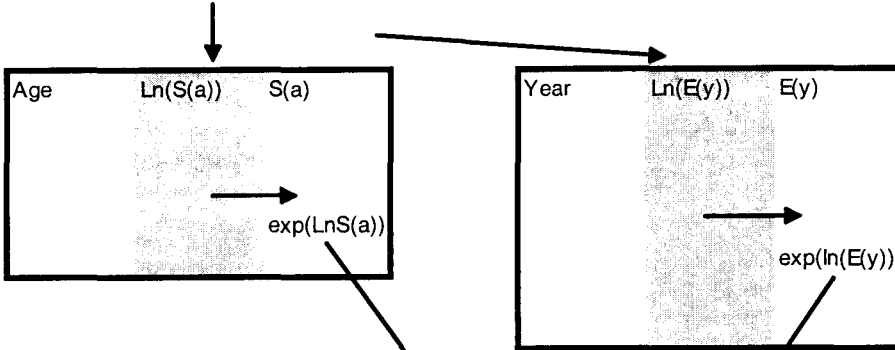
Figure 5.6.1 - Chub mackerel biomass estimated by AtlantNIRO acoustic surveys and by ICA method tuned on CPUE, thousand tonnes

Input Data

Catch in numbers by age and by year

Age	Year
$C(a,y)$ to be used for stock and residual calculations below	

Cells to be changed by SOLVER



Fishing mortality $F(a,y)$

Age	Year
$F(a,y) = S(a)*E(y)$	

Stock in numbers $N(a,y)$

Age	Year	2001
$N(a,y) = N(a+1,y+1)*\exp(F(a,y)+M(a))$		
$=\text{Catch}(a,y)*(F(a,y)+M(a))/F(a,y)/(1-\exp(-F(a,y)-M(a)))$		

*) $M(a)$ is given on the input sheet

Log Catch Residuals

Age	Year	2001
$\text{Ln}C(a,y) - \text{ln}[N(a,y)*F(a,y)/(F(a,y)+M(a))*(1-\exp(F(a,y)+M(a)))]$		

From Log Acoustic index residual calculations

Target cell = $\text{SUMSQ}(\text{LnCatch}) + \text{SUMSQ}(\text{In Residuals(Acoustic index)})$

APPENDIX/ANNEXE II
***Sardinella aurita* Otoliths Exchange**

Country	Institution	Co-ordinator	Reader	Address
Senegal	CNROP	Birane Samb	Mor Sylla	CRODT BP 2241 Dakar Sénégal tél 8348041
Gambia	DOF	Asberr Mendy	Asberr Mendy	Fisheries Department 6, Muammar Ghaddafi Ave. Banjul, The Gambia
Mauritania/Netherlands	IMROP	Ebaye Ould Mohamed Mahmoud /Ad Corten	Wagué Abdoulaye Irmén Mantingh	IMROP B.P. 22 Nouadhibou, Cansado Mauritanie
Morocco	INRH	Salah Ben Cherifi	El Youssefi Ahmed	2, rue de Tiznit Casablanca
Spain	IEO/Canárias	Maria Teresa Garcia Santamaría	Maria Teresa Garcia Santamaría	Avda. San Andrés s/n 38120 S/ C de Tenerife
Russia	AtlantNiro	Nikolay Timoshenko	Luisa Olga	Dm. Donskogo str.5 236000 Kaliningrad

APPENDIX/ANNEXE III
Available information on Chub Mackerel (*Scomber japonicus*)

STOCK NORTH	
MOROCCO	
Catches (t)/month/1983-2001	
Effort (trips with catches)/month/1983-2001	
Index of abundance (FN 2000-01)	
Index of abundance (AtlaN 1994-99)	
Length composition/ month/1990-2001	-
	-
	-
	-
	-
	-

STOCK SUD		
MAURITANIE	SENEGAL	GAMBIE
Catches (t)/month/1984-2001	Catches (t)/month/1966-2001 (Industrial) Catches (t)/month/1974-2000 (Artisanal)	Catches (t)/year/1990-2001
Standardised effort	Effort (sea days) (Industrial) Effort (n. trips) (Artisanal)	-
Index of abundance (AtlaN 1995-1999)	CPUE available	-
Index of abundance (FN 2000-2001)	-	-
Length composition/some months/1999-2001	-	-
Age composition/quarter/1984-2001 (Russia)	-	-
Growth parameters (length and weight) (Russia)	-	-
Maturity ogive (Russia)	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

STOCK SUD	
MOROCCO *	RUSSIA and Others
Catches (t)/month/1993-2001	Catches (t)/month/1984-2001
Effort (fishing days)/month/1993-2001	Standardised effort
Index of abundance (FN 2000-01)	Index of abundance (AtlaN 1994-1999)
Index of abundance (AtlaN 1994-99)	
Length composition/ month/1996-98-99	Length composition/some months/1984-2001
-	Age composition/quarter/1984-2001
-	Growth parameters (length and weight)
-	Maturity ogive/Length at first maturity
-	Mean weight of catch/1984-2001
-	Natural mortality
-	Fishing mortality/1992-2001

REFERENCES/RÉFÉRENCES

- Anon. 2000. Etude sur les conditions d'affrètement des navires pélagiques. *Promoconsult Oceanic Développement*. 47 pages + annexes.
- Barkova N.A., M.V. Domanevskaya, V.A. Rikhter and Z.A. Checheva 2002. Résultats d'application de l'approche de précaution (AP) à la gestion des pêches des populations de poissons de l'Atlantique Centre-Est avec une disponibilité insuffisante d'information. *WP presented to the WG*.
- Baron, I.C. 1972. Preliminary studies on the blood of *Sardinella* from the West African coast. "12 Th Europ.Conf. Animal Blood Groups and Biochem. polymorphism. Budapest, 1970".-Budapest.- 1972.- P.593-595.
- Belvèze, H. et M. Rami 1978. Détermination de l'âge de la sardine marocaine (*Sardina pilchardus* Walb.). Eléments de croissance comparés. *Bull. Inst. Pêches Marit. Casablanca*, (23): 57-81.
- Biaz, R. 1978. Mise au point d'une méthode d'identification des populations de sardines par électrophorèse des protéines solubles du noyau du cristallin. *Bull. Inst. Pêches Marit. Casablanca* (23) : 3-55.
- Bravo de Laguna, J., M.A.R. Fernandez and J.C. Santana 1976. The Spanish fishery on sardina (*Sardina pilchardus*) off West Africa. ICES. C.M. 1976/ J:13. Pelagic Fish (Southern) Committee. 19pp.
- Bravo de Laguna, J., M.A.R. Fernandez, R. Goñi and A. Delgado 1979. Growth studies of *Sardina pilchardus* (Walb.) done by direct methods and scalimetry, off West Africa. ICES C. M. 1979/H :52. 20pp.
- Butterworth, D.S. and P.A. Andrew 1984. Dynamic catch-effort models for the hake stocks in ICSEAF Divisions 1.3 to 2.2. Colln.scient. Paper int. Comm. SE. Atl. Fish. 14(1): 109-160.
- Chavance, P. 1991. La pêche industrielle des espèces pélagiques côtières. In Chavance, P. and M. Girardin (eds.). L'environnement, les ressources et les pêcheries de la ZEE mauritanienne. *Bull. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et Pêches, Nouadhibou*, 23 pp: 138-140.
- Corten, A. 1999. La pêche des petits pélagiques dans les eaux mauritaniennes par les pays de l'Union Européenne in Evaluation des stocks et des pêcheries mauritaniennes. Voies de développement et d'aménagement. Rapport du quatrième groupe de travail du CNROP. Nouadhibou. Mauritanie du 07-13 décembre 1998. COPACE/PACE SERIES 99/64 pp: 120-135 .
- Darby, C.D. and S. Flatman 1994. Virtual Population Analysis: version 3.1 (Windows/DOS) user guide. *Info. Tech. Ser., MAFF Direct. Fish. Res.*, Lowestoft, (1): 85pp.
- Deriso, R.B, T.J. Quinn and P.R.Neal 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42:815-824.
- Eltink, A.T.G.W., A.W. Newton, C. Morgado, M.T.G. Santamaria and J. Modin 2000. Guidelines and Tools for Ageing Reading Comparisons – version 1 October 2000. *EFAN Report 3-2000*, 75pp.
- FAO 1978. Report of the working group on standardization of age determination of the sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum). CECAF/TECH 78/8: 12 pp.
- FAO 1979. Rapport du séminaire pour l'unification des techniques de lecture d'âge et d'interprétation de *Sardina pilchardus* (Walb.). COPACE/TECH 79/18: 32 pp.
- FAO 1985. Rapport de la troisième réunion du Groupe de travail ad hoc sur *Sardina pilchardus* (Walb.). Rome 157p. COPACE/PACE SERIES 85/39.

- FAO 1989. Les ressources halieutiques de la ZEE mauritanienne. Description, évaluation et aménagement. Josse E.(Ed.). Rapport du deuxième groupe de travail CNROP/FAO/ORSTOM (11-22 Novembre 1988) COPACE/ PACE /SERIES /89 /49. 222 p.
- FAO 1990. Rapport des groupes de travail ad hoc sur la sardine et sur les chinchards et les maquereaux dans la région nord du COPACE. Rome 372p. COPACE/PACE SERIES 90/50.
- FAO 1993. Groupe de travail ad hoc sur les sardinelles et autres espèces de petits pélagiques côtiers de la zone nord COPACE. Dakar, Sénégal 29 novembre 3 décembre 1993. COPACE/PACE SERIES 91/58. 168 p.
- FAO 1994. Groupe de travail ad hoc sur les sardinelles et autres espèces de petits pélagiques côtiers de la zone nord du COPACE. CRODT-Dakar – 29 nov. – 3 déc. 1993 COPACE/PACE SERIES 94/58. Rome, FAO 1994. 295p.
- FAO 1995. Evaluation des stocks et des pêcheries mauritaniennes: Voies de développement et d'aménagement. Rapport du 3ème groupe de travail CNROP. Nouadhibou, Mauritanie, 20-26 Novembre 1993. COPACE/ PACE/SERIES 95/60. 114 p.
- FAO 1997 Rapport du groupe de Travail *ad hoc* sur la sardine. COPACE/PACE SERIES 97/61: 164 p.
- FAO 2001. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. FAO Fisheries Report N° 657.
- Furnestin, J. 1950. Premières observations sur la biologie de la sardine marocaine. *Rapp. P-v. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 126. Rapp.-Atlantique: 57-61.
- Furnestin, J. 1950. Etude comparative de quelques caractères métriques des sardines du Golfe de Gascogne et du Maroc. Mémoire N° 14 de l'Office des pêches Maritimes, séries spéciales:Biologie des culpeidés.
- Furnestin, J. 1950. Les races de sardines du Détroit de Gibraltar et de ses bords. *Rapp.P.V. Réun. Cons.Int.Explor.Mer* 126:62-67.
- Fournier, D.A and C.P. Archibald 1982. A general theory for analyzing catch at age data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:1195-1207.
- Garcia, S. 1982. Distribution, migration and Spanning of the main fish resources in the northern CECAF Ana. FAO, CECAF/ECAF Series 82/25 (En) : 9p.11.Carte hors format.
- Gavaris, S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. *Canadian Atl. Fish. Sci. Adv. Comm.(CAFSAC) Res. Doc.* 88/29. 12p.
- Gavaris, S. 1993. Analytical estimates of reliability for the projected yield from commercial fisheries. p. 185-192. In Smith, S.J.
- Koudersky S.K., N.A Barkova, A.N. Provotorova and I.N. Sénina 1993. Evaluation de l'influence des variations des conditions thermiques sur la reproduction des chinchards, maquereau espagnol et sardine européenne dans l'Atlantique Centre-Est/Ecologie et stocks de poissons exploités en Atlantique de l'Est.: Recueil des travaux scientifiques de l'AtlantNIRO. Kaliningrad. p.19-34.
- Krzeptowski, M. 1975. Sardine in Polish catches in the Spanish Sahara region during the years 1971-1974. *ICES CM. 1975/J :18*. Pelagic Fish Committee: 7 pp (mimeo)
- Lassen, H. and P. Medley 2001.Virtual population analysis. A practical manual for stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 400. Rome, FAO. 129p. (Includes a CD- Rom containing additional examples and exercises).
- Ludwig and C.J. Walters 1985. Are age-structured models appropriate for catch –effort data? *Can. J. Fish. u/c quat. Sci.* 42: 1066-1072.
- Maxim, C. 1995. Horse mackerel and false scad stock assessment and catch projections, CECAF Division 34.1.3 and 34.3.1. *Sci. Mar.* 59(3-4) : 611-627.

- Ould Beye, B. 1998. Bulletin statistique pour la période 1991-1997. *Arch. Centr. Rech. Océanogr. et des Pêches*, Nouadhibou Vol.78 : 35p.
- Ould Taleb Ould Sidi Mohamed Mahfoudh 2000. Evolution de l'activité des flottilles industrielles étrangères ciblant les petits pélagiques dans la zone mauritanienne de 1991 à 1999. Analyse spatio-temporelle des captures des sardinelles. Mémoire du Certificat d'Etude Supérieure Approfondie à l'Ecole Nationale Supérieure de Rennes (France). Sept.2000. 55 pages + 35 pages d'annexes.
- Patterson, K.R. and G. Melvin 1995. Integrated catch at age analysis, Version 1.2. Scottish Fisheries Research Report 58:60p.
- Pope, J.G. 1977. Estimation of fishing mortality, its precision and implications for the management of fisheries. In *Fisheries mathematics*, pp. 63-76. Ed. J.H.Steele. Academic Press, London, New York. 198 pp
- Pope, J.G. 1979. Population dynamics and management: current status and future trends. *Invest. Pesq.*, 43: 199-221.
- Pope, J.G. and J.G. Shepherd 1982. A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 40: 176-184.
- Punt, A.E. and R. Hilborn 1996. Biomass dynamic models. User's manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)* No. 10. Rome. FAO. 62 pp.
- Robson, D.S. 1966. Estimation of the relative fishing of individual ships. *ICNAF Bul.* 3: 5-14.
- Sepia 1997. Etude globale pour la formulation d'une politique optimale d'exploitation des ressources pélagiques et semi-pélagiques, Vol 1-8: pag.var.
- Shepherd, J.G. 1992. Extended survivors' analysis: an improved method for the analysis of catch-at-age data and catch-per-unit-effort data. Working paper No.11 ICES Multi-species Assessment Working Group, June 1992, Copenhagen, Denmark. 22pp. (mimeo)
- Stevens, S.M. 1984. A method for weighting residuals in Separable VPA. *ICES CM* 1984/D:4, 4pp.
- Tomlinson, P.K. 1970. A generalisation of the Murphy catch equation *J.Fish.Res.Board Can.*27(4): 821-825.
- Walters, C.J. 1986. *Adaptative Management of renewable Resources*. MacMillan, New York. 374p.

The second meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Banjul, Republic of the Gambia, from 5 to 12 April 2002. During this year's meeting the emphasis was on updating the database as well as knowledge of assessment methods within the group. At the beginning of the meeting a two-day course in assessment methodology was held. A separate section is devoted to each main group of species (sardine, sardinellas, horse mackerels and mackerel). For each of these, actualized information until 2001 is given on stock identity, the fisheries, catch and effort, biological data and abundance indices. A number of preliminary assessments for various species were carried out. Although the group is not yet in a position to make short- or long-term projections, it is expected that the pelagic stocks will decline further in case of an expansion of the (industrial) fishing effort in the area. As a general recommendation, the group therefore suggests that the fishing effort should be restricted to the current level.

La deuxième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Banjul, République de Gambie, du 5 au 12 avril 2002. Au cours de la réunion de cette année, l'accent a été mis sur la mise à jour de la base de données ainsi que sur la connaissance des méthodes d'évaluation à l'intérieur du groupe. Pendant les deux premiers jours de la réunion, un exposé sur la méthode d'évaluation a été présenté. Une section séparée est consacrée à chacune des catégories principales d'espèces (sardines, sardinelles, chinchards et maquereaux). Pour chacune d'elles, des informations actualisées jusqu'en 2001 sont données sur l'identité du stock, les pêcheries, la capture et l'effort, les données biologiques et les indices d'abondance. Un certain nombre d'évaluations préliminaires pour les diverses espèces ont été effectuées. Bien que le groupe ne soit pas encore en mesure de faire des prévisions à court ou à long terme, on s'attend à ce que les stocks continuent à diminuer en cas d'un ultérieur accroissement de l'effort (industriel) de pêche dans la zone. En tant que recommandation générale, le groupe suggère donc que l'effort de pêche soit limité au niveau courant.

ISBN 92-5-004881-5 ISSN 0429-9337



9 7 8 9 2 5 0 0 4 8 8 1 9

TR/MY4427Bi/1/1.03/1300