

Report of the

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

Agadir, Morocco, 17–26 April 2007

Rapport du

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

Agadir, Maroc, 17-26 avril 2007



Copies of FAO publications can be requested from:
Sales and Marketing Group
Communication Division
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy
E-mail: publications-sales@fao.org
Fax: +39 06 57053360
Web site: <http://www.fao.org>

Les commandes de publications de la FAO peuvent être
adressées au:
Groupe des ventes et de la commercialisation
Division de la communication
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italie
Courriel: publications-sales@fao.org
Télécopie: +39 06 57053360
Site Web: <http://www.fao.org>

Report of the

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

Agadir, Morocco, 17–26 April 2007

Rapport du

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

Agadir, Maroc, 17-26 avril 2007

The designations employed and the presentation of 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 (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of FAO.

Les appellations employées dans ce produit d'information 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 (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans la présente publication sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN 978-92-5-005888-7

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:

Chief Electronic Publishing Policy and Support Branch
Communication Division
FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

or by e-mail to:

copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information 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 de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière
de publications électroniques
Division de la communication,
FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie

ou, par courrier électronique, à:

copyright@fao.org

© FAO 2007

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 overall objective of the Working Group is to assess the status of the small pelagic resources in Northwest Africa and recommend on fisheries management and exploitation options aimed at ensuring optimal and sustainable use of small pelagic fish resources for the benefit of coastal countries.

The seventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Agadir, Morocco, from 17 to 26 April 2007.

A first editing of the report was made by all the participants of the Working Group. Final technical editing was done by Ana Maria Caramelo and Merete Tandstad. We are grateful to Stephen Cofield, Marie-Thérèse Magnan, Sacha Lomnitz and Françoise Schatto 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 États 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 général du Groupe de travail est de contribuer à l'amélioration de l'évaluation des ressources des petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et d'analyser la gestion 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.

La septième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réunie à Agadir, Maroc du 17 a 26 avril 2007.

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

Distribution :

Participants in the Working Group/Participants au Groupe de travail

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

FAO Fisheries and Aquaculture Department/Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO

Norwegian Agency for International Development/Organisme norvégien pour le développement international (NORAD)

Institute of Marine Research (IMR), Norway/Institut de recherche marine, Norvège

Ministry of Agriculture of the Netherlands/Ministère de l'agriculture des Pays-Bas

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies/Institut pour les ressources marines et les études de l'écosystème (IMARES) (previously Netherlands Institute for Fisheries Research/auparavant Institut néerlandais pour la recherche sur la pêche)

FAO.

Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Agadir, Morocco, 17–26 April 2007.

Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Agadir, Maroc, 17-26 avril 2007.

FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 849. Rome, FAO. 2007. 238 p.

ABSTRACT

The seventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Agadir, Morocco, from 17 to 26 April 2007. The Group assessed the status of the small pelagic resources in Northwest Africa and made projections on the development of the status of the stocks and on future effort and catch levels. The advices for the stocks are given in relation to the agreed reference points $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ and B_{MSY} and on the basis of the projections for the next five years.

The structure of the report is the same as that of the 2006 Working Group report (FAO, 2006). A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy). For each of these, standardized information is given on stock identity, fisheries, abundance indices, sampling intensity, biological data, assessment, projections, management recommendations and future research.

In the absence of reliable age compositions, the Working Group used dynamic production models for all stocks. Most stocks in the area are influenced by abnormal hydrographical conditions in certain years. An index of environmental quality has therefore been introduced in the production models since 2005. It should be noted that, for most of the stocks, the time series from the acoustic surveys with the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN is used as the index of abundance in the assessments and future assessments would therefore depend on the continuation of the time series by the local research vessel.

The results of the assessments indicate that the stock of round sardinella is overexploited and consequently a decrease in effort of 50 per cent of actual effort in the total sardinella fishery was recommended (corresponding to a total of catch of 220 000 tonnes in 2008). The Atlantic horse mackerel was also found to be overexploited whereas the Cunene horse mackerel was found to be fully exploited. Given that this is a mixed fishery, with other species, it was recommended that the effort in 2008 should decrease about 20 percent with respect to the effort in 2006 and consequently the catches of the two species of horse mackerel should not exceed the level of 260 000 tonnes in 2008. The sardine stock in Zone A+B was found to be overexploited and the Working Group recommended to decrease the effort by 20 per cent corresponding to a catch level of 350 000 tonnes in 2008. The stock of sardine in Zone C was found to be not fully exploited and it was noted that the total catch level may be temporarily increased, but should be adjusted to natural changes in the stock. The mackerel was found not to be fully exploited, the 2008 catches should not exceed the current level of 200 000 tonnes.

No reliable conclusions were reached from the assessment models applied to bonga and anchovy but, in the case of anchovy, acoustic estimates show a decrease in biomass from 2005 to 2006. Thus, for anchovy, as a precautionary measure, the catch level for this species should not exceed the average over the last three years (115 000 tonnes). For bonga, the recommendation from 2006 that, as a precautionary measure, the catch level should not exceed 42 000 tonnes was maintained given that no new information is available.

The Working Group recommended that surveys covering the whole subregion should be carried out in 2007/2008 and in subsequent years (in November–December) to provide biomass estimates and continue the series initiated by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. It also recommends continuing work on age reading of sardine and sardinella to improve the models of stock assessment.

RÉSUMÉ

La septième 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 Agadir, Maroc, du 17 au 26 avril 2007. Le Groupe a examiné l'état actuel des ressources de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et fait des projections sur le développement, l'effort futur et les niveaux de capture. Des conseils concernant l'état des stocks sont donnés par rapport aux points de référence convenus, $F_{0.1}$, F_{MSY} , $B_{0.1}$ and B_{MSY} et sur la base des projections pour les cinq prochaines années.

La structure du rapport est la même que celle du Groupe de travail de 2006 (FAO, 2006). Une section séparée est consacrée à chacune des catégories principales d'espèces (sardine, sardinelle, chinchards, maquereaux, bonga et anchois). Pour chacune d'elles des informations standardisées sont données sur l'identité du stock, les pêcheries, les indices d'abondance, l'intensité de l'échantillonnage, les données biologiques, les projections, les recommandations d'aménagement et la recherche future.

En l'absence de compositions par âge fiables, le Groupe de travail a utilisé des modèles de production dynamique pour tous les stocks. La plupart des stocks dans la région sont influencés par les conditions anormales hydrographiques pour certaines années. Un indice de qualité de l'environnement a donc été introduit dans les modèles de production après 2005. Il faut cependant noter que pour la plupart des stocks la série chronologique des campagnes acoustiques avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN est utilisée comme indice d'abondance dans les évaluations, les futures évaluations dépendraient donc de la continuation de la série chronologique par les bateaux de recherche locaux.

Les résultats des évaluations indiquent que le stock de sardinelle ronde est surexploité et par conséquent une diminution de 50 pour cent de l'effort actuel pour la pêche totale de la sardinelle a été recommandée (ce qui correspond à une capture totale de 220 000 tonnes en 2008). On a constaté que le chinchard atlantique était aussi surexploité tandis que le chinchard du Cunène était pleinement exploité. Comme il s'agit d'une pêcherie mixte, une diminution de 20 pour cent en ce qui concerne l'effort conduisant à une baisse des captures des deux chinchards a été recommandée pour 2008 (correspondant à un total de 260 000 tonnes en 2008). On a noté que le stock de sardine dans la Zone A+B était surexploité et le Groupe de travail recommande une diminution de l'effort actuel de 20 pour cent correspondant à un niveau des captures de 350 000 tonnes en 2008. On a noté que le stock de sardine dans la Zone C n'était pas complètement exploité et que le niveau total des captures pouvait être temporairement augmenté, mais qu'il doit être ajusté aux changements naturels du stock. Il s'est avéré que le maquereau n'était pas pleinement exploité, mais comme il s'agit d'une pêcherie mixte avec d'autres espèces, il a été recommandé que les captures de 2008 ne dépassent pas le niveau actuel de 200 000 tonnes.

Aucune conclusion fiable n'a été tirée à partir des modèles d'évaluation appliqués à l'ethmalose et à l'anchois mais, pour l'anchois, les estimations acoustiques montrent une biomasse en diminution de 2005 à 2006. Donc, pour l'anchois, comme mesure de précaution, le niveau de capture ne devrait pas dépasser la moyenne des trois dernières années (115 000 tonnes). Pour l'ethmalose, la recommandation de 2006, à savoir que comme mesure de précaution le niveau de capture ne devrait pas dépasser 42 000 tonnes, est maintenue car aucune information nouvelle n'est disponible.

Le Groupe de travail a recommandé que les campagnes scientifiques couvrant l'ensemble de la sous-région soient régulièrement conduites en 2007/2008 et les années suivantes (en novembre-décembre) afin de fournir des estimations de biomasse et continuer la série commencée par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN. Il a également recommandé de continuer le travail de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle pour améliorer les modèles d'évaluation du stock.

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 Follow up on the 2006 Working Group recommendations on future research.....	2
1.6 Overview of catches.....	3
1.7 Overview of regional acoustic surveys	4
1.8 Quality of data and assessment methods.....	6
1.9 Methodology and software	6
1.10 Age reading.....	7
1.11 Planning Group for the coordination of acoustic surveys.....	8
1.12 Symposium	8
2. SARDINE	9
2.1 Stock identity	9
2.2 Fisheries	9
2.3 Abundance indices	10
2.3.1 Catch per unit of effort	10
2.3.2 Acoustic surveys	10
2.4 Sampling of commercial fisheries	12
2.5 Biological data	12
2.6 Assessment.....	13
2.7 Projections	15
2.8 Management recommendations	15
2.9 Future research.....	16
3. SARDINELLA	17
3.1 Stock identity	17
3.2 Fisheries	17
3.3 Abundance indices	18
3.3.1 Catch per unit of effort.....	18
3.3.2 Acoustic surveys	19
3.4 Sampling of commercial fisheries.....	20
3.5 Biological data	21
3.6 Assessment.....	22
3.7 Projections	23
3.8 Management recommendations	24
3.9 Future research.....	24
4. HORSE MACKEREL	25
4.1 Stock identity	25
4.2 Fisheries	25
4.3 Abundance indices	26
4.3.1 Catch per unit of effort.....	26
4.3.2 Acoustic surveys	26
4.4 Sampling of commercial fisheries.....	28
4.5 Biological data	29
4.6 Assessment.....	30
4.7 Projections	32
4.8 Management recommendations	33
4.9 Future research.....	33

5. CHUB MACKEREL	34
5.1 Stock identity	34
5.2 Fisheries	34
5.3 Abundance indices	35
5.3.1 Catch per unit of effort.....	35
5.3.2 Acoustic surveys	36
5.4 Sampling of commercial fisheries.....	38
5.5 Biological data	38
5.6 Assessment.....	39
5.7 Projections	40
5.8 Management recommendations	40
5.9 Future research.....	40
6. ANCHOVY	41
6.1 Stock identity	41
6.2 Fisheries	41
6.3 Abundance indices	42
6.3.1 Catch per unit of effort.....	42
6.3.2 Acoustic surveys	42
6.4 Sampling of commercial fisheries.....	43
6.5 Biological data	43
6.6 Assessment.....	43
6.7 Projections	44
6.8 Management recommendations	44
6.9 Future research.....	44
7. BONGA	44
7.1 Stock identity	44
7.2 Fisheries	44
7.3 Abundance indices	45
7.3.1 Catch per unit of effort.....	45
7.3.2 Acoustic surveys	45
7.4 Sampling of commercial fisheries.....	45
7.5 Biological data	46
7.6 Assessment.....	46
7.7 Projections	46
7.8 Management recommendations	46
7.9 Future research.....	46
8. GENERAL CONCLUSIONS	47
9. FUTURE RESEARCH	49

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	51
1.1 Termes de référence.....	51
1.2 Participants	51
1.3 Définition de la zone de travail.....	52
1.4 Structure du rapport	52
1.5 Suivi des recommandations 2006 du Groupe de travail relatives aux recherches futures ...	52
1.6 Vue d'ensemble des débarquements.....	53
1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales	55
1.8 Qualité des données et méthodes d'évaluation	56
1.9 Méthodologie et logiciel	56
1.10 Lecture d'âge	57

1.11	Groupe de planification des campagnes acoustiques	58
1.12	Symposium	59
2.	SARDINE	59
2.1	Identité du stock	59
2.2	Les pêcheries.....	60
2.3	Indices d'abondance.....	61
2.3.1	Capture par unité d'effort.....	61
2.3.2	Campagnes acoustiques	61
2.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	62
2.5	Données biologiques	63
2.6	Évaluation	64
2.7	Projections	66
2.8	Recommandations d'aménagement	67
2.9	Recherche future	67
3.	SARDINELLES	68
3.1	Identité du stock	68
3.2	Les pêcheries.....	68
3.3	Indices d'abondance.....	69
3.3.1	Capture par unité d'effort.....	69
3.3.2	Campagnes acoustiques	70
3.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	72
3.5	Données biologiques	73
3.6	Évaluation	74
3.7	Projections	75
3.8	Recommandations d'aménagement	76
3.9	Recherche future	76
4.	CHINCHARDS	77
4.1	Identité du stock	77
4.2	Les pêcheries.....	77
4.3	Indices d'abondance.....	78
4.3.1	Captures par unité d'effort	78
4.3.2	Campagnes acoustiques	78
4.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	80
4.5	Données biologiques.....	81
4.6	Évaluation	82
4.7	Projections	84
4.8	Recommandations d'aménagement	85
4.9	Recherche future	85
5.	MAQUEREAU	86
5.1	Identité du stock	86
5.2	Les pêcheries.....	86
5.3	Indices d'abondance.....	88
5.3.1	Capture par unité d'effort.....	88
5.3.2	Campagnes acoustiques	88
5.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales	90
5.5	Données biologiques	90
5.6	Évaluation	91
5.7	Projections	92
5.8	Recommandations d'aménagement	93
5.9	Recherche future	93

6. ANCHOIS	93
6.1 Identité du stock	93
6.2 Les pêcheries.....	93
6.3 Indices d'abondance.....	94
6.3.1 Capture par unité d'effort.....	94
6.3.2 Campagnes acoustiques	94
6.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	95
6.5 Données biologiques.....	96
6.6 Évaluation	96
6.7 Projections	96
6.8 Recommandations d'aménagement	96
6.9 Recherche future	97
7. ETHMALOSE	97
7.1 Identité du stock	97
7.2 Les pêcheries.....	97
7.3 Indices d'abondance.....	98
7.3.1 Capture par unité d'effort.....	98
7.3.2 Campagnes acoustiques	98
7.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales	98
7.5 Données biologiques.....	98
7.6 Évaluation	98
7.7 Projections	98
7.8 Recommandations d'aménagement	98
7.9 Recherche future	99
8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES	100
9. RECHERCHE FUTURE	102
REFERENCES/RÉFÉRENCES	103

TABLES/TABLEAUX

(105–141)

FIGURES/FIGURES

(143–207)

APPENDIXES/ANNEXES

I	List of participants/Liste des participants	209
II	List of working documents/Liste des documents de travail.....	211
III	Biomass dynamic model with environmental effects – User instructions	213
	(in English only/en anglais seulement)	

1. INTRODUCTION

The seventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Agadir, Morocco, from 17 to 26 April 2007. The overall objective of the Working Group was to assess the status of the small pelagic resources in Northwest Africa and recommend on 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 assessed by the group were: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* and *Caranx rhonchus*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), bonga (*Ethmalosa fimbriata*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the region between the southern border of Senegal and the northern Atlantic border of Morocco.

The meeting was funded by project GCP/INT/730/NOR: “International cooperation with the Nansen Programme. Fisheries Management and Marine Environment” and organized by FAO and the “Institut National de Recherche Halieutique” (INRH) of Morocco.

Altogether 18 scientists from seven countries and FAO participated. The chairman of the group was Birane Samb from the Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT).

1.1 Terms of reference

The terms of reference of the Working Group were:

1. Presentation of new data on catch, fishing effort, sampling intensity and biological data by country. Updating of existing data base.
2. Presentation of working papers on research activities. Review of research activities carried out during 2006/2007 as recommended by the Small Pelagics Working Group in 2006.
3. Presentation of reports on the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic surveys carried out in October-December 2006 and from surveys carried out by the research vessels of other countries.
4. Presentation of the report of the Planning Group for the coordination of acoustic surveys.
5. Report on the progress made on age readings of sardine and sardinella in the region.
6. Analyses of catch, fishing effort and biological data for the period 1990–2006, if possible also for the period before 1990.
7. Update stock assessments for sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy.
8. Advise on management for each resource/stock.
9. Coordination of small pelagic research projects.

1.2 Participants

Abdoulaye Sarre (17–21 April)	CRODT
Ad Corten	Special Advisor-IMROP
Ahmedou Ould Mohamed	IMROP
Ana Caramelo	FAO Consultant
Aziza Lakhnigue	INRH-Casablanca
Birane Samb	CRODT
Eduardo Balguerias	IEO-Tenerife
Famara Darboe	Fisheries Department of the Gambia
Hamid Chfiri	INRH-C/R Agadir
Hicham Gourich	INRH-Laayoune
Ibrahima Sow	CRODT
Mahfoudh Ould Taleb	IMROP

Merete Tandstad	FAO
Najib Charouki	INRH- Casablanca
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO
Pedro Barros	Special advisor-FAO
Pedro Pascual	IEO-Tenerife
Salahediine El Ayoubi	INRH-C/R Agadir

Names and full addresses of all participants are given in Appendix I.

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 Atlantic border of Morocco.

1.4 Structure of the report

The structure of the report is the same as that of the previous Working Group report (FAO, 2006), with the addition of one section on the follow up on the research recommendations. A separate section is devoted to each of the main groups of species (sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy). For each of these, information is given on stock identity, the fisheries, abundance indices, sampling, biological data, assessment, projections, management recommendations and future research.

1.5 Follow up on the 2006 Working Group recommendations on future research

Several recommendations were made by the 2006 session of the Working Group with respect to research to be pursued in 2006–2007. Recommendations included the preparation and sending of data in advance for the next session of the Working Group, the continuation of coordinated acoustic surveys between the countries in the subregion, the carrying out of regular recruitment surveys to provide an early estimate of year class strength and to improve the basis for stock assessment, to encourage studies to provide a better understanding of the effect of environmental changes on the dynamics of pelagic stocks, to improve the assessment models applied by the Group, to improve biological sampling and to continue work on sardine and sardinella age readings.

For most recommendations follow up activities had been initiated, although many of them require continuation to be useful for the assessments. More specifically, efforts were made to continue acoustic surveys and related activities such as coordination between countries and intercalibration. A coordinated regional survey using the local research vessels is planned for October–December 2007 (See also Section 1.11). Recruitment surveys were carried out in 2006 covering the area north of Cape Blanc only and not the whole subregion. Some work on the effect of environmental changes on the dynamics of pelagic stocks was carried out in Mauritania. Other assessment models such as LCA and ICA were used at the 2007 Working Group meeting. The recommended work on age reading of sardine and sardinella had been carried out and this should be further improved (See also Section 1.10).

Sampling intensity improved in the region, although the aim of covering all fleets' segments and quarters of the year has not yet been reached. An ADB funded project "Gambia Artisanal Development Project (GAFDP)", began in 2007 that includes a component on more regular collection of catch and effort data on all species in the Gambia. In Mauritania, the artisanal fishery sampling programme still needs to be adjusted to strengthen sampling for sardinella.

The importance of preparing and sending the data to group focal points in advance of the session of the Working Group was stressed. This year only two members (Russian Federation and Spain) had respected the recommendation made last year, but it is expected that this will improve for the next session of the Working Group.

Specific recommendations for each species are reported in the respective sections.

1.6 Overview of catches

There was a decrease of 6 per cent in total catches of the main small pelagic fish in the subregion from 2.02 million tonnes in 2005 to 1.91 million in 2006. Total catch of small pelagic fish for the period 1990 to 2006 has been fluctuating around 1.66 million tonnes (Figure 1.6.1a).

The sardine (*S. pilchardus*) dominated the total catches of the main pelagic fish species in the subregion constituting about 37 percent of overall catches in 2006. A decrease (9 per cent) was observed from 0.77 million tonnes in 2005 to 0.71 million tonnes in 2006 (Figure 1.6.1a).

The round sardinella (*S. aurita*) constituted nearly 16 percent of total catches of small pelagic fish off Northwest Africa in 2006. This species is the second most important in terms of catch. Total catch of round sardinella have been fluctuating around 300 000 tonnes over the last five years except for 2005 where the catches were around 400 000 tonnes. The overall trend in catch for this species since 1999 is decreasing (Figure 1.6.1a).

The catches of flat sardinella (*S. maderensis*) in 2006 was 156 000 tonnes with a contribution to the total catches of the main small pelagic fish in the region of about 8 percent. The average for the last five years for this species is 165 000 tonnes.

The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) is the most important species of horse mackerel, constituting about 13 percent (approximately 225 000 tonnes) of the total catches of the main small pelagic fish in 2006. The average annual catches of the Cunene horse mackerel over the last five years were estimated at about 193 000 tonnes. About 92 000 tonnes of Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) were landed in 2006. This represents 5 percent of the main small pelagic fish in 2006. The average catches of Atlantic horse mackerel over the last five years were 98 000 tonnes. The third species in this group is the false scad (*Caranx rhonchus*) with total catches of 46 000 tonnes in 2006 representing an increase of about 112 percent as compared to 2005.

Catches of chub mackerel (*Scomber japonicus*) over the last five years have fluctuated between 137 000 tonnes in 2003 and 202 000 tonnes in 2006 with the highest catches (223 000 tonnes) recorded in 2004. The average catch for this period was estimated at around 182 000 tonnes.

The total catches of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2006 were around 120 000 tonnes, increasing by about 40 percent compared to 2005 (Figure 1.6.1a). An average of 133 000 tonnes of anchovy were recorded for the last five years.

Catches of bonga (*Ethmalosa fimbriata*) in 2006 constitute about 2 percent of total catches of main small pelagic fish in the subregion. Total catches of bonga were 35 000 tonnes in 2006, which constitutes an increase of about 7 percent compared to the 2005 catches (33 000 tonnes). An average of 37 000 tonnes of bonga were recorded over the last five years.

Morocco

The sardine (*Sardina pilchardus*) is the dominant small pelagic species constituting about 66 percent of the total catch of small pelagic fish in 2006. From 2001 to 2004 a gradual decline in catches of sardine from around 770 000 tonnes to about 640 000 tonnes can be observed, followed by an increase to reach 700 000 tonnes in 2005 and a small decrease in 2006 (620 000 tonnes) (Figure 1.6.1b). The average catches of sardine over the last five years (2002 to 2006) were about 657 000 tonnes.

The second most important species landed in Morocco in 2006 was the chub mackerel (*S. japonicus*) with total catches of about 160 000 tonnes constituting about 17 percent of small pelagic fish landed.

The Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) was the third most important species in 2006 constituting about 7 percent of the main small pelagic fish landed followed by the round sardinella, *S. aurita* with about 4 percent. Despite the overall decreasing trend in catches of the *Sardinella aurita* observed since the late 1990s there has been a sharp increase in total catches of this species from 1 600 tonnes in 2004 to 33 000 tonnes in 2006.

The catch of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2006 was around 10 000 tonnes, constituting around 1 percent of total catches of main small pelagic fish landings.

Mauritania

Catches of all the main small pelagic fish in Mauritania have shown important interannual fluctuations during the period from 1990 to 2006 with an overall increasing trend from 1994 until 2003, followed by a decrease until 2005 with a small increase in 2006 (Figure 1.6.1c).

The Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) and the round sardinella (*Sardinella aurita*) dominated catches of the main small pelagic fish in Mauritania in 2006. The total catches of these species in 2006 were around 205 000 tonnes (about 30 percent of total main small pelagic fish species in Mauritania) and 126 000 tonnes (about 20 percent) respectively. These were followed by anchovy (*E. encrasicolus*) with about 110 000 tonnes (Figure 1.6.1c).

Senegal

Overall catches of the main small pelagic fish in Senegal show periodic fluctuations from 1990 to 2006. The total catches of the main small pelagic fish in Senegal in 2006 were dominated by the two sardinella species constituting about 47 percent of the total main small pelagics caught in Senegal. Catches of these species decreased from about 316 000 tonnes in 2005 to around 275 000 tonnes in 2006, representing a 13 percent decrease in catches of the two *Sardinella* species (Figure 1.6.1d). The average catches of *Sardinella* spp. for the last five years (2002 to 2006) were about 284 000 tonnes.

Catches of bonga (*E. fimbriata*) consisted of about 3 percent of total catches of small pelagic fish in 2006, increasing by 24 percent compared to 2005.

Horse mackerel and chub mackerel are taken as bycatch species by the Senegalese fishers, and hence low catches are recorded.

Gambia

Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) is the main target species and dominated catches of the main small pelagic fish in the Gambia. Bonga catches constituted around 92 percent of total catches of all the main small pelagic fish in 2006. An average of about 19 000 tonnes of bonga has been landed over the last five years. Despite fluctuations in the catches of bonga, the trend shows a gradual increase over the period, with a peak in 1997 to 1998. Catches of bonga in 2006 increased from about 16 000 tonnes in 2004 to nearly 20 000 tonnes in 2006 (Figure 1.6.1e).

Until recently, catches of sardinella and other species of small pelagic fish in the Gambia were considered bycatch since there is no fishery targeting them. Artisanal purse seiners targeting sardinellas are beginning to fish in Gambian waters and this has led to some catches of *Sardinella* spp. constituting about 7 percent of total catches of the main small pelagic fish.

1.7 Overview of regional acoustic surveys

The only research vessel that has carried out regional surveys is the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. However, several other surveys have been carried out in the subregion since the last meeting of the Working Group and the results of these are described in the various species chapters.

The Norwegian research vessel, DR. FRIDTJOF NANSEN has surveyed the subregion from 1995 to 2006, carrying out acoustic surveys during the months October–December each year. In addition, between 2001 and 2003, the vessel carried out acoustic surveys covering the same area in May–July. Occasional surveys were carried out before 1995. The surveys aimed at mapping the distribution and estimating the abundance of the main small pelagic fish species, sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) and chub mackerel (*Scomber japonicus*). The distribution of other pelagic resources (other carangids and anchovy) was also mapped and their abundance was estimated. The abundance estimates from the surveys are presented as numbers and biomass per length-group.

Figure 1.7.1a shows the estimated abundance for all the target species during the surveys in October–December, while Figure 1.7.1b shows the estimated abundance for the target species excluding sardine. For *S. pilchardus*, an increase in the estimated biomass was observed over the years 1997–2005 from a level of around 1 million tonnes to a record high biomass of around 8.0 million tonnes in 2005. In 2006 the estimated biomass dropped to 3.62 million tonnes. Lesions were observed on the fish during the surveys in 2005 and 2006 particularly on the larger individuals.

For *S. aurita*, there has been an overall decreasing trend in the acoustic estimates from 2.1 million tonnes in 1999 to around 800 000 tonnes in 2005. In 2006, a somewhat higher biomass of 1.13 million tonnes was estimated. For *S. maderensis*, the estimated biomass fluctuated between 0.8 and 1.5 million tonnes for the period 1995 to 2002, followed by an increase in 2003 to 1.8 million tonnes and an even further increase to 2.5 million tonnes in 2004. The latter estimate is the highest on record. For 2005, the estimated biomass of *S. maderensis* decreased to 1.2 million tonnes followed by an increase in 2006 to 2.0 million tonnes.

The abundances of the main horse mackerel species (*Trachurus trecae* and *T. trachurus*) have fluctuated over the time series. The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) has been the dominating species in the acoustic estimates, and from 1996–1999 its abundance was estimated at between 600 000 to 800 000 tonnes. A peak was observed in 2000 with a value of 1.8 million tonnes. Since then, its biomass, as estimated by the acoustic survey has decreased and was estimated in the range of 350 000 tonnes to 600 000 tonnes for the period 2001 to 2003 followed by an increase in 2004 and 2005 passing from 730 000 tonnes in 2004 to 1.2 million tonnes in 2005. In 2006 the biomass of *T. trecae* decreased to around 400 000 tonnes, constituting a decrease of around 70 percent compared to 2005. The estimated biomass of the other main horse mackerel species, *T. trachurus*, showed an increasing trend from 2001 to 2003 when it was estimated at 320 000 tonnes. Since then, the biomass of *T. trachurus* decreased to 179 000 tonnes in 2004 followed by a further decrease to 144 000 tonnes in 2005. In 2006 the estimated biomass of *T. trachurus* fell to 40 000 tonnes, the lowest biomass estimate since the start of the data series.

The estimated biomass of chub mackerel (*Scomber japonicus*) has also shown fluctuations over the time series. From the year 2000 to 2003 an increasing trend was observed, from the rather low level of 100 000 tonnes in 2000 to 550 000 tonnes in 2003. In 2004 it was estimated at 505 000 tonnes, while in 2005, the estimated biomass decreased to 239 000 tonnes. It should be noted that in 2005 the survey did not cover the entire region. In 2006 the biomass increased to 435 000 tonnes.

The estimated biomass of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2006 was 74 000 tonnes. This is a reduction as compared to the 110 000 tonnes observed in 2005, but at the same level as observed in 2004.

Detailed estimates for the different species are given in the respective sections.

1.8 Quality of data and assessment methods

For the analysis of data, the group has the long-term aim of applying age-based analytical assessment methods to all the main small pelagic stocks. These are the VPA-based methods like ICA, XSA, and others. However, to use such methods it is a requirement that catch statistics can be age-disaggregated with a high degree of consistency in the series, and that it is possible to follow the different year-classes age by age and year by year through the time series of catch data. For the main stocks to be analysed by the group, there are age-disaggregated data series. These data series are, however, not yet of sufficient quality to use analytical assessment methods. The reasons for this are problems with age reading (an improvement was made in 2006, item 1.10), non-representative sampling of the catch (fishing fleets by quarter) and uncertainty in stock definition (some new information is available on sardine stocks). The group aims to enhance the quality of these data series, encouraging developments to be made in all these fields, like arranging otolith age reading workshops, studies on stock components etc. The quality of these data series could be improved in the future.

The quality of the age-disaggregated data series can be controlled by simple methods, such as the correlation between the number of fish in the catch at a certain age and the corresponding number of the same year-class the following year (the numbers at age 0 versus the numbers of the corresponding year-classes at age 1, and so on for all age groups). If the data series is consistent the correlation coefficient (r) should be high. Data sets showing low values of the correlation coefficients should not be used in the analysis. If the data are of poor quality, methods not requiring age-disaggregated catch data, such as surplus production models or length based models should be used.

1.9 Methodology and software

After revision of the data available, the Working Group concluded that, despite the improvement in the availability of data, including both quality and quantity, the only class of methods that could be applied to all stock groups were Production Models (Appendix II). Keeping consistency with the methods used for the last few years, the dynamic version of the Schaefer (1954) model was used. To assess the current state of the stocks, and estimate the model parameters, an Excel spreadsheet implementation of the dynamic version of this model, with an observation error estimator (Haddon, 2001), was used. The model was fitted to the data using the non-linear optimizer built into excel, solver.

For some of the stocks, like the anchovy stock, some data on catch length distributions and growth parameters were available. Therefore, a Length Cohort Analysis (Jones, 1984) was applied to these stocks, in order to estimate the F-level on the fishery, and the relative exploitation pattern in the last few years. A length-based Yield per Recruit Analysis could then be run on these estimates, to estimate the Biological Reference Points F_{Max} and $F_{0.1}$. Both the LCA and the Yield-per-Recruit Analysis were implemented as Excel spreadsheets.

For the mackerel stock, there were catch at age data from the Russian fleet that covered most of the reported catches, so for this stock the Working Group also decided to apply an age-based method, ICA (Patterson and Melvin, 1995).

Medium-term projections of future yields and stock development were made for all stocks using the Schaefer model fitted to the historical data, using a spreadsheet implementation (Appendix III).

Reference points for management advice

The 2007 Working Group decided to continue using the Biological Reference Points (BRPs) adopted during the previous meeting. So, the indices B/B_{MSY} and F/F_{MSY} were used as Limit Reference Points, while the indices $B/B_{0.1}$ and $F/F_{0.1}$ were chosen for Target Reference Points. A more detailed explanation of these reference points and of their use in fisheries management is given in the 2006 Working Group report (FAO, 2006).

Projections

Following the decisions taken during the last meeting, the Working Group continued including simple medium-term projections of future yields and stock development according to predefined scenarios. Given the variable nature of small pelagic fish stocks, it was decided to use a time horizon of five years for these projections.

All projections took as their departure point the estimated stock status at the last year of data available. Future management strategies were defined as changes in fishing mortality and/or catch relative to those estimated for the last year of data available.

For each stock, two scenarios were analysed. The first was “*status quo*” considering future yields and stock development if the current fishing mortality in the fishery is continued. The second scenario considered the constant fishing mortality level, corresponding to the catch level recommended for next year for each stock.

The projections were implemented in a spreadsheet that allowed uniform input and output for all stocks.

1.10 Age reading

An exchange of *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* otoliths was initiated in June 2005 upon the recommendation of the fifth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa, held in Nouadhibou, Mauritania from 26 April–5 May 2005. Following the exchange a workshop was organized at the Institut national de recherche halieutique (INRH), Morocco from 4 to 10 December 2006. The objective of the workshop was to standardize the Northwest African sardinella and sardine age-reading methodologies and to ensure common interpretation of the established age-reading criteria. Twelve readers from six different research institutions from Morocco, Mauritania, Gambia, Senegal, Spain and the Russian Federation were involved in the 2006 sardine and sardinella otolith exchange and workshop.

Twenty-four *Sardina pilchardus* otoliths from the exchange (11 from the AtlantNIRO collection and 13 from the Safi collection) with a range of 16.2 to 26.2 cm were read during the workshop. For *Sardinella aurita*, 11 otoliths from Laâyoune and 9 collected on board the R/V DR. FRIDTJOF NANSSEN November 2006 surveys were read by each reader independently. Since the identification of the first annulus was one of the main problems detected during the discussion, for *Sardinella aurita* the first annulus radius (from the nucleus to final of the first translucent ring) were measured by all readers.

The total percentage of agreement for *Sardina pilchardus* was 54 percent with a coefficient of variance (CV) of 34 percent. The majority of readers show no bias between them, indicating an improvement in age reading precision, but less experienced readers tend to underestimate ages older than 2 years.

The majority of the readers involved in the workshop showed an improvement in the *Sardinella aurita* age reading with a total percentage of agreement of 51 percent (CV of 59 percent). Although this improvement was revealed, less experienced readers tended to overestimate younger ages and underestimate ages older than 2 years old.

The complete analysis of results will be published in the 2006 Age Reading Workshop Report (FAO, 2007).

1.11 Planning Group for the coordination of acoustic surveys

The Planning Group for the coordination of acoustic surveys off Northwest Africa was held in Dakar, Senegal from 29 to 30 October 2006. The general objective of the Planning Group is to plan the coordination of acoustic surveys in the region including intercalibration of research vessels and to act as a forum for discussion on issues important to acoustic surveys such as standardization of methods, acoustic research and training.

The main conclusions of the Planning Group were as follows:

All of the local research vessels had carried out acoustic surveys in 2006, and all of the countries confirmed their commitment to carry out annual coordinated surveys. In accordance with the recommendations of that group, one coordinated survey was carried out between the R/V ITAF DEME of Senegal and the R/V AL AWAM of Mauritania in March 2006. The participation of Gambian scientists had been assured, even though some problems of coordination remain. One parallel survey was also carried out between the R/V DR FRIDTJOF NANSEN and the R/V AL AMIR of Morocco in November–December 2006. The ability to run acoustic surveys in the subregion is now much improved, but it is still necessary to maintain efforts for developing human capacity and for resolving the recurrent technical problems of trawl performance, noise and data storage. A plan to conduct a regional survey using the national research vessels in October–December 2007 to continue the time series started by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN was made. The report of the Planning Group is published in the FAO Fisheries Report No 827 (FAO, 2007b).

The results of the parallel surveys and intercalibrations between the national research vessels and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in 2005 had been analyzed at a Workshop held in Saly, Senegal from 27 March to 1 April 2006. The preliminary results of that analysis showed a similar acoustic response between the local research vessels and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. A joint report will be prepared for all the intercalibrations conducted by the vessels in the region within the last three years.

The Working Group expressed again its satisfaction with the work of the Planning Group and the development of the general competence of running acoustic surveys in the region.

Intercalibration between R/V AMIR MOULAY ABDALLAH and R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

The parallel survey conducted with the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN between Cape Blanc and Cape Cantin took place following the radials parallel to the coast and at a distance of 10NM. The survey schemes of the two vessels are identical. The fishing stations, the pelagic ones were carried out by both vessels, whereas the hydrological stations covered by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH were limited due to unfavourable sea conditions. 17 hydrological stations and 37 fishing operations were carried out at sea over a distance of 2 060 NM. 82 samples were taken equating to 4 668 individuals measured for length, equivalent to 370.5 Kg.

The results will be discussed during a meeting to be held in Mauritania in June 2007.

1.12 Symposium

The organizing of a Symposium on the small pelagic fish resources and fisheries off Northwest Africa in the second week of December 2007 was discussed. The symposium would cover areas such as the biology and ecology of the main small pelagic species, exploitation, environment and resources interactions, assessment methodology and management of shared small pelagic resources. The symposium will be open to all interested contributors.

The deadline for submissions of abstracts for papers and posters would be 1 September. The Symposium would be organized in Morocco with the assistance of INRH. The Working Group

participants supported the idea of a symposium and expressed their interest in submitting proposals for suggested presentations to the symposium organizing Committee as soon as possible.

2. SARDINE

2.1 Stock identity

Recent results from the study of the genetic structure of the sardine (*Sardina pilchardus*) population in Northwest Africa, carried out by INRH, were presented to the Working Group.

The genetic structure of the sardine population along the Moroccan coast was explored using two different molecular biology techniques, one based on enzymes ([Allozymes, in particular the SOD marker [Chlaida *et al.*, 2005]) and the other based on DNA (EPIC PCR and the control region of 5 mitochondrial – DNA [Atarhouch *et al.*, 2007]).

The results from these two studies were practically identical, in particular for the Atlantic population. The allozyme technique showed that sardine in the northwest Africa region is structured as follows:

- A first group is situated to the north and encompasses the Larache, Safi, Essaouira and Agadir populations. This group extends to the gulf of Cadis.
- A second group was found to the south and includes the Sidi Ifni, Tan Tan, Tarfaya, Laâyoune, Bojador, Dakhla and Mauritanian populations.

A structuring coast–deep sea of the sardine populations in the region was also highlighted by this study, particularly off Safi.

The study was further developed by verifying the sardine migratory pattern along the Moroccan Atlantic coast using the allozyme technique once again. A nuclear DNA marker will also be used to study the timeframe of sardine colonisation off the Moroccan and Mauritanian coasts.

As the second stage of this study has not yet been finalized, the Working Group decided that the stocks considered during the previous Working Groups would be used: the northern stock (35°45'–32°N), the central stock, Zone A+B (32°N–26°N), and the southern stock, Zone C (26°N to the southern extent of the distribution of the species) (Figure 2.1.1).

2.2 Fisheries

Catch

Catch and effort data on the fishery have been brought up to date in the three zones using 2006 data (Tables 2.2.1a and 2.2.1b).

Recent developments

The sardine catch in the Northwest Africa region decreased by almost 9 percent in 2006 when compared to 2005, going from around 770 000 tonnes in 2005 to around 700 000 tonnes in 2006. The amount of 70 percent of the catch was registered to the north of Cape Blanc and 30 percent to the south of the cape. Most of the catch was in the Mauritanian zone, the Senegalese catch only accounted for 4 percent of total catch.

In Zone A, sardine catch remained at practically the same level as 2005, going from 25 000 tonnes in 2005 to almost 26 000 tonnes in 2006. Catch in this zone has seen some recovery since the sharp decrease in 1996. The specific composition of the sardine fleet landings in this zone has seen a significant change over the last few years. Sardine, which was the predominant species in the catch,

has declined, giving way to mackerel, which is essentially caught off the Bay of Agadir. The northern zone has also shown relative stability in catch, increasing from around 17 000 tonnes to almost 18 000 tonnes. On the other hand, catch of sardine in Zone B fell drastically, registering around 360 000 tonnes after a catch of nearly 530 000 tonnes in 2005. This decrease is probably due to a decline in sardine availability.

Zone C, north of Cape Blanc, registered an increase in total sardine catch going from around 125 000 tonnes in 2005 to more than 210 000 tonnes in 2006 (Table 2.2.1a and Figure 2.2.1a). This zone has been exploited by a heterogeneous fleet working within the framework of different access regimes. This fleet includes, as well as traditional coastal purse seiners and Moroccan RSW vessels, pelagic trawlers operating under a fishing agreement between Morocco and the Russian Federation and boats (purse seiners, RSW and freeze trawlers) chartered by Moroccan operators. The number of active vessels and the number of fishing days in this zone increased in 2006 compared to 2005.

Sardine catch in the Mauritanian zone also saw an increase, climbing from almost 65 000 tonnes in 2005 to a catch of more than 73 000 tonnes in 2006. Catches are carried out on a seasonal basis by pelagic trawlers from the European Union (EU) and the Russian Federation.

Catch in the Senegalese zone was estimated at 12 000 tonnes in 2006, having registered more than 14 000 tonnes in 2005.

2.3 Abundance indices

2.3.1 Catch per unit of effort

The CPUEs, in tonnes per positive trip, registered in Zone A+B, show fluctuations from one year to the next with a decrease in 2006 with respect to 2005 (Figure 2.3.1a).

In Zone C fishing effort is expressed in number of fishing days for the Moroccan RSW vessels, the Russian vessels, the Moroccan charter vessels and the industrial vessels operating in the Mauritanian zone.

Figure 2.3.1b shows the CPUE of sardine in Zone C. Sardine yields from the Russian fleet in Zone C north of Cape Blanc increased from 7 tonnes per fishing day to 14 tonnes. The yields of the EU fleet in the Mauritanian zone decreased from 20 tonnes a day in 2005 to 12 tonnes in 2006 (Figure 2.3.1b).

2.3.2 Acoustic surveys

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Following the recommendation made during the Working Group (FAO, 2006), the abundance indices from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic surveys carried out in November–December were recalculated to better represent the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN Zones A+B and C for the period 1995–2004.

The sardine biomass index estimated by the Norwegian vessel was 200 000 tonnes in Zone A+B and 3 420 000 tonnes in Zone C.

The sardine biomass level in the Northwest Africa region dropped by more than 57 percent at the end of 2006 compared to 2005, going from 7.88 to 3.62 million tonnes. This decrease is most noticeable in Zone A+B where sardine biomass did not exceed 200 000 tonnes. It should be noted that the sardine biomass for the south of Cape Blanc was very low in 2006 at 33 000 tonnes (Figure 2.3.2a).

R/V ATLANTIDA and R/V ATLANTNIRO

The acoustic surveys carried out between Cape Juby and Cape Blanc by the R/V ATLANTIDA during the summers of 2004 and 2006 show that the biomass is around 4.83 and 1.37 million tonnes respectively, confirming a decrease of almost 70 percent in the biomass in 2006 compared to 2004 (Figure 2.3.2b).

Surveys to assess small pelagic recruitment variation have been carried out in Zone C by the R/V ATLANTNIRO since 2003. Observation of sardine recruitment levels in the Cape Cantin–Cape Blanc zone showed a slight increase in the number of sardine recruits in 2006 following a continual decline over the three previous years. This increase was recorded both for individuals in the 0+ age group of which dense concentrations were found to the south of Dakhla (23°00'N–21°20'N) and for individuals in the 1+ age group which were present in two distinct zones (29°00'N–27°30'N) and (24°30'N–21°20'N) with respectively 46 percent and 139 percent of the total biomass. Sardine was found in the whole survey zone (30°45'N–21°13'N). A working document was presented with all the Russian data (WD 5).

*National surveys**R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

The Moroccan research vessel R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out three acoustic surveys in 2006 covering the zone Cape Cantin–Cape Blanc.

The sardine abundance indices are summarized in Table 2.3.2.

Table 2.3.2: Abundance estimates of sardine by the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Dec. 2005–Jan. 2006				June–July 2006				Nov.–Dec. 2006	
C. Cantin–C. Juby		C. Juby–C. Bojador		C. Cantin–C. Juby		C. Juby–C. Bojador		C. Bojador–C. Blanc	
weight ('000 t)	number (millions)	weight ('000 t)	number (millions)	weight ('000 t)	number (millions)	weight ('000 t)	number (millions)	weight ('000 t)	number (millions)
248	9 315	408	15 619	470	11 741	350	5 994	3 019	30 442

During the December 2005 to January 2006 survey, large concentrations of sardine were found close to the coast, mainly in the regions of Sidi Ifni, Tarfaya and Laâyoune. The estimated sardine biomass in this region is in the order of 656 000 tonnes, of which 248 000 tonnes to the north of Cape Juby and 408 000 tonnes to the south.

During the summer (June–July 2006), large concentrations of sardine were found, mainly around Cape Cantin and Cape Bojador. The estimated sardine biomass was in the order of 820 000 tonnes, 470 000 tonnes to the north of Cape Juby and 350 000 tonnes to the south.

During the survey carried out in November–December 2006, sardine concentrations were mostly to the south, around Cape Blanc, and the estimated sardine biomass was 3 019 000 tonnes. In 2005, the biomass was estimated at around 5 800 000 tonnes during the same period, which represents a drop of 48 percent in 2006.

R/V AL AWAM

The Mauritanian research vessel R/V AL AWAM carried out one acoustic survey in March 2006. Sardine biomass was estimated at 825 000 tonnes, of which 692 000 tonnes to the south of Cape

Timiris and 133 000 tonnes to the north. Compared to 2005, this species' biomass is twice as large, particularly in the zone south of Cape Timiris.

R/V ITAF DEME

An acoustic survey was carried out jointly between the R/V ITAF DEME and the R/V AL AWAM in March 2006 and covered Senegal and the Gambia. Following some problems in CRODT, the acoustic data were lost. However it can be pointed out that sardine were found to be present along the Petite Côte during this survey. Over the last few years sardine have begun to appear in Senegalese waters, with a biomass of 481 000 tonnes in March 2004 and an estimated biomass of 4 670 tonnes in May 2005.

2.4 Sampling of commercial fisheries

Morocco

The biological sampling programme continued in 2006 for all the Moroccan fishing ports south of Cape Cantin (Zone A, Zone B and Zone C). On board the Russian fleet, sampling continued, but it did not cover the whole year, in particular the first quarter. Sampling intensity in 2006 was significantly higher than that of 2005 (Table 2.4.1).

Mauritania

In Mauritania, sampling is carried out on board the EU fleet (IMROP scientists) and the Russian fleet. Sampling on board the two fleets was lower in 2006 than in 2005, and did not cover the whole year (Table 2.4.1).

Senegal

In Senegal, the sampling intensity in 2006 for the sardine landings of the artisanal fishery saw an improvement (Table 2.4.1).

2.5 Biological data

Moroccan length sampling data for Zones A, B and C are available for 2006. Lengths are measured as total length (TL) to the nearest ½ cm below.

Sardine catches in Zone A+B in 2006 showed a trimodal length structure with a main mode at 20 cm and two secondary modes of 15.5 and 23.5 cm (Figure 2.5.1a).

The length composition of sardine caught in Zone C during 2006 was determined on the basis of Moroccan and Russian data. It shows a large length range, with those between 22 and 23.5 cm being predominant (Figure 2.5.1b).

The length frequency distribution of sardine catch from the Senegalese zone shows a unimodal structure with a mode at 25 cm (Figure 2.5.1c). Lengths are measured as total length to the nearest cm below, which poses conversion problems. The length composition of sardine catches from the Mauritanian zone was not available to the Working Group.

The sardine age-length key for Zone A+B was based on Moroccan data for 2006 and was used to determine age compositions. For Zone C, as the age reading of the otoliths collected in the Moroccan zone has not yet been completed, the Russian sardine age-length key for Zone C was used to determine age compositions in 2006 (Tables 2.5.1a and b).

The length-weight ratio coefficients used to calculate average weight by age are a result of sampling carried out by Morocco in Zone A+B and C during 2006.

The age composition and average weight by age were updated for the two zones (A+B and C) for 2006 (Tables 2.5.2a,b,c and d). The average weights by age show differences from one age to another (Table 2.5.2e).

Table 2.5.2e: Average weight at age from 2003 to 2006 for Zones A+B and C

		0	1	2	3	4	5	6
Zone A+B	2003	15.20	16.90	19.90	22.40	24.00	25.00	25.70
	2004	15.30	17.60	19.50	22.30	23.90	25.00	25.80
	2005	14.50	18.40	20.10	22.20	24.20	25.20	26.10
	2006	14.48	17.42	20.02	22.16	23.86	24.79	25.93
Zone C	2003	-	18.30	20.60	22.80	24.20	25.00	26.40
	2004	-	18.50	21.60	22.70	24.10	25.00	26.50
	2005	-	19.20	22.10	23.40	24.60	25.30	26.70
	2006	15.03	19.56	22.14	23.46	24.42	25.26	25.95

The length frequency distribution observed in December 2006 during the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN survey shows a trimodal distribution in the region to the north of Cape Bojador and a bimodal distribution to the south (Figure 2.5.2a).

The length frequency distribution observed during the Russian surveys in the zone north of Cape Bojador has a bimodal structure of between 15.5 and 18.5 cm. In this zone, the majority of individuals were mature. In the southern zone (24°53N–21°13N), the majority of sardine is composed of adult individuals and shows a bimodal structure of between 16 and 23 cm with a proportion of 39 percent of immature individuals.

During the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH survey between December 2005 and January 2006 in Zone A+B, lengths of between 10 and 20 cm were observed in the Cape Cantin–Cape Juby region, reaching 26 cm between Cape Juby and Cape Bojador. During the summer survey (June–July 2006), the lengths were between 6 and 21 cm in the Cape Cantin–Cape Juby region and reached 27 cm between Cape Juby and Cape Bojador.

At the time of the survey carried out between Cape Bojador and Cape Blanc in November–December 2006, sardine were mostly concentrated to the south around Cape Barbas and Cape Blanc, with a trimodal frequency distribution of between 5 and 28 cm with modes at 7, 15 and 24 cm.

The R/V AL AWAM carried out an acoustic survey in March 2006. Two modes were observed, a main one of 24 cm and a secondary one of 19 cm.

2.6 Assessment

Data quality

To study the quality of the available data, the Working Group undertook a statistical exploration of the updated data by calculating the correlation between different age groups and the number corresponding to the class of the same year and the following year. The results show that for Zone A+B (Figure 2.6.1), there is no correlation between the different cohorts as the age structure shows certain anomalies from one age to the next. For Zone C (Figure 2.6.2), the correlations are less weak than those for Zone A+B, except for ages 1-2.

Table 2.6.1: Coefficient of determination values (R^2) between estimated catches by consecutive ages from the same sardine cohort

1992–2006	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
Zone A+B	0.50	0.02	0.01	0.04	0.34	0.01	-
Zone C	0.44	0.17	0.44	0.55	0.78	0.81	0.45

These results show that the cohorts cannot be rigorously followed, which could be due to several factors (age estimation, change in the exploitation pattern, alternation of several fleets, sampling misrepresentation, problems with stock identity). Therefore the Working Group decided to not use analytical models based on age for the stock assessment.

Methods

The Schaefer logistical production model implemented on an Excel spreadsheet (the model is described in Appendix III) was used to assess the two stocks, A+B and C. The Working Group then proceeded to forecast catch abundance for the following five years based on different management scenarios using the same model on another spreadsheet (Appendix III).

The Schaefer production model was adjusted to the abundance indices of the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN surveys for the period 1995–2006.

Data

Sardine landings for Zone A+B (Cape Juby–Cape Bojador) and Zone C (Cape Bojador–Cape Blanc) for 1995–2006 were used as well as the abundance indices of the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN surveys carried out in November–December and recalculated by zone (A+B and C) for the period 1995–2006.

The starting parameters of the model, the carrying capacity (K) and the intrinsic growth rate (r) of the model were estimated for both stocks, A+B and C.

To incorporate the drop in biomass in stocks A+B and C during 2006 and stock C in 1997 into the estimates, a negative environmental index was introduced for the year 2006 for both zones and for 1997 for Zone C. For Zone A+B, a positive index was also introduced for the year 2000, which saw a large increase in biomass that year.

Results and discussion

Following the introduction of the environmental index, the fit of the model improved and was judged to be satisfactory for both zones A+B and C.

The results for Zone A+B show that the estimated biomass in 2006 is well below that producing maximum sustainable yield. The level of exploitation is above that which is necessary for the stock to continue to increase. The $B_{cur}/B_{0.1}$ ratio shows that the stock is overexploited (Figure 2.6.3a and Table 2.6.2).

For Zone C, the results indicate that the biomass of the present stock is close to B_{MSY} which would produce maximum sustainable yield, but remains above it. The $B_{cur}/B_{0.1}$ ratio shows that the stock is not fully exploited. However the sardine biomass estimated by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in the Northwest African region saw a decrease of over 57 percent at the end of 2006 when compared to 2005. The same situation was observed by the Moroccan vessel R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH. The biomass index estimate by the Russian vessel R/V ATLANTIDA in 2006 also shows a decrease.

These changes in biomass bear are not necessarily related to fishing mortality. Due to the sensitivity of this species to changes in environmental conditions and given the instability of the environment in the whole region due to the Canary currents, the sardine stock could show large variations in abundance and alternate periods of high production with periods of low production for natural reasons.

Table 2.6.2: Summary of results from fitting the logistical production model

Stock/abundance index	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone A+B/Nansen	19%	198%	355%	395%
Sardine, Zone C/Nansen	112%	3%	2%	3%

- $B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.
- F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient that would give a sustainable yield at current biomass levels.
- F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient giving maximum long term sustainable yield.
- $F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and F_0

2.7 Projections

The Working Group then proceeded to forecast catch and abundance for the following five years based on different management scenarios for each of the stocks A+B and C.

For Zone A+B, two scenarios were considered:

- 1st scenario: Maintaining the current level of fishing effort leads to a decrease in catches in 2007 followed by a progressive increase from 2008. The biomass tends to progressively recover and stabilises at a level below B_{MSY} producing maximum sustainable yield (Figure 2.7.1a).
- 2nd scenario: A 20 percent decrease in current effort. This allows for a slight increase in catches and in the abundance level (Figure 2.7.1b).

For Zone C, two scenarios were considered:

- 1st scenario: If fishing effort is kept at its current level, catches remain relatively low and abundance increases, stabilizing at its 2005 level (Figure 2.7.2 a).
- 2nd scenario: If current level is increased by 400 percent, the projections indicate a slight increase in catch and an increase in abundance to a level close to that of 2005 (Figure 2.7.2b).

These projections should be considered with a great deal of caution. The environmental impact on the abundance should be taken into consideration, as should the stock dynamic which can undergo very large variations in abundance with no relation to the fishery.

2.8 Management recommendations

Stock A+B

The results of the model show that stock A+B is overexploited. Due to the fluctuations that the stock has seen and the preoccupying situation in 2006, sardine catch in this zone should not be in excess of 350 000 tonnes in 2008.

Stock C

The results of the model indicate that the stock is not fully exploited. But given the instability of stock, particularly evident from the drop in 1997 and the decrease in biomass of 2006 observed by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and other research vessels, the possibility of increasing catch should be considered very carefully. Continuous follow up of the structure and abundance of the stock should be guaranteed by scientific surveys, independently of commercial catch data, to detect unforeseen changes which could require urgent management measures.

2.9 Future research

Follow up on last year's recommendations

The 2005 recommendations were taken into account:

1. Improvement in the sampling intensity for the different Moroccan fisheries. Sampling in 2006 was higher than in 2005. In Mauritania sampling intensity on board the EU and Russian fleets was less than in 2005. In the Senegalese fishery an improvement has been made in sampling. However age data were not collected.
2. A workshop on sardine otolith age reading was held in December 2006 in Morocco.
3. Length measurement continues to be done to the cm below in the Senegalese fisheries despite the recommendations (measuring total length to the ½ cm in all fisheries) which poses a conversion problem.
4. Quarterly length frequency data for the whole historical time series in Zones A+B and C was presented to the Working Group for analysis.
5. Recent results on stock identity were presented to the Working Group.
6. The R/V DR. FRIDTJOF NANSEN biomass indices were recalculated by zone (A+B and C) for all years before 2004.

Future recommendations:

1. Continue to improve sampling in the different fisheries covering all quarters of the year, particularly in Mauritania and Senegal.
2. Measure sardine length to the ½ cm below in all fisheries.
3. Continue the age reading and exchange programme.
4. Continue research into sardine stock identity.
5. Continue surveys to provide abundance indices estimates for the whole region in October–December.
6. Begin the analysis of length frequencies with an aim to assessment by structural models.

3. SARDINELLA

3.1 Stock identity

The hypothesis of a single stock for each of the two sardinella species was maintained by the Working Group in the absence of any recent study on stock identity. The 2001 Working Group report (FAO, 2001) provides more detailed information on the stock identity.

3.2 Fisheries

The greatest exploitation of sardinella takes place in Mauritania and Senegal. This is carried out by the industrial fishery in Mauritania (EU and Russian fleets and a fleet of other vessels from Eastern Europe) and by the artisanal fishery in Senegal, most notably purse seines and the surrounding gillnets.

Catch

Catches by fleet and by country are given in Table 3.2.1a for *Sardinella aurita* and Table 3.2.1b for *Sardinella maderensis*. Total catch for the whole region is shown in Figures 3.2.1a and b.

Senegal provided a new data series from its artisanal fishery following a restructuring and analysis of its database. This modification of the data has brought about a change in the catch trend of *S. aurita* in the region over the last few years. Whereas last year a continued decrease was noted, the new figures show that since 2003 catches have been relatively stable around an average of 330 000 tonnes.

For *S. maderensis*, the catches show a long term increasing trend, despite falls in 2004 and 2005. In 2006, catches increased by 20 000 tonnes to reach a level of 156 000 tonnes.

Fishing effort

Effort data for each zone are given in Table 3.2.2 and Figures 3.2.2a,b and c.

To the north of Cape Blanc there has been an increase in Russian effort from 1 600 to 2 200 fishing days. No new data are available for the Ukrainian fleet. In Mauritania, the EU fleet effort continues to decrease, having dropped 50 percent over the last two years. Effort of the non-EU fleet remains at the same level as the previous year.

In Senegal, the industrial fishery practically ceased in 2006. Total fishing effort amounts to 20 days at sea, against 159 in 2005. The artisanal fishery effort has fluctuated around a relatively stable level of 80 000 trips since 1997. After a decrease in 2004, it has increased in 2005 and 2006.

Recent developments

In Zone C, north of Cape Blanc, sardinella is fished by a fleet of Russian trawlers (to a maximum of 12 units) and by a fleet of chartered pelagic trawlers (a maximum of 20). These vessels have permission to fish all small pelagic species, including sardinella. The intensification of the sardinella fishery in Zone C continued in 2006 with an increase in catches from 15 000 tonnes to 39 000 tonnes.

In Mauritania, the strong drop in effort of the EU fleet has led to a decrease in catches of this fleet from 95 000 tonnes in 2005 to 62 000 tonnes in 2006. Catches have also fallen for the non-EU fleet, going from 90 000 tonnes in 2005 to 61 000 tonnes in 2006 despite a constant effort. The quantities landed at Nouakchott by the artisanal fishery have decreased slightly, going from 18 000 tonnes in 2005 to 16 000 tonnes in 2006. For all fleets in Mauritania sardinella catch decreased from 204 000 tonnes in 2005 to 140 000 in 2006.

In Senegal, coastal pelagic resources are mainly exploited by artisanal fishery canoes. This fishery, which uses the purse seines and the surrounding gillnet, was traditionally concentrated to the south of Dakar, particularly around Mbour, Joal and Djiffer, but is now extending more and more towards the northern part of the country, where it is developing more and more in the fishery centres to the north such as Kayar, Fass Boye and Saint Louis. A reduction in sardinella catch was seen in 2006 (274 000 tonnes) compared to 2005 (312 000 tonnes).

A census of the canoe fleet in Senegal was carried out in March 2007. Preliminary results show a stability in the number of fishing units. No change has been observed in the number of purse seines since 2005, whereas a small increase in the number of surrounding gillnets has been recorded.

The Senegalese artisanal fishers have adopted a system of self-regulation of fishing effort in certain fishery centres which consists of limiting the number of trips per day in order to avoid saturating the market. This measure is beginning to become common practice in this fishery.

In 2006 Mauritania granted 372 free artisanal fishery licences to Senegal for a period of six months. The beneficiaries of these licences operated in the southern part of Mauritania and landed their catches at Saint Louis (Senegal).

The Senegalese industrial fleet is composed of two small Dakar sardine trawlers. In comparison to the artisanal fishery canoes, which are not charged as heavily, using these trawlers is very costly due to their age and condition. It should also be added that due to their low autonomy, which does not allow them to fish towards the south, they are obliged to work around Dakar.

In the Gambia, *Ethmalosa fimbriata*, *Sardinella maderensis* and *Sardinella aurita* are the main small pelagic species caught by the artisanal sector and are all consumed locally. The fishery is dominated by foreign fishers, particularly those of neighbouring countries. Catches have not varied much from one year to the next, particularly over the last couple of years (2005–2006).

In 2007 the *Gambia Artisanal Fisheries Development Project* (GAFDP) began more regular and further reaching collection of data on small pelagic species.

3.3 Abundance indices

3.3.1 Catch per unit of effort

Two CPUE series are shown for Mauritania in Figure 3.3.1a, one for the EU fleet and the other for the rest of the industrial fleet (Russian Federation, Ukraine and others). Both series refer to combined catches of *S. aurita* and *S. maderensis* as no distinction can be made between the effort directed at either individually. In effect, around 90 percent of the EU trawler catches are made up of *S. aurita*. The CPUE calculated on the basis of effort therefore applies mainly to *S. aurita*.

In Mauritania, the EU fleet mainly targets sardinella and catches other species when sardinella are not available in the zone. The effort data for the EU fleet do not include the two Irish vessels. Effort has been adjusted to engine power of the vessels using the factors given in the 2003 report, and expressed in standard 10 000 HP trawler fishing days.

For the EU fleet, the 2006 CPUE remained at the same level as in 2005. However, it should be taken into consideration that in 2006, the fishing effort was strongly concentrated during the sardinella season (June–August), whereas in previous years the fleet also operated during the months when sardinella are scarce in Mauritania. In general, the long term CPUE trend for the EU fleet is decreasing.

The series for the non-EU fleet (Russian Federation, Ukraine and others) shows a decreasing trend. After an increase in 2005, the CPUE of this fleet decreased.

In Senegal, the CPUE series for the artisanal sardinella fishery is shown in Figure 3.3.1b. Yields are expressed in tonnes per number of trips.

The *S. aurita* CPUE series shows an increase in 2004 and 2005 followed by a drop in 2006. It should be noted that the 2005 value is the highest of the whole series. For *S. maderensis*, the CPUE trend has been increasing since 1997, with a decrease in 2005 and a slight increase in 2006.

3.3.2 Acoustic surveys

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

In the zone between Cape Bojador and Cape Blanc, estimated sardinella biomass shows strong fluctuations between 1995 and 2004 (Figure 3.3.2a). Peaks in 1996 and 2001 are followed by declines of 78 percent in 1997 and 53 percent in 2002. In 2003, the biomass decreased slightly and then increased in 2004. Since 2004, the trend is decreasing, and is particularly marked in 2005. Biomass of the round sardinella (*S. aurita*) remains greater than that of the flat sardinella (*S. maderensis*). During the 2004, 2005 and 2006 surveys, round sardinella accounted for 67, 75 and 57 percent respectively of the total estimated sardinella biomass.

In Mauritania, the decreasing trend in sardinella observed up until 2001 has been subsequently reversed, with a notable peak in 2004 (Figure 3.3.2b).

In Senegal and the Gambia, large fluctuations occur in biomass from one year to the next (Figure 3.3.2c). Years of high abundance are 1995, 1999, 2002. From 2003 to 2006 there has been relative stability in sardinella biomass.

The whole subregion

The estimated biomass series of *S. aurita* and *S. maderensis* for the subregion from 1995 to 2006 shows fluctuations (Figure 3.3.2d). Since 2000, the total estimated biomass has remained relatively stable at around 3 million tonnes, with, however, a peak of 4 million tonnes in 2004 which decreased by half in 2005.

The lowest *S. aurita* biomass was recorded in Nov–Dec 1998 and a peak of 2 million tonnes was observed in 1999. Subsequently *S. aurita* biomass has gradually declined, reaching 1.1 million tonnes in 2006. In 2004 there was a slight improvement with 1.6 million tonnes, followed by a decrease in 2005 to 808 000 tonnes. In contrast to the round sardinella, the flat sardinella stock shows an increasing trend between 2000 and 2006, with a strong increase in 2004.

R/V ATLANTIDA

The R/V ATLANTIDA carried out one survey in the Mauritanian zone in 2006. Results for both sardinella species are given in Table 3.3.2a (in thousands of tonnes) for all years.

Table 3.3.2a: Biomass (thousands of tonnes) estimated by the R/V ATLANTIDA in Mauritania

Mauritania	1995	1998	1999	2000	2001	2004	2006
<i>S. aurita</i>	244	216	46	49	29	132	49
<i>S. maderensis</i>	16	34	36	21	46	62	130

The zone to the north of Cape Blanc was also surveyed by the R/V ATLANTIDA. Results for both sardinella species are given in Table 3.3.2b (in thousands of tonnes) for all years.

Table 3.3.2b: Biomass (in thousands of tonnes) estimated by the R/V ATLANTIDA to the north of Cape Blanc

N. Cape Blanc	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304

National surveys

An acoustic survey was carried out by the R/V ITAF DEME in 2006. It took place from 4 to 14 March 2006, in conjunction with the Mauritanian R/V AL AWAM, and covered Senegal and the Gambia. Because of an incident in the CRODT, the acoustic data have been lost. However sardinella were found around the Petite Côte during this survey.

The Mauritanian R/V AL AWAM carried out only one survey between Working Group sessions, in March 2006. The estimated biomass was 55 000 tonnes and was found solely in the zone to the north of Cape Timiris. This level of biomass is three times smaller than that recorded during the same season in 2005.

Biomass estimation of *S. maderensis* was 135 000 tonnes, 66 000 tonnes to the south of Cape Timiris and 69 000 tonnes to the north.

Results for sardinella from the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH acoustic surveys are summarized in Table 3.3.2c.

Table 3.3.2c: Biomass estimated by the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Dec. 2005–Jan. 2006		June–July 2006				Nov.–Dec. 2006	
C. Juby–C. Bojador		C. Cantin–C. Juby		C. Juby–C. Bojador		C. Blanc–C. Bojador	
weight	number	weight	number	weight	number	weight	number
('000 t)	(millions)	('000 t)	(millions)	('000 t)	(millions)	('000 t)	(millions)
8.2	114	0.31	4.4	1.46	6.6	1 111	6 494

Round sardinella was observed to the north of Cape Bojador in December 2005.

The R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH survey in June 2006 detected a distribution of round sardinella to the north, beyond Cape Juby. The concentrations were weak and represented a 78 percent decrease on the December 2005 estimates. In November 2006, sardinella comprised around 1 111 000 tonnes, a biomass which corresponds to an 84 percent increase over the same period the year before.

3.4 Sampling of commercial fisheries

Tables 3.4.1 and 3.4.2 give the sampling intensity of *S. aurita* and *S. maderensis* for 2006.

In the zone to the north of Cape Blanc, sampling of the two sardinella species is carried out on landings by the coastal fishery, the national refrigerated sea water (RSW) vessels, the chartered vessels and Russian fleet. Sampling intensity of the Russian catches was in the order of 14 samples per 1 000 tonnes for the round sardinella (151 samples) and 47 samples per 1 000 tonnes for the flat sardinella (100 samples). Ukrainian catches in Morocco (25 000 tonnes) were not sampled in 2006.

Since 2004, landings originating from the area between Cape Blanc and Saint Louis at Las Palmas by the Dutch trawlers have been sampled by the IEO in Tenerife. The 2004–2005 results were presented

to the Working Group. Comparison of the length frequencies collected by the IEO and sampling data from the IMROP showed good agreement between the two data sets. Over the last few years, sampling by the IEO of the Dutch vessels has been more intense than that of the IMROP. In this way the IEO programme completes the IMROP one.

For 2006, the IEO data were not yet available to the Working Group. IMROP data did not give good coverage of the Dutch vessels in 2006 and the ATLANTNIRO observers did not work on board the Russian vessels in Mauritania.

The number of length frequency samples of *S. aurita* for the EU fleet (Netherlands) collected by IMROP was 1.9 samples per 1 000 tonnes (109 samples on a catch of 58 000 tonnes), an increase with respect to 2004 when the frequency was 1.6 samples per 1 000 tonnes. However, sampling was limited over time, with only one vessel being sampled during the main season. The results can be considered insufficient for a length frequency distribution that is representative of the whole year.

For the non-EU fleet (Russian Federation, Ukraine and others), IMROP collected 153 samples of *S. aurita* on a catch of around 51 000 tonnes (3.0 samples per 1 000 tonnes). This is an improvement in sampling when compared to 2005 (1.0 sample per 1 000 tonnes).

For *S. maderensis*, sampling intensity was 10.9 samples per 1 000 tonnes in the EU fleet and 11.9 samples per 1 000 tonnes in the non-EU fleet (Russian Federation, Ukraine and others).

Sampling was not carried out on the artisanal fishery in Mauritania.

Table 3.4.1 gives the sampling intensity between Saint Louis and Casamance. There is a visible improvement in the level of sampling of round sardinella in the artisanal fishery (the number of samples increases from 374 in 2005 to 442 in 2006), whereas for the flat sardinella, sampling intensity has decreased (from 180 samples in 2005 to 152 in 2006).

In the Gambia, sampling began in 2007 under the project “Gambian Artisanal Fisheries Development” financed by the African Development Bank.

3.5 Biological data

S. aurita length frequencies by quarter (Figure 3.5.1a) show an abundance of small individuals (19 cm) to the north of Cape Blanc during the second quarter. During the third and fourth quarters, the modal length of the fish is 31 cm.

Due to sampling problems in Mauritania, insufficient length frequency data for *S. aurita* were available to the Working Group in 2006. Sampling of Dutch and Russian vessels by IMROP was insufficient. The IEO data were not yet available and the R/V ATLANTNIRO did not sample Russian catches in Mauritania. Even though the IEO data are not yet available, a length frequency distribution for *S. aurita* was presented for 2006, from a very limited number of vessels (Figure 3.5.1a). This distribution gives a modal length of 23 cm for the first quarter. During the second quarter there are modes of 23 and 31 cm. In the third quarter there is a single mode of 31 cm.

Figure 3.5.1b shows the length frequencies for *S. aurita* for the landings in Mauritania of the Dutch vessels over the course of the last eight years. The length frequencies for the years 1999–2001 have been combined in a single graph as they were similar. The catches in this period were mostly composed of fish with a length greater than 33 cm, whereas, in recent years, the modal length was 31–32 cm.

It appears therefore that the abundance of larger fish has declined heavily over the last few years. In Mauritania this could be due to the European Union fishery which targets sardinella, especially *S. aurita*. This reduction in larger sized fish was also noted during the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

survey in 2006 in the Mauritanian zone (Figure 3.5.2b). A large decrease in larger sized fish in the population would be relatively serious from a conservation and management point of view.

In Mauritania, the R/V AL AWAM carried out a single survey between Working Groups (in March 2006). The *S. aurita* length classes varied from 14 to 36 cm with a mode of 20 cm.

To the south, between Saint Louis and Casamance, the *S. aurita* length structure during the first quarter of 2006 shows two distinct modes of 27 and 30 cm, which account for 13 and 17 percent respectively of the structure, and a plateau at 31 and 32 cm with 10 percent of individuals of the structure (Figure 3.5.1a). In the second quarter, an evolution of the two modes which are located at 29 and 32 cm can be seen, with a decline in the plateau observed during the first quarter. In the third quarter a mode of 25 cm appears which represents 2 percent of the structure and a second, more important mode of 28–29 cm, representing almost 40 percent. Lastly, the fourth quarter seems more homogeneous with a single mode at 27–28 cm containing 42 percent of the structure.

In 2006, observation of the *S. aurita* length structure in Senegal confirms the presence of individuals of modal length greater than 30 cm and of individuals whose modal length is around 27 cm during the cold season, i.e. during the first and second quarters. In the third quarter larger individuals disappear and a decrease in average lengths can be seen (modes at 27 and 28 cm). The appearance of a smaller mode at 25 cm can also be noted. In the fourth quarter, the demographic structure becomes unimodal and more homogeneous. Only individuals of a modal length of 27 cm appear, as was observed during the first quarter.

3.6 Assessment

Data quality

To study the quality of the data available for the assessment, the Working Group carried out a statistical exploration of the data and calculated the correlation between the different age groups and the corresponding number of the class of the same year and the following year. The results (Figure 3.6.1) show that, in this zone, there is no correlation between the different cohorts as the age structure shows anomalies from one age to the next. At this point, the Working Group decided not to use analytical models based on age for the stock assessment. The age-length key used was the Russian one.

Method

The Schaefer logistical production model, implemented on an Excel spreadsheet, was used. This model is described in detail in Appendix III. This same model, used on another Excel spreadsheet, allowed catch and abundance projections to be made for the following five years (Appendix III).

Data

The model requires a time series of total catch data as well as stock abundance indices.

Total catch estimates obtained by summing the catches of the different fleets in the various countries were used as the catch series.

The global model was applied to the *S. aurita* data and to both species combined using the abundance indices of the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic surveys (Tables 3.2.1a and b, Figure 3.3.2d).

In the data series, 1999 is an exception, with stock growth conditions that cannot be explained by the dynamic parameters of the stock. Studies have shown that 1999 shows strong upwelling activity. An environmental index that takes this into account has therefore been integrated into the model for the 1999.

Results

Results from the global model are shown in Figures 3.6.2 and 3.6.3.

Sardinella aurita

The results show a fluctuation in abundance over the last four years. The model has difficulty fitting these years. Nevertheless, the decreasing trend observed since last year is worrying for the round sardinella stock. As in 2006, current biomass is less than that corresponding to maximum sustainable yield. In 2006, catches are greater than the natural production of the stock. Current effort is four times higher than F_{MSY} .

Sardinella spp.

For the two sardinella species together, fitting the model to the abundance is even more difficult due to the drastic decline in biomass from 2004 to 2005. Considering the series since 1999, the decreasing trend in abundance should be noted, despite the increase observed in 2006. Current biomass is practically equivalent to that which would produce maximum sustainable yield. However catch is greater in 2006 than the natural production of the stock. Effort applied to sardinella as a whole in 2006 is 38 percent greater than that which would produce maximum sustainable catch.

Table 3.6.1: Summary of the results from fitting the model using the abundance indices from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Stock/abundance index	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Sardinella aurita</i> /Nansen	44%	285%	433%	481%
<i>Sardinella spp.</i> /Nansen	89%	135%	138%	154%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient that would give a sustainable yield at current biomass levels.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient giving maximum long term sustainable yield.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and F_0 .

Discussion

The results from the current modelling lead to the same situation as that observed last year, namely a current biomass less than sustainable biomass. This can be more clearly seen for round sardinella which remains the target species for the industrial fishery in Mauritania and the artisanal fishery in Senegal.

There are large fluctuations in abundance as measured by the acoustic surveys, from one year to the next, which often makes fitting the model difficult. Nevertheless, the decreasing trend in abundance considering the whole series, combined with the decrease in length of the round sardinella and the reduction in yields of round sardinella by all fisheries in 2006, suggests a critical situation for sardinella and in particular for the round sardinella.

3.7 Projections

A catch and abundance projection was made for round sardinella and for both sardinella combined for a period of five years based on application of the production models. Considering both the environmental conditions and fishing strategy as stable, two scenarios were established, one with constant effort (*status quo*) and the other with a 50 percent reduction in effort.

Sardinella aurita

In the scenario where effort remains the same as its current level (*status quo*), catch projections indicate a decrease in the round sardinella stock (Figure 3.7.1a). In the scenario where there is a 50 percent reduction in effort, the decrease in stock would be reduced (Figure 3.7.1b).

Sardinella spp.

Assuming a *status quo* scenario for both sardinella catches would be above the level relative to the level that would be required to maintain maximum sustainable yield. A 50 percent reduction in effort would allow for an eventual increase in catch and abundance (Figures 3.7.2a and b).

3.8 Management recommendations

The results indicate that the sardinella stock tends to be overexploited (particularly for round sardinella). Catches of both species combined were 456 000 tonnes in 2006 and were slightly higher than the recommendation made in 2005 (400 000 tonnes).

It must be underlined that given the overexploitation of round sardinella, it is strongly recommended that, for the current year, catches be reduced to 220 000 tonnes.

The Group knew of no management measures aimed at reducing catches in 2007 and highlighted the necessity of reducing fishing effort aimed at the round sardinella.

As the pelagic fishery is multi-specific, it is urgent that management measures be taken in the form of a regulation that takes into consideration the cross-border distribution of the stocks. Above all it is necessary to:

1. Organize the division of catch or total allowable effort allowed between the different countries.
2. Divide pelagic licences into two categories (clupeids, carangids and others).
3. Encourage a reduction in selected fishing gears where round sardinella are concerned (mainly for the artisanal fishery).

3.9 Future research

Follow up on last year's recommendations:

1. Concerning the study of growth by otolith reading, the exchange programme continued and an age reading workshop was organized in December 2006 (see chapter 1).
2. A study group involving Senegal, Mauritania and Morocco took place in August 2006 at Nouakchott, to analyse sardinella demographic structures.
3. Sardinella sampling in the artisanal fisheries of the Gambia began in 2007.

For this year, the Working Group makes the following recommendations:

1. The organization of a workshop in January 2008 between Senegal, Mauritania and Morocco for the in depth analysis of sardinella demographic structures.
2. Continuation of the otolith reading exchange programme.

3. A greater strengthening of sampling by the small pelagic fisheries of the Gambia,
4. The preparation on a quarterly basis of the age composition of catches using the age-length keys from the Russian Federation and other countries before the next meeting.
5. The increase of sampling in industrial catches and the reinforcement of the data collection system of the artisanal fishery in Mauritania.

4. HORSE MACKEREL

Three species are exploited: two *Trachurus* species (*Trachurus trachurus* and *T. trecae*) and the false scad (*Caranx rhonchus*).

The two main species under consideration for the assessment are the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and the Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*). For the false scad (*Caranx rhonchus*) only catch and abundance index data obtained from the acoustic surveys will be presented.

4.1 Stock identity

This has been described during previous Working Groups (FAO, 2001 and 2002). Additional studies are necessary to further assess the results already obtained in this area.

4.2 Fisheries

In the Northwest Africa region, exploitation of horse mackerel is carried out by vessels of very varying sizes, from the canoe to the large ocean going fishing vessel (144 m). Exploitation is thus carried out both by industrial fleets, almost exclusively foreign, and by national artisanal fleets.

The two *Trachurus* species (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) occupy similar ecological niches and represented almost 95 percent of the total horse mackerel catch in 2005, but only 88 percent in 2006 (*Caranx rhonchus* making up the remainder). *Trachurus trachurus* is mainly fished to the north of Cape Blanc and *Trachurus trecae* to the south. Artisanal fishery catches are still very low, in the order of 2.8 percent in 2005 and 2 percent in 2006 of total catch.

Catch

Even though catches have increased successively over the years since 2003 (around 200 000 tonnes in 2003, 394 000 tonnes in 2004, 414 000 tonnes in 2005), in 2006 landings decreased by 5 percent reaching a total of 392 000 tonnes (Figure 4.2.1).

The Cunene horse mackerel (*T. trecae*) is the most important species. Nevertheless, catch of this species decreased by 6 percent, going from 270 000 tonnes in 2005 to around 250 000 tonnes in 2006. The majority of the catch of this species is carried out in the Mauritanian zone (80 percent). Catches of the Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) were around 90 000 tonnes in 2006 as compared to 120 000 tonnes in 2005, whereas catches of false scad (*Caranx rhonchus*) were 45 000 tonnes in 2006 compared to 20 000 tonnes in 2005, representing an increase of around 125 percent. Annual catches of the three horse mackerel species are shown in Figure 4.2.1. Time series data are given by country and for the whole subregion in Tables 4.2.1a,b and c for the period 1990–2006.

Effort

In 2006, a slight decrease in fishing effort in the Mauritanian zone was registered (Figure 4.2.2). In Zone C, north of Cape Blanc, Russian and Ukrainian activity was the same as in the previous year. In this zone, the Russian industrial fleet registered 2 212 fishing days, and the Ukrainian fleet 992

(estimated value). Moroccan purse seiners (RSW) are also present in this area, but they mainly catch horse mackerel as bycatch. These carried out 2 205 fishing days in 2006, an increase of 10 percent on 2005.

In Senegal, horse mackerel fishing is carried out both by a declining industrial fishery and as bycatch in the artisanal fishery. The effort of the industrial fleet is weak in Senegal (20 days at sea in 2006) and that of the Gambia is negligible in comparison to the effort of the whole Northwest African region.

Recent developments

A new fishing agreement was reached between the European Union and Mauritania in 2006 for a period of six years, reviewable every two years. Under the framework of this new agreement, the number of European vessels authorized to fish at the same time is fixed at 22 units. With respect to the previous agreement (2001–2006), where the number of vessels was fixed at 15, this is an important increase. A ceiling of 440 000 tonnes per year has been placed on total authorized catches, covering all species (sardinella, horse mackerel, etc.). The current agreement includes new member states of the EU (Baltic states, Cyprus) which were already present in the Mauritanian zone. These fleets generally target horse mackerel.

A general increase in the use of the Vessel Monitoring System (VMS) on board the pelagic vessels operating in the Mauritanian zone can also be seen. This system, which uses satellites to monitor the position of the vessels, was introduced in 2005.

In Senegal, only two Dakar purse seiners remain. These did not report any horse mackerel catch in 2006.

4.3 Abundance indices

4.3.1 Catch per unit of effort

The effort series provided by the industrial fishery of Mauritania was updated for 2006. Based on this effort and on catches of the two *Trachurus* species in the zone, a CPUE was calculated. CPUE for each of the *Trachurus* species, provided by the Russian fleet, was also updated for 2006 following the same calculation method and considering the periods when catch is greatest. The results are shown respectively in Figures 4.3.1a and b.

For *Trachurus trecae* the series remains stable, particularly during recent years. However, due to the large variability in biomass and catch of this stock, it is difficult to explain such stability over such a long period, even when taking into account the industrial fleet, which operates over a larger area, following the movements of this species and thus maintains a stable yield over the course of time.

Mauritania also provided a new series of CPUE specifically for horse mackerel, obtained using a generalized linear model (GLM) which took into account several factors (fishing sector, type of vessel, season, year, nationality of the vessel) from 1991 to 2006 for both horse mackerel species over the 1990–2005 series. In order to complete the series, an average of 2003 to 2005 was used as the value for 2006.

4.3.2 Acoustic surveys

The acoustic surveys aim to estimate the abundance and biomass of the stocks as well as surveying the distribution and length distributions of the different small pelagic stocks, of which horse mackerel is one.

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

The R/V DR. FRIDTJOF NANSEN abundance estimates highlight the fluctuating nature of the two *Trachurus* species (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) over the whole distribution zone (Figures 4.3.2a,b,c and d).

As in 2005, the only concentration of *Trachurus trachurus* detected in 2006 was that between Cape Juby and Cape Blanc. Its biomass had decreased by over 72 percent, dropping from 145 000 tonnes in 2005 to 40 000 tonnes in 2006, which is the lowest ever estimated value in the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN time series.

In 2006, total estimated biomass for *Trachurus trecae* was 402 000 tonnes, which is a substantial decrease compared to 2005 (more than 1 210 000 tonnes). Detection decreased moving from north to south between Cape Bojador and the south of Senegal. Thus, more than 66 percent of the biomass of this species was detected to the north of Cape Blanc. This distribution had already been observed in 2005, which was considered surprising as the species is considered to be tropical. Nevertheless, taking into account the survey period, October–December, a similar distribution could be expected.

The distribution of false scad (*Caranx rhonchus*) stretches from Cape Timiris to the south of Senegal. In 2006, 75 000 tonnes were detected in the Mauritanian zone and 70 000 tonnes in the Senegal–Gambian zone, which represents an increase in biomass when compared to 2005.

R/V ATLANTIDA

The R/V ATLANTIDA carried out an acoustic survey in July–August 2006 in the sector between 28°N and 16°N (south of Cape Juby and Mauritania).

Between Cape Juby and Cape Blanc, the estimated biomass was around 185 000 tonnes, of which 149 000 *Trachurus trecae* and 36 000 *T. trachurus*. By way of comparison, the registered biomasses for these two species in 2004 in the same sector were 780 000 tonnes, of which *Trachurus trecae* comprised 75 percent.

The main concentrations of *Trachurus trachurus* are mostly found between 25°N and 26°N. For *Trachurus trecae*, the main concentrations are located between 21°N and 23°N.

In Mauritania, 30 000 tonnes were detected. This is the lowest biomass value registered by this vessel since it began surveying the zone in 1995. This biomass represents a mere 13 percent of that recorded in 2004 and was composed solely of *Caranx rhonchus* (20 130 tonnes) and *Trachurus trecae* (9 300 tonnes).

*National surveys**R/V AL AWAM*

The R/V AL AWAM series highlights an almost continuous decrease in the two horse mackerel species (*Trachurus trecae* and *Caranx rhonchus*) between December 2003 and March 2006. For *T. trecae*, the estimated biomass in March 2006 represents only around 10 percent of that of 2003. For *Caranx rhonchus*, the decline is even more marked with the 2006 biomass level estimated at less than 3 percent of that of 2003.

R/V ITAF DEME

The R/V ITAF DEME carried out a survey in March 2006 in Senegal. Due to problems encountered at the CRODT, the acoustic data were lost.

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

The R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out four acoustic surveys. Since the last Working Group, during the first survey, between December 2005 and January 2006 from Cape Cantin to Cape Bojador, the biomass of *T. trecae* and *T. trachurus* was estimated at 5 000 tonnes. The second, in June to July 2006 between Cape Cantin and Cape Bojador, estimated the horse mackerel biomass at 68 000 tonnes. The third survey was carried out in parallel with the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in November–December 2006 between Cape Blanc and Cape Juby. The estimated biomass of the two horse mackerels was 333 000 tonnes. The last survey was carried out in December 2006 between Cape Cantin and Cape Spartel. Here the biomass was estimated at 32 000 tonnes.

4.4 Sampling of commercial fisheries

In Mauritania, biological sampling on board the Dutch and Russian vessels is carried out by scientists from IMROP and Russian researchers. Since 2005, sampling effort lead by IMROP has been also extended to other industrial pelagic fleets employing the same number of scientists. In 2006, Russian researchers did not carry out any sampling on board commercial vessels in the Mauritanian zone. Their effort was concentrated to the north of Cape Blanc where there is a greater number of vessels.

As in the past, sampling intensity was presented by quarter for the two main fleets (Russian Federation and the European Union) integrating the results from the other fleets, the industrial in Mauritania and the artisanal in Senegal (Tables 4.4.1, 4.4.2 and 4.4.3).

Sampling intensity

Trachurus trachurus

Sampling intensity greatly improved with respect to 2005 in Zones A and C, whereas there was no sampling in Zone B in 2006. The Moroccan fleet operating in Zone A had a sampling intensity of 28 samples per 1 000 tonnes and the fleet operating in Zone C, 2 samples per 1 000 tonnes.

For the Russian fleet operating in Zone C to the north of Cape Blanc, sampling intensity has improved, going from 3 samples per 1 000 tonnes in 2005 to 8 samples in 2006.

Only the Russian Federation carries out age readings of otoliths. The number of individuals read was 1 131 in 2005 and 2 973 in 2006.

In Mauritania, sampling intensity on board the EU fleet has improved, increasing from 3 samples per 1 000 tonnes in 2005 to 8 samples in 2006. In contrast, sampling on board the non-EU fleet saw a decrease in intensity, falling from 10 samples per 1 000 tonnes in 2005 to 3 samples in 2006.

Trachurus trecae

Sampling effort improved in 2006 for the catches taken in Zone C to the north of Cape Blanc by the Russian fleet, with 12 samples per 1 000 tonnes compared to 6 in 2005. This increase is also reflected in the number of individuals measured which increased from 2 000 in 2005 to more than 80 000 in 2006. In contrast, sampling intensity in the Mauritanian zone declined for both the EU and Russian fleets, reporting less than 2 samples per 1 000 tonnes. Only the otoliths of the Russian fleet catches were age read. The number of otoliths read increased from 1 350 in 2005 (carried out to the south of Cape Blanc) to 1 823 in 2006 (carried out to the north of Cape Blanc).

Caranx rhonchus

Sampling was only carried out in the Mauritanian zone. Sampling effort for the EU fleet decreased strongly, going from 10 samples per 1 000 tonnes in 2005 (2 497 individuals measured) to 1 sample per 1 000 tonnes in 2006 (153 individuals measured). For the non-EU fleet sampling intensity also decreased, passing from 35 samples per 1 000 tonnes in 2005 to less than 3 samples in 2006. However, this species was sampled for the first time by the artisanal Senegalese fishery with an intensity of three samples per 1 000 tonnes (939 individuals measured). In contrast to 2005, in 2006 no age reading was carried out for this species.

4.5 Biological data

Analysis of the horse mackerel length frequencies obtained during the surveys allows the demographic structure of the stocks under study to be followed.

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

In 2006, the estimated abundance in number by length class of the Cunene horse mackerel (*T. trecae*) shows the presence of several modes. The main mode is found at 13 cm with secondary modes at 18, 26 and 32 cm (Figure 4.5.1a). In the zone between Cape Juby and Cape Blanc, all these modes can be seen. In the zone between Cape Blanc and Saint Louis, the 13 cm mode is the most important mode, even though many individuals of a greater length are present. South of Saint Louis, the main mode is 20 cm with groups of individuals of smaller length (13 cm) and others of a greater length (26 cm). In this zone, individuals of a length greater than 31 cm were not observed.

As in 2005, in 2006, the Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) was only detected between Cape Juby and Cape Blanc. In 2005, two groups of individuals were found. The first corresponding to small individuals of a mode of 12 cm, and the second less important group to a mode of 20 cm. In 2006, the same distribution was observed with more pronounced modes (Figure 4.5.1b).

The false scad (*C. rhonchus*) was observed between Cape Timiris and the south of Senegal. The length structure of this species shows the presence of a large cohort of sizes between 23 and 32 cm and a second cohort of individuals of smaller size, around 15–16 cm (Figure 4.5.1c).

R/V ATLANTIDA

The concentrations of *Trachurus trecae* are basically located between 21°N and 23°N. The main modes are 11, 15 and 25 cm (average length, 16.8 cm) (Figure 4.5.2a). In the Mauritanian zone, the concentrations of *Trachurus trecae* are mostly found between 19°N and 20°N (average length, 22 cm). The length frequency distribution of this species shows the presence of a group of young individuals with two distinct cohorts. The mode of the first cohort, which is the most important, is at 10–11 cm. The second cohort has a mode of 20 cm (Figure 4.5.2a).

For *Trachurus trachurus*, the concentrations are mainly located between 25 °N and 26 °N. The average length is 20.6 cm, with a main mode of 19 cm (Figure 4.5.2b).

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

The survey carried out in November 2006 highlights the existence of three, relatively distinct cohorts of *Trachurus* spp. (Figure 4.5.3) with modes at 13, 20 and 24 cm.

R/V AL AWAM

During the survey of March 2006, length frequency data for the three horse mackerel species were collected. For the Cunene horse mackerel, two distinct cohorts were found both between Cape Timiris

and Cape Blanc and between Cape Timiris and Saint Louis. In the northern zone, the main mode is at 22 cm and the second cohort at 14–15 cm (Figure 4.5.4a). For the south, the modes were found at 16 cm and 24 cm.

For the Atlantic horse mackerel, the length distribution varies between 19 and 32 cm, with a mode of 22 cm and a single cohort (Figure 4.5.4b).

For the false scad, the mode is found at 26 cm (Figure 4.5.4c).

R/V ITAF DEME

The R/V ITAF DEME carried out a survey in March 2006 in Senegal. Due to a problem that arose in the CRODT, the data were lost.

4.6 Assessment

The Working Group analysed the two main horse mackerel species (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) using a production model.

Data quality

Catch data are judged to be acceptable, but not exhaustive due to under-declaration (the probable transformation of young individuals into flour) and discards (most notably for the demersal fleets). An exploratory analysis of total catch by age for each of the two horse mackerel species from 1990 to 2006 was carried out by calculating a correlation coefficient between the estimated catches by successive ages in the same cohort, once the catch data had been transformed using a neperian logarithm. The basic data used are given for *T. Trachurus* in Table 4.6.1 and for *T. trecae* in Table 4.6.2. The results (Table 4.6.3 and Figures 4.6.1 and 4.6.2) show a weak correlation between catches from the same cohort over the life cycle.

Table 4.6.3: R² values between estimated catches by successive age in the same cohort for horse mackerel

Species/age	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
<i>Trachurus trachurus</i>	0.17	0.28	0.16	0.15	0.48	0.48	0.37
<i>Trachurus trecae</i>	0.15	0.35	0.19	0.20	0.003	0.013	0.008

The absence of a correlation between ages could be due to the lack of data for the whole stock distribution zone and for the difficulty in estimating the age of these species. The majority of vessels do not carry out sampling which complicates the problem. Scientific observation on board the vessels does not cover the whole year which also has an influence on the breakdown of catches.

Methods

Stock assessment of the two species was carried out using a surplus production model (Schaeffer, 1954). This model was used to estimate the evolution of the biomass and fishing mortality for the period 1991–2006 for the two *Trachurus* species in the subregion.

Data

The Working Group prepared the data for the dynamic production model for both species. For each, three types of abundance index were available: the CPUEs provided by the Russian scientists (1991–2006), the CPUEs calculated on the basis of daily catch in Mauritania and standardized using the GLM procedure (1991–2006) for the two *Trachurus* species combined and the biomasses obtained by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in Nov.–Dec. (1995–2006) for each species. It is also interesting to

note that the annual abundance indices obtained by both the R/V ATLANTIDA and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN show similar trends despite the fact that the surveys are carried out during different periods. For *Trachurus trachurus*, the commercial fishery indices are only calculated for the Mauritanian zone which is on the outskirts of the stock distribution. The Working Group decided that the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN results, covering the whole distribution area of this species, were the most appropriate.

In order to take into account possible environmental effects, three scenarios were envisaged, but for readability purposes, only the results judged the most satisfactory are being presented.

Results

The environmental effect that was considered in the end was that based on expert knowledge which takes into account the anomalies observed in certain years of the series (1992 and 1999).

Trachurus trachurus

Application of the model using the abundance index series from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN was judged to be the most satisfactory (Table 4.6.5 and Figure 4.6.3). The Pearson correlation coefficient was 0.75.

The current estimated biomass is around a third of the $B_{0.1}$ biomass and fishing effort is greatly in excess of that maintaining a balance in the stock. Current effort is four times greater than that of maximum sustainable yield. The results show that the stock is overexploited.

Table 4.6.5: Summary of the current state of the stock of the *Trachurus trachurus* fishery using abundance indices from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Stock/indices	$B/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /R/V DR. FRIDTJOF NANSEN	36 %	229%	384%	427%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient that would give a sustainable yield at current biomass levels.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient giving maximum long term sustainable yield.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and F_0 .

Trachurus trecae

The results of the model are given in Figure 4.6.4 using the abundance index of the standardized CPUEs using the GLM-Mauritania procedure. The acoustic indices from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN were also used but the Figure only shows the fitting for the abundance indices of the standardized CPUEs using the GLM-Mauritania procedure. The two models give similar results which could be considered to be a good description of the state of the stock of this species

The results indicate that the 2006 biomass is above the biomass level $B_{0.1}$ and that fishing mortality, with respect to the $F_{0.1}$ fishing mortality level, is slightly less in the case of the GLM-Mauritania CPUE and slightly greater for the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic indices (Table 4.6.6). It therefore appears that the stock is fully exploited.

Table 4.6.6: Summary of the current state of the stock of the *Trachurus trecae* fishery

Stock/indices	$B/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /CPUE-GLM-Mauritania	145%	126%	88%	97%
<i>Trachurus trecae</i> /R/V DR. FRIDTJOF NANSEN	129%	131%	109%	121%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Ratio between the estimated biomass for the last year and the biomass corresponding to $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient that would give a sustainable yield at current biomass levels.

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and the coefficient giving maximum long term sustainable yield.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Ratio between the observed fishing mortality coefficient during the last year of the series and F_0 .

Discussion

For *Trachurus trachurus*, the fit of the model based on the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic indices indicates that the total biomass in 2006 is a third of the $B_{0.1}$ level and that current fishing mortality is four times greater than the $F_{0.1}$ fishing mortality level. The stock is therefore in a critical state.

For *Trachurus trecae*, the results of the two models (R/V DR. FRIDTJOF NANSEN index and standardized GLM CPUE for *T. trachurus* and *T. trecae* in Mauritania) show that relatively similar conclusions can be drawn using two different indices, even though the length of the time series from the acoustic surveys is shorter than that of the Mauritanian catch per unit of effort series. This is particularly important when taking into account the number of unknown parameters in the model and above all when considering the existence of uncontrollable variants (availability of horse mackerel, the multi-specific nature of the fisheries, fishing exclusively large individuals in the case of the commercial fleets).

4.7 Projections

In order to have additional elements available on which to base a decision, the Working Group incorporated a projection option into the production model so as to take into account different scenarios according to fishing effort level:

1st scenario: Maintain fishing effort at its current level (*status quo*).

2nd scenario: Change the current effort level to obtain a better long term stock yield (a 20 percent decrease in current effort).

The projection was carried out for the next five years.

Trachurus trachurus

1st scenario: No change in the environment nor in fishing strategy is considered whilst maintaining the level of fishing effort at that of 2006 (*status quo*). In this case, catch and biomass (Figure 4.7.1a) would continue to decrease with respect to current catches and the $B_{0.1}$ target value over the coming five years.

2nd scenario: A decrease of 20 percent in current effort is considered over the next five years. Catches continue to decline slightly when compared to their 2006 level and biomasses stabilize (Figure 4.7.1b).

Trachurus trecae

The results are those obtained using the commercial CPUEs (standardized CPUEs by GLM-Mauritania).

- 1st scenario: No change in the environment nor in fishing strategy is considered whilst maintaining the level of fishing effort at that of 2006 (*status quo*). Catches decrease slightly before rapidly stabilizing at MSY level from 2009. Abundance remains stable at the $B_{0.1}$ target value during the coming five years (Figure 4.7.2a).
- 2nd scenario: A decrease of 20 percent in current effort is considered. Catches decrease in 2007 but stabilize in 2008 at around 80 percent of the MSY value and the biomass remains at a level of 120 percent that of the target value (Figure 4.7.2b).

4.8 Management recommendations

Analysis of the results of the state of the stock for the two *Trachurus* species was carried out using the dynamic production model using three different abundance index series.

For *Trachurus trachurus*, the current level of fishing mortality greatly surpasses the $F_{0.1}$ target level. The stock situation therefore appears critical and a 20 percent reduction in fishing effort will not be sufficient to re-establish it over the next five years (2007–2011).

For *Trachurus trecae*, the results appear to indicate the biomass is close to the $B_{0.1}$ level. The stock appears to be fully exploited.

Given the multi-specific nature of the horse mackerel fisheries and the high level of exploitation of *Trachurus trachurus*, the Working Group recommends a reduction in fishing effort of 20 percent (and even more), which corresponds to a catch level in 2007 equivalent to that recommended for 2006 (260 000 tonnes) for the two *Trachurus* species.

4.9 Future research

Follow up of last year's recommendations

1. Even though an improvement in biological sampling has been noted in the area between Cape Juby and Cape Blanc, it should continue to be improved so as to ensure satisfactory coverage of all segments of the fleet active in this zone.
2. A working document giving a series of standardized CPUEs, based on generalized linear models, which use fishery statistics from the industrial pelagic fishery active in Mauritania, was presented during this session.
3. A second document giving results from the recruitment surveys was also provided.
4. Exploitation of the length frequencies of these species has not witnessed any progress since the last session and should be the subject of greater attention.

In order to improve the series of available data, to reduce the uncertainties related to the assessment and to be able to apply analytical models, the Working Group recommends in 2007/2008:

1. An increase in catch sampling for all segments of both the industrial and artisanal fleets. This should be achieved by embarking international and national scientists on board fishing vessels to obtain a satisfactory coverage of all the components of the fleets active in the zone. This would allow to better determine the specific species composition of the landings and the

discards whilst carrying out detailed biological studies (reproduction, growth, feed, etc). Sampling at the landing sites should also be strengthened (Nouakchott, Saint Louis, etc.).

2. A comparison of the spatial distribution of the commercial catches and the scientific surveys for the two *Trachurus* species to better understand their spatial distribution according to their level of total abundance.
3. The production of a catch series for the different horse mackerel species caught as bycatch by other sectors of the fleet which do not target these species, most notably in the demersal fishery fleets.
4. To carry out length frequency analysis of these species. This analysis should represent a priority with regard to assessment of these stocks using structural models
5. The continuation of recruitment study surveys and the preparation of a detailed working document on this subject for the next Working Group.

5. CHUB MACKEREL

5.1 Stock identity

Chub mackerel distribution (*Scomber japonicus*, Houttuyn 1782) has been described during previous Working Groups (FAO, 2001, 2002, 2003, 2004 and 2005).

Two chub mackerel stocks have been identified in the Northwest Africa region. The northern stock is found between Cape Bojador and the north of Morocco, and the southern stock is situated between Cape Bojador and the south of Senegal. As no new information on the identity of these two stocks was presented to the Working Group, it was decided to proceed with an assessment of the two stocks jointly over the whole distribution area.

5.2 Fisheries

In the northern zone (Tangiers–Cape Bojador), the chub mackerel fishery is exploited solely by the Moroccan fleet. This fleet is composed of coastal purse seiners which mainly target sardine but fish chub mackerel depending on availability.

The zone between Cape Bojador and Cape Blanc is exploited, in addition to the Moroccan coastal purse seiners, by pelagic trawlers operating under the Morocco–Russian Federation fishing agreement, and by vessels chartered by Moroccan operators.

In the zone to the south of Cape Blanc, several pelagic trawlers from different countries (Russian Federation, Ukraine, European Union and others) operate, but only targeting chub mackerel seasonally.

In Senegal and the Gambia, chub mackerel is considered as bycatch by the Senegalese artisanal fleet.

Catch

Annual chub mackerel catches for the period 1990–2006 are given in Table 5.2.1 and Figure 5.2.1.

Catches in the northern fishery (north of Cape Bojador) fluctuated between 11 000 tonnes and 68 000 tonnes between 1990 and 2006. Between 2002 and 2006 landings of this fishery saw an increasing trend passing from 22 700 tonnes in 2002 to a maximum catch of 68 000 tonnes in 2006.

This catch was taken mainly in zone B where 40 000 tonnes were landed, whereas in 2005, the maximum registered catch was in zone A with a record value of 45 000 tonnes.

Catches in zone C (Cape Bojador–Cape Blanc), where the chartered vessels and trawlers operate within the framework of fishing agreements with the Russian Federation, progressively increased over the 1993–1998 period, reaching a maximum of around 150 000 tonnes. Catches then saw a continual decline until 2002. This was due to the end of the above mentioned fishing agreements and the consequent departure of the Russian vessels in 1999 along with the Ukrainian vessels and the chartered vessels in 2001. Catches were revived in 2003 and have continued to follow an increasing trend, reaching 76 000 tonnes in 2005 and passing 100 000 tonnes in 2006. This figure was mainly due to the Russian vessels (65 percent), with catches of the Ukrainian and other vessels (16 percent) being of practically the same level as those of the Moroccan fleets (18 percent).

To the south of Cape Blanc, total chub mackerel catch increased over the period 1990–1996, reaching around 100 000 tonnes. It then decreased to reach the low level of around 20 000 tonnes in 1999. Catch then progressively increased until 2003 when a record of 133 000 tonnes was recorded. Since then catches have heavily declined with 38 000 tonnes recorded in 2005 and 33 000 tonnes in 2006.

To the south of Saint Louis, chub mackerel is a bycatch and is not targeted. In Senegal, catches of the artisanal fishery were recalculated for the period between 1997 and 2005 and estimated for 2006. The maximum registered value was 14 100 tonnes in 2003. The year 2006 saw an increase of around 20 percent compared to 2005.

Since 1991, total chub mackerel catch over the whole subregion has seen an increasing trend, reaching a maximum of more than 200 000 tonnes in 1997, after which catches fluctuate around an average value of 176 000 tonnes. Since 2002, an increase has been noted with a record catch of over 224 000 tonnes registered in 2004 and a catch of 210 000 tonnes in 2006 (Table 5.2.1 and Figure 5.2.1).

Effort

Due to the multi-specific nature of the fishery, estimated fishing effort for chub mackerel in the industrial fishery and for the purse seiners is considered to be the same as that of horse mackerel and sardinella (Figures 5.2.2a and b).

In zone C, fishing effort saw an increasing trend from 1993 reaching a maximum value in 1998 of 7 400 days at sea. After that, effort progressively decreased due to the end of the fishing agreement with the Russian Federation (1999) and of the chartered vessels (2001). Since the renewal of the agreements and of chartering in 2004, fishing effort in zone C has returned to an increasing trend with 3 200 days at sea.

In Mauritania, as the fishery is multi-specific, fishing effort for the industrial fleet, expressed in days at sea, is the same as that of the sardinella and horse mackerel fishery.

5.3 Abundance indices

5.3.1 Catch per unit of effort

The CPUEs were calculated following the method described in the 2004 Working Group report (FAO, 2004). In 2005, the CPUE in tonnes/day RTMS saw a strong decrease compared to that of 2004. In 2006, the CPUE remained at the same level as 2005, or around 41 tonnes/day RTMS (Table 5.3.1 and Figure 5.3.1).

5.3.2 Acoustic surveys

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Chub mackerel abundance indices and biomass assessed by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Figure 5.3.2) show fluctuations from one year to the next. The abundance index estimated in 2006 reveals a strong decline of the stock to 430 000 tonnes. Low amounts of 600 tonnes were estimated in Mauritania and 4 400 tonnes in Senegal. The main chub mackerel concentrations are found between Cape Blanc and Cape Bojador, with 315 000 tonnes, only 15 000 tonnes between Cape Bojador and Tarfaya (Cape Juby) and 100 000 tonnes to the north of Tarfaya. It should be remembered that the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN did not cover the zone between Cape Juby and Cape Cantin.

R/V ATLANTIDA

During the acoustic survey carried out in July/August 2006, only 1 200 tonnes of chub mackerel were found in Mauritania whereas 30 000 tonnes had been estimated in 2004. Similarly chub mackerel biomass in Morocco went from 713 000 tonnes in 2004 to 583 000 tonnes in 2006.

The fourth recruitment survey was carried out in November 2006–January 2007 in the Moroccan zone. The 0+ abundance index was the lowest since 2003. However the 1+ index was the highest. Juveniles were concentrated in the same zones as had been defined in the three previous surveys. Results of the young chub mackerel abundance indices between 2003 and 2005 in the region and those of the zone to the north of Cape Blanc in 2006 are given in Table 5.3.2a.

Table 5.3.2.a: Abundance indices of juvenile chub mackerel in the Centre-East Atlantic region from the recruitment surveys (expressed in thousands)

Years	Age classes	
	0+	1+
2003	4 537 947	1 023 515
2004	3 527 663	915 899
2005	4 344 558	1 402 984
2006 North of Cape Blanc	1 883 000	2 120 000

National surveys

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

In 2006, the Moroccan research vessel R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out five acoustic surveys and two noise measurement missions in coordination with the Institut de recherche pour le développement (IRD) in April in the bay of Agadir and with the Japanese International Cooperation Agency (JICA) in June between Casablanca and Agadir. Details of the acoustic surveys are given in Table 5.3.2b.

Table 5.3.2b: Details of the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH acoustic surveys in 2006

December 2005–January 2006		June–July 2006		Saidia–Ceuta (11–20 May 2006)		Nov.–Dec. 2006		December 2006	
C. Cantin–C. Juby		C. Cantin–C. Juby C. Juby–C. Bojador				C. Blanc–C. Bojador		C. Cantin–C. Spartel	
1566 NM	24 catches	1 829 NM	38 catches	720 NM	22 catches	2 060 NM	37 catches		11 catches
32 samples	2 938 ind measured	54 samples	5 764 individuals measured			82 samples	4 668 ind. measured		
							17 hydrological		

The acoustic survey in November–December between Cape Blanc and Cape Bojador was conducted as a parallel survey with the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. Results from the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH acoustic surveys for chub mackerel in the Atlantic are summarized in Table 5.3.2c.

Table 5.3.2c: Biomass indices for chub mackerel estimated during the acoustic surveys on board the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2006

December 2005–January 2006				June–July 2006				Nov.–Dec. 2006		December 2006	
C. Cantin–C. Juby		C. Juby–C. Bojador		C. Cantin–C. Juby		C. Juby–C. Bojador		C. Blanc–C. Bojador		C. Cantin–C. Spartel	
Weight ('000 tonnes)	Number (millions)	Weight ('000 tonnes)	Number (millions)	Weight ('000 tonnes)	Number (millions)	Weight ('000 tonnes)	Number (millions)	Weight ('000 tonnes)	Number (millions)	Weight ('000 tonnes)	Number (millions)
162	2 685	47	449	433	7633	159	3029	475	6 111	108	1 589

Cape Cantin–Cape Bojador

The acoustic surveys carried out on board the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH between Cape Cantin and Cape Bojador in January and June 2006 show that chub mackerel is present in the whole region with greater densities off Tan Tan in January and at Sidi Ifni, Laâyoune and to the north of Tarfaya in June. The estimated biomass in June 2006 showed an increase in the order of 45 percent compared to June 2005 and has doubled compared to the assessments in January 2006.

Cape Bojador–Cape Blanc

Biomass of the chub mackerel stock, compared to the same period the previous year, increased by 98 percent whereas abundance only increased by 7 percent due to larger lengths.

R/V AL AWAM

In March 2006, the Mauritanian research vessel R/V AL AWAM carried out an acoustic survey between Cape Blanc and Saint Louis. Chub mackerel was estimated during this survey at 3 300 tonnes.

R/V ITAF DEME

In March 2006, an acoustic survey was carried out on board the R/V ITAF DEME. The results from this survey were not available to the Working Group.

5.4 Sampling of commercial fisheries

Sampling intensity of the chub mackerel lengths during 2006 in the Northwest African zone are given in Table 5.4.1.

Morocco

For the northern fishery in the Cape Bojador zone (A+B) exploited by Moroccan coastal purse seiners, sampling in 2006 was greatly intensified, increasing to 263 samples containing 15 634 individuals (59 individuals per sample). Over the whole zone, sampling intensity covered the entire year and was slightly less compared to 2005, that is 4.6 samples per 1 000 tonnes in 2006 against 6.9 in 2005.

For the southern fishery (between Cape Bojador and Cape Blanc) in 2006, more than 8 samples of 247 individuals were taken from the Moroccan purse seiners during the last 3 quarters. Sampling intensity decreased, going from 9.3 per 1 000 tonnes in 2005 to 6.5 in 2006. Samplings onboard of Russian trawlers were carried out during the whole year with an intensity of 8.4 per 1 000 tonnes.

Mauritania

For the Mauritanian fishery, length sampling was carried out on board the pelagic trawlers by IMROP scientific observers. Of the samples taken in 2006, 22 percent came from the non-European fleet and 78 percent from the Russian fleet. Sampling intensified in 2006 with 6.2 samples per 1 000 tonnes in 2006 against 4.3 in 2005. Sampling intensity in 2006 was almost the same for both the Russian and non-European fleets.

Senegal

In Senegal, one sampling was carried out in 2006 on the artisanal fishery chub mackerel landings during the cold season. Sampling intensity in 2006 was 1.9 samples per 1 000 tonnes.

5.5 Biological data

The chub mackerel length frequency distributions were analysed for both the stocks north and south of Cape Bojador. The length distributions obtained in 2006 were compared with those of 2005 and 2004 (Figures 5.5.1a and b).

Lengths recorded in the Moroccan purse seiner landings in zone A+B in 2005 had a unimodal structure with the mode at 21 cm. Individuals between 10 and 12 cm were rare and adults of a length greater than 27cm were absent. In 2006 on the other hand, the structure is bimodal with a main mode of young individuals measuring 12 cm and a secondary mode of 22 cm. As in 2005, an absence of individuals of a length greater than 27 cm can be noted.

For the southern fishery, the length structure of the 2005 landings does not show a pronounced mode. Larger lengths can be seen of up to 46 cm with individuals measuring between 27 and 31 cm being predominant. In 2006, the structure has a main mode at 23 cm. Larger individuals of up to 49 cm can be seen.

The chub mackerel length structure estimated during the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN acoustic surveys in November–December 2005 and 2006 for the southern zone and in 2006 for the northern zone is shown in Figures 5.5.2a and b.

For the zone to the north of Cape Bojador, the 2006 length distribution shows a pronounced mode at 17 cm. The structure is marked by the absence of lengths greater than 31 cm.

For the southern zone, in 2005 the length structure is bimodal with a main mode between 12 and 13 cm and another between 17 and 20 cm. A few lengths greater than 35 cm can also be noted. In 2006 the length structure shows a pronounced mode at 17 cm. The absence of lengths greater than 31 cm can also be noted.

The acoustic surveys carried out on board the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH between Cape Cantin and Cape Bojador in December 2006, show average chub mackerel lengths with modes of 19 and 22 cm, with 51 percent of lengths greater than 19 cm. The surveys in January and June 2006 show that chub mackerel is present in the whole region with the largest densities being found off Tan Tan in January and at Sidi Ifni, Laâyoune and to the north of Tarfaya in June. The lengths sampled in January and June show similarities between Safi and Tarfaya with a main mode at 18 cm. However, between Tarfaya and Cape Bojador, the mode goes from 20 to 12 cm. Between Cape Bojador and Cape Blanc the chub mackerel population shows a length structure of between 12 and 33 cm with modes at 16, 24 and 28 cm. The chub mackerel length frequency curve has a decreasing appearance similar to that of 2005. Comparison of the modal peaks and average lengths shows considerable growth in lengths compared to 2005.

5.6 Assessment

Assessment of the data quality

In order to test the quality of the available data for the assessment, the Working Group carried out an exploratory analysis of the updated data calculating linear correlations between the different age groups and the corresponding number of the following year's age class. The results are given in Table 5.6.1 and Figure 5.6.1. The correlations are similar to those calculated on the basis of the previous series and were judged to be insufficient for use in an analytical model assessment. Nevertheless, the Working Group carried out a simulation of the data using the ICA analytical model (Integrated Catch-at-Age Analysis) (Patterson and Melvin, 1995).

Table 5.6.1: Values of the linear correlation coefficient between estimated catches of consecutive ages in the same chub mackerel cohorts

Species/Age group	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Correlation coefficient	0.67	0.34	0.36	0.63	0.70

Dynamic production model (BioDyn)

The Working Group proceeded to apply the Schaefer logistic production model to the whole chub mackerel stock from Cape Cantin to Casamance. The model was implemented on an Excel spreadsheet to simplify the estimation of the global parameters and relative reference points (the model is described in Appendix II).

Basic data

For catch data, the Working Group used a time series of total landings in the subregion from 1992 to 2006.

For the biomass indices, the series of chub mackerel acoustic biomasses from the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN which only began in 1999 was judged to be too short for use in the assessment.

Results

Results of fitting the model to the CPUE indices series are shown in Figure 5.6.1a. Fluctuations in these indices are too weak to obtain sufficient information on the quality of the fit of the model. This

lack of contrast in the indices series leads to little confidence in the results. Interpretation of the results should therefore be undertaken with a great deal of precaution.

The assessment results obtained from this fit are not consistent with those from previous periods, nor with available external information. Therefore the Group deemed that this year's updated data do not warrant a change in the assessment of the state of the stock and decided to keep the assessment carried out last year.

Examination of the analytical model (ICA)

The ICA model was applied to examine the chub mackerel data using different scenarios in order to obtain a better fit of the model. The analysis was carried out so as to test the effect of different factors on the fit and stability of the model: the effect of the fishery fleet, the periods of separated fishing and the selection level (S) of the last age.

Basic data

The basic data are given in Tables 5.6.2 and 5.6.3. Age three was selected as the reference age as this is considered to be the age of total recruitment. For the CPUEs, the linear model was used. For the fit, a minimum SSQ value and the most appropriate residual values were obtained using the CPUE indices (Table 5.3.1a) and the acoustic biomasses (Figure 5.6.2).

Results

Natural fluctuations in recruitment could be at the root of the reduction in the stock over the last year. A gradual decrease in fishing mortality, F, after 2000 indicates a more moderate exploitation.

5.7 Projections

A catch and abundance projection for *Scomber japonicus* was carried out for a period of five years after applying the global models. Considering that environmental conditions and fishing strategies are stable, one scenario was chosen, with a constant effort the same as that of 2006.

In the scenario where effort is maintained at the constant 2006 level, the abundance index and catches increase slightly over the next five years compared to the target value $B_{0.1}$ (Figure 5.7.1).

5.8 Management recommendations

Based on the results obtained from the assessment, the Working Group recommends, as a precautionary approach, that catches do not exceed the current level of 200 000 tonnes.

5.9 Future research

Follow up on last year's recommendations:

1. Total length (TL) to the centimetre below as reference measurement has been adopted.
2. Standardization of fishing effort has not been carried out.
3. Efforts have been made to improve studies on chub mackerel growth.
4. Encourage the collection and reading of otoliths in order to determine age-length keys for each fishing zone.
5. A working document was presented on the model for the analysis of age structures (ICA).

6. Sampling has been reinforced in all segments of the fleet.

Recommendations for future research:

1. Undertake studies on stock identity in the region.
2. Encourage the collection and reading of otoliths in order to determine the age–length keys.
3. Lead an investigation to assess models for the analysis of age structures (XSA, ICA...etc.).

6. ANCHOVY

6.1 Stock identity

Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) is distributed throughout the eastern Atlantic and further, from the coast of Norway to South Africa. Historical surveys by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in the subregion in 1981–1982 established that the anchovy stock extended from Morocco to Sierra Leone.

In the absence of studies of stock identity for this species, the Working Group only considers a single stock for the whole subregion.

6.2 Fisheries

In the subregion, anchovy is mostly fished in Mauritania and Morocco. The species does not appear to represent a target species for the industrial pelagic fishery in Mauritania, and in Morocco it is considered as bycatch.

Catch

Catch data are presented in Table 6.2.1 and Figure 6.2.1.

Catches increased regularly between 1996 and 2003, going from 20 000 tonnes to around 180 000 tonnes. In 2004 and 2005 the total anchovy catch dropped by 46 percent in relation to that of 2003. In 2006, catches saw an increase of nearly 43 percent with respect to 2005. This increase was registered for the most part in Mauritania (Figure 6.2.1).

Since 1995, Mauritania's share of the total catch has increased regularly. It has risen from 8 percent of total anchovy catch in 1995 to 92 percent in 2006 whereas that of Morocco has followed the inverse trend over the same period. This inverse distribution of catch in the two countries could be explained by the closure of the fisheries in zone C in the year 2000.

It should be noted that 92 percent of total anchovy catch in the subregion is caught in Mauritania and that Russian and Ukrainian fleets, representing 70 percent of the Mauritanian total, play an important role. In 2006, the increase in catch by this fleet can be explained by the resolution of technical and financial problems of previous years. Recent integration into the European Union (EU) of countries such as Latvia (previously counted in the group of other industrial fisheries) has increased the catch of anchovy by the EU from 167 tonnes in 2005 to more than 35 000 tonnes in 2006 (Table 6.2.1).

It is therefore possible to conclude that the increase in total anchovy catch in the subregion in 2006 can be explained partly by the high increase in European, Russian and Ukrainian effort in Mauritania, and, to a lesser degree, by that of the Moroccan fleet in zone B.

Effort

Effort of the industrial pelagic fleets is mainly directed at *Sardinella* spp. and *Trachurus* spp. It cannot be used for *Engraulis encrasicolus* which is mostly reported as bycatch by these fisheries.

6.3 Abundance indices

6.3.1 Catch per unit of effort

The CPUE could not be calculated due to the lack of relative effort data.

6.3.2 Acoustic surveys

R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

In 2006, anchovy biomass estimated by the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in Mauritania reached 34 000 tonnes, composed mostly of juveniles of a length between 6 and 11 cm and with two modes at 6 and 8 cm. This estimate indicates a decrease in the biomass in Mauritania with respect to 2005 (Figure 6.3.1). The 2006 biomass level is close to that registered in 2001, 2002 and 2003 in the same zone.

R/V ATLANTIDA

For the R/V ATLANTIDA, biomass data are available from 1998 to 2006 in the Mauritanian and Moroccan zone. The estimates have always been carried out during the summer for both zones. The scattering of the data points during this period does not allow for any trend to be established. It is for this reason that the R/V ATLANTIDA data were not used during the assessment of *Engraulis encrasicolus*.

National surveys

R/V AL AWAM

The Mauritanian research vessel R/V AL AWAM carried out an acoustic survey in March 2006. During this survey *Engraulis encrasicolus* was observed south of Cape Timiris, with individuals of a size between 5 and 10 cm and a mode of 9.5 cm. The biomass was estimated at around 28 000 tonnes, located mostly between Cape Timiris and Cape Blanc. The time series from this vessel does not allow any clear trend for this species to be established.

R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

The Moroccan research vessel R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out four acoustic surveys in 2006, one of which was the intercalibration survey with the Norwegian research vessel R/V DR. FRIDTJOF NANSEN. During the first survey carried out in June between Cape Cantin and Cape Juby, anchovy biomass was estimated at 47 000 tonnes, with a 12 cm mode. The second survey, carried out in July between Cape Juby and Cape Bojador, saw an estimated biomass of 9 000 tonnes and a mode of 12 cm. The third survey was carried out jointly with the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in November between Cape Blanc and Cape Bojador. The fourth survey took place in December in the northern zone. Biomass estimates of all the surveys are given in Table 6.3.1. The historical time series of this vessel was not available to the Working Group, therefore the data from the R/V AL AMIR were not used in the 2006 assessment.

Table 6.3.1: Biomass estimates (in tonnes) for *Engraulis encrasicolus* in Northwest Africa (2006)

	Northern zone R/V AL AMIR	Zone C R/V AL AMIR	Zone C R/V DR. FRIDTJOF NANSEN	Mauritania R/V DR. FRIDTJOF NANSEN	Mauritania R/V AL AWAM
Biomass estimates (tonnes)	13 000	25 000	11 992	34 000	28 000
Survey season	autumn 2006	autumn 2006	autumn 2006	autumn 2006	autumn 2006

It should be noted from Table 6.3.1 that 80 percent of anchovy biomass is found in zone C and to the north of Mauritania.

6.4 Sampling of commercial fisheries

Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* in Northwest Africa is given for 2005 and 2006 in Table 6.4.1.

For the northern fishery (Zone A+B) which is exploited by Moroccan purse seiners, a total of 89 anchovy samples comprising 13 357 individuals, was taken in 2006. The otoliths from 291 individuals were collected in Zone A. With respect to 2005, a clear improvement can be observed in otolith collection and an increase in sampling intensity of 1.1 per thousand tonnes

For the Mauritanian fishery, sampling was carried out on board Russian and EU (Netherlands) trawlers by scientific observers. In 2005, three anchovy samples, comprising 200 individuals were taken. In 2006, anchovy sampling in Mauritania was very low despite an increase in catches by both the Russian and EU fleets.

6.5 Biological data

Length frequencies provided by Morocco and Mauritania are from acoustic surveys and are given in Figure 6.5.1 (autumn 2006).

In Morocco, a series of length frequencies for Zone A is given in Table 6.5.1. The total length of anchovy in this region is between 10 and 17.5 cm with a mode at 14 cm.

For this species, no biological data is available for Mauritania in 2006.

Length frequencies from the acoustic surveys show that anchovy in the northern zone of Morocco had a modal length of 13 cm whereas those from the Mauritanian zone had a modal length of 8 cm (Figure 6.5.1). This difference in lengths between the zones leads one to believe in the existence of different stocks.

6.6 Assessment

Based on the type of data available for this species, the Working Group carried out a Jones exploratory analysis of the length frequencies to show the most targeted length classes in the Moroccan zone. Then the Thomson and Bell catch by recruit model was applied using the same data. Both models are described in Appendix II.

Input data

The data used in the model come from landings at the port of Agadir in 2006. The length frequencies are for individuals between 10 and 17.5 cm. The other biological parameters were calculated using the same length frequencies. However, the charge capacity value K was 0.5 and that of L_{∞} was 18 cm with a natural mortality of 1.5. For reasons of fitting the model, the length of the first catch was fixed at 12 cm.

Results

The model produced encouraging results, but due to the lack of available data and the uncertainty over the stock identity, the Working Group decided not to consider the model results for anchovy.

6.7 Projections

For the reasons mentioned above, the Working Group was not able to provide anchovy stock projections.

6.8 Management recommendations

As a precautionary approach, the Working Group recommends not increasing catches above the average of the last three years (115 000 tonnes).

6.9 Future research

Follow up on last year's recommendation

The 2006 recommendations were not followed, so for 2007 the Working Group reiterated the following recommendations:

1. Undertake research on anchovy stock identity in the subregion.
2. Collect time series of effort data for stock assessment.
3. Carry out studies on the length and species composition of pelagic catches by the Mauritanian industrial fisheries.
4. Intensify sampling in the different fishery sectors to clearly identify anchovy in the declared or transformed catches.

7. BONGA

7.1 Stock identity

In Northwest Africa, Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) are mainly concentrated in Senegal, the Gambia and Mauritania. Interested readers are referred to the 2005 report of this Working Group (FAO, 2006) for more information on the species.

7.2 Fisheries

The bonga fishery has a long history in the subregion where exploitation takes place mainly in the Gambia and Senegal. In the Gambia, bonga is the most important of the pelagic species and constitutes the principal part of pelagic catches (92 percent). In Senegal, bonga is mainly fished in the area of

Saloum (southern Senegal) using *ethmalosa* gillnets. As a coastal and estuarine species, bonga is exploited by artisanal fisheries. Chapter one provides an overview of landings by country.

Catch

Total annual landings of bonga by country (Gambia, Senegal and Mauritania) are presented in Table 7.2.1 and Figure 7.2.1. A wide interannual fluctuation is observed in the catch figures of Senegal between 1998 and 2002. Since then catches have varied slightly with a mean of 11 000 tonnes.

Catch trends of bonga by the artisanal sector in the Gambia since 1990 appear quite stable with an absence of sharp fluctuations, the highest values being recorded in 1996 and 2003 respectively. The average catches over the last five years are estimated at about 19 000 tonnes.

In Mauritania, where bonga constitute bycatch, mainly in the artisanal sector, catch statistics have been available since 1994, however the reported catches until 1999 were very low. In 2000, the reported catch was 4 000 tonnes. The highest catch of the series was 13 000 tonnes, reported in 2002. The average catches over the last five years are estimated at around 6 000 tonnes.

Effort

Effort data for Senegal are presented in Table 7.2.2 as number of trips. The effort is the total number of trips fishers make during the year using surround gillnets. No effort data were provided by the Gambia and Mauritania.

Recent developments

No particular changes were observed in the bonga fisheries in the three countries where bonga occur in the subregion. In 2006 all of the reported catches are estimations based on last year's catches (Table 7.2.1).

7.3 Abundance indices

7.3.1 Catch per unit of effort

The CPUE was calculated from the catch and effort data provided by Senegal. The highest CPUE registered was recorded in 1995. Since then the CPUE has gradually declined with fluctuations until 2002. Since 2002, the CPUE has been stable (Figure 7.3.1). No data on CPUE were provided by the Gambia and Mauritania.

7.3.2 Acoustic surveys

Surveys of small pelagic fish in Northwest Africa conducted under the Nansen programme and subregional research vessels do not estimate the abundance of Bonga as they are found inshore and in estuaries. Therefore fisheries independent data were not available to the Working Group.

7.4 Sampling of commercial fisheries

Only Senegal conducted sampling of bonga in 2006. Sampling was carried out in all quarters with more intensity in the 2nd quarter and less intensity in the 4th quarter, giving a total number of samples of 18. A total of 759 fish were measured (Table 7.2).

7.5 Biological data

The length composition for 2004, 2005 and 2006 of bonga from the Senegalese artisanal fisheries indicate main modes at the 26 cm, 20 cm and 21 cm fork lengths respectively (Figure 7.5.1). In 2005 a smaller mode of 12 cm is also observed. In 2006 two other modes are observed, one at 15 cm and one at 30 cm. More length frequency sampling would be required to better describe modal patterns.

7.6 Assessment

No assessment was carried out this year, due to the lack of new input data for the model.

7.7 Projections

The Working Group was not in a position to make stock projections for bonga.

7.8 Management recommendations

As no new information is available on this species, the recommendation from 2006 was maintained, thus it is recommended that catch level should not exceed 42 000 tonnes.

7.9 Future research

Follow-up on last year's recommendations

Senegal continued to collect biological data on bonga in 2006, but the recommendations with respect to the collection of effort data in the Gambia and the establishment of biological sampling schemes by the other countries in the subregion had not been followed-up. Nor was a search carried out on data/information on the bonga fishery. Nevertheless, in the Gambia, the research component of a new project to develop artisanal fisheries is embarking on the collection of catch and effort data on all small pelagic species including. This exercise started this year and it is therefore likely that the Working Group will have more information at its disposal next year.

This year the Working Group therefore recommends:

1. The Gambia must start collecting data on catch, effort and length frequencies for *E. fimbriata*. They should also conduct biological studies to estimate biological parameters.
2. Senegal is urged to continue their biological sampling of bonga and should investigate the possibility of obtaining separate effort data for the ethmalosa gillnets
3. Mauritania should, if possible, collect biological data on *E. fimbriata* to enable better analysis of the status of the stock and the effect of the fishery on the stock, because this species is very important for the subregion and is fished and discarded in their fisheries.

8. GENERAL CONCLUSIONS

A summary of the assessments and management recommendations by the Working Group is presented below:

Stock	Last year 2006 catch in 000 t (2001–2006 average)	B/B _{0.1}	F _{cur} /F _{0.1}	Assessment	Management recommendations
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone A+B	389 (540)	19%	395%	Stock is overexploited.	Decrease effort by 20% corresponding to a catch level of 350 000 tonnes in 2008.
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone C	299 (170)	112%	3%	Stock is not fully exploited.	The total catch level may be temporarily increased, but should be adjusted to natural changes in the stock.
Sardinellas <i>S. aurita</i> and <i>S. maderensis</i>	300 (325) 150 (163)	44%	481%	Stock of <i>S. aurita</i> overexploited No reliable results for <i>S. maderensis</i>	Decrease effort in total sardinella fishery by 50%. For 2008, catches should not exceed the level recommended last year 220 000 tonnes.
<i>Sardinella</i> spp. Whole subregion	450 (488)	89%	154%		
Horse mackerel <i>T. trachurus</i>	120 (90)	36%	427%	Stock of <i>T. trachurus</i> is over exploited.	Because of the mixed horse mackerel fishery, decrease effort by 20%. For 2008 total catches of the two species should not exceed the level recommended last year i.e. 260 000 tonnes.
<i>T. trecae</i> Whole subregion	220 (180)	129%	121%	Stock of <i>T. trecae</i> is fully exploited.	
Chub Mackerel <i>Scomber japonicus</i> Whole subregion	202 (185)	-	-	Stock is not fully exploited.	As a precautionary measure, catch level should not exceed the current level (2006) i.e. 200 000 tonnes by 2008.
Anchovy <i>Engraulis encrasicolus</i> Whole subregion	120 (134)	NA	NA	NA, acoustic estimates show a decrease in biomass from 2005 to 2006.	As a precautionary measure, catch level should not exceed the average over the three last years (115 000 tonnes).
Bonga <i>Ethmalosa fimbriata</i> Whole subregion	35 (37)	NA	NA	NA, but catch rates have been stable since 2002.	As no new information is available on this species, the recommendation from 2006 is maintained i.e. catch level should not exceed 42 000 tonnes.

Overall, the most important small pelagic fish stocks in the region are considered to be fully or overexploited. The important stocks of round sardinella (*Sardinella aurita*) and sardine in A+B are the ones showing the most serious signs of overexploitation, and raising the most concerns. Effective

management measures will be required to promote their recovery to a productive state. The stock of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) also showed signs of overexploitation and care should be taken in its management. Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) was found to be fully exploited whereas Chub mackerel (*Scomber japonicus*) was found to be not fully exploited. Sardine in zone C, does not show signs of over exploitation however given the observed reduction of estimated biomass in 2006 a precautionary approach should be taken awaiting the results of the 2007 surveys.

With the exception of bonga and anchovy, the Working Group has managed to produce an assessment of all the main small pelagic fish stocks considered, using available estimates of total catch and abundance indices. However, the Working Group considers that the assessments could be greatly improved if more and better data were available.

For assessment of the pelagic fish stocks mentioned in this report in the Northwest African region, there is a variety of information available. The information can be divided into two main groups, fishery-dependent and fishery-independent information. Fishery-dependent information is based on fishery statistics, effort data, and the fish samples that are taken in the various fisheries, such as length measurements, age readings etc. From these data it is possible to obtain information relevant to fish stock assessments, such as total catch, length groups harvested and quantity thereof, what age groups (year classes) are harvested, and quantity thereof, catch per unit of effort and other information. The Working Group appreciates the effort made to obtain all these data, which are of the utmost importance for fish stock assessment and management. The fishery independent data, on the other hand, are data derived from sources other than the fishery, and can be various abundance estimates made during surveys with research vessels (for example the acoustic estimates of stock size obtained by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN, and other research vessels). Such estimates can be length based or age disaggregated. Currently, the abundance indices estimated on the basis of the activity of the research vessels are numbers and biomass of the target species by length group and they are not age-disaggregated. However, they are very valuable and in many cases they represent the most important information on the status and development of the fish stocks.

In the absence of reliable length and/or age compositions, the Working Group used dynamic production models for all stocks. These models can represent the evolution of the stock as a whole, and are often more precise than more detailed models when errors in data are considered. The disadvantage of the dynamic production models, however, is that they cannot follow individual age or length groups, and thus cannot be used to analyse the effect of changes in relative exploitation patterns on the stock.

As in previous years, the Working Group used the models assuming that most stocks in the area are influenced by abnormal hydrographical conditions in certain years. The fit of the production models has been significantly improved by specifically including an index of environmental quality. However, the values used for this index have still been defined on a rather subjective basis, and a more objective procedure with the application of a series of environmental data has to be developed in the future. For this purpose, more research on hydrographical and/or ecological variability in the region and its effects on stock dynamics should be encouraged and the results made available to the Group. The long-term objective of the Working Group is to use the most appropriate models for assessment of all the stocks.

As last year, the Working Group estimated the main reference points for management of the pelagic stocks in the region. The Group also made projections of future yields and stock status under different hypotheses for future management measures. The advice for the stocks is given in relation to the reference points and on the basis of the projections. The advice for each stock gives guidelines for the management of the pelagic stocks and on how to make them develop in a direction where each stock is exploited at an optimum level. The advice for each stock is given both in terms of effort and catch levels.

Although the amount of catch, effort and biological data available to the Working Group has increased in recent years, some deficiencies persist. The main deficiency remains reliable age data for most of

the stocks. The study of age and growth, therefore, remains a priority for the Working Group. Other important data deficiencies concern the species and length composition of the landings and discards of the industrial fleet in Mauritania and the length distribution of catches in Morocco, the Gambia, Senegal and Mauritania.

9. FUTURE RESEARCH

Given the need for continuation, the Working Group recommended that the research areas identified in 2006 should be pursued in 2007/2008. The Working Group thus recommends:

1. All data for the next Working Group must be prepared and sent to group focal points and FAO at the latest two weeks before the next meeting in Senegal in March/April 2008.
2. Acoustic surveys and related activities such as coordination between countries and intercalibration should be continued to maintain and improve the time series; when possible, acoustic abundance estimates should be split by zones and age groups. The assessment work is critically dependent on the quality of the acoustic estimates. It is therefore strongly recommended that the participating vessels in the region coordinate and make intercalibrations.
3. Recruitment surveys covering the whole subregion should be carried out regularly to provide an early estimate of year class strength and to improve the basis for stock assessment.
4. Research activities aiming at a better understanding of the effect of environmental changes on the dynamics of pelagic stocks should be encouraged.
5. Continue to develop and improve the assessment methods. Further develop the version of the production model used by the group including other versions of the production functions, multiple abundance indices and uncertainty estimates.
6. Continue to improve sampling by increasing the numbers of individuals in each sample covering all size ranges. All fleet segments and all quarters of the year should be covered. Special attention must be given to the fisheries in the Gambia and the artisanal fishery in Mauritania.
7. Continue work on age reading of sardine and sardinella.

1. INTRODUCTION

La septième 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 Agadir, Maroc, du 17 au 26 avril 2007. L'objectif général du Groupe de travail était d'évaluer l'état des ressources en petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et d'établir des recommandations relatives à la gestion des pêches et aux options d'exploitation afin d'assurer la meilleure utilisation durable de ces ressources pour le plus grand bénéfice des pays côtiers.

Les espèces évaluées par le Groupe de travail sont les suivantes: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), chinchards (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* et *Caranx rhonchus*), maquereau (*Scomber japonicus*), ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et anchois (*Engraulis encrasicolus*) dans la région située entre la frontière sud du Sénégal et la frontière Atlantique nord du Maroc.

La réunion a été financée par le projet GCP/INT/730/NOR, «Coopération internationale avec le Programme Nansen. Aménagement des pêches et de l'environnement marin». Elle a été organisée par la FAO et l'Institut national de recherche halieutique (INRH) du Maroc.

En tout, 18 scientifiques de sept pays et de la FAO ont participé à la réunion. Le Président du groupe était Birane Samb du Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT).

1.1 Termes de référence

Les termes de référence du Groupe de travail étaient les suivants:

1. Présentation de nouvelles données de capture, d'effort de pêche, d'intensité d'échantillonnage et de données biologiques par pays; mise à jour de la base de données existante.
2. Présentation des documents de travail sur les activités de recherche recommandées en 2006 par le Groupe de travail
3. Présentation des rapports sur les campagnes acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN réalisé en octobre-décembre 2006 et sur les campagnes réalisées par des navires de recherche des différents pays.
4. Présentation du rapport du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques.
5. Rapport sur les progrès réalisés quant à la lecture d'âge des sardines et des sardinelles dans la région.
6. Analyses des données de capture, d'effort de pêche et de données biologiques pour la période 1990-2006 avec étude, si possible, de la période précédente.
7. Mise à jour des évaluations des stocks pour la sardine, les sardinelles, les chinchards, le maquereau, l'ethmalose et l'anchois.
8. Conseil en matière d'aménagement pour chaque ressource et chaque stock.
9. Coordination des projets de recherche sur les petits pélagiques.

1.2 Participants

Abdoulaye Sarre (17-21 avril)	CRODT
Ad Corten	Conseiller spécial-IMROP
Ahmedou Ould Mohamed	IMROP
Ana Caramelo	Consultant FAO
Aziza Lakhnigue	INRH-Casablanca
Birane Samb	CRODT
Eduardo Balguerias	IEO-Ténériffe
Famara Darboe	Département des pêches de Gambie
Hamid Chfiri	INRH-C/R Agadir

Hicham Gourich	INRH-Laayoune
Ibrahima Sow	CRODT
Mahfoudh Ould Taleb	IMROP
Merete Tandstad	FAO
Najib Charouki	INRH-Casablanca
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO
Pedro Barros	Conseiller spécial-FAO
Pedro Pascual	IEO-Ténériffe
Salahediine El Ayoubi	INRH-C/R Agadir

Les noms et les adresses de tous les participants sont fournis dans l'Annexe I.

1.3 Définition de la zone de travail

La zone de travail du Groupe est délimitée par les eaux de l'Océan Atlantique situées entre la frontière sud du Sénégal et le nord du Maroc.

1.4 Structure du rapport

La structure du rapport du Groupe de travail est la même que celle du précédent (FAO, 2006), avec cette fois un chapitre supplémentaire sur le suivi des recommandations relatives aux recherches. Un chapitre particulier est consacré à chacune des principales espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose et anchois). Des informations sont fournies sur l'identité du stock, les pêcheries, les indices d'abondance, l'échantillonnage, les données biologiques, l'évaluation, les projections, les recommandations de gestion et la recherche future.

1.5 Suivi des recommandations 2006 du Groupe de travail relatives aux recherches futures

Plusieurs recommandations ont été formulées lors de la session 2006 du Groupe de travail quant aux recherches à poursuivre en 2006/2007. Elles comprenaient la préparation et l'envoi anticipé des données pour la session du Groupe de travail, la poursuite de campagnes acoustiques coordonnées entre les pays de la sous-région, la réalisation de campagnes de recrutement d'une manière régulière pour fournir à l'avance une estimation de la force par classe d'année et améliorer les bases de données nécessaires à l'évaluation des stocks. Il s'agissait aussi d'encourager les études visant à fournir une meilleure compréhension des effets des changements environnementaux sur la dynamique des stocks de petits pélagiques, d'améliorer les modèles d'évaluation utilisés et l'échantillonnage biologique ainsi que de poursuivre le travail sur la lecture d'âge de la sardine et des sardinelles.

La plupart des activités de suivi ont commencé et nombre d'entre elles doivent être poursuivies de façon à être utiles pour les évaluations. En particulier, des efforts ont été réalisés pour continuer les campagnes acoustiques et les activités colatérales comme la coordination entre les pays et l'intercalibration. Une campagne régionale coordonnée avec les navires de recherche locaux est notamment planifiée pour octobre-décembre 2007 (voir Section 1.11). En 2006, les campagnes de recrutement n'ont été réalisées que dans la zone située au nord du Cap Blanc. Des travaux sur l'effet des changements environnementaux sur la dynamique des stocks de petites pélagiques ont été menés en Mauritanie. D'autres modèles d'évaluation comme LCA et ICA ont été utilisés à la réunion du Groupe de travail en 2007. Un travail sur les lectures d'âge de la sardine et des sardinelles a été réalisé et doit encore être amélioré à l'avenir (voir aussi Section 1.10).

L'intensité d'échantillonnage s'est améliorée dans la région même si l'objectif de couvrir toutes les flottilles et tous les trimestres n'a pas encore été atteint. Un projet financé par la BAD «Gambia Artisanal Development Project (GAFDP)» a démarré en 2007 avec la collecte d'une manière régulière de données de capture et d'effort de toutes les espèces en Gambie comme l'une des composantes. En Mauritanie, le programme d'échantillonnage de la pêche artisanale doit encore être ajusté pour renforcer l'échantillonnage des sardinelles.

L'importance de la préparation et de l'envoi des données aux différents coordonnateurs avant la session du Groupe de travail a été rappelée. Cette année, deux membres seulement (la Fédération de Russie et l'Espagne) ont respecté la recommandation relative à l'envoi des données et des progrès sont attendus pour la prochaine session du Groupe de travail.

Les recommandations relatives à chaque espèce sont rapportées dans les chapitres qui leur sont consacrés.

1.6 Vue d'ensemble des débarquements

En 2006, une légère diminution de la capture totale des principales espèces de petits pélagiques de l'ordre de 6 pour cent a été observée dans la sous-région, passant de 2,02 millions de tonnes en 2005 à 1,91 million en 2006. La capture totale de petits pélagiques pendant la période 1990-2006 a fluctué autour de 1,66 million de tonnes (Figure 1.6.1a).

Dans la sous-région, la sardine (*S. pilchardus*) dominait dans la capture totale des principales espèces de petits pélagiques et constituait environ 37 pour cent en 2006. Une baisse de 9 pour cent a été observée en 2006, la capture est passée de 0,77 million de tonnes en 2005 à 0,71 million en 2006 (Figure 1.6.1a).

La sardinelle ronde (*S. aurita*) représentait environ 16 pour cent de la capture totale de petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale en 2006. Il s'agit de la deuxième espèce la plus importante dans les prises. Les captures totales de sardinelles rondes varient légèrement au cours des cinq dernières années, autour de 300 000 tonnes, exception faite en 2005, année au cours de laquelle la capture fut d'environ 400 000 tonnes. Pour cette espèce, la tendance générale des prises est à la diminution depuis 1999 (Figure 1.6.1a).

Les captures de sardinelles plates (*S. maderensis*) étaient en 2006 de 156 000 tonnes et constituaient environ 8 pour cent de la capture totale de petits pélagiques dans la sous-région. Ces cinq dernières années, la moyenne des prises de cette espèce est de 165 000 tonnes.

Le chinchard du cunène (*T. trecae*) est la plus importante des espèces de chinchard et représente environ 13 pour cent de la capture totale de petits pélagiques en 2006 (environ 225 000 tonnes). La moyenne annuelle des captures du chinchard du cunène au cours des cinq dernières années est estimée à 193 000 tonnes. Environ 92 000 tonnes de chinchard d'Europe (*T. trachurus*) ont été débarquées en 2006, ce qui représente 5 pour cent des principales espèces de petits pélagiques en 2006. La moyenne des débarquements du chinchard d'Europe au cours des cinq dernières années est estimée à 98 000 tonnes. La troisième espèce de ce groupe est le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) avec une capture de 46 000 tonnes en 2006 qui représente une progression de 112 pour cent par rapport à 2005.

Au cours des cinq dernières années, la capture du maquereau (*Scomber japonicus*) varie entre 137 000 tonnes, en 2003, et 202 000 tonnes, en 2006, avec la prise la plus élevée en 2004 (223 000 tonnes). La moyenne est estimée à environ 182 000 tonnes pour cette période.

En 2006, la capture totale d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) était d'environ 120 000 tonnes, ce qui représente une augmentation de 40 pour cent par rapport à 2005 (Figure 1.6.1a). Une moyenne de 133 000 tonnes d'anchois a été enregistrée au cours des cinq dernières années.

En 2006, la capture d'ethmalose (*Etmalosa fimbriata*) représentait 2 pour cent des principales espèces de petits pélagiques de la sous-région pour un total de 35 000 tonnes en 2006, ce qui constitue une augmentation d'environ 7 pour cent par rapport à 2005 dont la capture débarquée était de 33 000 tonnes. Une moyenne de 37 000 tonnes d'ethmalose a été enregistrée au cours des cinq dernières années.

Maroc

La sardine (*Sardina pilchardus*) est l'espèce dominante parmi les petits pélagiques. En 2006, elle représentait environ 66 pour cent des prises totales de ces espèces. Entre 2001 et 2004, on remarque une diminution progressive des débarquements qui passent de 770 000 à 640 000 tonnes, puis une augmentation pour atteindre 700 000 tonnes en 2005 suivie d'une légère baisse en 2006 avec 620 000 tonnes (Figure 1.6.1b). La moyenne des captures de sardines au cours des cinq dernières années (2002-2006) est d'environ 657 000 tonnes.

La seconde espèce la plus importante débarquée au Maroc en 2006 était le maquereau (*S. japonicus*) avec une capture totale d'environ 160 000 tonnes représentant à peu près 17 pour cent des débarquements totaux de petits pélagiques. Le chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) est la troisième espèce la plus importante au Maroc en 2006 et représente environ 7 pour cent des débarquements totaux de petits pélagiques dans ce pays. La sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) vient ensuite avec 4 pour cent des débarquements. Malgré la tendance globale à la baisse observée pour cette espèce depuis la fin des années 1990, une augmentation significative des captures de *S. aurita* apparaît, passant de 1 600 tonnes en 2004 à 33 000 tonnes en 2006.

En 2006, la capture d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) se chiffre à 10 000 tonnes environ, ce qui représente environ 1 pour cent des prises totales de petits pélagiques.

Mauritanie

En Mauritanie, la capture des principales espèces de petits pélagiques présente entre 1990 et 2006 d'importantes fluctuations d'une année à l'autre, avec une tendance générale à la hausse de 1994 à 2003, une baisse ensuite jusqu'en 2005 et une petite augmentation en 2006 (Figure 1.6.1c).

En 2006, les prises sont dominées en Mauritanie par le chinchard du cunène (*T. trecae*) et la sardinelle ronde (*S. aurita*). Les captures totales de ces espèces sont respectivement d'environ 205 000 tonnes (environ 30 pour cent de la capture totale des principales espèces de petits pélagiques) et 126 000 tonnes (environ 20 pour cent). Elles sont suivies par l'anchois (*E. encrasicolus*) avec 110 000 tonnes (Figure 1.6.1c).

Sénégal

Au Sénégal, la capture totale des principales espèces de petits pélagiques entre 1990 et 2006 présente des fluctuations périodiques. En 2006, les prises sont dominées par les deux espèces de sardinelle qui constituent environ 47 pour cent de la capture totale de petits pélagiques. Les prises de ces espèces ont diminué pour passer d'environ 316 000 tonnes en 2005 à plus ou moins 275 000 tonnes en 2006, ce qui représente une baisse de 13 pour cent pour les deux espèces de *Sardinella* (Figure 1.6.1d). La moyenne des captures de *Sardinella* spp. au cours des cinq dernières années (2002-2006) est d'environ 284 000 tonnes.

La capture d'ethmalose (*E. fimbriata*) représente environ 3 pour cent des prises totales de petits pélagiques en 2006, ce qui constitue une augmentation de 24 pour cent par rapport à 2005.

Le chinchard d'Europe et le maquereau sont capturés comme espèces accessoires par les pêcheurs sénégalais et dont seulement de faibles quantités sont enregistrées.

Gambie

L'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) est la principale espèce ciblée en Gambie. Elle domine les captures de petits pélagiques et constitue 92 pour cent de celles-ci en 2006. La moyenne des débarquements d'ethmalose au cours des cinq dernières années est d'environ 19 000 tonnes. Malgré d'importantes fluctuations, la tendance est à la hausse sur l'ensemble de la période, avec un pic en 1997-1998. Les

prises ont progressé en 2006, passant d'environ 16 000 tonnes en 2004 à près de 20 000 tonnes en 2006 (Figure 1.6.1e).

Jusqu'à récemment, les prises de sardinelles et d'autres espèces de petits pélagiques étaient considérées comme accessoires en Gambie puisqu'il n'y avait pas de pêcheur les ciblant. Ce n'est que récemment que des senneurs artisanaux ont commencé à cibler les sardinelles dans les eaux gambiennes, ainsi la capture de *Sardinella* spp. a représenté 7 pour cent de la prise totale de petits pélagiques.

1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales

Le seul navire de recherche ayant mené des campagnes régionales est le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN. Cependant, plusieurs autres campagnes ont été réalisées dans la sous-région depuis la dernière réunion du Groupe de travail et leurs résultats sont décrits dans les différents chapitres consacrés à chaque espèce.

Le navire de recherches norvégien DR. FRIDTJOF NANSEN a prospecté la sous-région durant la période 1995-2006. Il a mené des campagnes acoustiques chaque année durant les mois d'octobre à décembre. Pendant la période 2001-2003, le navire a, en outre, mené des campagnes acoustiques couvrant la même zone durant les mois de mai à juillet. L'objectif de ces campagnes était de cartographier la distribution et d'estimer l'abondance des principaux stocks de petits pélagiques: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), chinchards (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) et maquereau (*Scomber japonicus*). La distribution des autres pélagiques (autres carangidés, anchois) a aussi été cartographiée et leur abondance a été estimée. Les estimations d'abondance sont présentées en nombre d'individus et en biomasse par classe de taille.

La Figure 1.7.1a présente les estimations d'abondance de toutes les espèces cibles durant les campagnes d'octobre à décembre. La Figure 1.7.1b fournit ces estimations pour les espèces cibles autres que la sardine. Pour *S. pilchardus*, une augmentation de la biomasse estimée a été observée au cours de la période 1997-2005, passant d'environ 1 million de tonnes en 1997 à un record d'environ 8 millions de tonnes en 2005. En 2006, la biomasse estimée a chuté à 3,62 millions de tonnes. Des lésions ont été observées sur les poissons au cours des campagnes en 2005 et 2006, surtout sur les individus les plus grands.

Pour *S. aurita*, la tendance générale est à la baisse dans les estimations acoustiques (de 2,1 millions de tonnes en 1999 à environ 800 000 tonnes en 2005). En 2006, une biomasse supérieure, de l'ordre de 1,13 million de tonnes, a été estimée. Entre 1995 et 2002, les biomasses de *S. maderensis* ont fluctué entre 0,8 et 1,5 million de tonnes avant de croître à 1,8 million de tonnes en 2003 alors que la biomasse la plus élevée de toute la série a été estimée en 2004 à 2,5 millions de tonnes. En 2005, l'estimation de la biomasse de *S. maderensis* a baissé à 1,2 million de tonnes avant de remonter en 2006 à 2 millions de tonnes.

L'abondance des principales espèces de chinchards (*Trachurus trecae* et *T. trachurus*) a fluctué au cours de la période. Le chinchard du cunène (*T. trecae*) est l'espèce dominante dans les estimations acoustiques. Entre 1996 et 1999, son abondance a été estimée entre 600 000 et 800 000 tonnes. Un pic a été observé en 2000 avec une valeur de 1,8 million de tonnes. Ensuite, selon les estimations des campagnes acoustiques, sa biomasse a diminué pour fluctuer entre 350 000 et 600 000 tonnes au cours de la période 2001-2003 avant une augmentation à 730 000 tonnes en 2004 et 1,2 million de tonnes en 2005. En 2006, la biomasse de *T. trecae* a baissé à environ 400 000 tonnes, ce qui constitue une chute d'environ 70 pour cent par rapport à l'année précédente. L'abondance de l'autre espèce principale de chinchard, *T. trachurus*, présente un accroissement de la biomasse de 2001 à 2003, année où elle était estimée à 320 000 tonnes. Depuis, elle a diminué à 179 000 tonnes en 2004 et 144 000 tonnes en 2005. En 2006, la biomasse estimée de *T. trachurus* a encore baissé, pour atteindre 40 000 tonnes, l'estimation la plus basse depuis le début des séries chronologiques.

Pour le maquereau (*Scomber japonicus*), la biomasse estimée présente également des fluctuations dans les séries chronologiques. De 2000 à 2003, une tendance à la hausse a été observée pour passer du niveau plutôt faible de 100 000 tonnes en 2000 à 550 000 tonnes en 2003. En 2004, 505 000 tonnes ont été estimées alors qu'en 2006, la biomasse estimée s'élève à 239 000 tonnes. Il faut souligner que la campagne n'a pas couvert l'ensemble de la région en 2005. En 2006, la biomasse a augmenté à 435 000 tonnes.

La biomasse estimée de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) était de 74 000 tonnes en 2006, ce qui représente une réduction par rapport à 2005 dont la capture observée était de 110 000 tonnes et un niveau analogue à celui observé en 2004.

Le détail des estimations des différentes espèces est fourni dans leurs chapitres respectifs.

1.8 Qualité des données et méthodes d'évaluation

Pour l'analyse des données, le Groupe de travail a pour objectif d'appliquer sur le long terme des méthodes d'évaluation analytique fondées sur l'âge à tous les stocks des principales espèces de petits pélagiques. Il s'agit de méthodes VPA comme ICA et XSA (*Extended Survivors Analysis*) notamment. Cependant, pour utiliser ces méthodes, il est nécessaire que les statistiques de capture soient ventilées par âge avec un degré élevé de cohérence pour qu'il soit possible de suivre les différentes classes d'âge d'un âge à l'autre et d'une année à l'autre dans les séries chronologiques de captures. Des séries chronologiques des principaux stocks existent mais elles ne sont pas encore d'une qualité suffisante pour permettre d'utiliser des méthodes d'évaluation analytique. Cela est dû aux problèmes de lecture d'âge (un progrès a été réalisé en 2006, voir Section 1.10), à un échantillonnage de la capture non représentatif (flottes de pêche par trimestre) et à des incertitudes dans la définition du stock (de nouvelles informations sont disponibles sur les stocks de sardines). Le Groupe de travail a comme objectif d'améliorer la qualité de ces séries de données et encourage de futurs développements dans tous ces domaines avec l'organisation d'ateliers de lecture d'âge des otolithes, des études sur les composantes des stocks, etc. La qualité de ces séries de données devrait donc s'améliorer à l'avenir.

La qualité des séries de données ventilées par âge peut être contrôlée par des méthodes simples comme la corrélation entre le nombre de poissons dans les captures à un certain âge et le nombre correspondant de la même classe d'âge l'année suivante (le nombre d'âge 0 par rapport au nombre de la classe d'âge qui lui correspond à l'âge 1 et ainsi de suite pour tous les groupes d'âge). Si les séries de données sont cohérentes, le coefficient de corrélation (r) est élevé. Des groupes de données présentant de faibles coefficients de corrélation ne doivent pas être utilisés dans les analyses. Si les données sont de mauvaise qualité, il faut utiliser des méthodes qui ne dépendent pas des données de capture ventilées par âge comme les modèles globaux ou des modèles fondés sur la longueur.

1.9 Méthodologie et logiciel

Après révision des données disponibles, le Groupe de travail a conclu que les seules méthodes applicables à tous les groupes de stock étaient les Modèles de production logistique (Annexe II) malgré l'amélioration des données disponibles en quantité comme en qualité. Permettant de rester cohérent avec les méthodes utilisées au cours des dernières années, la version dynamique du Modèle de Schaefer (1954) a été utilisée. Pour évaluer l'état actuel des stocks, et estimer les paramètres du modèle, une feuille de calcul Excel de la version dynamique de ce modèle, avec un estimateur d'erreur d'observation (Haddon, 2001), a été utilisée. Le modèle a été adapté aux données en utilisant la fonction d'optimisation non linéaire incorporée dans Excel, solver.

Pour certains stocks comme celui de l'anchois, des données relatives à la distribution des tailles des captures et aux paramètres de croissance étaient disponibles. Donc, l'analyse des cohortes basée sur les fréquences de taille (Jones, 1984) a été appliquée à ces stocks afin d'estimer les vecteurs de F dans la pêcherie et le schéma d'exploitation correspondant pour ces dernières années. Une Analyse du rendement par recrue pourrait être réalisée sur ces estimations pour estimer les Points de référence

biologique F_{max} et $F_{0.1}$. L'analyse de cohortes basée sur la taille (LCA) et l'analyse du rendement par recrue ont été exécutées sur des feuilles de calcul Excel.

Pour le stock de maquereaux, des données de capture par âge des flottilles russes couvrant la majorité des prises étaient disponibles. Ainsi le Groupe de travail a décidé d'appliquer, pour ce stock, également la méthode ICA basée sur l'âge (Patterson et Melvin, 1995).

Des projections à moyen terme des futurs rendements et développements du stock ont été réalisés pour tous les stocks en utilisant le modèle de Schaefer ajusté aux données historiques sur une feuille de calcul (Annexe III).

Points de référence pour les conseils de gestion

Le Groupe de travail 2007 a décidé de continuer à utiliser les Points de référence biologique (BRP) adoptés lors des réunions précédentes. Les indices B/B_{MSY} et F/F_{MSY} ont donc été utilisés comme Points de référence limites alors que les indices $B/B_{0.1}$ et $F/F_{0.1}$ ont été choisis pour les Points de référence cibles. Une explication détaillée de ces points de référence et de leur usage dans la gestion des pêcheries est fournie dans le Rapport du Groupe de travail 2006 (FAO, 2006).

Prévisions

À la suite des décisions prises au cours de la dernière réunion, le Groupe de travail a inclus de simples prévisions à moyen terme des rendements futurs et des développements des stocks selon des scénarios prédéfinis. Étant donné la nature variable des stocks de petits pélagiques, il a été décidé d'utiliser des projections sur cinq ans.

Toutes les prévisions ont comme point de départ la situation du stock estimé grâce aux dernières données disponibles. De futures stratégies de gestion ont été définies selon les changements dans la mortalité par pêche et/ou les prises par rapport aux estimations de la dernière année de la série de données disponibles.

Pour chaque stock, deux scénarios ont été analysés. Le premier est le *statu quo* qui considère les rendements futurs et le développement des stocks au cas où la mortalité par pêche demeure au niveau actuel. Le deuxième scénario prend en compte le niveau de mortalité par pêche constant qui correspond au niveau de capture recommandé pour l'année suivante pour chaque stock.

Les estimations ont été exécutées sur une feuille de calcul qui permet d'uniformiser les données d'entrée et de sortie pour tous les stocks.

1.10 Lecture d'âge

Un échange d'otolithes de *Sardinella aurita* et de *Sardina pilchardus* a démarré en juin 2005 suivant la recommandation de la cinquième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale qui s'est tenue à Nouadhibou, Mauritanie, du 26 avril au 5 mai 2005. À la suite de cet échange, un atelier a été organisé par l'Institut national de recherche halieutique (INRH), Maroc, du 4 au 10 décembre 2006. L'objectif de l'atelier était d'uniformiser la méthodologie de la lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique nord-occidentale afin de garantir une interprétation commune des critères en vigueur de lecture de l'âge. Douze lecteurs de six instituts de recherche différents (Maroc, Mauritanie, Gambie, Sénégal, Espagne, Fédération de Russie) ont participé à l'échange d'otolithes de la sardine et de la sardinelle ainsi qu'à l'atelier tenu en 2006.

Vingt-quatre otolithes de *Sardina pilchardus* de l'échange (11 de la collection de l'AtlantNIRO et 13 de la collection de Safi), d'une longueur comprise entre 16,2 et 26,2 cm, ont été lus au cours de l'atelier. Pour *Sardinella aurita*, 11 otolithes de la collection de Laâyoune et 9 collectés à bord du

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN lors de la campagne de novembre 2006 ont été lus de façon indépendante par chaque lecteur. L'identification du premier anneau a constitué l'un des principaux problèmes relevés au cours de la discussion. Pour *Sardinella aurita*, le rayon du premier anneau (du noyau au bord du premier anneau translucide) a été mesuré par tous les lecteurs.

Le pourcentage total d'accord pour *Sardina pilchardus* était de 54 pour cent avec un coefficient de variance (CV) de 34 pour cent. La majorité des lecteurs ne présente pas de biais entre eux, ce qui indique un progrès dans la précision de la lecture d'âge. Cependant, les lecteurs moins expérimentés tendent à sous-estimer les âges supérieurs à 2 ans.

La majorité des lecteurs ayant participé à l'atelier présente un progrès dans la lecture d'âge de *Sardinella aurita* avec un pourcentage total d'accord de 51 pour cent (CV de 59 pour cent). Malgré cette amélioration, les lecteurs moins expérimentés tendent à surestimer les individus les plus jeunes et à sous-estimer les âges supérieurs à 2 ans.

L'analyse complète des résultats sera publiée dans le Rapport de l'Atelier sur la lecture d'âge 2006 (FAO, 2007).

1.11 Groupe de planification des campagnes acoustiques

Le Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est réuni à Dakar, Sénégal, du 29 au 30 octobre 2006. Le Groupe de planification a pour objectif général l'organisation de la coordination des campagnes acoustiques dans la région, y compris l'intercalibration des navires de recherche, et entend être un forum pour débattre des principales questions relatives aux campagnes acoustiques comme l'uniformisation des méthodes, les recherches acoustiques et la formation.

On trouvera ci-après les conclusions principales du Groupe de planification:

Les navires de recherche locaux ont tous réalisé des campagnes acoustiques en 2006 et tous les pays ont confirmé leur engagement à mener des campagnes annuelles coordonnées. En accord avec les recommandations du Groupe, une campagne coordonnée a été réalisée par le N/R ITAF DEME du Sénégal et le N/R AL AWAM de Mauritanie en mars 2006. Des scientifiques de Gambie y ont participé même si des problèmes de coordination demeurent. Une campagne parallèle a également été menée entre le N/R DR FRIDTJOF NANSEN et le N/R AL AMIR du Maroc en novembre-décembre 2006. La capacité à effectuer des campagnes acoustiques dans la sous-région a désormais beaucoup progressé mais il est encore nécessaire de poursuivre les efforts pour développer les compétences humaines et pour résoudre les problèmes techniques récurrents liés à la performance du chalutage, à l'élimination du bruit et au stockage des données. Un plan pour réaliser une campagne régionale utilisant les navires de recherche nationaux en octobre-décembre 2007 afin de poursuivre les séries chronologiques démarrées avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN a été établi. Le rapport du Groupe de planification est publié dans le rapport de la FAO sur les pêches n° 827 (FAO, 2007b).

Les résultats des campagnes parallèles et d'intercalibration entre les navires de recherche régionaux et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en 2005 ont été analysés lors d'un atelier qui s'est tenu à Saly, Sénégal, du 27 mars au 1^{er} avril 2006. Les résultats préliminaires de cette analyse ont montré une réponse acoustique similaire entre les navires de recherche locaux et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN. Un rapport commun sera préparé pour toutes les intercalibrations menées par les différents navires dans la région au cours des trois dernières années.

Le Groupe de travail a salué le travail réalisé par le Groupe de planification et le renforcement des compétences nécessaires pour mener des campagnes acoustiques dans la région.

Intercalibration entre le N/R AMIR MOULAY ABDALLAH et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

La campagne parallèle entre le N/R AMIR MOULAY ABDALLAH et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN entre le Cap Blanc et le Cap Cantin s'est déroulée en respectant le schéma de radiales parallèles à la côte espacées de 10 MN. Les schémas de prospection des deux navires sont identiques. Les stations de pêche, notamment pélagiques, ont été effectuées par les deux navires. Par contre, les stations hydrologiques réalisées par le N/R AMIR MOULAY ABDALLAH ont été limitées par les conditions défavorables de la mer. Ainsi, 17 stations hydrologiques et 37 opérations de pêche ont été réalisées sur un parcours de 2060 MN, 82 échantillons ont été prélevés pour les mensurations de taille de 4 668 individus équivalant à 370,5 kg.

Les résultats seront discutés lors d'une réunion en Mauritanie en juin 2007.

1.12 Symposium

L'organisation d'un symposium sur les pêcheries et les ressources en petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale lors de la deuxième semaine de décembre 2007 a été débattue. Ce symposium abordera différents thèmes concernant la biologie et l'écologie des principales espèces de petits pélagiques, l'exploitation, les interactions environnement- ressources, les méthodes d'évaluation et la gestion des ressources partagées en petits pélagiques. Il sera ouvert à tous les contributeurs.

La date limite pour la proposition de résumés en vue de contributions et d'affiches techniques est le 1^{er} septembre. Le symposium sera organisé au Maroc avec l'assistance de l'INRH. Les personnes ayant pris part au Groupe de travail ont encouragé l'idée et ont exprimé leur intérêt en vue de soumettre dès que possible des propositions.

2. SARDINE

2.1 Identité du stock

Des résultats récents sur l'étude de la structure génétique des populations de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la région de l'Afrique nord-occidentale menée par l'INRH ont été présentés au Groupe de travail.

La structure génétique des populations de la sardine le long des côtes marocaines a été explorée à l'aide de deux techniques différentes de biologie moléculaire, l'une basée sur les enzymes (Allozymes, en particulier le marqueur SOD [Chlaida *et al.*, 2005] et l'autre sur l'ADN (EPIC PCR et la région du contrôle 5' de l'ADN mitochondriale [Atrhouch *et al.*, 2007]).

Les résultats obtenus par ces deux études sont presque identiques, en particulier pour les populations de l'Atlantique. La technique des allozymes a montré que la sardine est structurée comme suit dans la région de l'Afrique nord-occidentale:

- Un premier groupe se situe au nord et rassemble les populations de Larache, de Safi, d'Essaouira et d'Agadir. Il s'étend jusqu'au golf de Cadix.
- Un second groupe se trouve au sud et rassemble les populations de Sidi Ifni, de Tan Tan, de Tarfaya, de Laâyoune, de Bojador, de Dakhla et de Mauritanie.

Une structuration côte-large des populations de la sardine dans la région a été aussi mise en évidence dans ce travail, en particulier au large de Safi.

Cette étude est développée dans un deuxième temps par la vérification du trajet migratoire de la sardine le long de la côte atlantique marocaine en utilisant la même technique des allozymes. Un marqueur de l'ADN nucléaire sera également exploré afin d'étudier la chronologie de la colonisation des côtes atlantiques marocaines et mauritaniennes par la sardine.

Comme la deuxième étape de cette étude n'est pas achevée, le Groupe de travail a décidé que les stocks retenus lors des précédents Groupes de travail seront utilisés: le stock Nord (35°45'-32°N), le stock central, Zone A+B (32°N-26°N), et le stock Sud, Zone C (26°N-extension sud de la distribution de l'espèce) (Figure 2.1.1).

2.2 Les pêcheries

Captures totales

Les données de capture et d'effort de pêche ont été actualisées pour les trois zones avec les données de l'année 2006 (Tableaux 2.2.1a et 2.2.1b).

Développements récents

La capture de sardine dans la zone de l'Afrique nord-occidentale a diminué de presque 9 pour cent en 2006 par rapport à 2005 pour passer d'environ 770 000 tonnes en 2005 à une capture de l'ordre de 700 000 tonnes en 2006. Environ 70 pour cent des captures est enregistré au niveau de la zone C au nord du Cap Blanc et 30 pour cent au sud de ce cap avec la plus grande partie de la capture enregistrée dans la zone mauritanienne, la capture sénégalaise n'a représenté que 4 pour cent de la capture totale.

Dans la Zone A, la capture de sardines a été maintenue presque au même niveau qu'en 2005 pour passer de 25 000 tonnes en 2005 à près de 26 000 tonnes en 2006. La capture au niveau de cette zone a connu un certain redressement après la chute importante survenue en 1996. La composition spécifique des débarquements de la flottille sardinière active au niveau de cette zone a connu un changement important ces dernières années. La sardine, qui prédominait dans les captures, a vu sa contribution baisser au profit du maquereau dont la capture est essentiellement réalisée au large de la baie d'Agadir. La Zone Nord a elle aussi présenté une certaine stabilité des captures pour passer d'environ 17 000 tonnes à près de 18 000 tonnes. Par contre, les prises de sardines dans la Zone B ont chuté pour n'enregistrer qu'environ 360 000 tonnes après une capture de près de 530 000 tonnes en 2005. Cette diminution est probablement due à une diminution de la disponibilité de sardines.

Au niveau de la Zone C, on a enregistré une augmentation de la capture totale de sardines pour passer d'environ 125 000 tonnes en 2005 à plus de 210 000 tonnes en 2006 (Tableau 2.2.1a et Figure 2.2.1a). Cette zone a été exploitée par une flottille hétérogène travaillant dans le cadre de différents régimes juridiques d'accès. Cette flottille comprend, en plus des senneurs côtiers traditionnels et des navires marocains RSW, des chalutiers pélagiques opérant dans le cadre de l'accord de pêche Maroc-Fédération de Russie et des bateaux (senneurs RSW et chalutiers congélateurs) affrétés par des opérateurs marocains. Le nombre de navires actifs et le nombre de jours de pêche au niveau de cette zone ont augmenté en 2006 par rapport à 2005.

La capture de sardines dans la zone mauritanienne a également connu une augmentation pour passer de près de 65 000 tonnes en 2005 à une capture de plus de 73 000 tonnes en 2006. Les captures sont réalisées de façon saisonnière par des chalutiers pélagiques de l'Union européenne (UE) et de la Fédération de Russie.

La capture au niveau de la zone sénégalaise a été estimée en 2006 à 12 000 tonnes après une capture enregistrée en 2005 de plus de 14 000 tonnes.

2.3 Indices d'abondance

2.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE, en tonnes par sorties positives, enregistrées dans la Zone A+B présentent des fluctuations d'une année sur l'autre et une diminution en 2006 par rapport à 2005 (Figure 2.3.1a).

Dans la Zone C, l'effort de pêche est exprimé en nombre de jours de pêche pour les navires marocains RSW, les navires russes, les bateaux affrétés par les Marocains et les navires industriels opérant dans la zone mauritanienne.

La Figure 2.3.1b présente l'évolution des CPUE de la sardine dans la Zone C. Les rendements en sardine réalisés par la flotte russe dans la Zone C au nord du Cap Blanc ont augmenté pour passer de 7 tonnes par jour de pêche à 14 tonnes. Les rendements de la flotte UE dans la zone mauritanienne ont diminué et sont passés de 20 tonnes par jour en 2005 à 12 tonnes en 2006 (Figure 2.3.1b).

2.3.2 Campagnes acoustiques

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Suite aux recommandations faites par le Sous-Groupe de travail 2006 (FAO, 2006), les indices d'abondance des campagnes de prospection du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN effectuées en novembre-décembre ont été recalculés pour mieux représenter les zones A+B et C du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN pour la période 1995-2004.

L'indice de biomasse estimé pour la sardine par le navire norvégien en novembre-décembre 2006 est estimé à 200 000 tonnes dans la Zone A+B et 3 420 000 tonnes dans la Zone C.

Le niveau de biomasse de la sardine dans la région de l'Afrique nord-occidentale a baissé de plus de 57 pour cent à la fin de 2006 par rapport à 2005, de 7,88 à 3,62 millions de tonnes. Cette diminution est plus marquée au niveau de la Zone A+B où la biomasse de sardine n'a pas excédé les 200 000 tonnes. Il est à signaler que la biomasse de sardine était minimale en 2006 au sud du cap Blanc avec 33 000 tonnes (Figure 2.3.2a).

N/R ATLANTIDA et N/R ATLANTNIRO

Les prospections acoustiques effectuées entre le Cap Juby et le Cap Blanc par le N/R ATLANTIDA au cours des étés 2004 et 2006 montrent que la biomasse se situe respectivement autour de 4,83 et 1,37 millions de tonnes, ce qui confirme une diminution de près de 70 pour cent de la biomasse en 2006 par rapport à 2004 (Figure 2.3.2b).

Des prospections pour l'évaluation des variations de recrutement des petits pélagiques ont été effectuées dans la Zone C par le N/R ATLANTNIRO depuis 2003. L'observation des niveaux de recrutement de la sardine dans la Zone Cap Cantin-Cap Blanc révèle une légère augmentation du nombre de recrues de la sardine en 2006 après une diminution continue au cours des trois dernières années. Cette augmentation a été relevée aussi bien pour les individus du groupe d'âge 0+ dont de fortes concentrations ont été observées au sud de Dakhla (23°00'N-21°20'N) que pour ceux du groupe d'âge 1+ présents dans deux zones distinctes (29°00'N-27°30'N) et (24°30'N-21°20'N) avec respectivement 46 pour cent et 139 pour cent du total de biomasse. La sardine a été rencontrée sur toute la zone de prospection 30°45'N-21°13'N. Un document de travail a été présenté avec toutes les données russes (WD 5).

*Campagnes nationales**N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

Le navire de recherche marocain N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué trois campagnes acoustiques en 2006 pour la couverture de la Zone Cap Cantin-Cap Blanc.

Les résultats relatifs aux indices d'abondance de la sardine sont résumés dans le Tableau 2.3.2.

Tableau 2.3.2: Estimations d'abondance des sardines avec le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Déc. 2005-jan. 2006				Juin-juillet 2006				Nov.-déc. 2006	
C. Cantin-C. Juby		C. Juby-C. Bojador		C. Cantin-C. Juby		C. Juby-C. Bojador		C. Bojador-C. Blanc	
poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)
248	9 315	408	15 619	470	11 741	350	5 994	3 019	30 442

Durant la campagne de décembre 2005 et janvier 2006, des concentrations importantes de sardine ont été rencontrées près de la côte, principalement dans les régions de Sidi Ifni, Tarfaya et Laâyoune. La biomasse estimée de la sardine dans cette région est de l'ordre de 656 000 tonnes, dont 248 000 au nord du Cap Juby et 408 000 au sud.

Durant l'été (juin-juillet 2006), des concentrations importantes de sardine ont été rencontrées, principalement au niveau du Cap Cantin et au niveau du Cap Bojador. La biomasse estimée de la sardine est de l'ordre de 820 000 tonnes, 470 000 au nord du Cap Juby et 350 000 au sud.

Lors de la campagne effectuée en novembre-décembre 2006, les concentrations de sardine étaient plus au sud, au niveau du Cap Blanc, et la biomasse de la sardine est estimée à 3 019 000 tonnes. En 2005 la biomasse était estimée à environ 5 800 000 tonnes au cours de la même période, ce qui représente une chute de 48 pour cent en 2006.

N/R AL-AWAM

Le navire de recherche mauritanien N/R AL-AWAM a effectué une campagne acoustique en mars 2006. L'estimation de biomasse de la sardine a été de 825 000 tonnes, dont 692 000 au sud du Cap Timiris et 133 000 au nord. Par rapport à 2005, la biomasse de cette espèce est deux fois plus importante, en particulier dans la zone sud du Cap Timiris.

N/R ITAF DEME

Une campagne acoustique a été réalisée par le N/R ITAF DEME en mars 2006, conjointement avec le N/R AL-AWAM, et a couvert le Sénégal et la Gambie. Suite à des problèmes survenus au CRODT, les données acoustiques ont été perdues. Toutefois, on peut signaler que la présence de la sardine a été constatée au niveau de la Petite Côte au cours de cette campagne. Ces dernières années, l'apparition de la sardine dans les eaux sénégalaises a été constatée, avec une biomasse de 481 000 tonnes en mars 2004 et une biomasse de 4 670 tonnes estimée en mai 2005.

2.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Maroc

Le programme d'échantillonnage biologique a été maintenu en 2006 pour l'ensemble des ports de pêche marocains au sud du Cap Cantin (Zone A, Zone B et Zone C). À bord de la flotte russe, l'échantillonnage a été maintenu mais il ne couvre pas toute l'année, en particulier le premier

trimestre. L'intensité d'échantillonnage en 2006 a été nettement supérieure à celle de 2005 (Tableau 2.4.1).

Mauritanie

En Mauritanie, l'échantillonnage est réalisé à bord de la flottille UE (scientifiques de l'IMROP) et russe. L'échantillonnage à bord des deux flottilles, d'une intensité inférieure en 2006 à celle de 2005, n'a pas couvert toute l'année (Tableau 2.4.1).

Sénégal

Au Sénégal, l'échantillonnage a été entrepris en 2006 pour les débarquements de sardines des pêcheries artisanales avec une amélioration de son intensité (Tableau 2.4.1).

2.5 Données biologiques

Les données biologiques marocaines pour les Zones A, B et C relatives à la structure démographique sont disponibles pour l'année 2006. Les tailles sont mesurées à la longueur totale (LT), au demi-centimètre inférieur.

Les captures de sardines dans la Zone A+B présentent en 2006 une structure en taille trimodale avec un mode principal de 20 cm et deux modes secondaires de 15,5 et 23,5 cm (Figure 2.5.1a).

La composition en taille des captures de sardines réalisées dans la Zone C au cours de l'année 2006 a été établie sur la base des données marocaines et russes. Elle présente un large spectre de tailles avec une prédominance de celles comprises entre 22 et 23,5 cm (Figure 2.5.1b).

La distribution des fréquences de taille des captures de sardine réalisée au niveau de la zone sénégalaise présente une structure unimodale avec un mode de 25 cm (Figure 2.5.1c). Les tailles sont mesurées à la longueur totale au cm inférieur, ce qui pose un problème pour la conversion. La composition en taille des captures de sardine réalisées au niveau de la zone mauritanienne en 2006 n'est pas disponible pour ce Groupe de travail.

La clé taille-âge de la sardine pour la Zone A+B a été établie sur la base des données marocaines pour l'année 2006 et a été utilisée pour l'établissement des compositions en âge. Pour la Zone C, comme la lecture de l'âge des otolithes collectés au niveau de la zone marocaine n'est pas encore achevée, la clé taille-âge établie par les Russes pour la sardine de la Zone C a été utilisée pour l'établissement des compositions en âge en 2006 (Tableaux 2.5.1a et b).

Les coefficients de la relation taille-poids utilisés pour le calcul des poids moyens par âge sont issus de l'échantillonnage effectué par le Maroc dans la Zone A+B et C pour l'année 2006.

Les compositions en âge et les poids moyens par âge ont été actualisés pour les deux zones (A+B et C) pour 2006 (Tableaux 2.5.2a,b,c et d). Les tailles moyennes par âge montrent des différences d'un âge à l'autre (Tableau 2.5.2e).

Tableau 2.5.2e: Tailles moyennes par âge entre 2003 et 2006 pour les Zones A+B et C

		0	1	2	3	4	5	6
Zone A+B	2003	15,20	16,90	19,90	22,40	24,00	25,00	25,70
	2004	15,30	17,60	19,50	22,30	23,90	25,00	25,80
	2005	14,50	18,40	20,10	22,20	24,20	25,20	26,10
	2006	14,48	17,42	20,02	22,16	23,86	24,79	25,93
Zone C	2003	-	18,30	20,60	22,80	24,20	25,00	26,40
	2004	-	18,50	21,60	22,70	24,10	25,00	26,50
	2005	-	19,20	22,10	23,40	24,60	25,30	26,70
	2006	15,03	19,56	22,14	23,46	24,42	25,26	25,95

La distribution des fréquences de taille observée en décembre 2006 pendant la campagne du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN présente une distribution trimodale dans la région nord du Cap Bojador et une distribution bimodale au sud de ce dernier (Figure 2.5.2a).

La distribution des fréquences de taille observée pendant les campagnes russes dans la zone nord du Cap Bojador a une structure bimodale comprise entre 15,5 et 18,5 cm. Dans cette zone, la majorité des individus était à un stade de maturité avancé. Dans la zone sud (24°53N-21°13N), la sardine est en majorité composée d'individus adultes et présente une structure bimodale comprise entre 16 et 23 cm avec une proportion de 39 pour cent d'individus immatures.

Les tailles observées pendant la campagne de décembre 2005 et janvier 2006 du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH dans la Zone A+B sont comprises entre 10 et 20 cm dans la région Cap Cantin-Cap Juby et atteignent 26 cm entre le Cap Juby et le Cap Bojador. Durant la campagne de l'été (juin-juillet 2006), les tailles relevées sont comprises entre 6 et 21 cm dans la région Cap Cantin-Cap Juby et atteignent 27 cm entre le Cap Juby et le Cap Bojador.

Lors de la campagne effectuée au niveau de la zone Cap Bojador-Cap Blanc en novembre-décembre 2006, la sardine était davantage concentrée plus au sud, au niveau du Cap Barbas et du Cap Blanc, avec une distribution des fréquences de tailles trimodale, de 5 à 28 cm, et des modes de 7, 15 et 24 cm.

Le N/R AL-AWAM a effectué une campagne acoustique en mars 2006. Deux modes ont été observés, un principal de 24 cm et un secondaire de 19 cm.

2.6 Évaluation

Qualité des données

Pour l'étude de la qualité des données disponibles pour l'évaluation, le Groupe de travail a procédé à une exploration statistique des données actualisées en calculant la corrélation qui existe entre les différents groupes d'âge et le nombre correspondant de la classe de la même année et de l'année suivante. Les résultats obtenus montrent que pour la Zone A+B (Figure 2.6.1), il n'y a pas de corrélation entre les différentes cohortes car la structure en âge présente des anomalies d'un âge à l'autre. Pour la Zone C (Figure 2.6.2), les corrélations sont relativement moins faibles que pour la Zone A+B, sauf pour les âges 1-2.

Tableau 2.6.1: Valeurs du coefficient de détermination (R^2) entre les captures estimées par âges consécutifs des mêmes cohortes pour la sardine

1992-2006	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
Zone A+B	0,50	0,02	0,01	0,04	0,34	0,01	-
Zone C	0,44	0,17	0,44	0,55	0,78	0,81	0,45

Ces résultats indiquent que les cohortes ne peuvent pas être suivies rigoureusement, ce qui pourrait être la conséquence de plusieurs facteurs (estimation de l'âge, changement dans le diagramme d'exploitation, alternance de plusieurs flottilles, non représentation de l'échantillonnage, problème d'identification des stocks). Aussi le Groupe de travail a-t-il décidé de ne pas utiliser les modèles analytiques basés sur l'âge pour l'évaluation des stocks.

Méthodes

Le modèle de production logistique de Schaefer a été utilisé sur une feuille de calcul Excel (modèle décrit dans l'Annexe III) pour l'évaluation des deux stocks A+B et C. Le Groupe de travail a procédé à la prévision de l'abondance et des captures sur cinq ans en suivant différents scénarios d'aménagement à l'aide du même modèle réalisé sur une autre feuille de calcul (Annexe III).

Le modèle de production de Schaeffer a été ajusté aux indices d'abondance des campagnes de prospection du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN pour la série 1995-2006.

Données

Les débarquements de sardines pour la Zone A+B (Cap Juby-Cap Bojador) et la Zone C (Cap Bojador-Cap Blanc) pour la période 1995-2006 ont été utilisés ainsi que les indices d'abondance des campagnes de prospection du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN effectuées en novembre-décembre et recalculés par zone (A+B et C) pour la période 1995-2006.

Les paramètres d'initialisation du modèle, la capacité de charge (K) et le taux de croissance intrinsèque (r) du modèle ont été estimés pour les deux stocks A+B et C.

Pour incorporer la chute de biomasse qu'ont connu les stocks A+B et C en 2006 et le stock C en 1997 dans les estimations, un indice environnemental négatif a été introduit pour l'année 2006 pour les deux zones et pour 1997 pour la Zone C. Pour la Zone A+B, un indice positif a également été introduit pour l'année 2000 qui a connu une augmentation très importante de la biomasse cette année.

Résultats et discussion

Après l'introduction de l'indice environnemental, l'ajustement du modèle a été amélioré et jugé satisfaisant pour les deux Zones A+B et C.

Les résultats obtenus pour la Zone A+B indiquent que la biomasse estimée en 2006 est bien au-dessous de la biomasse qui produirait la production maximale durable. Le niveau d'exploitation est au-dessus de celui nécessaire pour que le stock continue à augmenter. Le rapport $B_{cur}/B_{0,1}$ montre que le stock est surexploité (Figure 2.6.3a et Tableau 2.6.2).

Pour la Zone C, les résultats obtenus indiquent que la biomasse du stock courant s'approche de la biomasse B_{MSY} qui produirait la production maximale durable tout en restant au-dessus de celle-ci. Le rapport $B_{cur}/B_{0,1}$ montre que le stock n'est pas pleinement exploité. Toutefois, le niveau de biomasse de la sardine estimée par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN dans la région de l'Afrique nord-occidentale a connu une diminution de plus de 57 pour cent à la fin de 2006 par rapport à 2005. Cette situation a

également été observée par le navire marocain N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH. L'indice de biomasse estimé par le navire russe N/R ATLANTIDA en 2006 a aussi montré une baisse.

Ces changements de biomasse ne sont pas en relation avec une mortalité par pêche. En raison de la sensibilité de cette espèce aux changements des conditions environnementales et vu l'instabilité de l'environnement dans toute la région des courants des Canaries, le stock de sardine pourrait présenter des variations d'abondance importantes et alterner les périodes de production d'un niveau élevé et celles d'un niveau faible pour des raisons naturelles.

Tableau 2.6.2: Résumé des résultats d'ajustement du modèle de production logistique

Stock/indice d'abondance	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone A+B/Nansen	19%	198%	355%	395%
Sardine, Zone C/Nansen	112%	3%	2%	3%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

2.7 Projections

Le Groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'abondance sur cinq ans en suivant différents scénarios d'aménagement pour chacun des deux stocks A+B et C.

Pour la Zone A+B, deux scénarios ont été retenus:

1^{er} scénario: Maintenir l'effort de pêche à son niveau actuel induit une diminution des captures en 2007 suivie d'une augmentation progressive à partir de 2008. La biomasse tend vers un redressement progressif et se stabilise à un niveau inférieur à la biomasse B_{MSY} qui produirait la production maximale durable (Figure 2.7.1a).

2^{ème} scénario: Une diminution de 20 pour cent de l'effort actuel, la réduction permet une légère augmentation des captures et du niveau de l'abondance (Figure 2.7.1b).

Pour la Zone C, deux scénarios ont été retenus:

1^{er} scénario: Si l'on maintient l'effort de pêche à son niveau actuel, les captures observées restent relativement très faibles et l'abondance augmente pour se stabiliser au même niveau que 2005 (Figure 2.7.2a).

2^{ème} scénario: Si on augmente de 400 pour cent l'effort actuel, les projections indiquent une légère augmentation des captures et une augmentation de l'abondance pour retrouver un niveau proche de celui de l'année 2005 (Figure 2.7.2b).

Les projections présentées doivent être envisagées avec beaucoup de précaution en tenant compte de l'impact de l'environnement sur l'abondance et la dynamique du stock qui pourrait subir des variations d'abondance très importantes sans relation avec la pêche.

2.8 Recommandations d'aménagement

Stock A+B

Les résultats du modèle indiquent que le stock A+B est surexploité. Suite aux fluctuations que connaît le stock et à la situation préoccupante de l'année 2006, les captures de sardines dans cette zone ne devraient pas dépasser 350 000 tonnes en 2008.

Stock C

Les résultats du modèle indiquent que le stock n'est pas pleinement exploité. Mais, étant donné l'instabilité du stock particulièrement évidente avec la chute observée en 1997 et la diminution de biomasse observée en 2006 par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et d'autres navires de recherche, la possibilité d'accroître les captures devrait être envisagée avec beaucoup de précaution. Un suivi continu de la structure et de l'abondance du stock devrait être assuré par des campagnes scientifiques et indépendamment des données sur les prises commerciales pour détecter les changements non prévus qui pourraient exiger des mesures urgentes d'aménagement.

2.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année précédente

Les recommandations de l'année 2005 ont été prises en compte:

1. Amélioration de l'intensité de l'échantillonnage pour les différentes pêcheries marocaines. L'échantillonnage est supérieur en 2006 à celui de 2005. Au niveau de la Mauritanie, l'intensité de l'échantillonnage réalisé à bord de la flottille UE et russe est inférieure à celle de 2005. Pour la pêcherie sénégalaise, on note une amélioration de l'échantillonnage. Toutefois, les données relatives à l'âge n'ont pas été relevées.
2. Un atelier sur la lecture d'âge des otolithes de la sardine a eu lieu en décembre 2006 au Maroc.
3. La mensuration de la taille continue à se faire au centimètre inférieur au niveau des pêcheries sénégalaises malgré les recommandations (mensuration de la longueur totale au demi-centimètre inférieur dans toutes pêcheries) ce qui pose un problème de conversion.
4. Les structures trimestrielles de fréquence de taille de toute la série historique des Zones A+B et C ont été présentées au Groupe de travail pour analyse.
5. Les résultats récents sur l'identité de stock ont été présentés au Groupe de travail.
6. Les indices de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN ont été recalculés par zone (A+B et C) pour toutes les années antérieures à 2004.

Recommandations futures:

1. Continuer à améliorer l'échantillonnage pour les différentes pêcheries avec une couverture de tous les trimestres de l'année, en particulier en Mauritanie et au Sénégal.
2. Mesurer la taille de la sardine au au demi-centimètre inférieur dans toutes les pêcheries.
3. Poursuivre le programme d'échange et de lecture de l'âge.
4. Poursuivre la recherche sur l'identité des stocks de sardines.

5. Poursuivre les campagnes afin de fournir les estimations d'indices d'abondance pour toute la région en octobre-décembre.
6. Procéder à l'analyse des fréquences de tailles dans une perspective de l'évaluation par les modèles structuraux.

3. SARDINELLES

3.1 Identité du stock

L'hypothèse d'un stock unique pour chacune des deux espèces de sardinelles a été retenue par le Groupe de travail en l'absence d'étude récente sur l'identité du stock. Le rapport du Groupe de travail 2001 (FAO, 2001) fournit des informations plus détaillées sur l'identité du stock.

3.2 Les pêcheries

L'exploitation la plus importante de sardinelle est localisée en Mauritanie et au Sénégal. Il s'agit de la pêche industrielle en Mauritanie (flottille UE, flottille russe et flottille des autres bateaux de l'Europe de l'Est) et de la pêche artisanale au Sénégal, notamment des sennes tournantes et des filets maillants encerclant.

Captures

Les captures par flottille et par pays sont présentées dans le Tableau 3.2.1a pour *Sardinella aurita* et dans le Tableau 3.2.1b pour *Sardinella maderensis*. Les captures totales pour l'ensemble de la région sont représentées sur les Figures 3.2.1a et b.

Le Sénégal a présenté une nouvelle série de données de la pêche artisanale suite à la restructuration et à l'analyse de sa base de données. Cette modification des données entraîne un changement de la tendance des captures de *S. aurita* dans la région ces dernières années. En effet, alors que l'année passée une tendance continue à la baisse avait été constatée, les nouveaux chiffres montrent que les captures depuis 2003 sont relativement stables autour d'une moyenne de 330 000 tonnes.

Pour *S. maderensis*, l'évolution des captures montre une tendance à la hausse à long terme, malgré une chute en 2004 et 2005. Pour l'année 2006, les captures présentent une augmentation de 20 000 tonnes à un niveau de 156 000 tonnes.

Effort de pêche

Les données d'effort pour chaque zone sont présentées dans le Tableau 3.2.2 et sur les Figures 3.2.2.a,b et c.

Au nord du Cap Blanc, il y a une augmentation de l'effort russe de 1 600 à 2 200 jours de pêche. Pour la flottille ukrainienne, on ne dispose pas de nouvelles données. En Mauritanie, l'effort de la flottille UE a continué à chuter. L'effort de cette flottille a diminué de 50 pour cent ces deux dernières années. L'effort de la flottille non EU est resté au même niveau que l'année précédente.

Au Sénégal, la pêche industrielle a presque cessé en 2006. L'effort de pêche total s'élève à 20 jours de mer contre 159 en 2005. L'effort de la pêche artisanale fluctue autour d'un niveau relativement stable de 80 000 sorties depuis 1997. Après une chute en 2004, il a augmenté en 2005 et 2006.

Développements récents

Dans la Zone C, au nord du Cap Blanc, les sardinelles sont pêchées par une flottille de chalutiers russes (au nombre de 12 unités maximum) et par une flottille de chalutiers pélagiques affrétés (20 au maximum). Ces bateaux ont l'autorisation de pêcher toutes les espèces de petits pélagiques, y compris les sardinelles. L'intensification de la pêche de sardinelles dans la Zone C a continué en 2006 avec une augmentation des captures de 15 000 à 39 000 tonnes.

En Mauritanie, la forte chute de l'effort de la flottille UE a provoqué une diminution des captures de cette flottille de 95 000 tonnes en 2005 à 62 000 en 2006. Pour la flottille non-EU, les captures ont également chuté, de 90 000 tonnes en 2005 à 61 000 en 2006 malgré un effort demeuré constant. Les quantités débarquées par la pêche artisanale à Nouakchott ont légèrement diminué, passant de 18 000 tonnes en 2005 à 16 000 en 2006. Pour l'ensemble des flottilles, en Mauritanie, les captures de sardinelles ont diminué de 204 000 tonnes en 2005 à 140 000 en 2006.

Au Sénégal les ressources pélagiques côtières sont exploitées principalement par les pirogues de la pêche artisanale. Cette pêcherie qui était fortement concentrée au sud de Dakar, notamment à Mbour, Joal et Djifffer, s'étend de plus en plus dans la partie nord du pays. Ce type de pêche qui utilise la senne tournante et le filet maillant encerclant se développe de plus en plus dans les centres de pêche localisés plus au nord comme Kayar, Fass Boye et Saint-Louis. Une baisse des captures de sardinelles est observée en 2006 (274 000 tonnes) par rapport à 2005 (312 000 tonnes).

Un recensement du parc piroguier au Sénégal a été effectué en mars 2007. Les résultats préliminaires montrent une stabilité du nombre total d'unités de pêche. Aucun changement n'est observé dans l'évolution du nombre de sennes tournantes depuis 2005. Par contre, on relève une légère augmentation du nombre de filets maillants encerclant.

Les artisans de la pêche artisanale sénégalaise ont adopté dans certains centres de pêche une mesure d'autorégulation de l'effort de pêche qui consiste à limiter le nombre de sorties par jour afin d'éviter la saturation du marché. Cette mesure tend à être généralisée dans cette pêcherie.

En 2006, la Mauritanie a accordé au Sénégal 372 licences libres de pêche artisanale pour une durée de six mois. La flottille artisanale sénégalaise bénéficiaire de ces licences opère dans la partie sud de la Mauritanie et débarque ses prises à Saint-Louis (Sénégal).

La flottille industrielle au Sénégal est constituée de deux petits sardiniers dakarois. L'âge et l'état des embarcations rendent leur exploitation très coûteuse par rapport aux pirogues de la pêche artisanale qui ne subissent pas les mêmes charges. Il faut en plus ajouter leur faible autonomie qui ne leur permet pas d'aller pêcher vers le sud, ce qui les oblige à travailler autour de Dakar.

En Gambie, l'*Ethmalosa fimbriata*, la *Sardinella maderensis* et la *Sardinella aurita* sont les principales espèces de petits pélagiques pêchées par le seul secteur artisanal et destinées à la consommation locale. La pêche est dominée par des pêcheurs étrangers, principalement des pays voisins. Les captures ne varient pas beaucoup d'une année sur l'autre, en particulier ces dernières années (2005-2006).

Le *Gambia Artisanal Fisheries Development Project* (GAFDP) a lancé en 2007 une collecte plus régulière et plus étendue des données sur les espèces de petit pélagique.

3.3 Indices d'abondance

3.3.1 Capture par unité d'effort

Pour la Mauritanie, deux séries de CPUE sont présentées sur la Figure 3.3.1a, une première pour la flottille UE et une seconde pour le reste de la flottille industrielle (Fédération de Russie, Ukraine et

autres). Les deux séries font référence à la prise combinée de *S. aurita* et *S. maderensis* comme aucune distinction ne peut être faite entre l'effort dirigé sur l'une ou l'autre espèce considérée individuellement. En fait, environ 90 pour cent de la prise des chalutiers UE est constitué de *S. aurita*. La CPUE calculée sur la base de l'effort porte donc principalement sur *S. aurita*.

En Mauritanie, la flottille UE cible principalement les sardinelles et capture les autres espèces quand la sardinelle n'est pas disponible dans la zone. Les données d'effort utilisées concernent la flottille UE ne comprennent pas les deux navires irlandais. L'effort a été ajusté à la puissance motrice des navires, en utilisant les facteurs présentés dans le rapport de 2003, et a été exprimé en jours de pêche standard d'un chalutier de 10 000 CV.

Pour la flottille UE, la CPUE est restée en 2006 au même niveau qu'en 2005. Pourtant, il faut considérer que l'effort de pêche a été fortement concentré durant la saison des sardinelles (juin-août) en 2006 alors que, les années précédentes, la flottille opérait aussi pendant les mois où il y avait peu de sardinelles en Mauritanie. En général, la tendance à long terme de la CPUE pour la flottille UE est à la baisse.

La série pour la flottille non UE (Fédération de Russie, Ukraine et autres) présente une tendance à la baisse. Après une augmentation temporaire en 2005, la CPUE de cette flottille a diminué.

Au Sénégal, l'évolution des CPUE de la pêche artisanale de sardinelles est présentée sur la Figure 3.3.1b. Les rendements sont exprimés en tonnes par nombre de sorties.

L'évolution de la CPUE de *S. aurita* présente une augmentation en 2004 et 2005 puis une chute en 2006. Il est à noter que la valeur pour 2005 est la plus forte de toute la série. Pour *S. maderensis*, la CPUE présente une tendance à la hausse depuis 1997, avec une baisse en 2005 et une légère remontée en 2006.

3.3.2 Campagnes acoustiques

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Dans la zone entre Cap Bojador et Cap Blanc, les biomasses estimées de sardinelles présentent de fortes fluctuations de 1995 à 2004 (Figure 3.3.2a). Des pics, en 1996 et 2001, sont suivis de chutes, de 78 pour cent en 1997 et 53 pour cent en 2002. En 2003, cette biomasse a connu une légère réduction suivie d'une hausse en 2004. Depuis 2004, la tendance est à la baisse, particulièrement prononcée en 2005. La biomasse de la sardinelle ronde (*S. aurita*) reste toujours supérieure à celle de la sardinelle plate (*S. maderensis*). Pendant les campagnes 2004, 2005 et 2006, les sardinelles rondes représentaient respectivement 67, 75 et 57 pour cent de la biomasse totale estimée de sardinelle.

En Mauritanie, la tendance à la baisse des sardinelles observée jusqu'en 2001 s'est inversée par la suite, avec un pic notable en 2004 (Figure 3.3.2b).

Au Sénégal et en Gambie, les fluctuations de biomasse sont importantes d'une année sur l'autre (Figure 3.3.2c). Les années de forte abondance sont 1995, 1999, 2002. De 2003 à 2006, on assiste à une relative stabilité de la biomasse des sardinelles.

Total sous-région

L'évolution des biomasses estimées pour *S. aurita* et *S. maderensis* dans la sous-région de 1995 à 2006 présente des fluctuations (Figure 3.3.2d). Depuis l'an 2000, la biomasse totale estimée est restée relativement stable, autour de 3 millions de tonnes, avec toutefois un pic à 4 millions de tonnes en 2004 qui a chuté de moitié en 2005.

La plus faible biomasse de *S. aurita* a été enregistrée en nov.-déc. 1998 et un pic de 2 millions de tonnes a été observé en 1999. Par la suite, la biomasse de *S. aurita* a décliné graduellement jusqu'à 1,1 million de tonnes en 2006, avec une remontée légère à 1,6 million de tonnes en 2004 et une baisse à 808 000 tonnes en 2005. À la différence de la sardinelle ronde, le stock de sardinelles plates présente une tendance à la hausse entre 2000 et 2006, hausse particulièrement marquée en 2004.

N/R ATLANTIDA

En 2006, le N/R ATLANTIDA a effectué une campagne dans la zone mauritanienne. Les résultats pour les deux espèces de sardinelle sont présentés dans le Tableau 3.3.2a (en milliers de tonnes) pour toutes les années.

Tableau 3.3.2a: Biomasse (milliers de tonnes) estimée par le N/R ATLANTIDA en Mauritanie

Mauritanie	1995	1998	1999	2000	2001	2004	2006
<i>S. aurita</i>	244	216	46	49	29	132	49
<i>S. maderensis</i>	16	34	36	21	46	62	130

La zone nord du Cap Blanc a également été prospectée par le N/R ATLANTIDA. Les résultats pour les deux espèces de sardinelle sont présentés dans le Tableau 3.3.2b (en milliers de tonnes) pour toutes les années.

Tableau 3.3.2b: Biomasse (en milliers de tonnes) estimée par le N/R ATLANTIDA au nord du Cap Blanc

N. Cap Blanc	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304

Campagnes nationales

Une campagne acoustique a été réalisée par le N/R ITAF DEME en 2006. Elle s'est déroulée du 4 au 14 mars 2006, conjointement avec le navire mauritanien N/R AL AWAM, et a couvert le Sénégal et la Gambie. Suite à un incident survenu au CRODT, les données acoustiques ont été perdues. Toutefois, on peut signaler la présence de la sardinelle au niveau de la Petite Côte durant cette campagne.

Le navire de recherche mauritanien N/R AL-AWAM a effectué durant l'intersession du Groupe de travail une seule campagne (en mars 2006). La biomasse estimée s'élève à 55 000 tonnes et se trouve uniquement dans la zone nord du Cap Timiris. Ce niveau de biomasse est trois fois inférieur à l'estimation réalisée au cours de la même saison en 2005.

L'estimation de biomasse de *S. maderensis* est de 135 000 tonnes, 66 000 tonnes au sud du Cap Timiris et 69 000 tonnes au nord de celui-ci.

Les résultats des campagnes acoustiques du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH relatifs à la sardinelle sont résumés dans le Tableau 3.3.2c.

Tableau 3.3.2c: Biomasse estimée par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Déc. 2005-jan. 2006		Juin-juillet 2006				Nov.-déc. 2006	
C. Juby-C. Bojador		C. Cantin-C. Juby		C. Juby-C. Bojador		C. Blanc-C. Bojador	
poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)	poids (1 000 t)	nombre (millions)
8,2	114	0,31	4,4	1,46	6,6	1 111	6 494

La sardinelle ronde a été observée au nord de Cap Bojador en décembre 2005.

La répartition de la sardinelle ronde s'est étendue vers le nord, au-delà du Cap Juby, comme l'a relevée la campagne du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en juin 2006. Les concentrations de sardinelles détectées étaient très faibles et présentaient une diminution de 78 pour cent par rapport aux estimations de décembre 2005. En novembre 2006, les sardinelles représentaient environ 1 111 000 tonnes, biomasse qui correspond à une augmentation de 84 pour cent par rapport à la même période de l'année précédente.

3.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Les Tableaux 3.4.1 et 3.4.2 présentent l'intensité d'échantillonnage pour *S. aurita* et *S. maderensis* en 2006.

Dans la zone au nord du cap Blanc, l'échantillonnage des deux espèces de sardinelle est réalisé sur les débarquements de la pêche côtière et RSW nationale ainsi que sur la flotte affrétée et russe. L'intensité de l'échantillonnage sur les captures russes a été de l'ordre de 14 échantillons pour 1 000 tonnes pour la sardinelle ronde (151 échantillons) et de 47 échantillons pour 1 000 tonnes pour la sardinelle plate (100 échantillons). Les captures ukrainiennes au Maroc (25 000 tonnes) n'ont pas été échantillonnées en 2006.

Depuis 2004, les débarquements à Las Palmas en provenance de la zone entre le Cap Blanc et Saint-Louis des chalutiers néerlandais ont été échantillonnés par l'IEO de Ténériffe. Les résultats 2004-2005 ont été présentés au Groupe de travail. Une comparaison entre les fréquences de taille collectées par l'IEO et des données de l'échantillonnage de l'IMROP a montré une bonne concordance entre les deux jeux de données. Pour les dernières années, l'échantillonnage de l'IEO des bateaux néerlandais a été plus intense que celui de l'IMROP. Ainsi, le programme de l'IEO complète celui de l'IMROP.

Pour 2006, les données de l'IEO ne sont pas encore disponibles pour le Groupe de travail. L'échantillonnage de l'IMROP n'a pas bien couvert les bateaux néerlandais en 2006 et les observateurs de l'ATLANTNIRO n'ont pas travaillé sur les bateaux russes en Mauritanie.

Le nombre d'échantillons de fréquence de taille de *S. aurita* pour la flottille UE (Pays-Bas) collecté par l'IMROP était de 1,9 échantillons pour 1 000 tonnes (109 échantillons pour une capture de 58 000 tonnes), ce qui correspond à une augmentation par rapport à 2004, année où la fréquence était de 1,6 échantillons pour 1 000 tonnes. Pourtant, l'échantillonnage était limité pendant le temps, avec un seul bateau échantillonné pendant la saison principale. Les résultats obtenus peuvent être considérés comme insuffisants pour avoir une distribution de fréquence de taille représentative de toute l'année.

Pour la flottille non UE (Fédération de Russie, Ukraine et autres), l'IMROP a collecté 153 échantillons de *S. aurita* sur une capture de 51 000 tonnes environ (3,0 échantillon pour 1 000 tonnes). Cela représente une amélioration de l'échantillonnage par rapport à 2005 (1,0 échantillon pour 1 000 tonnes).

Pour *S. maderensis*, le taux d'échantillonnage était de 10,9 échantillons pour 1 000 tonnes dans la flottille UE et 11,9 échantillons pour 1 000 tonnes dans la flottille non UE (Fédération de Russie, Ukraine et autres).

L'échantillonnage n'a pas été effectué pour la pêche artisanale en Mauritanie.

Le Tableau 3.4.1 présente l'intensité d'échantillonnage entre Saint-Louis et la Casamance. Une amélioration du niveau d'échantillonnage est visible pour la sardinelle ronde dans la pêche artisanale (le nombre d'échantillons observés passe de 374 en 2005 à 442 en 2006) alors que, pour la sardinelle plate, l'intensité d'échantillonnage diminue (de 180 échantillons en 2005 à 152 en 2006).

En Gambie, l'échantillonnage a débuté en 2007 dans le cadre du projet «Gambian Artisanal Fisheries Development» financé par la Banque africaine de développement.

3.5 Données biologiques

Les fréquences de taille de *S. aurita* par trimestre (Figure 3.5.1a) montrent une abondance des petits individus (19 cm) au nord du Cap Blanc au cours du deuxième trimestre. Durant les troisième et quatrième trimestres, la taille modale des poissons est de 31 cm.

À cause des problèmes d'échantillonnage en 2006 en Mauritanie, le Groupe de travail n'a pas pu disposer de données suffisantes sur les fréquences de taille de *S. aurita* en 2006. L'échantillonnage des bateaux néerlandais et russes par l'IMROP n'était pas suffisant. Les données de l'IEO n'étaient pas encore disponibles et le N/R ATLANTNIRO n'avait pas échantillonné les captures russes en Mauritanie. En attendant les données de l'IEO, une distribution de fréquence de taille de *S. aurita* en 2006 a été présentée. Elle provient d'un nombre très limité de bateaux (Figure 3.5.1a). Cette distribution présente une taille modale de 23 cm durant le premier trimestre. Pendant le deuxième trimestre, il y a des modes de 23 et 31 cm. Au troisième trimestre, il y a uniquement un mode à 31 cm.

La Figure 3.5.1b montre l'évolution des fréquences de taille pour *S. aurita* dans les débarquements en Mauritanie pour les navires néerlandais au cours des huit dernières années. Les fréquences de taille des années 1999-2001 ont été combinées sur un seul graphique parce qu'elles étaient similaires. Les captures de cette période sont surtout composées de poissons d'une taille supérieure à 33 cm alors qu'au cours des dernières années, la taille modale s'est réduite à 31-32 cm.

Il apparaît que l'abondance des poissons de grande taille a donc été fortement déclinée au cours des dernières années. En Mauritanie, cela pourrait être l'effet de la pêche de l'Union européenne qui cible les sardinelles, surtout *S. aurita*. Cette réduction des poissons de grande taille a également été relevée durant la campagne du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en 2006 dans la zone mauritanienne (Figure 3.5.2b). Une forte diminution des poissons de grande taille dans la population représenterait une situation assez grave du point de vue de la conservation et de l'aménagement.

En Mauritanie, le N/R AL-AWAM a effectué une seule campagne durant l'intersession du Groupe de travail (en mars 2006). Les classes de taille de *S. aurita* varient de 14 à 36 cm avec un mode de 20 cm.

Au sud, entre Saint-Louis et Casamance, la configuration de la structure des tailles de *S. aurita* au cours du premier trimestre 2006 présente deux modes distincts de 27 et 30 cm qui regroupent respectivement 13 et 17 pour cent de la structure plus un palier à 31 et 32 cm avec 10 pour cent des individus de la structure (Figure 3.5.1a). Au deuxième trimestre, on observe une évolution des deux modes qui se situent à 29 et 32 cm avec un tassement du palier observé au premier trimestre. Le troisième trimestre fait apparaître un mode à 25 cm qui représente 2 pour cent de l'effectif puis un autre mode plus important à 28-29 cm pour près de 40 pour cent de l'effectif. Le quatrième trimestre, enfin, semble plus homogène avec un seul mode situé à 27-28 cm regroupant 42 pour cent des effectifs.

En 2006, l'observation des structures de taille de *S. aurita* au Sénégal confirme la présence d'individus de taille modale supérieure à 30 cm et d'individus dont la taille modale se situe autour de 27 cm durant la saison froide, c'est-à-dire au cours des premier et deuxième trimestres. À partir du troisième trimestre, on observe une disparition des individus de grande taille et une diminution des tailles moyennes (modes 27 et 28 cm). On note aussi l'apparition d'un petit mode à 25 cm. Au quatrième trimestre, la structure démographique devient unimodale et plus homogène. Seuls les individus dont le mode se trouve à 27 cm apparaissent, ce qui a été observé durant le premier trimestre.

3.6 Évaluation

Qualité des données

Pour l'étude de la qualité des données disponibles pour l'évaluation, le Groupe de travail a procédé à une exploration statistique des données et a calculé la corrélation qui existe entre les différents groupes d'âge et le nombre correspondant de la classe de la même année et l'année suivante. Les résultats obtenus (Figure 3.6.1) montrent que, pour cette zone, il n'y a pas de corrélation entre les différentes cohortes parce que la structure en âge présente des anomalies d'un âge à l'autre. À ce stade, le Groupe de travail a décidé de ne pas utiliser les modèles analytiques fondés sur l'âge pour l'évaluation des stocks. La clé âge-longueur utilisée était la clé russe.

Méthode

Le modèle de production logistique de Schaefer adapté à une feuille de calcul Excel a été utilisé. Ce modèle est décrit en détail dans l'Annexe III. Ce même modèle, utilisé sur une autre feuille de calcul Excel, a permis de faire des projections de capture et d'abondance sur une période de cinq ans (Annexe III).

Données

Le modèle nécessite une série temporelle de données de captures totales ainsi que des indices d'abondance du stock.

Les estimations des captures totales obtenues en additionnant les prises des différentes flottilles des pays ont été utilisées comme la série des captures.

Le modèle global a été appliqué sur les données de *S. aurita* et des deux espèces regroupées en utilisant les indices d'abondance des campagnes acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (Tableau 3.2.1a et b, Figure 3.3.2d).

Dans la série des données, l'année 1999 se présente comme une année exceptionnelle, avec des conditions de croissance du stock qui ne pourraient être seulement expliquées par les paramètres dynamiques du stock. Des recherches ont révélé que l'année 1999 présente une forte activité de l'upwelling. Un indice environnemental prenant en compte la particularité de l'année 1999 a ainsi été intégré dans le modèle.

Résultats

Les résultats de l'application du modèle global sont indiqués sur les Figures 3.6.2 et 3.6.3.

Sardinella aurita

Les résultats obtenus montrent une fluctuation d'abondance durant les quatre dernières années. Le modèle s'ajuste difficilement durant ces années. Toutefois, la tendance à la baisse observée depuis l'année dernière reste préoccupante pour le stock de sardinelle ronde. Comme pour l'année 2006, la biomasse actuelle est inférieure à celle qui correspond à la capture maximale durable. En 2006, les captures sont supérieures à la production naturelle du stock. L'effort actuel est 4 fois plus élevé que celui correspondant à celui de F_{MSY} .

Sardinella spp.

Pour les deux sardinelles regroupées, l'ajustement du modèle à la fluctuation de l'abondance est encore difficile en raison de la chute drastique de biomasse de 2004 à 2005. En considérant la série depuis 1999, la tendance à la baisse d'abondance est à noter en dépit de la hausse relevée en 2006. La

biomasse courante est presque équivalente à celle produisant la capture maximale durable. Toutefois, la prise est plus forte en 2006 que la production naturelle du stock. L'effort appliqué sur l'ensemble des sardinelles en 2006 est supérieure de 38 pour cent à celui produisant la prise maximale équilibrée.

Tableau 3.6.1: Résumé des résultats de l'ajustement du modèle utilisant les indices d'abondance du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Stock/indice d'abondance	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Sardinella aurita</i> /Nansen	44%	285%	433%	481%
<i>Sardinella spp.</i> /Nansen	89%	135%	138%	154%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et $F_{0.1}$.

Discussion

Les résultats de la modélisation actuelle conduisent à la même situation que celle observée l'année dernière, à savoir une biomasse actuelle inférieure à la biomasse à l'équilibre. Cette observation est plus nette pour la sardinelle ronde qui reste l'espèce cible de la pêcherie industrielle en Mauritanie et de la pêche artisanale sénégalaise.

Les fluctuations d'abondance mesurées par prospection acoustique sont importantes d'une année sur l'autre et rendent souvent difficile l'ajustement du modèle. Toutefois, la tendance à la baisse d'abondance observée en considérant la série, combinée à la diminution de taille de la sardinelle ronde capturée et la baisse des rendements en sardinelle ronde de toute la pêcherie en 2006, suggère une situation critique des sardinelles et notamment de la sardinelle ronde.

3.7 Projections

Une projection des captures et de l'abondance de la sardinelle ronde et des deux sardinelles regroupées a été réalisée pour une période de cinq ans à la suite de l'application des modèles généraux. Considérant que les conditions environnementales et les stratégies des pêches sont stables, deux scénarios ont été retenus, l'un avec un effort constant (*status quo*) et l'autre avec une réduction de l'effort de 50 pour cent.

Sardinelle aurita

Dans le scénario où l'effort reste identique au niveau actuel (*status quo*), l'évolution des captures indique une diminution du stock de sardinelle ronde (Figures 3.7.1a). Dans le scénario d'une réduction de l'effort de 50 pour cent, la baisse du stock serait atténuée (Figures 3.7.1b).

Sardinella spp.

Dans le scénario du *statu quo* pour les deux sardinelles les captures seront au-dessus du niveau d'équilibre relatif à la capture maximale durable. La réduction de l'effort de 50 pour cent permettrait à terme l'augmentation des captures et de l'abondance (Figures 3.7.2a et b).

3.8 Recommandations d'aménagement

Les résultats indiquent que le stock de sardinelles tend à être surexploité (surtout pour la sardinelle ronde). Les captures des deux espèces regroupées sont de 456 000 tonnes en 2006 et dépassent légèrement la recommandation faite en 2005 (400 000 tonnes).

Il faut souligner qu'étant donné la surexploitation de la sardinelle ronde, il a été fortement recommandé pour l'année en cours de réduire les captures à 220 000 tonnes.

Le Groupe n'a pas connaissances de mesures d'aménagement visant à la réduction des prises en 2007 et attire l'attention sur la nécessité de réduire l'effort de pêche dirigé sur la sardinelle ronde.

La pêcherie pélagique étant multispécifique, il est urgent de prendre des mesures d'aménagement avec une régulation qui prend en considération la distribution transfrontalière des stocks. Il faudrait notamment:

1. Organiser le partage des captures ou l'effort total permis entre les différents pays.
2. Différencier les licences pélagiques en deux catégories (clupéidés, carangidés et autres).
3. Encourager une réduction des engins de pêche sélectifs quant à la sardinelle ronde (principalement pour la pêche artisanale).

3.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année passée:

1. Concernant l'étude de la croissance par la lecture des otolithes, le programme d'échange s'est poursuivi et un atelier sur la lecture d'âge a été organisé en décembre 2006 (voir Chapitre 1).
2. Un groupe d'étude entre le Sénégal, la Mauritanie et le Maroc a eu lieu en août 2006 à Nouakchott pour analyser les structures démographiques des sardinelles.
3. L'échantillonnage des sardinelles dans les pêcheries artisanales en Gambie a débuté en 2007.

Pour cette année, le Groupe de travail fait les recommandations suivantes:

1. Organiser en janvier 2008 un atelier entre le Sénégal, la Mauritanie et le Maroc pour analyser de façon approfondie les structures démographiques des sardinelles.
2. Poursuivre le programme d'échange et de lectures des otolithes.
3. Renforcer sensiblement l'échantillonnage des pêcheries gambiennes de petits pélagiques.
4. Préparer avant la prochaine réunion sur une base trimestrielle la composition par âge des captures en utilisant les clés âge-longueur russes et autres.
5. Augmenter l'échantillonnage des captures industrielles et renforcer le système de collecte des données de la pêche artisanale en Mauritanie.

4. CHINCHARDS

L'exploitation est orientée sur 3 espèces: deux *Trachurus* (*Trachurus trachurus* et *T. trecae*) et le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*).

Les deux principales espèces à considérer en terme d'évaluation sont le chinchard atlantique (*Trachurus trachurus*) et le chinchard noir (*Trachurus trecae*). On se limitera pour le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) à présenter les données de captures et des indices d'abondance obtenus par les campagnes acoustiques.

4.1 Identité du stock

Cette partie a été décrite lors de précédents Groupes de travail (FAO, 2001 et 2002). Mais des études supplémentaires sont nécessaires pour mieux préciser les résultats déjà obtenus dans ce cadre.

4.2 Les pêcheries

Dans la région de l'Afrique nord-occidentale, l'exploitation des chinchards se fait à bord de bateaux de tailles très variées, de la pirogue au grand navire de pêche océanique (144 m). L'exploitation de ces ressources est donc assurée à la fois par des flottilles industrielles, presque exclusivement étrangères et des flottilles artisanales nationales.

Les deux espèces de *Trachurus* (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) occupent des niches écologiques voisines et représentent près de 95 pour cent du total des chinchards capturés en 2005 mais seulement 88 pour cent en 2006 (au profit de *Caranx rhonchus*). Le *Trachurus trachurus* est surtout pêché au nord du Cap Blanc et le *Trachurus trecae* au sud de celui-ci. La part relative de la pêche artisanale dans les captures est restée très faible, de l'ordre de 2,8 pour cent en 2005 et de 2 pour cent en 2006 du total des captures.

Captures

Alors que les captures des espèces considérées ont augmenté d'année en année depuis 2003 (environ 200 000 tonnes en 2003, 394 000 tonnes en 2004, 414 000 tonnes en 2005), en 2006, les débarquements ont diminué de 5 pour cent par rapport à 2005 pour un total de 392 000 tonnes (Figure 4.2.1).

Le chinchard noir (*T. trecae*) reste l'espèce la plus importante. Toutefois, les captures totales de cette espèce ont connu une diminution de 6 pour cent, passant de 270 000 tonnes en 2005 à environ 250 000 tonnes en 2006. La plus grande partie des captures de cette espèce a été réalisée dans la zone mauritanienne (80 pour cent). Les captures de chinchard de l'Atlantique (*T. trachurus*) sont d'environ 90 000 tonnes en 2006 contre 120 000 tonnes en 2005 alors que les débarquements de chinchard jaune (*Caranx rhonchus*) représentent 45 000 tonnes en 2006 contre 20 000 tonnes en 2005, ce qui constitue une augmentation d'environ 125 pour cent. L'évolution annuelle des captures des trois espèces de chinchard est présentée sur la Figure 4.2.1. La série de données de captures des trois espèces de chinchard est présentée par pays et pour l'ensemble de la sous-région dans les Tableaux 4.2.1a,b et c pour la période 1990-2006.

Effort de pêche

En 2006, une légère diminution de l'effort de pêche au niveau de la zone mauritanienne a été enregistrée (Figure 4.2.2). Dans la Zone C au nord du Cap Blanc, l'activité des bateaux russes et ukrainiens s'est maintenue au même niveau que celle de l'année précédente. Dans cette zone, la flottille industrielle russe a réalisé 2 212 jours de pêche, les unités ukrainiennes, 992 (valeur estimée). Des senneurs marocains (RSW) sont aussi présents dans cette zone mais capturent les chinchards de

façon accessoire. Ce dernier mode de pêche a effectué 2 205 jours de pêche en 2006, avec une augmentation de 10 pour cent par rapport à 2005.

Au Sénégal, la pêche de chinchards est pratiquée à la fois par une pêcherie industrielle en déclin et une pêche artisanale qui les capture sous forme de prises accessoires. L'effort de la pêche industrielle reste faible au Sénégal (20 jours de mer en 2006) et celui de la Gambie est négligeable par rapport à celui déployé au niveau de la région de l'Afrique nord-occidentale.

Développement récent

Un nouvel accord de pêche a été conclu entre l'Union européenne et la Mauritanie en 2006 pour une période de 6 ans. Il est révisable tous les deux ans. Dans le cadre de ce nouvel accord, le nombre de navires européens autorisés à pêcher en même temps est fixé à 22 unités. Par rapport au dernier accord de pêche (2001-2006), où le nombre était de 15 bateaux, l'augmentation est importante. Les captures totales autorisées sont plafonnées à 440 000 tonnes par an pour toutes espèces (sardinelles, chinchards, etc.). L'accord en cours intègre les navires des nouveaux membres de l'UE (Pays baltes, Chypre) déjà présentes par le passé dans la zone mauritanienne. Ces flottilles ont une stratégie généralement orientée vers la pêche de chinchards.

On note aussi la généralisation du système VMS à bord des bateaux de pêche pélagique opérant dans la zone mauritanienne. Ce système, qui vise le contrôle de la position des bateaux par satellite, a été introduit en 2005.

Au Sénégal, le nombre de senneurs dakarois n'est plus que de deux unités. Ce mode de pêche n'a pas déclaré de capture de chinchards en 2006.

4.3 Indices d'abondance

4.3.1 Captures par unité d'effort

La série d'effort de pêche industriel communiquée habituellement par la partie mauritanienne a été réactualisée pour l'année 2006. Sur la base de cet effort et des captures des deux espèces de *Trachurus* effectuées dans cette zone, une CPUE a été calculée. Une CPUE pour chacune des espèces de *Trachurus*, fournie habituellement par la partie russe, a aussi été actualisée pour 2006 suivant le même mode de calcul en considérant les périodes où les captures sont les plus importantes. Les résultats sont respectivement présentés dans les Figures 4.3.1a et b.

Cette série montre que, pour *Trachurus trecae*, la série reste stable, particulièrement sur la période récente. Or, en raison de la grande variabilité des biomasses et des captures de ce stock, il est difficile d'expliquer une telle stabilité sur une période aussi longue, même en considérant que la flottille industrielle en présence, du fait de son grand rayon d'action, suit cette espèce dans son déplacement et maintient ainsi les rendements stables au fil du temps.

La partie mauritanienne a aussi communiqué une nouvelle série de CPUE spécifiques pour les chinchards obtenues par Modèle linéaire généralisé (GLM) en tenant compte de plusieurs facteurs (secteur de pêche, type de bateau, saison, année, nationalité du navire) de 1991 à 2006 pour les deux espèces de chinchards combinées sur la série 1990-2005. Pour compléter cette série, une moyenne de 2003 à 2005 a été établie et utilisée comme valeur pour l'année 2006.

4.3.2 Campagnes acoustiques

Les campagnes de prospection acoustique ont pour objectif d'estimer l'abondance et la biomasse des stocks ainsi que le suivi de la distribution des poissons et des structures de taille des différents stocks de petits pélagiques parmi lesquels se trouvent les chinchards.

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Les évaluations d'abondance du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN mettent en évidence le caractère fluctuant des deux espèces de chinchard noir (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) dans l'ensemble de leur zone de répartition (Figures 4.3.2a,b,c et d).

Comme pour l'année 2005, la seule concentration détectée pour *Trachurus trachurus* en 2006 est celle localisée entre le Cap Juby et le Cap Blanc. Sa biomasse a diminué de plus de 72 pour cent, passant de 145 000 tonnes en 2005 à 40 000 tonnes en 2006. Cette dernière valeur est la plus basse de toute la série des estimations du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN.

En 2006, la biomasse globale estimée pour *Trachurus trecae* est de 402 000 tonnes, ce qui représente une nette diminution par rapport à 2005 (plus de 1 210 000 tonnes). Les détections sont décroissantes du nord au sud entre le Cap Bojador et le sud du Sénégal. Ainsi, plus de 66 pour cent de la biomasse de cette espèce a été détectée au nord de Cap Blanc. Ce schéma est déjà observé en 2005. Cette distribution est a priori surprenante dans la mesure où cette espèce est considérée comme tropicale. Toutefois, en tenant compte de la période de prospection, octobre-décembre, on peut effectivement s'attendre à un schéma de répartition similaire.

La répartition du chinchard jaune s'étend du Cap Timiris au sud du Sénégal. En 2006, les détections s'élèvent à 75 000 tonnes dans la zone mauritanienne et à 70 000 tonnes dans la zone sénégalogambienne, ce qui représente une augmentation par rapport à la biomasse détectée en 2005.

N/R ATLANTIDA

Le N/R ATLANTIDA a réalisé une campagne acoustique en juillet-août 2006 dans le secteur situé entre 28°N et 16°N (sud du Cap Juby et Mauritanie).

Dans la zone entre Cap Juby et Cap Blanc, l'estimation des biomasses s'élève à environ 185 000 tonnes, dont 149 000 de *Trachurus trecae* et 36 000 de *T. trachurus*. À titre de comparaison, les biomasses enregistrées pour ces deux espèces en 2004 dans ce secteur étaient de 780 000 tonnes, dont 75 pour cent de *Trachurus trecae*.

Les principales concentrations de *Trachurus trachurus* sont rencontrées essentiellement entre 25°N et 26°N. Pour *Trachurus trecae*, les plus importantes concentrations sont localisées entre 21°N et 23°N.

En Mauritanie, les détections obtenues sont de 30 000 tonnes. C'est la plus faible valeur de biomasse enregistrée par ce navire depuis qu'il a commencé à faire des prospections dans la zone en 1995. Ces biomasses ne représentent que 13 pour cent de celles trouvées en 2004. Les détections sont constituées exclusivement de *Caranx rhonchus* (20 130 tonnes) et de *Trachurus trecae* (9 300 tonnes).

Campagnes nationales

N/R AL AWAM

La série du N/R AL AWAM met en évidence une chute presque continue de décembre 2003 à mars 2006 pour les deux espèces de chinchard régulièrement rencontrées dans cette zone (*Trachurus trecae* et *Caranx rhonchus*). Pour *T. trecae*, les biomasses estimées en mars 2006 ne représentent que 10 pour cent environ de celle de 2003. Pour le *Caranx rhonchus*, la chute est encore plus prononcée puisque les biomasses évaluées en 2006 s'élèvent à moins de 3 pour cent de celles enregistrées en 2003.

N/R ITAF DÈME

Le N/R ITAF DÈME a réalisé une campagne en mars 2006 au Sénégal. Suite à des problèmes survenus au CRODT, les données acoustiques ont été perdues.

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes d'évaluation acoustique depuis la dernière réunion du Groupe de travail. Au cours de la première, en décembre 2005 et janvier 2006 entre le Cap Cantin et le Cap Bojador, la biomasse des *T. trecae* et *T. trachurus* a été estimée à 5 000 tonnes. La seconde, en juin-juillet 2006 entre le Cap Cantin et le Cap Bojador, a estimé la biomasse des chinchards à 68 000 tonnes. La troisième a été réalisée en parallèle avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en novembre-décembre 2006 entre le Cap Blanc et le Cap Juby. La biomasse des deux chinchards a été estimée à 333 000 tonnes. La dernière campagne a été réalisée en décembre 2006 entre le Cap Cantin et le Cap Spartel. La biomasse a été évaluée à 32 000 tonnes dans cette zone.

4.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

En Mauritanie, l'échantillonnage biologique à bord des bateaux russes et néerlandais est effectué par des scientifiques de l'IMROP et des chercheurs russes. Depuis 2005, l'effort d'échantillonnage conduit par l'IMROP a été étendu à d'autres flottilles pélagiques industrielles avec le même nombre de scientifique. En 2006, les chercheurs russes n'ont pas fait d'échantillonnage des bateaux commerciaux dans la zone mauritanienne. Leur effort a été reporté dans la zone au nord du Cap Blanc qui accueille un nombre plus important de bateaux.

Comme par le passé, l'intensité d'échantillonnage a été présentée par trimestre pour les deux principales flottilles (Fédération de Russie et Union européenne) en intégrant les résultats obtenus pour les autres flottilles, industrielle en Mauritanie et artisanale au Sénégal (Tableaux 4.4.1, 4.4.2 et 4.4.3).

*Intensité de l'échantillonnage**Trachurus trachurus*

L'intensité d'échantillonnage s'est fortement améliorée par rapport à 2005 dans les Zone A et C alors que la Zone B n'a pas connu d'échantillonnage en 2006. La flottille marocaine opérant en Zone A a été échantillonnée avec une intensité de 28 échantillons pour 1 000 tonnes et celle opérant dans la Zone C avec une intensité de 2 échantillons pour 1 000 tonnes.

Pour la flottille russe opérant dans la Zone C au nord du Cap Blanc, l'intensité d'échantillonnage s'est améliorée, passant de 3 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005 à 8 échantillons en 2006.

Pour l'âge, seule la Fédération de Russie effectue la lecture d'otolithes. Le nombre d'individus ayant fait l'objet d'une lecture d'âge était respectivement de 1 131 et 2 973 en 2005 et 2006.

En Mauritanie, l'intensité d'échantillonnage à bord de la flottille de l'UE s'est améliorée, passant de 3 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005 à 8 échantillons en 2006. Par contre, l'échantillonnage à bord des bateaux de la flotte non UE a connu une baisse de son intensité, passant de 10 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005 à 3 échantillons en 2006.

Trachurus trecae

L'effort d'échantillonnage s'est amélioré en 2006 pour les captures réalisées dans la Zone C au nord du Cap Blanc par la flotte russe avec 12 échantillons pour 1 000 tonnes contre 6 en 2005. Cette augmentation s'est traduite aussi par l'augmentation du nombre d'individus mesurés qui a augmenté

pour passer de 2000 en 2005 à plus de 80 000 en 2006. Par contre, l'intensité d'échantillonnage dans la zone mauritanienne s'est affaiblie aussi bien pour les captures de l'UE que pour celles de la flottille russe qui enregistre moins de 2 échantillons pour 1 000 tonnes. Pour l'âge, seules les captures de la flottille russe ont fait l'objet de lectures d'otolithes. Le nombre d'otolithes lus a augmenté, passant de 1 350 en 2005 (réalisés au sud du Cap Blanc) à 1 823 en 2006 (réalisés au nord du Cap Blanc).

Caranx rhonchus

L'échantillonnage a concerné uniquement la zone mauritanienne. L'effort d'échantillonnage a fortement diminué, passant de 10 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005 (2 497 individus mesurés) à 1 échantillon pour 1 000 tonnes en 2006 (153 individus mesurés) pour la flottille UE. Pour la flottille non UE, l'intensité a également diminué, passant de 35 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005 à moins de 3 échantillons en 2006. Toutefois, cette espèce a été échantillonnée pour la première fois dans les captures de la pêche artisanale sénégalaise avec une intensité de 3 échantillons pour 1 000 tonnes (939 individus mesurés). Contrairement à 2005, en 2006 la lecture d'âge n'a pas été réalisée pour cette espèce.

4.5 Données biologiques

L'analyse des fréquences de tailles des chinchards obtenues lors des campagnes de prospection permet de suivre la structure démographique des stocks étudiés.

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

En 2006, l'analyse de l'abondance estimée en nombre par classe de taille du chinchard noir (*T. trecae*) montre la présence de plusieurs modes. Le mode principal se situe à 13 cm et des modes moins importants à 18, 26 et 32 cm (Figure 4.5.1a). Dans la zone entre le Cap Juby et le Cap Blanc, tous ces modes sont observés. Dans la zone entre le Cap Blanc et Saint-Louis, le mode de 13 cm est le plus important même s'il y a aussi la présence d'individus de grande taille. Au sud de Saint-Louis, le mode principal est de 20 cm avec des groupes d'individus de petite taille (13 cm) et d'autres de grande taille (26 cm). Dans cette zone, les individus d'une taille supérieure à 31 cm n'ont pas été observés (Figure 4.5.1a).

Comme en 2005, le chinchard atlantique (*T. trachurus*) n'a été détecté qu'entre le Cap Juby et le Cap Blanc en 2006. En 2005, deux groupes d'individus ont été rencontrés. Le premier correspondait aux petits individus d'un mode de 12 cm et le second, moins important, présentait un mode de 20 cm. En 2006, la même distribution a été observée avec des modes plus prononcés (Figure 4.5.1b).

Le chinchard jaune (*C. rhonchus*) a été observé entre le Cap Timiris et le sud du Sénégal. La structure de taille de cette espèce montre la présence d'une importante cohorte dont les tailles sont comprises entre 23 et 32 cm et une seconde cohorte constituée d'individus de petite taille d'environ 15-16 cm (Figure 4.5.1c).

N/R ATLANTIDA

Les concentrations de *Trachurus trecae* sont localisées essentiellement entre 21°N et 23°N. Ses modes principaux sont à 11, 15 et 25 cm (taille moyenne: 16,8 cm) (Figure 4.5.2a). Dans la zone mauritanienne, les concentrations de *Trachurus trecae* sont principalement rencontrées entre 19°N et 20°N (taille moyenne: 22 cm). La distribution des fréquences de taille de cette espèce montre la présence d'un groupe de jeunes individus avec deux cohortes bien individualisées. Le mode de la première cohorte, qui est la plus importante, est situé à 10-11 cm. La seconde cohorte présente un mode à 20 cm (Figure 4.5.2a).

Pour *Trachurus trachurus*, les concentrations sont situées principalement entre 25°N et 26°N. La taille moyenne est 20,6 cm, avec un mode principal à 19 cm (Figure 4.5.2b).

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

La campagne menée en novembre 2006 met en évidence l'existence de trois cohortes relativement bien individualisées pour *Trachurus* sp. (Figure 4.5.3) dont les modes sont situés à 13, 20 et 24 cm.

N/R AL-AWAM

Lors de la campagne de mars 2006, les données sur les fréquences de taille pour les trois espèces de chinchards ont été prélevées. Pour le chinchard noir, deux cohortes bien individualisées sont rencontrées aussi bien entre le Cap Timiris et le Cap Blanc qu'entre le Cap Timiris et Saint-Louis. En zone nord, le mode principal est observé à 22 cm et le second mode à 14-15 cm) (Figure 4.5.4a). Pour le sud, les modes sont à 16 cm et 24 cm.

Pour le chinchard d'Atlantique, la distribution des fréquences de taille varie entre 19 et 32 cm, avec un mode situé à 22 cm et une seule cohorte (Figure 4.5.4b).

Dans le cas du chinchard jaune, le mode est à 26 cm (Figure 4.5.4c).

N/R ITAF DÈME

Le N/R ITAF DÈME a réalisé une campagne en mars 2006 au Sénégal. Suite à des problèmes survenus au CRODT, les données ont été perdues.

4.6 Évaluation

Comme cela a déjà été souligné, le Groupe de travail a analysé les 2 principaux chinchards (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) en ayant recours au modèle global.

Qualité des données

Les données de captures sont jugées acceptables mais non exhaustives en raison des sous-déclarations (transformation probable des jeunes individus en farine) et des rejets (notamment dans le cas des flottilles démersales). L'analyse exploratoire entre les captures totales par âge pour chacune des deux espèces de chinchards de 1990 à 2006 a été conduite en calculant un coefficient de corrélation entre les captures estimées par âges successifs des mêmes cohortes pour les chinchards après une transformation des données de captures en logarithme népérien. Les données de base utilisées sont présentées pour *T. Trachurus* dans le Tableau 4.6.1 et pour *T. trecae* dans le Tableau 4.6.2. Les résultats obtenus (Tableau 4.6.3 et Figures 4.6.1, 4.6.2) indiquent une faible corrélation entre les captures de la même cohorte au cours du cycle de vie.

Table 4.6.3: Valeurs de R^2 entre les captures estimées par âges successifs des mêmes cohortes pour les chinchards

Espèce/âges	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
<i>Trachurus trachurus</i>	0,17	0,28	0,16	0,15	0,48	0,48	0,37
<i>Trachurus trecae</i>	0,15	0,35	0,19	0,20	0,003	0,013	0,008

L'absence de corrélation met en évidence que la composition des captures par âge est vraiment altérée en raison, notamment, du manque de données sur l'ensemble de la zone de distribution des stocks et de la difficulté d'estimer l'âge chez ces espèces. La capture de la plupart des bateaux n'est pas échantillonnée, ce qui complique singulièrement le problème. L'observation scientifique à bord des bateaux ne couvre pas toute l'année, ce qui a aussi une influence sur la ventilation des captures.

Méthodes

L'évaluation des stocks des deux espèces a été réalisée par un modèle global de production (Shaeffer, 1954). Ce modèle est utilisé pour estimer l'évolution de la biomasse et de la mortalité par pêche au cours de la période 1991-2006 pour les deux espèces de *Trachurus* dans la sous-région.

Données utilisées

Le Groupe de travail a préparé des données pour l'application du modèle de production dynamique pour les deux espèces. Pour chacune, trois types d'indice d'abondance sont disponibles: les CPUE fournies par les scientifiques russes (1991-2006), les CPUE calculées sur la base de captures journalières et standardisées par la procédure GLM en Mauritanie (1991-2006) pour les deux espèces de chinchards combinées et les biomasses obtenues par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en nov.-déc. (1995-2006) pour chaque espèce. Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que les indices d'abondance annuels obtenus par le N/R ATLANTIDA et le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN présentent des tendances similaires malgré des campagnes menées à des périodes différentes. Pour *Trachurus trachurus*, les indices de pêche commerciale sont calculés pour la seule zone mauritanienne qui se trouve à la périphérie de la distribution de ce stock. Le Groupe de travail a jugé que les résultats du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN couvrant l'ensemble de l'aire de répartition de cette espèce sont plus appropriés.

Afin de prendre en compte les possibles effets du milieu, trois scénarios ont été envisagés mais, pour plus de lisibilité, seuls les résultats jugés satisfaisants sont présentés.

Résultats

L'effet environnemental finalement considéré est celui basé sur les connaissances expertes qui tiennent compte des anomalies observées pendant certaines années de la série (1992 et 1999).

Trachurus trachurus

L'application utilisant la série de l'indice d'abondance du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN est jugée la plus satisfaisante (Tableau 4.6.5 et Figure 4.6.3). Le coefficient de corrélation de Pearson est de 0,75.

La biomasse actuelle estimée est environ le tiers de la biomasse $B_{0.1}$ et le niveau d'effort de pêche excède largement celui qui maintient le stock au niveau d'équilibre. L'effort actuel est 4 fois plus important que l'effort permettant d'optimiser la production soutenable (F_{MSY}). Ces résultats mettent en évidence que le stock est surexploité.

Tableau 4.6.5: Résumé de l'état courant du stock et de la pêcherie pour *Trachurus trachurus* en utilisant les indices d'abondance du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Stock/indices	$B/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /N/R DR. FRIDTJOF NANSEN	36 %	229%	384%	427%

$B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.

F_{cur}/F_{SYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.

F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.

$F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et F_0 .

Trachurus trecae

Les ajustements des modèles sont présentés à la Figure 4.6.4 utilisant comme indice d'abondance les CPUE standardisées par la procédure GLM-Mauritanie. Les indices acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN étaient aussi utilisés, mais la figure montre seulement l'ajustement

pour les indices d'abondance de CPUE standardisées par procédure GLM-Mauritanie. Les deux modèles donnent des résultats similaires ce qui peut être considéré comme une bonne description de l'état du stock pour cette espèce.

Les résultats indiquent que la biomasse 2006 est au-dessus du niveau de la biomasse $B_{0.1}$ et que la mortalité par pêche, par rapport au niveau correspondant à la mortalité par pêche $F_{0.1}$, est légèrement inférieure dans le cas des CPUE-GLM-Mauritanie et supérieure dans le cas des indices acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (Tableau 4.6.6). Il apparaît donc que le stock est pleinement exploité.

Tableau 4.6.6: Résumé de l'état courant du stock et de la pêche de *Trachurus trecae*

Stock/indices	$B/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{SYcur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /CPUE-GLM-Mauritanie	145%	126%	88%	97%
<i>Trachurus trecae</i> /N/R DR. FRIDTJOF NANSEN	129%	131%	109%	121%

- $B_{cur}/B_{0.1}$: Rapport entre la biomasse estimée pour la dernière année et la biomasse correspondante à $F_{0.1}$.
- F_{cur}/F_{SYcur} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable au niveau de biomasse actuelle.
- F_{cur}/F_{MSY} : Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et le coefficient qui donnerait une capture durable maximale à long terme.
- $F_{cur}/F_{0.1}$: Rapport entre le coefficient de mortalité par pêche effectivement observé la dernière année de la série et F_0 .

Discussion

Pour *Trachurus trachurus*, l'ajustement du modèle sur la base des indices acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN indique que la biomasse totale en 2006 est le tiers du niveau correspondant à $B_{0.1}$, et la mortalité par pêche courante est quatre fois supérieure à la mortalité par pêche correspondant à $F_{0.1}$. Le stock se trouve donc dans un état critique.

Pour *Trachurus trecae*, les résultats des deux modèles utilisés (indice du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et CPUE standardisées par GLM pour les deux *T. trachurus* et *T. trecae* en Mauritanie) montrent qu'on peut aboutir, à partir d'indices différents, à des réponses relativement similaires bien que la longueur des séries chronologiques des campagnes acoustiques soit plus courte que celle des séries de captures par unité d'effort mauritanien. C'est particulièrement important si l'on tient compte du nombre de paramètres inconnus dans le modèle et surtout si l'on considère l'existence de variantes incontrôlables (disponibilité de chinchards, nature multispécifique des pêcheries, pêche uniquement des grands individus dans le cas des flottilles commerciales).

4.7 Projections

Afin de disposer d'éléments supplémentaires pour la prise de décision, le Groupe de travail a intégré dans le même modèle de production une option de projections pour tenir compte de différents scénarios sur le niveau d'effort de pêche:

- 1^{er} scénario: Maintenir l'effort de pêche à son niveau actuel (*statu quo*).
- 2^{ème} scénario: Changer le niveau d'effort actuel pour obtenir un meilleur rendement du stock à long terme (diminution de 20 pour cent de l'effort actuel).

La projection a été effectuée pour les cinq prochaines années.

Trachurus trachurus

- 1^{er} scénario: On considère qu'il n'y a pas de changement de l'environnement et dans la stratégie des flottilles tout en maintenant le niveau de l'effort de pêche en 2006 (*status quo*). Dans ce cas, les captures et la biomasse (Figure 4.7.1a) continueraient à diminuer par

rapport aux captures actuelles et à la valeur cible $B_{0.1}$ sur les cinq prochaines années. Ainsi, les captures continuent à décroître pendant les cinq prochaines années.

2^{ème} scénario: On considère qu'il y a une diminution de 20 pour cent de l'effort actuel sur les cinq prochaines années. Les captures continuent à décliner légèrement par rapport à leur niveau de 2006 et les biomasses se stabilisent (Figure 4.7.1b).

Trachurus trecae

Les résultats sont ceux obtenus par application des CPUE commerciales (CPUE standardisées par GLM-Mauritanie).

1^{er} scénario: On considère qu'il n'y a pas de changement de l'environnement et dans la stratégie des flottilles tout en maintenant le niveau de l'effort de pêche en 2006 (*status quo*). Les captures diminuent légèrement avant de se stabiliser rapidement à partir de 2009 au niveau du MSY. L'abondance reste stable, au même niveau que la valeur cible $B_{0.1}$ lors des cinq prochaines années (Figure 4.7.2a).

2^{ème} scénario: On considère une diminution de l'effort de pêche de 20 pour cent. Les captures diminuent en 2007 mais se stabilisent en 2008 à environ 80 pour cent de la valeur de MSY et la biomasse se maintient à un niveau égal à 120 pour cent de la valeur cible (Figure 4.7.2b).

4.8 Recommandations d'aménagement

L'analyse des résultats de l'évaluation de l'état des stocks des deux espèces de *Trachurus* a été conduite par l'utilisation du modèle dynamique de production en mobilisant trois séries d'indices d'abondance différentes.

Pour *Trachurus trachurus*, le niveau actuel de mortalité par pêche dépasse largement le niveau de pêche cible $F_{0.1}$. La situation paraît donc critique pour ce stock et une réduction de 20 pour cent de l'effort de pêche n'est pas suffisante pour le rétablissement de celui-ci au cours des cinq prochaines années (2007-2011).

Pour *Trachurus trecae*, les résultats indiquent que la biomasse semble être proche du niveau $B_{0.1}$. Le stock paraît donc pleinement exploité.

Étant donné la nature multispécifique des pêcheries de chinchard et le niveau d'exploitation élevé de *Trachurus trachurus*, le Groupe de travail recommande de réduire l'effort de pêche de 20 pour cent (et même plus), correspondant à un niveau de capture en 2007 comparable à celui recommandé pour 2006 (260 000 tonnes) pour les deux espèces de *Trachurus*.

4.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année passée

1. Même si elle a été constatée pour la zone entre Cap Juby et Cap Blanc, l'amélioration de l'échantillonnage biologique mérite d'être poursuivie afin d'assurer une couverture satisfaisante de tous les segments des flottilles en activité dans la zone.
2. Un document de travail présentant une série de CPUE standardisée, fondée sur les modèles linéaires généralisés, qui utilise des statistiques de pêche provenant de la pêche industrielle pélagique en activité en Mauritanie a été présenté à cette session.

3. Un second document présentant les résultats des campagnes d'étude du recrutement a aussi été produit.
4. L'exploitation des fréquences de taille de ces espèces n'a pas connu de progrès au cours de l'intersession et doit faire l'objet d'une attention accrue.

Afin d'améliorer la série de données disponibles, de réduire les incertitudes associées à l'évaluation et de pouvoir appliquer les modèles analytiques, le Groupe de travail recommande en 2007/2008 de:

1. Renforcer l'échantillonnage des captures dans tous les segments aussi bien industriels qu'artisanaux. Ce renforcement doit se faire par l'embarquement des scientifiques internationaux et locaux à bord des bateaux de pêche pour une couverture satisfaisante dans toutes les composantes des flottilles en activité dans la zone pour une meilleure détermination de la composition spécifique des débarquements et des rejets tout en réalisant des études biologiques fines (reproduction, croissance, régime alimentaire, etc.). Les enquêtes dans les sites de débarquement doivent aussi être renforcés (Nouakchott, Saint-Louis, etc.).
2. Comparer les distributions spatiales des captures commerciales et des campagnes scientifiques des deux espèces de *Trachurus* afin de mieux comprendre leur stratégie d'occupation de l'espace en fonction de leur niveau d'abondance totale.
3. Produire une série des prises des différentes espèces de chinchard capturées de façon accessoire par les autres segments des flottilles ne ciblant pas ces espèces, notamment dans les flottilles de pêche démersale.
4. Procéder à l'analyse des fréquences de taille de ces espèces. Cette analyse doit constituer une priorité dans la perspective de l'évaluation de ces stocks avec des modèles structuraux.
5. Continuer à suivre les campagnes d'étude du recrutement et de produire un document de travail détaillé sur ce point pour le prochain Groupe de travail.

5. MAQUEREAU

5.1 Identité du stock

La distribution du maquereau (*Scomber japonicus*, Houttuyn 1782) a été décrite lors des précédents groupes de travail (FAO, 2001, 2002, 2003, 2004 et 2005).

Deux stocks de maquereau ont été identifiés dans la région nord-ouest d'Afrique. Le stock Nord se situe entre Cap Bojador et le nord du Maroc, et le stock Sud se situe entre Cap Bojador et le sud du Sénégal. Aucune information nouvelle n'a été encore présentée au Groupe de travail concernant l'identité de ces deux stocks, le Groupe de Travail a décidé de procéder à une évaluation conjointe des deux stocks de cette espèce dans son aire de distribution globale.

5.2 Les pêcheries

Dans la zone Nord (Tanger-Cap Bojador), la pêcherie du maquereau est exploitée exclusivement par la flottille marocaine. Cette flottille est composée de senneurs côtiers qui ciblent principalement la sardine et pêchent aussi le maquereau selon sa disponibilité.

La zone entre Cap Bojador et Cap Blanc est exploitée, en plus des senneurs côtiers marocains, par des chalutiers pélagiques opérant dans le cadre de l'accord de pêche Maroc-Fédération de Russie et des bateaux affrétés par des opérateurs marocains.

Dans la zone au sud du cap Blanc, plusieurs chalutiers pélagiques de différents pays (Fédération de Russie, Ukraine, Union Européenne et autres) opèrent mais ne ciblent le maquereau que de façon saisonnière.

Au Sénégal et en Gambie, le maquereau est considéré comme une espèce accessoire par la flottille artisanale sénégalaise.

Captures totales

L'évolution annuelle des captures de *Scomber japonicus* par pays, pour la période 1990-2006, est présentée dans le Tableau 5.2.1 et la Figure 5.2.1.

La capture dans la pêcherie Nord (nord de Cap Bojador) a connu des fluctuations entre 11 000 tonnes et 68 000 tonnes pendant la période 1990-2006. Durant la période 2002-2006, les débarquements de cette pêcherie ont connu une tendance à la hausse et sont passés de 22 700 tonnes en 2002 à une capture maximale de 68 000 tonnes en 2006. Cette capture a été réalisée principalement dans la zone B où 40 000 tonnes ont été débarquées, alors qu'en 2005, la capture maximale était enregistrée dans la zone A avec la valeur record de 45 000 tonnes.

Les captures dans la zone C (Cap Bojador-Cap Blanc), où des chalutiers opèrent dans le cadre des accords de pêche avec la Fédération de Russie et des affrètements, ont progressivement augmenté durant la période 1993-1998 pour atteindre un maximum d'environ 150 000 tonnes. Depuis, les captures ont connu une baisse continue jusqu'en 2002; ceci est dû à la fin des accords susmentionnés et le départ des bateaux russes en 1999 ainsi que des bateaux ukrainiens et d'autres bateaux affrétés en 2001. Les captures se sont redressées en 2003 et ont continué la tendance à la hausse pour atteindre 76 000 tonnes en 2005 et dépasser les 100 000 tonnes en 2006. Ce chiffre a été réalisé principalement par les bateaux russes (65 pour cent), les captures des bateaux ukrainiens et autres (16 pour cent) étaient presque au même ordre que celles des flottilles marocaines (18 pour cent).

Au sud du Cap Blanc, la capture totale du maquereau a progressé durant la période 1990-1996 pour atteindre environ 100 000 tonnes. Ils ont ensuite diminué et atteint un bas niveau d'environ 20 000 tonnes en 1999. La capture s'est progressivement redressée après jusqu'en 2003, l'année où un record de 133 000 tonnes a été enregistré. Depuis, les captures ont connu une forte tendance à la diminution avec 38 000 tonnes notées en 2005 et 33 000 tonnes en 2006.

Au sud de Saint-Louis, le maquereau n'est qu'une espèce accessoire dans les captures et n'est pas ciblé. Au Sénégal, les captures relatives à la pêche artisanale ont été recalculées pour la période entre 1997 et 2005 et estimées pour l'année 2006. La valeur maximale enregistrée est de 14 100 tonnes en 2003. L'année 2006 a connu une augmentation d'environ 20 pour cent par rapport à 2005.

Depuis 1991, l'évolution des captures totales du maquereau pour l'ensemble de la sous-région a connu une tendance à la hausse pour atteindre un maximum de plus de 200 000 tonnes en 1997, année après laquelle on assiste à une fluctuation des captures autour d'une valeur moyenne de 176 000 tonnes. Depuis 2002, une hausse a été notée avec une capture record supérieure à 224 000 tonnes enregistrées en 2004, et une capture de 210 000 tonnes en 2006 (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1).

Effort de pêche

Vu le caractère multispécifique de la pêcherie, l'effort de pêche estimé pour le maquereau, de la pêcherie industrielle et des senneurs, est considéré le même que celui des chinchards et des sardinelles (Figure 5.2.2a,b).

Dans la zone C, l'effort de pêche montre une tendance à la hausse depuis 1993 pour atteindre une valeur maximale en 1998 de 7 400 jours de mer. Depuis, cet effort a diminué progressivement à cause de la fin de l'accord de pêche avec la Fédération de Russie (1999) et de l'affrètement (2001). Depuis la

reconduction des accords de pêche et de l'affrètement en 2004, l'effort de pêche dans la zone C a repris sa tendance de croissance avec 3 200 jours en mer.

En Mauritanie, vu que la pêcherie est multispécifique, l'effort de pêche de la flottille industrielle, exprimé en jours de mer, est le même que pour la pêcherie des sardinelles et des chinchards.

5.3 Indices d'abondance

5.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE ont été calculées selon la méthode décrite dans le rapport du Groupe de travail de 2004 (FAO, 2004). En 2005, le CPUE en tonnes/jour RTMS a connu une forte baisse par rapport à celui de 2004. En 2006, le CPUE s'est maintenu au même niveau de 2005, soit environ 41 tonnes/jour RTMS (Tableau 5.3.1 et Figure 5.3.1).

5.3.2 Campagnes acoustiques

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Les indices d'abondance et de biomasse du maquereau évalués au moyen du N/R DR FRIDTJOF NANSEN (Figure 5.3.2) montrent des fluctuations de l'espèce en dents de scie d'une année à l'autre. L'indice d'abondance estimé en 2006 révèle une régression importante du stock à 430 mille tonnes. De faibles détections estimées à 600 tonnes ont été enregistrées en Mauritanie et 4 400 tonnes au Sénégal. Les principales concentrations du maquereau sont rencontrées entre Cap Blanc et Cap Bojador avec 315 mille tonnes, seulement 15 mille tonnes entre Bojador et Tarfaya (Cap Juby) et 100 000 tonnes au nord de Tarfaya. Il est à rappeler que le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN n'a pas réalisé la couverture de la zone entre Cap Juby et Cap Cantin.

N/V ATLANTIDA

Durant la campagne de prospection acoustique réalisée en juillet/août 2006, seulement 1 200 tonnes de maquereau étaient retrouvées en Mauritanie alors que 30 000 tonnes ont été estimées en 2004. Egalement, la biomasse du maquereau au Maroc a passé de 713 000 tonnes en 2004 à 583 000 tonnes en 2006.

La quatrième campagne de recrutement a été effectuée en novembre 2006-janvier 2007 dans la zone marocaine. L'indice d'abondance à 0+ est le plus bas depuis 2003. Cependant, l'indice relatif à 1+ est le plus élevé. Les juvéniles ont été concentrés dans les mêmes zones définies dans les trois précédentes campagnes. Les résultats des indices d'abondances des jeunes maquereaux entre 2003 et 2005 dans la région et ceux de la zone nord du Cap Blanc de 2006 sont présentés dans le Tableau 5.3.2a.

Tableau 5.3.2a: Indices d'abondance des juvéniles du maquereau dans la région de l'Atlantique Centre-Est à partir des campagnes de recrutement (exprimés en milliers)

Années	Classes d'âge	
	0+	1+
2003	4 537 947	1 023 515
2004	3 527 663	915 899
2005	4 344 558	1 402 984
2006 Nord Cap Blanc	1 883 000	2 120 000

Campagnes nationales

N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2006, le navire de recherche marocain N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué cinq campagnes acoustiques et deux missions de mesures de bruit réalisées en coordination avec l'IRD en avril dans la baie d'Agadir et avec la JICA en juin entre Casablanca et Agadir. Le détail des campagnes acoustiques est reporté dans le Tableau 5.3.2b.

Tableau 5.3.2b: Détails des campagnes acoustiques du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2006

Décembre 2005- janvier 2006		Juin-juillet 2006		Saidia-Ceuta (11-20 mai 2006)		Nov.-déc. 2006		Décembre 2006	
C. Cantin-C. Juby		C. Cantin-C. Juby C. Juby-C. Bojador				C. Blanc-C. Bojador		C. Cantin- C. Spartel	
1 566 NM	24 pêches	1 829 MN	38 pêches	720 MN	22 pêches	2 060 NM	37 pêches		11 pêches
32 échantillons	2 938 ind. mesurés	54 échantillons	5 764 individus mesurés			82 échantillons	4 668 ind. mesurés		
							17 hydrologiques		

La campagne acoustique de novembre-décembre entre Cap Blanc et Cap Bojador a fait l'objet d'une campagne de prospection parallèle entre les N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH et N/R DR FRIDTJOF NANSEN. Les résultats des campagnes acoustiques du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH relatifs au maquereau au niveau de l'atlantique sont résumés dans le Tableau 5.3.2c.

Table 5.3.2c: Indices de biomasse du maquereau estimés pendant les campagnes de prospection acoustique à bord du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2006

Décembre 2005-janvier 2006				Juin-juillet 2006				Nov.-déc. 2006		Décembre 2006	
C. Cantin-C. Juby		C. Juby-C. Bojador		C. Cantin-C. Juby		C. Juby-C. Bojador		C. Blanc- C. Bojador		C. Cantin- C. Spartel	
Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)	Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)	Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)	Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)	Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)	Poids (milliers de tonnes)	Nombre (millions)
162	2 685	47	449	433	7 633	159	3 029	475	6 111	108	1 589

Cap Cantin-Cap Bojador

Les campagnes acoustiques réalisées à bord du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH entre Cap Cantin et Cap Bojador en janvier et juin 2006 montre que le maquereau est présent dans toute la région avec des densités plus importantes au large de Tan Tan en janvier et à Sidi Ifni, Laâyoune et au nord de Tarfaya en juin et la biomasse estimée en juin 2006 indique une augmentation de l'ordre de 45 pour cent par rapport à juin 2005 et elle a doublé par rapport aux évaluations de janvier 2006.

Cap Bojador-Cap Blanc

Le stock du maquereau comparé à la même période de l'année précédente a augmenté de 98 pour cent en biomasse et seulement 7 cent en abondance à cause des tailles actuelles plus grandes.

N/R AL-AWAM

En mars 2006, le navire de recherche mauritanien N/R AL-AWAM a effectué une campagne acoustique entre Cap Blanc et Saint-Louis. Le maquereau a été estimé au cours de cette campagne à 3 300 tonnes.

N/R ITAF DEME

En mars 2006, une campagne de prospection acoustique a été conduite à bord du N/R ITAF DEME, les données relatives à cette campagne ne sont pas disponibles pour ce Groupe de travail.

5.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage des tailles du maquereau au cours de l'année 2006 dans la zone nord-ouest de l'Afrique est présentée dans le Tableau 5.4.1.

Maroc

Pour la pêcherie Nord Cap Bojador zone (A+B) exploitée par les senneurs côtiers marocains, l'année 2006, l'échantillonnage s'est fortement intensifié et est passé à 263 échantillons contenant 15 634 individus échantillonnés (59 individus par échantillons). Globalement dans cette zone, l'intensité d'échantillonnage a couvert toute l'année et a légèrement baissé par rapport à 2005, soit 4,6 échantillons par 1 000 tonnes en 2006 contre 6,9 en 2005.

Pour la pêcherie Sud (entre Cap Bojador et Cap Blanc), en 2006, en plus de 8 échantillons de 247 individus prélevés sur les senneurs marocains durant les trois derniers trimestres. L'intensité d'échantillonnage a diminué passant de 9,3 par 1 000 tonnes en 2005 à 6,5 en 2006. Des échantillonnages ont été effectués à bord des chalutiers pendant toute l'année avec une intensité de 8,4 par 1 000 tonnes

Mauritanie

Pour la pêcherie mauritanienne, l'échantillonnage des tailles a été effectué à bord des chalutiers pélagiques par des observateurs scientifiques de l'IMROP. Du nombre d'échantillons réalisés en 2006 22 pour cent proviennent de la flottille non européenne et 78 pour cent provient de la flottille russe. L'échantillonnage s'est intensifié en 2006 en réalisant 6,2 échantillons par 1 000 tonnes en 2006 contre 4,3 en 2005. L'intensité d'échantillonnage en 2006 a été presque similaire entre les flottilles russe et non Européenne.

Sénégal

Au Sénégal, un échantillonnage a été réalisé en 2006 sur les débarquements du maquereau qui est pêché en saison froide par la pêcherie artisanale. L'intensité d'échantillonnage en 2006 est de 1,9 échantillon par 1 000 tonnes.

5.5 Données biologiques

Les distributions des fréquences de taille du maquereau ont été analysées pour les deux stocks Nord et Sud de Cap Bojador. Les distributions de tailles obtenues en 2006 ont été comparées à celles de l'année 2005 et 2004 (Figure 5.5.1a et b).

Les tailles prélevées au niveau des débarquements des senneurs marocains de la zone A+B en 2005 ont une structure unimodale de mode 21 cm. Les d'individus de tailles entre 10 cm et 12 cm étaient peu présents et les adultes de taille supérieure à 27 cm étaient absents de la structure. En 2006, et contrairement aux observations de 2005, la structure est bimodale avec un mode principal de jeunes

individus de 12 cm et un mode secondaire de 22 cm. Comme en 2005, on note l'absence des individus de taille supérieure à 27 cm.

Pour la pêcherie Sud, la structure de tailles des débarquements en 2005 ne montre pas de mode prononcé. On note la présence des grandes tailles allant jusqu'à 46 cm malgré la dominance des individus de tailles entre 27 cm et 31 cm. En 2006, la structure est marquée par un mode principal de 23 cm. On note aussi la présence des tailles qui atteignent 49 cm.

La structure des tailles du maquereau estimé lors des campagnes acoustiques effectuées à bord du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en novembre-décembre des années 2005 et 2006 pour la partie sud et de l'année 2006 pour la partie nord, est présentée dans les Figures 5.5.2a et 5.5.2b.

Pour la partie nord de Cap Bojador, la distribution des tailles en 2006 présente un mode prononcé de 17 cm. La structure est marquée par l'absence des tailles supérieures à 31 cm.

Concernant la zone Sud, en 2005, la structure de tailles est bimodale avec un mode prononcé (12 cm et 13 cm) et un autre qui serait entre 17 cm et 20 cm. On note aussi la présence de quelques tailles allant à plus de 35 cm. En 2006, la structure des tailles présente un mode prononcé de 17 cm. On note aussi l'absence des tailles supérieures à 31 cm.

Dans les campagne acoustiques réalisées à bord du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH entre Cap Cantin et Cap Bojador en décembre 2006 montre des tailles de maquereau moyennes dont les valeurs modales sont de 19 et 22 cm avec 51 pour cent des tailles supérieures à 19 cm, en janvier et juin 2006 montre que le maquereau est présent dans toute la région avec des densités plus importantes au large de Tan Tan en janvier et à Sidi Ifni, Laâyoune et au nord de Tarfaya en juin. Les tailles échantillonnées en janvier et juin montrent une similitude entre Safi et Tarfaya avec un mode principal à 18 cm. Cependant, entre Tarfaya et Boujdour, le mode des tailles est passé de 20 à 12 cm. Entre le Cap Bojador et le Cap Blanc la population du maquereau présentait une structure en tailles allant de 12 à 33 cm avec des modes à 16, 24 et 28 cm. La courbe des fréquences de taille du maquereau a une allure décroissante similaire à celle de l'année 2005. En plus, la comparaison des pics modaux et des tailles moyennes montrent un accroissement considérable des tailles par rapport à 2005.

5.6 Évaluation

Évaluation de la qualité des données

Afin de tester la qualité des données disponibles pour l'évaluation, le Groupe de travail a procédé à une analyse exploratoire des données actualisées en calculant les corrélations linéaires entre les différents groupes d'âge et le nombre correspondant de la classe d'âge de l'année suivante. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 5.6.1 et la Figure 5.6.1. Les corrélations sont similaires à celles calculées sur la base de la série précédente et qui ont été jugées insuffisantes pour l'utilisation d'une évaluation par un modèle analytique. Toutefois, le Groupe de travail a procédé à une simulation des données sur le modèle analytique ICA (Integrated Catch-At-Age Analysis) (Patterson et Melvin, 1995).

Tableau 5.6.1: Valeurs du coefficient de corrélation linéaire entre les captures estimées d'âges consécutifs des mêmes cohortes de maquereau

Espèce/Groupe d'âge	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Coefficient de corrélation	0,67	0,34	0,36	0,63	0,70

Modèle de production dynamique (BioDyn)

Le Groupe de travail a procédé à une application du modèle de production logistique de Schaefer sur le stock du maquereau global de Cap Cantin à la Casamance. Le modèle est implémenté sous une

feuille de calcul Excel pour simplifier l'estimation des paramètres globaux et les points de référence relatifs (Le modèle est décrit à l'Annexe II).

Données d'entrée

Pour les données de capture, le Groupe de travail a utilisé une série chronologique des débarquements totaux de la sous-région de 1992 à 2006.

Concernant les indices de biomasses, vu que la série des Biomasses acoustiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN du maquereau n'a débuté qu'en 1999, cette série est jugée encore courte pour être utilisée pour l'évaluation.

Résultats

Les ajustements du modèle aux données de la série des indices CPUE sont montrés à la Figure 5.6.1a. Les fluctuations de ces indices sont faibles pour obtenir des informations suffisantes sur la qualité d'ajustement du modèle. Ce manque de contraste constaté au niveau de la série des indices rendent les résultats obtenus peu confiants. L'interprétation des résultats doit donc être prise avec beaucoup de précaution.

Les résultats d'évaluation obtenus par cet ajustement ne sont pas consistants avec ceux des périodes antérieures, ni avec l'information externe disponible. De ce fait, le Groupe a jugé que les données actualisées cette année ne justifient pas un changement dans l'évaluation de l'état du stock. Il a été alors décidé de garder l'évaluation entreprise l'année dernière.

Exploration du modèle analytique (ICA)

Le modèle ICA est appliqué pour l'exploration des données du maquereau en utilisant différents scénarios pour obtenir un meilleur ajustement du modèle. L'analyse a été réalisée pour tester l'effet de différents facteurs sur l'ajustement et la stabilité du modèle: l'effet de la flottille de pêche, des périodes de pêche séparées et du niveau de sélection (S) du dernier âge.

Données d'entrée

Les données d'entrée sont disponibles dans les Tableaux 5.6.2 et 5.6.3. L'âge trois est choisi comme âge référence puisqu'il est considéré comme l'âge de recrutement total. Pour les CPUE, le modèle linéaire a été utilisé. La valeur minimale du SSQ et les valeurs résiduelles les plus appropriées sont obtenues en utilisant les indices CPUE (Table 5.3.1a) et les biomasses acoustiques (Figure 5.6.2) pour l'ajustement.

Résultats

Les fluctuations naturelles du recrutement peuvent être à l'origine de la réduction du stock au cours de la dernière année. Une diminution graduelle de la mortalité par pêche F après l'année 2000 indique une exploitation plus modérée.

5.7 Projections

Une projection des captures et de l'abondance de *Scomber japonicus* a été réalisée pour une période de cinq ans à la suite de l'application des modèles globaux. Considérant que les conditions environnementales et les stratégies des pêches sont stables, un scénario a été retenu, avec un effort constant et le même que celui de 2006.

Dans le scénario où l'effort est maintenu constant au niveau actuel 2006, l'indice d'abondance et les captures augment légèrement dans les cinq prochaines années en relation avec la valeur cible the $B_{0.1}$ (Figure 5.7.1).

5.8 Recommandations d'aménagement

Suite aux résultats obtenus au cours de l'évaluation, le Groupe de travail recommande, comme approche précautionneuse, que les captures n'excèdent pas le niveau actuel qui est de 200 000 tonnes.

5.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année dernière:

1. La longueur totale (TL) au centimètre inférieur comme mesure de référence a été adopté.
2. La standardisation de l'effort de pêche n'a pas pu être réalisée.
3. Des efforts ont été fournis pour améliorer les études de croissance du maquereau.
4. Encourager la collecte et la lecture des otolithes afin de déterminer des clés taille-âge pour chaque zone de pêche.
5. Un document de travail a été présenté sur le modèle d'analyse des structures d'âges (ICA).
6. L'échantillonnage sur tous les segments de la flottille a été renforcé.

Recommandations de recherche future:

1. Entreprendre des études sur l'identité du stock dans la région.
2. Encourager la collecte et la lecture des otolithes afin de déterminer des clés taille-âge.
3. Conduire des investigation pour l'exploration des modèles d'analyse structurés par d'âges (XSA, ICA, etc.).

6. ANCHOIS

6.1 Identité du stock

L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) est distribué à travers tout l'Atlantique oriental et même au-delà, des côtes de la Norvège à l'Afrique du Sud. Les campagnes historiques du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN dans la sous-région en 1981-1982 avaient fait apparaître que le stock d'anchois s'étendait du Maroc à la Sierra Leone.

En l'absence d'études sur l'identité des stocks pour cette espèce, le Groupe de travail ne prend en compte qu'un stock pour toute la sous-région.

6.2 Les pêcheries

Dans la sous-région, les anchois sont principalement pêchés en Mauritanie et au Maroc. Cette espèce ne semble pas constituer une espèce cible pour la pêche industrielle en Mauritanie et au Maroc, elle est considérée comme une capture accessoire.

Captures

Les données de captures sont fournies dans le Tableau 6.2.1 et sur la Figure 6.2.1. Les captures ont augmenté régulièrement entre 1996 et 2003, passant de 20 000 tonnes à 180 000 tonnes environ. En 2004 et 2005 les captures totales d'anchois ont baissé de 46 pour cent par rapport à celles de 2003. En 2006, les captures ont amorcé une hausse de près de 43 pour cent par rapport à 2005, cette augmentation est enregistrée essentiellement en Mauritanie (Figure 6.2.1)

Depuis 1995, la part de la Mauritanie dans les prises totales a augmenté régulièrement. Elle est passée de 8 pour cent des captures totales d'anchois en 1995 à 92 pour cent en 2006 alors que celle du Maroc a suivi la tendance inverse au cours de la même période. Cette répartition inversée des deux pays dans les captures pourrait s'expliquer par la fermeture des pêcheries dans la zone C en l'an 2000.

Il faut signaler que 92 pour cent des captures totales d'anchois dans la sous-région sont réalisées en Mauritanie et que les flottilles russes et ukrainiennes, représentant 70 pour cent du total mauritanien, jouent un rôle important. En 2006, l'augmentation des captures de cette flottille peut être expliquée par la résolution des problèmes techniques et financiers signalés les années précédentes. L'intégration récente à l'Union européenne (UE) des pays comme la Lettonie (compté auparavant dans le groupe des autres pêcheries industrielles) a fait augmenter les captures d'anchois de l'UE de 167 tonnes en 2005 à plus de 35 000 en 2006 (Tableau 6.2.1).

Il est dès lors possible de conclure que la hausse des captures totales d'anchois dans la sous-région en 2006 peut s'expliquer en partie par l'augmentation importante de l'effort européen, russe et ukrainien en Mauritanie et, dans une moindre mesure par celui de la flottille marocaine dans la zone B.

Effort

L'effort des flottilles pélagiques industrielles est principalement dirigé sur *Sardinella* spp. et *Trachurus* spp. Il ne peut être utilisé pour *Engraulis encrasicolus* qui est surtout signalé comme une espèce accessoire dans ces pêcheries.

6.3 Indices d'abondance

6.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE ne peuvent pas être calculées à cause de l'absence de données relatives à l'effort.

6.3.2 Campagnes acoustiques

N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

En 2006, la biomasse d'anchois estimée par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en Mauritanie s'élève à 34 000 tonnes, composée en majorité de juvéniles d'une taille comprise entre 6 et 11 cm et avec deux modes de 6 et 8 cm. Cette estimation indique une diminution de biomasse en Mauritanie par rapport à 2005 (Figure 6.3.1). Le niveau de biomasse de 2006 est proche de celui enregistré en 2001, 2002 et 2003 dans la même zone.

N/R ATLANTIDA

Pour le N/R ATLANTIDA, les données de biomasse sont disponibles de 1998 à 2006 dans la zone mauritanienne et marocaine. Ces estimations ont toujours été réalisées pendant l'été dans les deux zones. L'éparpillement des points de données pendant cette période ne permet pas d'établir une quelconque tendance dans cet ensemble. C'est pour cette raison que les données provenant du N/R ATLANTIDA n'ont pas été utilisées dans l'évaluation d'*Engraulis encrasicolus*.

Campagnes nationales

N/R AL AWAM

Le navire de recherche mauritanien N/R AL AWAM a effectué une campagne acoustique en mars 2006. Lors de cette campagne, l'espèce *Engraulis encrasicolus* a été observée au sud du Cap Timiris, avec des individus de tailles comprises entre 5 et 10 cm avec un mode de 9,5 cm. La biomasse était estimée à environ 28 000 tonnes, localisée essentiellement entre le Cap Timiris et le Cap Blanc. La série chronologique de ce bateau n'a pas permis de démontrer une tendance claire pour cette espèce.

N/R AL-AMIR MOULAY ABDALLAH

Le navire de recherche marocain N/R AL-AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué quatre campagnes de prospection acoustiques en 2006. L'une d'entre elles a été celle d'intercalibration avec le navire de recherche norvégien N/R DR. FRIDTJOF NANSEN. Durant la première campagne, effectuée en juin entre le Cap Cantin et le Cap Juby, la biomasse estimée des anchois était de 47 000 tonnes, avec une taille modale de 12 cm. La seconde campagne a été effectuée en juillet entre le Cap Juby et le Cap Bojador, la biomasse estimée était de 9 000 tonnes avec un mode à 12 cm. La troisième campagne a été effectuée conjointement avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN en novembre entre le Cap Blanc et le Cap Bojador. Enfin, une quatrième campagne s'est déroulée en décembre dans la zone nord. Les estimations de biomasse de toutes ces campagnes sont présentées dans le Tableau 6.3.1. La série historique réalisée par ce navire n'est pas disponible pour le Groupe de travail et les données du N/R AL AMIR n'ont par conséquent pas été utilisées dans l'évaluation de 2006.

Tableau 6.3.1: Estimations de la biomasse (en tonnes) pour *Engraulis encrasicolus* en Afrique nord-occidentale (2006)

	Zone Nord N/R AL AMIR	Zone C N/R AL A MIR	Zone C N/R DR. FRIDTJOF NANSEN	Mauritanie N/R DR. FRIDTJOF NANSEN	Mauritanie N/R AL AWAM
Estimations de la biomasse (tonnes)	13 000	25 000	11 992	34 000	28 000
Saison de la campagne	automne 2006	automne 2006	automne 2006	automne 2006	automne 2006

Dans le Tableau 6.3.1, il faut noter que 80 pour cent de la biomasse d'anchois se trouvent dans la zone C et au nord de la Mauritanie.

6.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage d'*Engraulis encrasicolus* en Afrique nord-occidentale est fournie pour les années 2005 et 2006 dans le Tableau 6.4.1.

Pour la pêcherie nord (Zone A+B) qui est exploitée par des senneurs tournants marocains, un total de 89 échantillons d'anchois comprenant 13 357 individus a été prélevé en 2006. Des otolithes de 291 individus ont été collectés dans la Zone A. Par rapport à 2005, on observe une nette amélioration de la collecte des otolithes et une augmentation de l'intensité d'échantillonnage qui est de 1,1 pour 1 000 tonnes.

Pour la pêche mauritanienne, des échantillonnages ont été menés à bord des chalutiers russes et de l'UE (Pays-Bas) par des observateurs scientifiques. En 2005, trois échantillons d'anchois comprenant 200 individus ont été prélevés. En 2006, l'échantillonnage d'anchois en Mauritanie était très faible malgré l'augmentation des captures réalisées par les deux flottilles russe et UE.

6.5 Données biologiques

Les fréquences de taille fournies par le Maroc et la Mauritanie proviennent des campagnes acoustiques et sont présentées sur la Figure 6.5.1 (automne 2006).

Au Maroc, une série de fréquences de taille dans la Zone A est présentée dans le Tableau 6.5.1. La taille des anchois de cette région est comprise entre 10 et 17,5 cm de longueur totale avec un mode à 14 cm.

Pour cette espèce, aucune donnée biologique n'est disponible pour la Mauritanie en 2006.

Les fréquences de taille issues des campagnes acoustiques montrent que les anchois de la zone Nord du Maroc ont une taille modale de 13 cm alors que ceux de la zone mauritanienne ont une taille modale de 8 cm (Figure 6.5.1). Cette différence de taille entre les zones laisse supposer l'existence de stocks différents.

6.6 Évaluation

Selon le type de donnée disponible pour cette espèce, le Groupe de travail a effectué une analyse exploratoire de fréquences de taille de Jones (LCA) pour faire apparaître les classes de tailles les plus ciblées dans la zone marocaine. Ensuite, le modèle de capture par recrue de Thomson et Bell a été appliqué en utilisant le même jeu de données. Les deux modèles utilisés sont décrits dans l'Annexe II.

Données d'entrée

Les données utilisées dans le modèle proviennent des débarquements au port d'Agadir en 2006. Les fréquences de taille concernent les individus de tailles comprises entre 10 et 17,5 cm. Les autres paramètres biologiques du modèle sont calculés à partir des mêmes fréquences de taille. Cependant, la valeur de la capacité de charge K est de 0,5 et celle de L_{∞} est de 18 cm avec une mortalité naturelle de 1,5. Pour les besoins de l'ajustement du modèle, la taille de la première capture était fixée à 12 cm.

Résultats

L'application du modèle a produit un résultat encourageant mais, devant l'insuffisance des données mises à notre disposition et l'incertitude sur l'identité des stocks, le Groupe de travail a décidé de ne pas tenir compte des résultats du modèle pour l'anchois.

6.7 Projections

Pour les raisons évoquées précédemment, le Groupe de travail n'est pas en mesure de réaliser des projections de stocks pour l'anchois.

6.8 Recommandations d'aménagement

Le Groupe de travail recommande comme approche de précaution de ne pas augmenter les prises au-dessus de la moyenne des trois dernières années (115 000 tonnes).

6.9 Recherche future

Suivi des recommandations de l'année passée

Les recommandations de 2006 n'ont pas été prises en compte et le Groupe de travail de 2007 réitère les recommandations suivantes:

1. Entreprendre des recherches sur l'identité des stocks d'anchois dans la sous-région.
2. Collecter des données d'effort dans les séries chronologiques pour l'évaluation du stock.
3. Mener des études sur la composition en taille et en espèce des captures de pélagiques des pêcheries industrielles mauritaniennes.
4. Intensifier l'échantillonnage dans les différents segments de la pêcherie pour bien identifier et distinguer l'anchois dans les captures déclarées ou transformées.

7. ETHMALOSE

7.1 Identité du stock

En Afrique nord-occidentale, l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) est principalement concentrée au Sénégal, en Gambie et en Mauritanie. Les lecteurs qui désirent obtenir davantage d'informations au sujet de cette espèce sont invités à consulter le rapport 2005 du Groupe de travail (FAO, 2006).

7.2 Les pêcheries

Les pêcheries d'ethmalose ont une longue histoire dans la sous-région où l'exploitation de cette espèce a principalement lieu en Gambie et au Sénégal. En Gambie, l'ethmalose constitue la principale espèce capturée parmi les petits pélagiques (92 pour cent). Au Sénégal, elle est surtout pêchée dans la zone de Saloum (au sud du Sénégal) en utilisant des filets maillants. En tant qu'espèce côtière et d'estuaire, l'ethmalose est exploitée par les pêcheries artisanales. Une vue d'ensemble des débarquements par pays est fournie dans le premier chapitre.

Captures totales

Les débarquements annuels d'ethmalose par pays (Gambie, Sénégal et Mauritanie) sont présentés dans le Tableau 7.2.1 et sur la Figure 7.2.1. Des fluctuations annuelles plus importantes sont observées dans les captures sénégalaises entre 1998 et 2002. Les prises fluctuent ensuite faiblement avec une moyenne de 11 000 tonnes ces cinq dernières années.

En Gambie, la tendance des captures d'ethmalose par le secteur artisanal apparaît stable depuis 1990 et ne présente pas de fluctuations nettes. Les valeurs les plus fortes ont été enregistrées en 1996 et 2003. La moyenne des captures est d'environ 19 000 tonnes ces cinq dernières années.

En Mauritanie, où l'ethmalose constitue essentiellement une prise accessoire du secteur artisanal, les statistiques relatives aux prises sont disponibles depuis 1994. Jusqu'en 1999, les captures enregistrées étaient très faibles. En 2000, celles-ci étaient de 4000 tonnes et le maximum a été enregistré en 2002 avec 13 000 tonnes. La moyenne des captures est estimée à environ 6 000 tonnes ces cinq dernières années.

Effort de pêche

Les données d'effort pour le Sénégal sont présentées dans le Tableau 7.2.2 en nombre de sorties. Il s'agit du nombre total de sorties annuelles des pêcheurs qui utilisent des filets maillants. Les données d'effort n'ont pas été fournies par la Gambie et la Mauritanie.

Développements récents

Aucun changement notable n'a été observé dans les pêcheries d'ethmalose dans les trois pays concernés de la sous-région. En 2006, toutes les données de captures enregistrées sont des estimations basées sur les prises de l'année précédente (Tableau 7.2.1).

7.3 Indices d'abondance

7.3.1 Capture par unité d'effort

Les CPUE ont été calculées à partir des données de capture et d'effort fournies par le Sénégal. La CPUE la plus élevée a été enregistrée en 1995. Elle a ensuite baissé progressivement avec des fluctuations jusqu'en 2002. Après 2002, la CPUE est restée stable (Figure 7.3.1). Aucune donnée de CPUE n'a été fournie par la Gambie et la Mauritanie.

7.3.2 Campagnes acoustiques

Les campagnes menées en Afrique nord-occidentale dans le cadre du programme Nansen et avec les navires de recherche sous-régionaux ne réalisent pas d'estimations d'abondance de l'ethmalose le long des côtes et dans les estuaires. Par conséquent, les données indépendantes des pêcheries ne sont pas disponibles pour le Groupe de travail.

7.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Seul le Sénégal a mené un échantillonnage de l'ethmalose en 2006. Réalisé au cours de tous les trimestres, son intensité a été plus forte au deuxième et moins élevée au quatrième pour un total de 18 échantillons. En tout, 759 poissons ont été mesurés (Tableau 7.2).

7.5 Données biologiques

La fréquence de taille de l'ethmalose pêchée par les pêcheries artisanales sénégalaises indique un mode principal de 26 cm (LT, longueur à la fourche) en 2004, de 20 cm en 2005 et de 21 cm en 2006 (Figure 7.5.1). En 2005, un mode plus petit de 12 cm a aussi été observé ainsi que deux autres modes de 15 et 30 cm. Davantage d'échantillons sur la fréquence de taille sont nécessaires pour mieux décrire les modèles modaux.

7.6 Évaluation

Aucune évaluation n'a été menée cette année à cause d'un manque de nouvelles données pour le modèle.

7.7 Projections

Le Groupe de travail n'a pas été en mesure de faire des prévisions sur le stock d'ethmalose.

7.8 Recommandations d'aménagement

Comme aucune nouvelle information n'est disponible au sujet de cette espèce, les recommandations sont les mêmes que celles de 2006 avec un niveau de captures ne devant pas dépasser 42 000 tonnes.

7.9 Recherche future

Suivi des recommandations du Groupe de travail 2006

Le Sénégal a poursuivi la collecte de données biologiques sur l'ethmalose en 2006 mais les recommandations relatives à la collecte des données d'effort en Gambie et à l'établissement de schémas d'échantillons biologiques de la part des autres pays dans la sous-région n'ont pas été suivies. Une recherche sur les données et l'information relatives à la pêcherie de l'ethmalose n'a pas non plus été réalisée. En Gambie, un nouveau projet pour développer les pêcheries artisanales est cependant en train de s'engager dans la collecte de données de capture et d'effort sur toutes les espèces de petits pélagiques, y compris l'ethmalose. Cet exercice a démarré cette année et il est donc probable que le Groupe de travail aura plus d'informations à sa disposition l'an prochain.

Cette année, le Groupe de travail émet les recommandations suivantes:

1. La Gambie doit démarrer la collecte de données sur les captures, l'effort, les fréquences de taille pour *E. fimbriata*. Des études biologiques doivent également être menées afin d'estimer les paramètres biologiques.
2. Le Sénégal est invité à poursuivre ses échantillonnages biologiques d'ethmaloses et doit chercher à obtenir des données d'effort séparées pour les filets maillants d'ethmalose.
3. La Mauritanie doit, si possible, collecter des données biologiques sur *E. fimbriata* pour permettre de meilleures analyses de la situation du stock et des effets de la pêcherie sur le stock car cette espèce est très importante pour les pêcheries de la sous-région où elle est pêchée et rejetée.

8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Un résumé des évaluations et des recommandations d'aménagement par le Groupe de travail est présenté ci-dessous:

Stock	Prises de la dernière année en milliers de tonnes (moyenne 2001-2006)	B/B _{0.1}	F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations d'aménagement
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone A+B	389 (540)	19%	395%	Le stock est surexploité	Diminuer l'effort de 20%, ce qui correspond à un niveau de captures de 350 000 tonnes en 2008.
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone C	299 (170)	112%	3%	Le stock n'est pas pleinement exploité	Le niveau total de captures peut être temporairement augmenté tout en étant ajusté aux changements naturels dans le stock.
Sardinelles <i>S. aurita</i> et <i>S. maderensis</i> <i>Sardinella</i> spp. (dans toute la sous-région)	300 (325) 150 (163) 450 (488)	44% 89%	481% 154%	Le stock de <i>S. aurita</i> est surexploité Pas de résultats fiables pour <i>S. maderensis</i>	Réduire l'effort total des pêcheries de sardinelles de 50%, ce qui correspond à des captures totales correspondant aux recommandations de l'an passé ne dépassant pas 220 000 tonnes en 2008.
Chinchard <i>T. trachurus</i> <i>T. trecae</i> (dans toute la sous-région)	120 (90) 220 (180)	36% 129%	427% 121%	Le stock de <i>T. trachurus</i> est surexploité Le stock de <i>T. trecae</i> est pleinement exploité	À cause des pêcheries mixtes avec les autres stocks de chinchard, diminuer l'effort de 20%, ce qui correspond pour 2008 à des captures totales des deux espèces ne dépassant pas le niveau recommandé l'an passé: 260 000 tonnes.
Maquereau <i>Scomber japonicus</i> (dans toute la sous-région)	202 (185)	-	-	Le stock n'est pas pleinement exploité	À titre de précaution, le niveau de capture ne devrait pas dépasser le niveau actuel: 200 000 tonnes (2008).
Anchois <i>Engraulis encrasicolus</i> (dans toute la sous-région)	120 (134)	ND	ND	ND, les estimations acoustiques présentent une baisse de la biomasse entre 2005 et 2006.	À titre de précaution, le niveau de capture ne devrait pas dépasser la moyenne des trois dernières années (115 000 tonnes).
Ethmalose <i>Ethmalosa fimbriata</i> (dans toute la sous-région)	35 (37)	ND	ND	ND, mais les taux de captures sont stables depuis 2002	Aucune nouvelle information n'est disponible et la recommandation de 2006 reste en vigueur: le niveau de capture ne devrait pas dépasser 42 000 tonnes.

Dans l'ensemble, les stocks des espèces les plus importantes de petits pélagiques sont considérées comme pleinement exploitées ou surexploitées. Les stocks importants de sardinelles rondes (*Sardinella aurita*) et de sardines dans les Zones A+B sont ceux qui présentent les signes les plus sérieux de surexploitation et constituent les principales sources de préoccupation. Des mesures de gestion efficace sont nécessaires pour encourager un rétablissement de leur état productif. Le stock du chinchard d'Europe (*Trachurus trachurus*) présente lui aussi des signes de surexploitation et devrait être géré avec attention. Le chinchard du cunène (*Trachurus trecae*) est pleinement exploité alors que le maquereau (*Scomber japonicus*) ne l'est pas. Dans la Zone C, la sardine n'apparaît pas surexploitée même si la réduction de la biomasse observée en 2006 invite à une approche précautionneuse dans l'attente des résultats des campagnes de 2007.

Exception faite de l'ethmalose et de l'anchois, le Groupe de travail a pris en charge la réalisation d'une évaluation de tous les stocks de petits pélagiques considérés en utilisant les estimations disponibles des captures totales et des indices d'abondance. Le Groupe de travail considère cependant que ces évaluations pourraient être grandement améliorées si des données plus nombreuses et meilleures étaient disponibles.

De nombreuses informations sont disponibles pour l'évaluation des stocks de petits pélagiques dans la région de l'Afrique nord-occidentale. Elles peuvent être divisées en deux groupes principaux: une information qui dépend des pêcheries et une autre qui n'en dépend pas. L'information dépendant de la pêche est basée sur les statistiques des pêches, les données d'effort et les échantillons de poissons pris dans les différentes pêcheries comme les mesures de taille, la lecture d'âge, etc. À partir de ces données, il est possible d'obtenir une information pertinente pour l'évaluation des stocks de poissons quant à la capture totale, aux groupes de taille et aux quantités de ces derniers, aux groupes d'âge (classe d'année) capturés et à la quantité, à la capture par unité d'effort ainsi que d'autres informations. Le Groupe de travail apprécie l'effort fourni pour obtenir toutes ces données qui sont de première importance pour l'évaluation et l'aménagement des stocks de poissons. D'autre part, les données qui ne proviennent pas des pêcheries ne dépendent pas de ces dernières. Elles proviennent notamment de différentes estimations d'abondance réalisées au cours des campagnes sur les navires de recherche (par exemple les estimations acoustiques de taille du stock obtenu par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et d'autres navires de recherche). Ces estimations peuvent se baser sur les tailles ou sur les répartitions par âge. Actuellement, les indices d'abondance estimés sur la base de l'activité des navires de recherche sont la quantité et la biomasse des espèces ciblées par groupe de taille sans répartition par âge. Ces estimations sont tout à fait valables et, dans de nombreux cas, représentent les informations les plus importantes sur l'état et le développement des stocks de poissons.

En l'absence de données fiables de composition par taille et/ou par âge, le Groupe de travail a utilisé des modèles dynamiques de production pour tous les stocks. Ces modèles peuvent représenter l'évolution du stock comme un ensemble et sont souvent plus précis que des modèles détaillés quand des erreurs dans les données sont prises en compte. L'inconvénient de ces modèles dynamiques de production est cependant qu'ils ne peuvent pas suivre les groupes d'âge ou de longueur des individus et ne peuvent donc pas être utilisés pour analyser les effets des changements dans les schémas d'exploitation correspondants sur les stocks.

Comme les années précédentes, le Groupe de travail a utilisé les modèles en supposant que la plus grande partie des stocks de la zone est influencée par des conditions hydrographiques anormales certaines années. L'ajustement des modèles de production a été amélioré de façon significative en incluant spécifiquement un indice relatif à la qualité de l'environnement. Les valeurs utilisées pour ce dernier ont été définies sur une base plutôt objective et, avec l'application de séries de données environnementales, une procédure plus neutre devra être développée. Dans ce but, il faudrait encourager davantage de recherches sur la variabilité hydrographique et/ou écologique dans la région et sur les effets de cette dernière sur la dynamique des stocks puis mettre les résultats à la disposition du Groupe de travail. L'objectif à long terme du Groupe de travail est d'utiliser les modèles les plus appropriés pour l'évaluation de tous les stocks.

Comme l'an passé, le Groupe de travail a estimé les principaux points de référence pour l'aménagement des stocks de petits pélagiques dans la région. Il a également émis des prévisions sur le développement de l'état des stocks et des rendements à partir de différentes hypothèses sur les mesures de gestion future. Les conseils relatifs aux stocks sont formulés à partir des points de référence et des bases de prévision. Les recommandations fournissent des indications à suivre pour gérer des différents stocks d'espèces pélagiques et développer ces derniers de façon à exploiter chacun d'entre eux au mieux. Ces recommandations sont fournies en termes de niveaux d'effort et de capture.

Bien que les données relatives aux captures et à l'effort ainsi que les données biologiques à la disposition du Groupe de travail aient augmenté ces dernières années, des carences demeurent. La principale limite reste la fiabilité des données par âge pour la plupart des stocks. L'étude de l'âge et de la croissance reste par conséquent une priorité pour le Groupe de travail. D'autres manques dans les données concernent les espèces et la composition en taille des débarquements, les rejets de la flottille industrielle en Mauritanie et la distribution en taille des captures au Maroc, en Gambie, au Sénégal et en Mauritanie.

9. RECHERCHE FUTURE

Une certaine continuité étant nécessaire, le Groupe de travail recommande que les domaines de recherche identifiés en 2006 soient encore privilégiés en 2007/2008. Le Groupe de travail recommande donc que les actions suivantes soient menées:

1. Toutes les données pour le prochain Groupe de travail doivent être préparées et envoyées aux coordonnateurs du Groupe de travail et à la FAO au plus tard deux semaines avant la prochaine réunion qui aura lieu au Sénégal en mars/avril 2008.
2. Les campagnes acoustiques et les activités relatives à ces dernières, comme la coordination entre les pays et l'intercalibration, doivent être poursuivies de façon à conserver et améliorer les séries chronologiques. Quand cela est possible, les estimations de l'abondance acoustique doivent être divisées par zone et par groupe d'âge. Le travail d'évaluation étant fortement dépendant de la qualité des estimations acoustiques, il est fortement recommandé que les navires participant aux campagnes dans la région fassent des intercalibrations et coordonnent leur travail.
3. Les campagnes de recrutement couvrant l'ensemble de la sous-région doivent être organisées régulièrement afin de fournir une estimation préliminaire de la force par classe d'année et pour améliorer la base de l'évaluation des stocks.
4. Les activités de recherche visant une meilleure compréhension de l'effet des changements environnementaux sur la dynamique des stocks pélagiques doivent être encouragées.
5. Les méthodes d'évaluation doivent être poursuivies, développées et améliorées. La version du modèle de production utilisée par le Groupe de travail doit être développée en incluant d'autres versions des fonctions de production, des indices d'abondance multiple et des estimations incertaines.
6. Les progrès dans l'échantillonnage doivent être poursuivis en augmentant le nombre d'individus dans chaque échantillon couvrant toutes les séries de taille. Tous les segments de flottille et tous les trimestres doivent être couverts. Une attention particulière devra être portée aux pêcheries en Gambie et aux pêcheries artisanales en Mauritanie.
7. Le travail de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle doit être poursuivi.

REFERENCES/RÉFÉRENCES

- Attarhouch, T., Rami, M., Naciri, M. & Dakkak, A.** 2006. Genetic population structure of sardine (*Sardina pilchardus*) off Morocco detected with intron polymorphism (EPIC-PCR). *Marine Biology* 521-528. DOI 10.1007/s00227-006-0371-8.
- Chlaida, M., Kifani, S., Lenfant, P. & Ouragh, L.** 2005. First approach for the identification of sardine populations *Sardina pilchardus* (Walbaum 1792) in the Moroccan Atlantic by allozymes. *Marine Biology*, Volume 149. No. 2. Springer Berlin/Heidelberg. pp. 169-175.
- FAO.** 2001. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Nouadhibou, Mauritania, 24–31 March 2001. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Nouadhibou, Mauritanie, 24-31 mars 2001. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 657. Rome, FAO. 133p.
- FAO.** 2002. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Banjul, Republic of 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. 97p.
- FAO.** 2003. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Agadir, Morocco, 31 March–10 April 2003. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Agadir, Maroc, 31 mars–10 avril 2003. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 723. Rome, FAO. 152p.
- FAO.** 2004. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Saly, Senegal, 17–27 March 2004. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Saly, Sénégal, 17-27 mars 2004. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 762. Rome, FAO. 135p.
- FAO.** 2006. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Nouadhibou, Mauritania, 26 April–5 May 2005. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Nouadhibou, Mauritanie, 25 avril-5 mai 2005. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 762. 180p.
- FAO.** 2007. Report of the Workshop on the age estimation of sardine and sardinella in Northwest Africa. Casablanca, Morocco, 4–9 December 2006. Rapport de l'Atelier sur l'estimation de l'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest. Casablanca, Maroc, 4-9 décembre 2006. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 848. Rome, FAO. 2007. 107 p.
- FAO.** 2007b. Report of the fifth meeting of the Planning Group for the Coordination of Acoustic Surveys off Northwest Africa. Dakar, Senegal, 29–30 October 2006. Rapport de la cinquième réunion du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest. Dakar, Sénégal, 29-30 octobre 2006. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 827. 47p.
- Haddon, M.** 2001. *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Chapman & Hall/CRC Press, London/Boca Raton, 406 pp.
- Patterson, K.R. & Melvin, G.** 1995. Integrated catch at age analysis, Version 1.2. Scottish Fisheries Research Report 58:60p.
- Schaefer, M.** 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 1 (2): 27-56.