

**Report of the**

---

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

**Casablanca, Morocco, 24–28 May 2011**

**Rapport du**

---

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

**Casablanca, Maroc, 24-28 mai 2011**



Copies of FAO publications can be requested from:

Sales and Marketing Group  
Publishing Policy and Support Branch  
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome, Italy  
E-mail: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)  
Fax: +39 06 57053360  
Web site: [www.fao.org/icalog/inter-e.htm](http://www.fao.org/icalog/inter-e.htm)

Les commandes de publications de la FAO peuvent être  
adressées au:

Groupe des ventes et de la commercialisation  
Sous-Division de politique et appui en matière de  
publication  
Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de  
la vulgarisation  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome, Italie  
E-mail: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)  
Fax: +39 06 57053360  
Site web: [www.fao.org/icalog/inter-e.htm](http://www.fao.org/icalog/inter-e.htm)

Report of the

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

Casablanca, Morocco, 24–28 May 2011

Rapport du

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

Casablanca, Maroc, 24-28 mai 2011

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 ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN 978-92-5-007424-5

All rights reserved. FAO encourages reproduction and dissemination of material in this information product. Non-commercial uses will be authorized free of charge, upon request. Reproduction for resale or other commercial purposes, including educational purposes, may incur fees. Applications for permission to reproduce or disseminate FAO copyright materials, and all queries concerning rights and licences, should be addressed by e-mail to

[copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

or to the Chief, Publishing Policy and Support Branch  
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Tous droits réservés. La FAO encourage la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou à d'autres fins commerciales, y compris à des fins didactiques, pourra être soumise à des frais. Les demandes d'autorisation de reproduction ou de diffusion de matériel dont les droits d'auteur sont détenus par la FAO et toute autre requête concernant les droits et les licences sont à adresser par courriel à l'adresse

[copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

ou au

Chef de la  
Sous-Division des politiques et de l'appui en matière de publications,  
Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de la vulgarisation  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.

## **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 state of the small pelagic resources in Northwest Africa and make recommendations 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 eleventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of small pelagic fish off northwest Africa was held in Casablanca, Morocco from 24 to 28 May 2011.

The meeting was organized by FAO in collaboration with the National Institute of Fisheries Research (INRH), Morocco. The meeting was funded by the participating institutions, with support from the EAF-Nansen Project: "Improving the knowledge base and implementing of an Ecosystem Approach to Fisheries in developing countries".

A first editing of the report was made by the participants of the Working Group. Final technical editing was done by Ana Maria Caramelo and Merete Tandstad. We are grateful to Ad Corten, Marie-Thérèse Magnan and Sacha Lomnitz 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 d'évaluer les ressources en petits pélagiques de l'Afrique nord-occidentale et de recommander des options de gestion et d'exploitation des pêches visant à assurer une utilisation optimale durable de ces ressources pour le bénéfice des pays côtiers.

La dixième 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 Casablanca, Maroc, du 24 au 28 mai 2010 .

La réunion a été organisée par la FAO en collaboration avec l'Institut national de recherche halieutique (INRH), Maroc. La réunion a été financée par les institutions participantes, avec l'appui du projet EAF-Nansen: «Renforcement de la base de connaissances pour la mise en œuvre d'une Approche écosystémique des pêches maritimes dans les pays en développement».

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

**FAO. 2013.**

*Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Casablanca, Morocco, 24–28 May 2011.*

*Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Casablanca, Maroc, 24-28 mai 2011.*

FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture. No. 1026. Rome. 253 pp.

### ABSTRACT

The eleventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Casablanca, Morocco from 24 to 28 May 2011. 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 previous Working Group reports (FAO, 2002–2010). 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 almost 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 and national research vessels are 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 Norwegian research vessel, DR. FRIDTJOF NANSEN surveyed the subregion from 1995 to 2006, carrying out acoustic surveys during the months October–December each year. From 2004 to 2006 intercalibrations and parallel surveys were carried out between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the national research vessels AL-AMIR, AL-AWAM and ITAF DEME and in 2007 and 2008 these national research vessels carried out a coordinated regional survey during the months of October–December. It should be noted that during the 2008 survey, The Gambia was not covered. The 2009 survey hence only provides a partial coverage of the region and estimates had to be made for Senegal and The Gambia. The Nansen series continues with a converted value from the National research vessels to the “Nansen Value”.

The sardine stock (*Sardina pilchardus*) in Zone A + B is again considered overexploited and the Working Group therefore maintains its recommendation from the previous three years that the catch should not exceed 400 000 tonnes. Sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C is not fully exploited. However, the stock structure and abundance should be closely monitored by fishery independent methods, and care must be taken in the management of sardine in this Zone.

The Working Group continues to be concerned about the state of the stock of round sardinella that is overexploited. It reiterated the recommendation to reduce fishing effort on sardinella and implement policy recommendations of the Working Group in 2010.

Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) are overexploited and the Working Group recommends a reduction in catch and effort to ensure sustainability of these stocks.

Mackerel (*Scomber japonicus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) are both considered fully exploited. In the case of anchovy, the Working Group recommends that the effort should not exceed the current level while for mackerel it was recommended that the catch should not exceed 200 000 tonnes.

The results of the assessments of bonga indicated that this stock is not fully exploited. As a precautionary measure, it was recommended not to increase fishing effort in 2011.

Previous assessments have considered bonga (*Ethmalosa fimbriata*) as a single stock at the subregional level. However, recent changes in the exploitation of this species in Mauritania with the subsequent large catches make it difficult to assess this species at the subregional level. The results of the assessments of bonga indicated that this stock is not fully exploited. As a precautionary measure, it was recommended not to increase fishing effort in 2011.

## RÉSUMÉ

La onzième 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 Casablanca, Maroc du 24 au 28 mai 2011. Le Groupe a examiné l'état actuel des ressources de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et fait des projections sur le développement ainsi que sur les niveaux futurs d'effort et de capture. Des conseils concernant l'état des stocks sont donnés par rapport aux points de référence convenus,  $F_{0.1}$ ,  $F_{MSY}$ ,  $B_{0.1}$  et  $B_{MSY}$  et sur la base des projections pour les cinq prochaines années.

La structure du rapport est la même que celle des rapports précédents du Groupe de travail (FAO, 2002-2010). Une section est consacrée à chacune des catégories principales d'espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose 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, l'évaluation, 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 dynamiques pour tous les stocks. La plupart des stocks dans la région sont influencés par les conditions hydrographiques anormales 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 les séries chronologiques des campagnes acoustiques avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires de recherche nationaux sont utilisées comme indice d'abondance dans les évaluations pour la plupart des stocks. Les futures évaluations dépendent donc de la poursuite de la série chronologique par les bateaux de recherche locaux. Le navire de recherche norvégien, DR. FRIDTJOF NANSEN, a prospecté la sous-région de 1995 à 2006 en menant chaque année des campagnes acoustiques d'octobre à décembre. De 2004 à 2006 des intercalibrations et des campagnes parallèles ont été effectuées par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les N/R nationaux AL-AMIR, AL-AWAM et ITAF DEME et, en 2007 et en 2008, ces navires de recherche nationaux ont organisé une campagne régionale coordonnée d'octobre à décembre. Il faut souligner que la Gambie n'a pas été couverte pendant la campagne 2008. Celle de 2009 n'a fourni qu'une couverture partielle de la région et des estimations doivent être faites pour le Sénégal et la Gambie. Les séries Nansen continuent avec une valeur convertie des navires de recherche nationaux en «valeur Nansen».

Le stock de la sardine dans la zone A + B est de nouveau considéré comme surexploité. Le Groupe de travail maintient donc les recommandations des trois années précédentes, à savoir que les prises ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes. La sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone C n'est pas pleinement exploitée. Toutefois, la structure du stock et de l'abondance doit être suivie de près par des méthodes indépendantes de la pêche, et des précautions doivent être prises pour la gestion de la sardine dans la zone C.

Le Groupe de travail continue d'être préoccupé par l'état du stock de sardinelle ronde qui est en surexploitation. Il a réitéré la recommandation visant à réduire l'effort de pêche sur ces stocks de sardinelles et renforcer les recommandations exprimées dans le Groupe de travail de 2010.

Le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) et le chinchard de Cunène (*Trachurus trecae*) restent surexploités et le Groupe de travail recommande une diminution de la capture et de l'effort pour assurer la durabilité de ces stocks.

Le maquereau (*Scomber japonicus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) sont tous deux considérés comme pleinement exploités. Dans le cas de l'anchois le Groupe de travail recommande que l'effort ne dépasse pas le niveau actuel alors que pour le maquereau il a été recommandé que les prises ne devraient pas dépasser 200 000 tonnes.

Les évaluations antérieures ont considéré le bonga (*Ethmalosa fimbriata*) comme un seul stock au niveau sous-régional. Cependant, des changements récents dans l'exploitation de cette espèce en Mauritanie avec les fortes captures qui en découlent rendent difficile l'évaluation au niveau sous-régional. Les résultats d'évaluation du bonga ont indiqué que ce stock n'est pas pleinement exploité. Par mesure de précaution, il a été recommandé de ne pas augmenter l'effort de pêche en 2011.





## CONTENTS

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
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 2009 Working Group recommendations on future research .....	2
1.6 Overview of catches .....	2
1.7 Overview of regional surveys.....	5
1.7.1 Acoustic surveys.....	5
1.7.2 Recruitment surveys .....	5
1.7.3 Planning Group for the coordination of acoustic surveys .....	5
1.8 Main environmental events .....	5
1.9 Quality of data and assessment methods .....	7
1.9.1 Age reading .....	7
1.10 Methodology and software.....	7
<b>2. SARDINE .....</b>	<b>8</b>
2.1 Stock identity .....	8
2.2 Fisheries .....	8
2.3 Abundance indices .....	9
2.3.1 Catch per unit of effort.....	9
2.3.2 Acoustic surveys .....	9
2.4 Sampling of commercial fisheries.....	11
2.5 Biological data .....	11
2.6 Assessment.....	12
2.7 Projections .....	13
2.8 Management recommendations .....	14
2.9 Future research.....	14
<b>3. SARDINELLA .....</b>	<b>14</b>
3.1 Stock identity .....	14
3.2 Fisheries .....	14
3.3 Abundance indices .....	17
3.3.1 Catch per unit of effort.....	17
3.3.2 Acoustic surveys .....	17
3.4 Sampling of commercial fisheries.....	19
3.5 Biological data .....	19
3.6 Assessment.....	19
3.7 Projections .....	21
3.8 Management recommendations .....	21
3.9 Future research.....	22
<b>4. HORSE MACKEREL .....</b>	<b>22</b>
4.1 Stock identity .....	22
4.2 Fisheries .....	22
4.3 Abundance indices .....	25
4.3.1 Catch per unit of effort.....	25
4.3.2 Acoustic surveys .....	25
4.4 Sampling of commercial fisheries.....	26
4.5 Biological data .....	27
4.6 Assessment.....	28
4.7 Projections .....	30
4.8 Management recommendations .....	31
4.9 Future research.....	31

<b>5. CHUB MACKEREL .....</b>	<b>32</b>
5.1 Stock identity .....	32
5.2 Fisheries .....	32
5.3 Abundance indices .....	33
5.3.1 Catch per unit of effort.....	33
5.3.2 Acoustic surveys .....	33
5.4 Sampling of the commercial fisheries.....	35
5.5 Biological data .....	35
5.6 Assessment.....	37
5.7 Projections .....	39
5.8 Management recommendations .....	39
5.9 Future research.....	39
<b>6. ANCHOVY.....</b>	<b>40</b>
6.1 Stock identity .....	40
6.2 Fisheries .....	40
6.3 Abundance indices .....	41
6.3.1 Catch per unit of effort.....	41
6.3.2 Acoustic surveys .....	41
6.4 Sampling of the commercial fisheries.....	43
6.5 Biological data .....	43
6.6 Assessment.....	44
6.7 Projections .....	44
6.8 Management recommendations .....	44
6.9 Future research.....	45
<b>7. BONGA.....</b>	<b>45</b>
7.1 Stock identity .....	45
7.2 Fisheries .....	45
7.3 Abundance indices .....	46
7.3.1 Catch per unit of effort.....	46
7.3.2 Acoustic surveys .....	46
7.4 Sampling of the commercial fisheries.....	46
7.5 Biological data .....	46
7.6 Assessment.....	46
7.7 Projections .....	47
7.8 Management recommendations .....	47
7.9 Future research.....	47
<b>8. GENERAL CONCLUSIONS .....</b>	<b>48</b>
<b>9. FUTURE RESEARCH.....</b>	<b>51</b>

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>53</b>
1.1 Termes de référence .....	53
1.2 Participants.....	54
1.3 Définition de la zone de travail .....	54
1.4 Structure du rapport .....	54
1.5 Suivi des recommandations 2009 du Groupe de travail relatives aux recherches futures ...	54
1.6 Vue d'ensemble des débarquements .....	55
1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales.....	57
1.7.1 Campagnes acoustiques.....	57

1.7.2	Campagnes de recrutement.....	57
1.7.3	Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques .....	58
1.8	Principaux événements environnementaux .....	58
1.9	Qualité des données et méthodes d'évaluation.....	59
1.9.1	Lecture d'âge.....	59
1.10	Méthodologie et logiciel.....	59
<b>2.</b>	<b>SARDINE</b> .....	<b>60</b>
2.1	Identité du stock.....	60
2.2	Les pêcheries.....	61
2.3	Indices d'abondance.....	62
2.3.1	Capture par unité d'effort.....	62
2.3.2	Campagnes acoustiques .....	62
2.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales .....	64
2.5	Données biologiques.....	64
2.6	Évaluation .....	65
2.7	Projections .....	66
2.8	Recommandations d'aménagement .....	67
2.9	Recherche future .....	67
<b>3.</b>	<b>SARDINELLES</b> .....	<b>67</b>
3.1	Identité du stock.....	67
3.2	Les pêcheries.....	67
3.3	Indices d'abondance.....	70
3.3.1	Capture par unité d'effort.....	70
3.3.2	Campagnes acoustiques .....	70
3.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales .....	72
3.5	Données biologiques.....	72
3.6	Évaluation .....	73
3.7	Projections .....	75
3.8	Recommandations d'aménagement .....	75
3.9	Recherche future .....	75
<b>4.</b>	<b>CHINCHARDS</b> .....	<b>75</b>
4.1	Identité du stock.....	75
4.2	Les pêcheries.....	76
4.3	Indices d'abondance.....	78
4.3.1	Capture 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 .....	81
4.7	Projections .....	84
4.8	Recommandations d'aménagement .....	85
4.9	Recherche future .....	85
<b>5.</b>	<b>MAQUEREAU</b> .....	<b>85</b>
5.1	Identité du stock.....	85
5.2	Les pêcheries.....	86
5.3	Indices d'abondance.....	87
5.3.1	Capture par unité d'effort.....	87
5.3.2	Campagnes acoustiques .....	87
5.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales .....	88
5.5	Données biologiques.....	89
5.6	Évaluation .....	91

5.7	Projections .....	93
5.8	Recommandations d'aménagement .....	93
5.9	Recherche future .....	94
<b>6.</b>	<b>ANCHOIS.....</b>	<b>94</b>
6.1	Identité du stock .....	94
6.2	Les pêcheries.....	94
6.3	Indices d'abondance.....	95
6.3.1	Capture par unité d'effort.....	95
6.3.2	Campagnes acoustiques .....	95
6.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales .....	97
6.5	Données biologiques .....	97
6.6	Évaluation .....	97
6.7	Projections .....	98
6.8	Recommandations d'aménagement .....	98
6.9	Recherche future .....	99
<b>7.</b>	<b>ETHMALOSE .....</b>	<b>99</b>
7.1	Identité du stock.....	99
7.2	Les pêcheries.....	99
7.3	Indices d'abondance.....	99
7.3.1	Capture par unité d'effort.....	99
7.3.2	Campagnes acoustiques .....	100
7.4	Échantillonnage des pêcheries commerciales .....	100
7.5	Données biologiques .....	100
7.6	Évaluation .....	100
7.7	Projections .....	101
7.8	Recommandations d'aménagement .....	101
7.9	Recherche future .....	101
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONS GÉNÉRALES .....</b>	<b>102</b>
<b>9.</b>	<b>RECHERCHES FUTURES.....</b>	<b>106</b>
	<b>REFERENCES/RÉFÉRENCES .....</b>	<b>107</b>

#### TABLES/TABLEAUX

(pages 109–154)

#### FIGURES

(pages 155–223)

#### APPENDIXES/ANNEXES

I.	List of participants/Liste des participants .....	225
II.	Biomass dynamic model with environmental effects – User instructions .....	227
	(in English only/en anglais seulement)	
III.	Group leaders/Chefs de groupe .....	253
	(in English only/en anglais seulement)	

## 1. INTRODUCTION

The eleventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held in Casablanca, Morocco from 24 to 28 May 2011. The overall objective of the Working Group is to assess the state of the small pelagic resources in Northwest Africa and make recommendations 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 the countries of the region, and it was organized by FAO and the National Institute of Fisheries Research (INRH), Casablanca, Morocco. Altogether 14 scientists from seven countries and FAO participated. The chairman of the Group was Birane Samb from the Canary Current Large Marine Ecosystem Project (CCLME).

### 1.1 Terms of reference

The terms of reference of the Working Group were:

#### Part 1: 9–22 May. Internet communication

##### Week 9–15 May

1. Updating of existing data base. Updating the catch, fishing effort, sampling intensity and biological data by country databases as well as surveys.
2. Analyses of catch, fishing effort and biological data for the period 1990–2010, if possible also for the period before 1990.

##### Week 16–22 May

3. Finalize section on fisheries and trends for the report (Subsections 1 to 5 of species).
4. Discussions on constraints for the assessments.

#### Part 2: 24–28 May. Casablanca, Morocco

5. Review of research activities carried out during 2009/2010, as recommended by the Small Pelagics Working Group in 2010. Presentation of working papers.
6. Presentation of reports of the acoustic surveys carried out in October–December 2010 and from surveys carried out by the research vessels of other countries.
7. Presentation of the report of the Planning Group for the coordination of acoustic surveys.
8. Report on the progress made on age readings of sardine and sardinella in the region.
9. Review and discuss the analyses of catch, fishing effort and biological data updates and chapters finalized through communication. Discuss eventual issues.
10. Discussions on methods for assessment, including eventual new methods and approaches.
11. Update stock assessments and projections for sardine, sardinella, horse mackerel, chub mackerel, bonga and anchovy.

### 1.2 Participants

Cheikh Baye Ould Braham	IMROP
Ana Maria Caramelo	FAO
Ad Corten	Special advisor–IMROP
Najib Charouki	INRH–Casablanca
Hamid Chfiri	INRH–C/R Agadir

Souad Kifani	INRH–Casablanca
Aziza Lakhnigue	INRH–Casablanca
Ahmedou El Moustapha*	IMROP
Pedro Pascual Alayon	IEO–Tenerife
Birane Samb (Chairperson)	FAO
Merete Tandstad	FAO
Ndiaga Thiam*	CRODT
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO
<i>*arrived on 25 May</i>	

The Working Group regrets the non-presence of the Gambia. 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 of the Atlantic Ocean between the southern border of Senegal and the north 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, 2011), with the exception of some changes in the structure of Chapter 1, including the addition of a specific chapter on environmental events. As for previous years separate sections are 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 2010 Working Group recommendations on future research**

For some recommendations follow-up activities were continued. More specifically, efforts were made to continue acoustic surveys and related activities such as coordination between countries. A coordinated regional survey using local research vessels was carried out from October to December 2010, although this did not cover Senegal and the Gambia, due to constraints with the Senegalese research vessel. A coordinated survey is also scheduled for October–December 2011. One acoustic survey for sardine, carangidae and mackerel was carried out by the R/V ATLANTIDA in July–August 2010 covering the area from Safi in the north to Saint Louis in the south, the area of recruitment in January 2011 was not covered by the Russian research vessel, as usually occurred in the past.

Given the need for continuation and the long term commitments required for the achievement of the recommendations, the 2011 session of the Working Group recommended that the research areas that had been identified be pursued in 2011/2012 (see Chapter 9). The Terms of Reference for the Group Leaders are in Annex III.

Sampling intensity in the region remained at a similar level to 2009. The aim of covering all fleets' segments and quarters of the year has not yet been reached. The importance of preparing and sending the data to group focal points in advance of the session of the Working Group was stressed once more. Specific recommendations for each species are reported in the respective sections.

### **1.6 Overview of catches**

Table 1.6.1 and Figure 1.6.1a show the catch of the main small pelagic species studied by the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa by country and total from 1990 to 2010.

There was an increase in total catch of the main small pelagic fish in the subregion in recent years, from around 2.3 million tonnes in 2008 to 2.5 million tonnes in 2009 and to 2.6 million tonnes in 2010, i.e. a 15 percent increase from 2008. Total catch of small pelagic fish for the period from 1990 to 2010 has been fluctuating with an average of around 1.8 million tonnes, although with an overall general increasing trend since 1994.

Sardine (*Sardina pilchardus*) dominated the total catch of the main pelagic fish species in the subregion, constituting about 35 percent of overall catch in 2010. An increase (21 percent) was observed from about 769 000 tonnes in 2008 to 931 000 tonnes in 2010.

The sardinellas (*Sardinella* spp.) constituted 26 percent of total catch of the main small pelagic fish species in 2010, with 20 percent for round sardinella (*Sardinella aurita*) and 6 percent for flat sardinella (*Sardinella maderensis*). The round sardinella is the second most important species in terms of catch. Over the last five years total catch of round sardinella has been fluctuating around an average level of about 471 000 tonnes. The catch of flat sardinella in 2010 was 159 000 tonnes, the average for the last five years for this species being 132 000 tonnes.

Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) is the most important species of horse mackerel reported in the catches, constituting about 13 percent (approximately 352 000 tonnes) of the total catch of the main small pelagic fish in 2010. The average annual catch of the Cunene horse mackerel over the last five years was estimated at about 324 000 tonnes. The catch of this species fluctuates over the time series with an overall increasing trend in recent years. About 110 000 tonnes of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) were landed in 2010, representing 4 percent of the small pelagic fish studied in this working group. The average catch of Atlantic horse mackerel over the last five years was 105 000 tonnes.

The third species in this group, the false scad (*Caranx rhonchus*), showed an increase from 2009 to 2010, with total catch of around 43 000 tonnes and 62 000 tonnes respectively, which represents an increase of 45 percent approximately.

Catch of chub mackerel (*Scomber japonicus*) over the last five years has shown a general increasing trend from around 180 000 tonnes in 2003 to 225 000 tonnes in 2010. The average catch for the period 1990–2010 was estimated at around 241 000 tonnes.

The total catch of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2010 was around 150 000 tonnes, increasing by about 29 percent compared to 2009. An average of around 129 000 tonnes of anchovy was recorded for the last five years (2006–2010).

Catch of bonga (*Ethmalosa fimbriata*) in 2010 constitutes around 4 percent of total catch of main small pelagic fish in the subregion. Total catch of bonga was 61 000 tonnes in 2009, increasing 91 percent in 2010 reaching a value of 115 000 tonnes. An average of 45 000 tonnes of bonga was recorded over the last five years and the overall trend for this period is increasing rapidly.

#### *Morocco*

Sardine (*S. pilchardus*) is the dominant small pelagic species constituting about 75 percent of the total catch of small pelagic fish catch in 2010. 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 700 000 tonnes in 2005 then a decrease in 2006 (620 000 tonnes) and 2007 (570 000 tonnes) followed by an increase of about 19 percent in 2009 but a decrease of about 1 percent in 2010 (Figure 1.6.1b). The average catches of sardine over the last five years (2006–2010) were about 669 000 tonnes.

The second most important species landed in Morocco in 2010 was the chub mackerel (*S. japonicus*) with total catches of about 138 000 tonnes constituting about 13 percent of small pelagic fish catch in Morocco. The Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) and the Cunene horse mackerel (*T. trecae*) were the third most important species in 2010 constituting about 3 and 2 percent each respectively of the

main small pelagic fish caught, followed by the round sardinella (*S. aurita*) with about 5 percent. Catches of the round sardinella (*S. aurita*) since the late 1990s have been fluctuating with an increase in total catches of this species from 1 400 tonnes in 2004 to 52 000 tonnes in 2010.

The catch of anchovy (*E. encrasicolus*) increased from around 10 000 tonnes in 2006 to around 17 000 tonnes in 2009 and 36 000 tonnes in 2010 constituting around 3 percent of total catches of main small pelagic fish caught in Morocco.

#### *Mauritania*

Catches of all the main small pelagic fish in Mauritania have shown interannual fluctuations over the period from 1990 to 2010 with an overall increasing trend from 1994 until 2003, followed by a decrease until 2005 before increasing again until 2007 when the total catches of the main small pelagic fish were the highest of the time series (895 000 tonnes) decreasing about 2 percent in 2009, increasing 45 percent in 2010 (1 210 982 tonnes) (Figure 1.6.1c). This increase is due to the increase of catches of bonga (*Ethmalosa fimbriata*) for the factories (108 percent).

Cunene horse mackerel (*T. trecae*) and round sardinella (*S. aurita*) dominated catches of the main small pelagic fish in Mauritania in 2010. The total catch of *S. aurita* in 2010 was around 302 000 tonnes (about 25 percent of total main small pelagic fish species in Mauritania) and *T. trecae* catch was 316 000 tonnes (about 26 percent). For the round sardinella it should be noted that the 2010 catch represents a 21 percent increase of the 2009 catch.

Anchovy (*E. encrasicolus*) with about 113 000 tonnes in 2010 represents around 10 percent of the total main pelagic fish species in Mauritania with increase of 15 percent relative to 2009, followed by chub mackerel (*S. japonicus*) with about 75 000 tonnes (6 percent) (Figure 1.6.1c).

#### *Senegal*

Overall catches of the main small pelagic fish in Senegal show fluctuations from 1990 to 2010. The total catches of the main small pelagic fish in Senegal are dominated by the two sardinella species constituting on average about 86 percent of the total main small pelagics caught in Senegal in 2010. Catches of these species decreased from about 316 000 tonnes in 2005 to around 242 000 tonnes in 2006. The estimated total catch for 2010 was 283 000 tonnes and the average catch of *Sardinella* spp. for the last five years (2006–2010) was about 300 000 tonnes (Figure 1.6.1d).

Catches of bonga (*E. fimbriata*) show a decreasing trend in recent years from 13 000 tonnes in 2003 to below 6 000 tonnes in 2006. In 2010, bonga contributed about 4 percent of total catches of small pelagic fish in Senegal with an estimated total catch of around 13 000 tonnes.

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

#### *The Gambia*

Bonga (*E. fimbriata*) is the main target species and dominates the catches of the main small pelagic fish in the Gambia. Bonga catch constituted around 58 percent of total catch of all the main small pelagic fish in the Gambia in 2010 (13 000 tonnes), increasing about 6 percent in relation to 2009 (Figure 1.6.1e). The average catch of bonga was around 20 000 tonnes over the last five years.

Until recently, catches of sardinella and other species of small pelagic fish in the Gambia were considered bycatch since there was no fishery targeting them. Artisanal purse seiners targeting sardinellas are beginning to fish in Gambian waters and this has led to increased catches of the two sardinella species (*S. maderensis* and *S. aurita*) which together constituted about 36 percent of total catches of the main small pelagic fish in 2010 in the Gambia.



## 1.7 Overview of regional surveys

### 1.7.1 Acoustic surveys

The Norwegian R/V DR. FRIDTJOF NANSEN surveyed the subregion from 1995 to 2006, carrying out acoustic surveys during the months of 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.

From 2004 to 2006 intercalibrations and parallel surveys were carried out between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the national research vessels AL-AMIR, AL-AWAM and ITAF DEME and in 2007 and 2008 these national research vessels carried out coordinated regional surveys during the months of October–December, although the 2008 survey did not cover the Gambia. In 2009 and 2010, the coordinated regional survey was conducted without the participation of the Senegalese R/V ITAF DEME (Figures 1.7.1 a,b).

The 2009 and 2010 surveys hence only provide a partial coverage of the region. These regional acoustic 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*), chub mackerel (*Scomber japonicus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). The distribution of other pelagic resources (other carangids) was also mapped and their abundance estimated. The abundance estimates from the surveys are presented as numbers and biomass per length-group in the relevant chapters of the Working Group report.

Several other surveys have been carried out in different parts of the subregion since the last meeting of the Working Group including acoustic surveys carried out by the Russian research vessels ATLANTIDA and ATLANTNIRO in July–August 2010 and national acoustic surveys carried out by the national R/Vs AL-AMIR and AL-AWAM. The results of the estimates from the surveys are presented as numbers and biomass per length-group in the Working Group report and described in the various species chapters.

### 1.7.2 Recruitment surveys

From 2003 to 2009, eight surveys to study the recruitment of small pelagics were carried out in winter covering the area between Safi in the north (16°N), and Saint-Louis in the south (32°N), by the R/V ATLANTIDA or R/V ATLANTNIRO. No new recruitment survey was carried out in 2010/2011. A summary of earlier findings can be found in the previous reports of the working group (e.g. FAO, 2011). Nevertheless, estimations of recruitment for some species was made based on these earlier estimates, and these are shown in the respective chapters.

### 1.7.3 Planning Group for the coordination of acoustic surveys

The ninth meeting of the Planning Group for the coordination of acoustic surveys off Northwest Africa was held in Dakar, Senegal, on 27 and 28 October 2010. This year the Planning Group also had participants from other countries of the subregion including Cape Verde, Guinea-Bissau and Guinea. 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.

## 1.8 Main environmental events

### General remarks

The average hydro-climatic conditions in the zone are partly characterized by the presence of:

- An upwelling linked to variable trade winds which also determine its seasonal spatiotemporal variability along the West-African coast.

- Two water masses: the North Atlantic Central Waters (NACW) and the South Atlantic Central Waters (SACW) with different physical and chemical properties associated with the south Canary current and the north Equatorial countercurrent respectively with a convergence zone for the two surface currents located near Cape Blanc.
- A relatively narrow undercurrent circulating northward against the continental slope, with its core located at depths of 100–200 m south of Cape Blanc and sinking gradually as it advances towards the north.
- A thermal front whose seasonal alternation affects the hydrological conditions in the Senegambia and Mauritanian waters. Water masses are the cause of this feature. These phenomena are characterized by the cold Canary current which dominates during the cold season and the hot Guinea current which dominates during the hot season. These two systems are largely at the origin of the local hydrology on the surface of the Mauritanian exclusive economic zone (EEZ). In depth, the hydrology of this zone is under the dominance of the NACW coming from the north and the SACW from the south that are richer in nutritious salts.

#### *Major environmental events*

The major events marking the subregion from an environmental point of view can be summarized as follows:

- A clear trend towards the warming of the North-East Atlantic waters.

#### *Moroccan zone*

The decrease in upwelling activity and the warming of waters: a particularly distinctive phenomenon since 2008. The satellite observations indicate the presence of warm waters along the Moroccan Atlantic coast both on shore and offshore. The autumnal upwelling practically disappeared in the south in 2010 with warming of coastal waters. The temperature anomaly can be in the region of 1.25°C.

#### *Mauritanian zone*

*Sea surface temperature (SST)*: rise in surface temperature. In the cold season as in most years, the temperature is higher than normal, except for the years 2000, 2003, 2006 and 2009. The values observed ranged from 19.29 in 2009 to 21.04 in 2008. In the hot season, almost every year except 2007, the temperature is higher than normal. The values observed varied between 27.51 in 2007 and 28.88 in 2009.

*Salinity*: In the cold season, in most years, the salinity is less than normal, except for the years 2000, 2005 and 2006. The values observed range from 35.17 percent in 2001 to 35.91 percent in 2006. In the hot season the evolution of the salinity was as follows: an increase at the start of the series followed by a decline in 2001–2003, then an increase between 2003 and 2007 and a subsequent decline in 2008 and 2009. The minimum values observed varied between 35.69 percent in 2009 and the maximum 35.89 percent in 2000 and 2004.

*Dissolved oxygen*: In the cold season it is noticed that the dissolved oxygen concentration is below the climatic norm, the values observed ranged from 4.64 ml/l in 2004 to 5.00 ml/l in 2009. In the hot season all values observed are lower than the climatic norm except for 2004 in particular, when the dissolved oxygen concentration varied between 4.34 ml/l in 2005 and 5.00 ml/l in 2004.

The evolution of dissolved oxygen on the surface during the cold season shows values of dissolved oxygen generally lower than the climatic norm, except for the years 2000, 2007 and 2008. The values recorded varied between a minimum of 4.45 ml/l in 2009 and a maximum of 5.10 ml/l in 2007 and 2008.

## 1.9 Quality of data and assessment methods

The quality of the age-disaggregated data series can be controlled by simple correlation between successive year-classes. 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 age data are of poor quality, methods not requiring age-disaggregated catch data, such as dynamic production models or length based models should be used. It should be noted that in some situations dynamic production models may even provide information more useful to management than age-based methods, and they should not be discarded, even when age information of the adequate quality is available.

Dynamic production models, however, also require high-quality data if useful results are to be obtained. The minimum requirement for these data is yearly (or quarterly, if available) estimates of total catch by stock, and a reliable index of stock abundance. The Working Group has, in general, preferred to use abundance estimates from acoustic surveys as the principal abundance index. These series also require proper investigation of their reliability, based more on a general analysis of the characteristics of the surveys and the estimated fish distribution (geographical and by length classes), as well as on the overall consistency of the time series than on a simple statistical index.

### 1.9.1 Age reading

No regional initiatives on age reading were reported to the Working Group, however Russian scientists continue to read otoliths of the species caught by the Russian vessels, and the age-length keys were used in the assessments for mackerel. Progress in this area is required to advance the use of age based methods.

## 1.10 Methodology and software

Keeping consistency with the methods used over the last few years, the main model used by the Working Group was the dynamic version of the Schaefer (1954) model. 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 (Appendix II).

For some stocks, a length cohort analysis (LCA) (Jones, 1984) was applied in order to estimate the current  $F$  level and the relative exploitation pattern of the fishery over the last few years. A length-based yield-per-recruit analysis (Y/R) was then run on these figures to estimate the biological reference points  $F_{Max}$  and  $F_{0.1}$ . Both the LCA and Y/R were implemented as Excel spreadsheets.

For the mackerel stock, catch-at-age data from the Russian fleet, which covered most of the reported catches, were available. The results of the analysis of correlation within cohorts was considered better than in previous years, so for this stock the Working Group decided to apply age-based methods as well, the Extended Survivor Analysis (XSA) (Shepherd, 1999) and the Integrated Catch Analysis (ICA) (Patterson and Melvin, 1995).

### *Projections*

Simple medium-term projections of future yields and stock development were made for most stocks using the Schaefer model fitted to historical data using a spreadsheet implementation (Appendix II).

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 a reduction or increase in the fishing effort depending on the species analysed.

#### *Reference points for management recommendations*

The 2010 Working Group decided to continue using the biological reference points (BRP) adopted during the previous meeting. So, the indices  $B_{cur}/B_{MSY}$  and  $F_{cur}/F_{MSY}$  were used as limit reference points, while the indices  $B_{cur}/B_{0.1}$  and  $F_{cur}/F_{0.1}$  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, 2006b).

## **2. SARDINE**

### **2.1 Stock identity**

The Working Group assumed the same sardine stocks as those used during the previous Working Groups: the northern stock (35°45'–32°N), the central A+B stock (32°N–26°N) and the southern stock C (26°N– the southern extent of the species distribution) (Figure 2.1.1).

### **2.2 Fisheries**

#### *Total catches*

Sardine catches by fleet and by country are given in Table 2.2.1a. Total catches for the whole region are shown in Figure 2.2.1a.

The sardine catch in 2010 is almost at the same level as that of 2009 going from around 928 000 tonnes in 2009 to about 931 000 tonnes in 2010 (Figure 2.2.1a). About 87 percent of the catches are taken from the Moroccan zone and 13 percent from the Mauritanian zone. The catch from the Senegalese zone is very minimal.

Sardine catches in the Moroccan Atlantic zone decreased slightly in 2010 compared with the previous year from a sardine catch of about 815 000 tonnes in 2009 to around 806 000 tonnes in 2010. Sardine (*Sardina pilchardus*) constitutes 78 percent of the total catch of small pelagic fish with 59 percent of catches of this species recorded in Zone B and 36 percent in Zone C south. In Zone A and zone North, the sardine catch represents 3 percent and 1 percent respectively of the total catch.

In Zone B, the catch in 2010 decreased by 19 percent compared with 2009, from about 590 000 tonnes to below 479 000 tonnes. In Zone C, the total sardine catch showed an increase of 43 percent in 2010 compared with 2009, going from a catch of around 205 000 tonnes to a catch of about 300 000 tonnes. The Moroccan fleet and the vessels working under joint ventures with Moroccan companies took 82 percent of this catch, the Russian fleet 11 percent and the European Union (EU) fleet 8 percent.

In the Mauritanian zone, the total catch of sardine increased by 20 percent, from a catch of 105 000 tonnes in 2009 to 125 000 tonnes in 2010.

In Senegal, landings of sardine by the artisanal fleet decreased from around 6 300 tonnes to 18 tonnes. No catch was reported for the industrial fleet (nearly 1 242 tonnes in 2009).

#### *Fishing effort*

Effort by fleet and by country is given in Table 2.2.1b.

Sardine is fished in the Northwest African region by national fleets and foreign fleets which operate under fishing agreements or under charter arrangements.

In Morocco, the sardine fishery in 2010 was carried out by a heterogeneous fleet consisting of traditional coastal purse seiners, modern vessels equipped with refrigerated seawater (RSW) tanks and pelagic freezer trawlers that also take other species, either as target species or as bycatch, under Morocco–Russian Federation and Morocco–EU fishery agreements. In 2010, the freezer trawlers working under charter arrangements stopped fishing in the Moroccan zone (Ukraine and other countries).

In Zones A and B, the sardine is fished exclusively by traditional coastal purse seiners. In terms of positive fishing trips (trips with catches of sardine), fishing effort increased in Zone A, from nearly 3 400 trips in 2009 to more than 4 100 trips in 2010. In Zone B, effort decreased from 27 000 positive trips in 2009 to 23 000 trips in 2010.

In Zone C, the effort by the Moroccan purse seiners increased significantly compared with 2009. The effort by Russian pelagic trawlers however decreased slightly. The effort by the Moroccan RSW vessels also shows a decrease in the number of fishing days at sea.

In the Mauritanian zone, the sardine was fished in 2010 by a homogeneous fleet consisting of freezer trawlers operating under Mauritania/EU, Mauritania/Russian Federation fishery agreements and under charter arrangements. The fishing effort reported for the series shows a slight reduction in 2010 compared with 2009. In Senegal, sardine is fished only occasionally by the industrial fishery and the artisanal fleet.

## **2.3 Abundance indices**

### **2.3.1 Catch per unit of effort (CPUE)**

In Morocco, the CPUEs for Zones A+B, show fluctuations from one year to the next. The CPUEs have fluctuated around an average of 20 tonnes/trip since 2000, with a declining trend from 2003 to 2007, followed by an increase of 20 tonnes/trip in 2009 and 19 tonnes/trip 2010 (Figure 2.3.1a). In Zone C, the catch per fishing day for the Russian trawlers increased significantly in 2010 to a level close to that of 2007 (32 tonnes/day), from 11 tonnes/day in 2009 to 37 tonnes/day in 2010. The Ukrainian pelagic trawlers however ceased operating in Zone C in 2010.

Yields by the EU fleet in the Mauritanian zone fluctuated around 6 tonnes/day during the period 2007–2010 (Figure 2.3.1b).

### **2.3.2 Acoustic surveys**

#### **Coordinated regional surveys**

In 2010, sardine abundance was estimated during the coordinated regional survey by the national research vessels in the region: the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and the R/V AL-AWAM in Mauritania. The acoustic indices obtained (Table 2.3.2a) were converted into ‘Nansen equivalents’ by applying the intercalibration coefficient between the national vessel and the Norwegian vessel R/V DR. FRIDJOF NANSEN calculated in 2006 for R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and in 2005 for R/V AL-AWAM (FAO, 2008).

The estimated total biomass of sardine in the Northwest African region was 2 314 000 tonnes of which 99 percent was recorded in the north of Cape Blanc. The biomass thus decreased by 48 percent compared with the November 2009 level (around 5 million tonnes). The drop in biomass is particularly significant in the area between Cape Cantin and Cape Boujdor, decreasing from a peak of 1 105 000 tonnes to 94 000 tonnes, followed by a 30 percent decrease in the area between Cape Boujdor and Cape Blanc. This drop might be attributed to the particular hydrological conditions due to weakened upwellings since the summer of 2009. In Mauritania, sardine estimated at 24 000 tonnes was detected in the area Cape Blanc-Cape Timris, and this biomass is slightly higher than the November 2009 level (Table 2.3.2a and Figure 2.3.2a).

**Table 2.3.2a:** Acoustic biomass and abundance indices of the joint survey from November to December 2010 – Indices of R/V F. NANSEN

	R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH			R/V AL-AWAM	
	C. Cantin– C. Juby	C. Juby– C. Boujdor	C. Boujdor– C. Blanc	C. Blanc– C. Timiris	C. Timiris– St. Louis
Biomass (thousands of tonnes)	92	1	2 196	24	0
Abundance (millions of individuals)	3 556	43	31 714	148	0

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

During the November 2010 survey, carried out by the Moroccan R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in the central Atlantic (Cape Cantin–Cape Boujdor) and in the south Atlantic (Cape Boujdor–Cape Blanc), the biomass of sardine was estimated at 2 290 000 tonnes (Table 2.3.2b), which represented a reduction of 54 percent compared with the same period the year before. The decrease of biomass is significant at the level of the central stock (Cape Cantin–Cape Boujdor) from an estimated biomass of 1 105 000 tonnes in 2009 to 93 000 tonnes in 2010. Between Cape Boujdor and Cape Blanc, the biomass of sardine is estimated at 2 196 000 tonnes, representing a decrease of 42 percent compared to 2009. This decrease could be attributed to particular hydrological conditions due to weakened upwellings since the summer of 2009.

**Table 2.3.2b:** Biomass of *Sardina pilchardus* (in tonnes) and number of individuals (in millions of individuals) – Results of surveys carried out by the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2010

November 2010							
Cape Cantin– Cape Juby		Cape Juby– Cape Boujdor		Cape Cantin– Cape Boujdor		Cape Boujdor– Cape Blanc	
Biomass (t)	Number (10 <sup>6</sup> )	Biomass (t)	Number (10 <sup>6</sup> )	Biomass (t)	Number (10 <sup>6</sup> )	Biomass (t)	Number (10 <sup>6</sup> )
92 000	3 556	1 000	43	93 000	3 599	2 196 000	31 714

*R/V AL-AWAM*

In 2010, the research vessel AL-AWAM carried out two acoustic surveys in July and November. The biomass estimates for sardine obtained during these two surveys are presented in Table 2.3.2c.

During the survey in July, the biomass of sardine was insignificant throughout the Mauritanian EEZ. However, in November, its biomass was estimated at 105 217 tonnes, which was four times that of 2009. In November 2009, the biomass was estimated at 5 600 tonnes. These were observed exclusively in the zone 20°00N and 19°30N on a coastal stretch 20 metres deep.

**Table 2.3.2c:** Biomass of *Sardina pilchardus* (in tonnes) – Results of surveys carried out by R/V AL-AWAM in 2010

12–22 July 2010		22 November–1 December 2010	
Cape Timiris– Saint-Louis	Cape Blanc– Cape Timiris	Cape Timiris– Saint-Louis	Cape Blanc– Cape Timiris
0	0	0	105 217

*R/V ITAF DEME*

The Senegalese R/V ITAF DEME did not carry out an acoustic survey in 2010.

## International surveys

### *R/V ATLANTIDA*

In July-August 2010, R/V ATLANTIDA carried out an acoustic survey between Cape Cantin in the north and Saint-Louis in the south (Figure 2.3.2b).

The acoustic survey carried out by R/V ATLANTIDA estimated the biomass of sardine in the area between Cape Juby and Cape-Blanc at around 2.3 million tonnes. In 2008, this biomass was in the order of 2.6 million tonnes.

The recruitment surveys of small pelagics carried out in Morocco and Mauritania since 2003 were not continued in 2010. The recruitment level of sardine (*Sardina pilchardus*) in the Cape Juby-Cape Blanc zone had increased considerably in 2009 for ages 0+ and 1+ (Table 2.3.2d). However, recruitment of these age groups decreased in the South Zone.

**Table 2.3.2d:** Number of recruits in millions (ages 0+ and 1+) of *S. pilchardus* between 2003 and 2009 – Results of the R/V ATLANTIDA recruitment surveys in December

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
North of Cape Blanc	0+	1 187	383	131	493	307	608	2 821
	1+	3 169	2 083	307	846	598	2 149	3 027
South of Cape Blanc	0+	2	84	15	-	146	158	13
	1+	5	41	17	-	368	1 538	4

## 2.4 Sampling of commercial fisheries

The biological sampling programme in Moroccan ports was continued in 2010. Sampling was carried out on landings in the main ports of the different Moroccan fishery zones (Zones A, B and C).

Sampling on board Russian vessels in 2010 did not cover the whole year, both in the Moroccan and Mauritanian zones (Table 2.4.1).

In Mauritania, sampling was carried out in 2010 on board EU vessels in Las Palmas during various quarters of the year (Table 2.4.1).

In Senegal, sampling was not carried out in 2010, as the catch is tiny.

Collection of biological data for age reading was only carried out by Moroccan and Russian scientists (Table 2.4.1).

## 2.5 Biological data

### *Landings*

Length distributions of sardine in 2010 collected from landings of Moroccan vessels operating in the Moroccan north of Cape Boujdor (A+B) showed the presence of a main mode at 18 cm and a secondary mode at 24 cm (Figure 2.5.1a). In the zone to the south of Cape Boujdor in 2010, the dominant mode was at 24 cm (Figure 2.5.1b). The length distribution of sardine in Zone C was estimated on the basis of Moroccan and Russian data for the Moroccan zone and on the basis of EU and Russian data for the Mauritanian zone (Figure 2.5.1b).

The lengths of sardines sampled by the Mauritanian institute for Oceanographic Research and Fisheries (IMROP) were recorded to 1 cm below and not to ½ cm below as recommended. Therefore these length distributions could not be used.

The age/length key for sardine in Zones A+B was not established for 2010 for lack of age-length keys. For Zone C, the Russian age/length key was used (Table 2.5.1b).

Age compositions and average weights by age were updated for 2010 for Zone C (Tables 2.5.2a and b). The average lengths by age show differences in growth rate from one age to the next (Table 2.5.2c).

The length/weight coefficients and the growth parameters used were estimated on the basis of data from the sampling in Moroccan ports (Table 2.5.2d).

#### *Research vessels*

Sardine obtained between Cape Boujdor and Cape Cantin from the surveys of the R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH is characterized by a bimodal length distribution with a mode at 11 cm and 15 cm (Zones A+B). The length distribution of sardine between Cape Boujdor and Cape Blanc is marked by a dominant mode of large adults at 24 cm and a secondary mode of young individuals at 11 cm (Figure 2.5.2a).

In the survey conducted by the R/V AL-AWAM the sardine had a unimodal length distribution with a mode at 25 cm (Figure 2.5.2b).

## **2.6 Assessment**

#### *Data quality*

To test the quality of available data for the stock assessment using analytical models, the Working Group carried out a statistical examination of the age composition data from the catches for stock C (Figure 2.6.2). For the A+B stock, the age structure series was not updated for 2010 due to the lack of age/length keys for this zone.

#### *Methods*

Given the lack of consistency in the basic data (age/length key), an assessment by analytical methods could not be done for stock C.

The Schaefer dynamic production model was used to assess the exploitation level of sardine stocks A+B (Cape Cantin-Cape Boujdor) and the sardine stock C (Cape Boujdor to southern limit of the species). The model was implemented on an Excel spreadsheet (Appendix II). For the estimation of biological reference points (BRPs) adopted during previous meetings, the indices  $B_{cur}/B_{MSY}$  and  $F_{cur}/F_{MSY}$  have been used as limit reference points, whereas the indices  $B_{cur}/B_{0.1}$  and  $F_{cur}/F_{0.1}$  have been chosen as target reference points for management recommendations.

#### *Input data*

The Working Group used the total catches in Zones A+B and Zone C for the years 1990 to 2010. The Nansen series (Chapter 1.7) was used as abundance index to fit the model for the two zones (Chapter 2.3.2).

## **Results**

#### *Central stock A+B*

The fit of the model was not satisfactory for the central stock (A+B). The abundance index used fluctuated much during the time series considered, and particularly during the last years which show different trends from one year to the next.

The analysis of the state of exploitation of the sardine stock in the central zone was therefore based on the main abundance indicators of small pelagics in this zone. An important change occurred in 2010 with regard to the specific stock composition and the distribution of the different stocks of small pelagics in the central zone. This change resulted in a large decrease in the sardine biomass to the



lowest level of the series with a population distribution dominated by the small sizes (the mode varies from 12 cm to 16 cm), and by the availability of anchovy in this zone as well as the upwelling of sardinella, a tropical species, even reaching the northern zone.

These changes are linked to the environmental anomalies observed since the summer of 2009 (Point 1.8).

The gregarious nature of this species, however, helped to maintain the CPUEs of sardine in Zones A+B at a level almost similar to that of 2009 despite the decrease in the biomass which was greater in the area between Cape Boujdor and Cape Juby (Figure 2.3.1a).

Due to the environmental conditions described, and a sustained fishing effort the central stock is considered overexploited.

### Zone C

The results of the model show that the biomass in 2010 is lower than the target biomass  $B_{0.1}$  and that the current level of exploitation remains below  $F_{0.1}$  (Figure 2.6.3a), despite an increase in catches during recent years.

The results indicate that the stock is not fully exploited. However, for this stock the biomass in 2010 is below the average biomass recorded over the entire series (Table 2.6.1).

The biomass of sardine in Zone C shows large decreases depending on the year, as is the case for the years 1997, 2006 and 2010.

The continued monitoring of the state of the stocks, to know in real time the abundance fluctuations and demographic composition of the population, is recommended to put in place the necessary management measures to ensure the sustainable exploitation of the fishery.

**Table 2.6.1:** Summary of the results of fitting the Schaefer dynamic production model

Stock/abundance index	$B_{cur}/B_{MSY}$	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{Sycur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone C/Nansen	68%	62%	54%	72%	79%

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

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

$F_{cur}/F_{Sycur}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level

$F_{cur}/F_{MSY}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over the long term.

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

## 2.7 Projections

The Working Group proceeded to make projections of catch and abundance for the next five years for stock C.

The status quo scenario was examined for Zone C. Maintaining effort at its current level would lead to a slight decrease in catch in 2011 followed by an increase in subsequent years and stabilization below  $F_{MSY}$ . The biomass would increase and subsequently stabilize at a level above the target biomass  $B_{0.1}$  (Figure 2.7.1a).

The projections presented should be treated with a great deal of caution taking into account the effects of the environment on the abundance and dynamics of the stocks, which could be subject to strong variations that are not related to the fishery.

## 2.8 Management recommendations

### *Stock A+B*

The Working Group is concerned about the current state of the central stock, of which the biomass index estimated by acoustic methods shows the lowest level of the series.

The Group again recommends maintaining catches at a level of 400 000 tonnes in 2011 (FAO 2008; 2009).

### *Stock C*

The catches that are taken of stock C would require annual adjustments that take into account the natural fluctuations in the productivity of this stock under the effect of changes in environmental conditions.

## 2.9 Future research

### *Research recommendations*

The recommendations made in 2010 could not be put into effect during the period of intercession. Yet, it is essential to follow-up on these recommendations in order to improve the assessment of the sardine stocks.

The following recommendations have therefore been retained:

- Continue estimating the stock abundance for the whole region through coordinated regional surveys between the national research vessels of the region, and undertake acoustic surveys throughout the subregion.
- Sardine length should be measured to ½ cm below the sampling level of catches obtained in Mauritania and Senegal.
- Maintain the age-reading exchange programme between the countries in the region.
- Undertake age reading in Zone C.
- Analysis of length frequency distribution with the purpose of using these in structural models, during intercessions.

## 3. SARDINELLA

### 3.1 Stock identity

The Working Group considers each of the two species of sardinella in the subregion to constitute single stocks, covering the whole subregion. Further details on stock identity can be found in an earlier report of the Working Group (FAO, 2001).

### 3.2 Fisheries

#### *Introduction*

In zone C to the north of Cape Blanc, the sardinellas are exploited by a fleet of Moroccan purse seiners and by industrial trawlers from the Russian Federation, the EU, Ukraine and other countries.

In Mauritania, the sardinellas are exploited by long-distance trawlers from the EU and other countries, by some small purse seiners, and by an artisanal fleet of canoes that originate not only from Mauritania but also from Senegal. The Senegalese canoes operate in the southern part of Mauritania and land their catches in Saint Louis. These catches are included in the Senegalese landing figures. The industrial fleet in Mauritanian waters can be divided in two segments: the EU fleet (Netherlands, France, England and Germany) and the other fleets. This division is based on the fact that the EU trawlers target specifically the sardinellas, whereas the other trawlers fish mainly for horse mackerel and take sardinella only as secondary species.

In Senegal, the sardinellas are exploited by the artisanal fleet, and to a much lesser extent by the industrial fleet. The main fishing gears used in the artisanal fleet are the purse seine and the surrounding gill net.

#### *Total catches*

Total catches of *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* by fleet and by country are given in Table 3.2.1a and Table 3.2.1b respectively. Total catches for each species for the subregion are presented in Figures 3.2.1a and b.

#### *Sardinella aurita*

The total catch of *S. aurita* for the whole subregion was estimated at 540 000 tonnes in 2010. This means that the catch has remained at the very high level of the previous two years. Within the subregion, there were clear differences in the development of the fishery in 2010. In Mauritania, catches increased in the industrial fleet (both EU and non-EU), and also in the artisanal fleet. The total catch of *S. aurita* in the industrial fleet in Mauritania increased from 163 000 tonnes in 2009 to 233 000 tonnes in 2010. The artisanal catch in Mauritania of *S. aurita* increased from 33 000 tonnes in 2009 to 70 000 tonnes in 2010. The increase in catches in the artisanal fleet was related to the rapid development of a fish meal industry in Mauritania. This industry partly uses sardinella as raw material, which is caught by Senegalese canoes working under contract for the factories.

It was noted that the Mauritanian catch statistics for the EU fleet in 2010 were incomplete. Whereas the Mauritanian statistics showed a catch of only 33 000 tonnes for the EU fleet; the Dutch ship owners had declared 100 000 tonnes to the Mauritanian authorities. There is obviously a problem with the transmission of EU catch data in Mauritania. Another problem concerned the landings of sardinella by the artisanal fleet. Because of this problem with Mauritanian catch statistics, only provisional data could be supplied for these landings.

In Morocco, the catches of *S. aurita* taken by the local fleet further increased in 2010 (from 22 000 tonnes in 2009 to 25 000 tonnes in 2010).

The Senegalese catch of *S. aurita* showed a severe decline, from 262 000 tonnes in 2009 to 181 000 tonnes in 2010. A major part of the Senegalese catch originated from Mauritanian waters was landed in Saint Louis. Catches of sardinella in Saint Louis in 2010 were estimated at 100 000 tonnes.

#### *Sardinella maderensis*

Catches of *S. maderensis* also showed an increase at the level of the subregion, from 130 000 tonnes in 2009 to 158 000 tonnes in 2010. Catches in Mauritania increased from 44 000 tonnes in 2009 to 52 000 tonnes in 2010. This increase was caused mainly by landing for fish meal production. Also in Senegal the catch of this species increased, from 80 000 tonnes in 2009 to 101 000 tonnes in 2010. However, the increase in catch of *S. maderensis* (21 000 tonnes) in this country could not compensate the severe drop in *S. aurita* (81 000 tonnes).

#### *Effort*

Available data on effort by country and fleet are given in Table 3.2.2 and Figures 3.2.2a, b and c.

In Mauritania, effort by the EU fleet increased by 22 percent compared to 2009. This was related to the return of vessels that had fished in the Pacific for the past three years. There was also an increase of non-EU effort (see "recent developments"). However, no quantitative data on non-EU effort were available for 2010.

In Senegal the effort of the artisanal fishery targeting *Sardinella* spp. in 2010 increased in comparison to 2009, from 72 320 days in 2009 to 83 815 in 2010. No split was available of artisanal effort directed at sardinella in Mauritania (canoes operating from Saint Louis) and effort in Senegalese waters. The effort in the Senegalese artisanal fleet has remained constant since the beginning of the series (Figure 3.3.2c).

## Recent developments

### *Mauritania*

Fishing effort by the EU fleet increased by 22 percent in 2010, due to the return of vessels that had been working in the southern Pacific for the past three years. The declining catches in the Pacific have stimulated a transfer of effort from this to Mauritania. This applies not only to vessels that earlier worked in Mauritania (such as the EU vessels), but also to new trawlers that never worked in Mauritania before. These included the factory vessel LAFAYETTE with a processing capacity of 1 500 tonnes/day, that receives fish from its own fleet of small purse seiners. In addition, there were vessels from China and Vanuatu that moved from the Pacific to Mauritania. All these new arrivals must have caused a significant increase in fishing effort in Mauritania in 2010. Unfortunately, Mauritania could not provide quantitative data on the development of this effort in 2010.

In last year's report, mention was already made of the development of a new fish meal industry in Nouadhibou. The production of fish meal strongly increased in 2010, both as a result of high market prices and the abundance of small pelagics in the vicinity of Nouadhibou. The four factories in Nouadhibou receive their raw material from Senegalese canoes that work under contract for the factories. The canoes primarily targeted *Ethmalosa*, of which an unexploited stock existed in the Bay de Levrier, close to Nouadhibou. However, a significant part of the catch also consisted of *Sardinella* spp. Based on official figures for the export of fish meal in 2010 and a conversion factor of 5:1 for the transformation of fresh fish into fishmeal, it is estimated that a total amount of 166 000 tonnes of fresh fish has been converted into fish meal. Sampling of these catches showed that they consisted for 35 percent of *S. aurita*, and 19 percent of *S. maderensis*.

### *Senegal*

The sea fisheries in Senegal are largely dominated by the artisanal fishery. The catches consist mainly of small pelagics, in particular the two species of sardinella (round and flat) that are caught in large quantities by purse seines and gill nets. More than half the annual catch is landed in Saint Louis, in the region Thiès South, especially along the "Petit Côte", more precisely at Mbour, and at Joal. These catches are the result of a large demand of foreign communities from the subregion (Burkina Faso, Guinea and Mali).

This demand has increased with the construction of fish meal factories. Due to this fact, although the fishery for small pelagic is almost continuous throughout the year along this part of the Senegalese coast, it is more intensive from October to June; the period when foreign agents are present in the region.

The abundance of flat sardinella and ethmalosa, the species that are more easily preserved, along the "Petite Côte" and the Saloum Islands, partly explain the attractiveness of this part of the Senegalese coast to foreign traders and investors. Moreover, the fishery centres along the "Petit Côte" consist mainly of foreign fisherman and processors that have settled in the region, and that accept without problems the arrival of businessmen from other countries.

So-called local "co-management committees" are more and more put in place with the approval and support of local entrepreneurs of the artisanal fishery and representatives of the government. Such commissions are active in Kayar and along the "Petite Côte" in Ngaparou, Pointe Sarène and other villages. For the fishermen, the objective is to maintain prices at a sufficiently high level, whereas for the administration, the purpose is to promote conservation measures.

In Senegal, landings of juvenile fish, especially of pelagic and coastal species, are forbidden at many landing sites, and the offenders are punished by penalties and sanctions. In certain places, the women in charge of processing systematically refuse to accept that type of fish.

In 2010, the 300 fishing licenses granted by the Mauritanian Government to Senegalese fishermen have been renewed, with all the accompanying restrictions concerning catches per trip and number of trips. Senegalese fishermen, however, complained that the number of licences available to them is still too low.

### 3.3 Abundance indices

#### 3.3.1 Catch per unit of effort

In Mauritania, the CPUE in the EU fleet was high in the period May – August, but it decreased sharply thereafter. Measured over the whole year, the CPUE in this fleet increased slightly in comparison to 2009 (by 7 percent). For the other industrial fleets in Mauritania, no effort data were available for 2010, and hence no CPUE could be calculated.

In Senegal, the CPUE in the artisanal fishery for *S. aurita* decreased by 40 percent. As the Senegalese effort data are not split by landing site, it cannot be established whether this reduction in CPUE occurred in the fleet operating in Senegalese waters, in Mauritanian waters, or in both. For *S. maderensis*, the CPUE in the Senegalese artisanal fleet increased slightly in 2010 (by 9 percent compared to 2009).

#### 3.3.2 Acoustic surveys

##### National surveys

In 2010, acoustic surveys were conducted by research vessels from the Russian Federation (ATLANTIDA), Morocco (AL AMIR MOULAY ABDALLAH) and Mauritania (AL-AWAM). The survey by the Senegalese research vessel ITAF DEME was cancelled (as in 2009); this time for financial reasons.

##### R/V ATLANTIDA

In August 2010, only the Mauritanian zone was covered by R/V ATLANTIDA. No information was collected in the area north of Cape Blanc. The complete series of results obtained in the two areas are presented in the tables below.

**Table 3.3.2a:** Biomass estimated by R/V ATLANTIDA to the north of Cape Blanc (thousand tonnes)

	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006	2007	2008	2009	2010
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364	901	153	238	-
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304	248	171	259	-

**Table 3.3.2b:** Biomass estimated by R/V ATLANTIDA in Mauritania (thousand tonnes)

	1995	1998	1999	2000	2001	2004	2006	2007	2008	2009	2010
<i>S. aurita</i>	244	216	46	49	29	132	49	552	107	-	134
<i>S. maderensis</i>	16	34	36	21	46	62	130	316	103	-	373

In the Mauritanian zone, the biomass of *S. maderensis* was almost three times as high as that of *S. aurita*; the species that is normally the most abundant.

##### R/V AL-AWAM

The Mauritanian research vessel R/V AL-AWAM conducted two acoustic surveys in 2010; one in July and one in November. The results obtained for sardinella during these two surveys are presented in Table 3.3.2c. The biomass of *S. aurita* declined slightly in 2010 in comparison to 2009 (12 percent in November and 34 percent in July). Still, the biomass of *S. aurita* in November 2010 (969 000 tonnes) was higher than the average of the four previous years.

The abundance of *S. maderensis* showed different developments in July (80 percent increase) and in November (94 percent decrease).

**Table 3.3.2c:** Biomasses estimated by R/V AL-AWAM in Mauritania (thousand tonnes)

	July 2010 (12–21/07)		November 2010 (22–30/11)	
	Cape Timiris– Saint-Louis	Cape Blanc– Cape Timiris	Cape Timiris– Saint-Louis	Cape Blanc– Cape Timiris
<i>S. aurita</i>	96	320	926	43
<i>S. maderensis</i>	335	116	0	16

**Regional coordinated surveys**

The regional coordinated surveys conducted by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN in the framework of the Nansen project were terminated in 2006. Starting from 2007, the national vessels have continued these surveys of small pelagics in the subregion. They are conducted each year in November. In order to allow a comparison between the results of the national research vessels and those of the old series of R/V DR. FRIDTJOF NANSEN, correction factors are being applied to the results of the national vessels. These are presented in Table 3.3.2d.

**Table 3.3.2d:** Correction factors used to compare the results from national vessels with the series of R/V DR. FRIDTJOF NANSEN

Vessel	<i>S. aurita</i>	<i>S. maderensis</i>
AL AMIR MOULAY ABDALLAH	1.01	1.01
AL-AWAM	1.00	0.50
ITAF DEME	0.87	0.87

The results of the regional coordinated surveys in November 2010 are presented in Table 3.3.2e and Figure 3.2.2a, b and c.

**Table 3.3.2e:** Estimated biomass during the regional coordinated surveys in November 2010 (thousand tonnes)

	R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH			R/V AL-AWAM	
	Cape Cantin– Cape Juby	Cape Juby– Cape Boujdor	Cape Boujdor– Cape Blanc	Cape Blanc– Cape Timiris	Cape Timiris – St. Louis
<i>S. aurita</i>	5	47	245	43	926
<i>S. maderensis</i>	0	0	440	16	0

The total biomass of sardinella was estimated at 1 722 000 tonnes, out of which 1 266 000 tonnes were *S. aurita*, and 456 000 tonnes *S. maderensis*. Overall, 73 percent of the *S. aurita* was found between Cape Timiris and St. Louis, and 19 percent between Cape Blanc and Cape Boujdor. The flat sardinella was detected mainly between Cape Blanc and Cape Boujdor, where 96 percent of the total biomass was found.

The biomass of *S. aurita* in 2010 had declined by 52 percent in comparison to November 2009. The decline was 12 percent between St. Louis and Cape Blanc, and 84 percent between Cape Blanc and Cape Boujdor. At the same time, the fish showed an extension towards the north, where an amount of 52 000 tonnes was estimated between Cape Boujdor and Cape Cantin.

For *S. maderensis*, the biomass had declined by 40 percent compared to November 2009. This decline was most pronounced between Cape Blanc and St Louis, where the biomass was estimated at only 16 000 tonnes.

### 3.4 Sampling of commercial fisheries

Tables 3.4.1 and 3.4.2 show the sampling intensity for *S. aurita* and *S. maderensis* in 2010.

In Moroccan zone B and zone C north of Cape Blanc sampling was conducted on the landings of the Moroccan fleet for the two species, and on the Russian fleet for the round sardinella.

In Mauritania, catches of sardinella were sampled by IMROP observers on all segments of the industrial fleet. The landings of sardinella by the EU fleet in Las Palmas were also sampled by IEO. Moreover, the Russian catches were sampled by Russian observers on board the Russian vessels. In general, the sampling of sardinella catches by the industrial fleet was sufficient (428 samples of *S. aurita* from a total catch of 233 000 tonnes, i.e. a sampling intensity of 1.8 samples/1 000 tonnes).

The problem in Mauritania is in the artisanal fishery. For this fishery, which took a total of 107 000 tonnes of sardinella in 2010, no sampling data were presented to the Working Group.

In Senegal, 192 samples of *S. aurita* were collected from a catch of 182 717 tonnes; 22 726 individuals were measured and 97 otoliths were collected. For *S. maderensis*, 142 samples were collected from a catch of 100 787 tonnes; 10 883 individuals were measured and 79 otoliths were collected. In 2010, sampling intensity was 1.05 sample per 1 000 tonnes of *S. aurita* and 1.41 samples per 1 000 tonnes for *S. maderensis*.

It should be noted that in Senegal, the landings of the artisanal fleet are only sampled in Dakar. This means that the sampling is not representative for the total catch of the artisanal fleet, most of which is landed in along the "Petit Côte" (Joal and M'Bour), the "Grande Côte" (Saint-Louis), and in the south (Casamance).

### 3.5 Biological data

#### *Length distributions from commercial catches (Sardinella aurita)*

The results of 2010 length frequency distributions were available for commercial catches in Morocco (only industrial), in Mauritania (only industrial) and in Senegal (only artisanal) (Figure 3.5.1a).

For the Mauritanian industrial fishery, length compositions for *S. aurita* obtained from the different sampling programmes (IMROP, IEO, Russian Federation) showed a large correspondence. Catches by the EU fleet showed a unimodal length distribution with a mode at 31 cm. Samples from the non-EU catches also had a unimodal length distribution with a mode at 32 cm. It may be concluded that the industrial fishery in 2010 was concentrated on a single year-class of *S. aurita*, presumably the one born in 2007.

Sampling of *S. aurita* in the artisanal catches in Senegal showed a modal length of 25 cm. Given the very limited coverage of the artisanal landings in Senegal, it is doubtful whether this length distribution accurately reflects the length composition of the landings in Senegal.

#### *Comparison of length data for 2010 with those of previous years*

A chronological series of length distributions of *S. aurita* measured by IMROP observers on board EU vessels in Mauritania during the period 2003–2010 is shown in Figure 3.5.1b. This figure shows the percentage of *S. aurita* in each length group.

### 3.6 Assessment

#### *Data quality*

The group did not dispose of sufficient data on age composition of catches to carry out a statistical analysis on the coherence of the data, as for mackerel (see Chapter 5).

### Method

In the absence of adequate data for an age-based analysis, the group decided to use the same production model that was used during previous meetings. This is the Schaefer dynamic production model, implemented on an Excel spreadsheet (Appendix II).

### Data

In previous years the results of acoustic surveys have been used as abundance indices to run the Biodyn production model. However, this series has suffered from major interruptions in recent years (no survey in the Gambia in 2008–2010, and in Senegal in 2009 and 2010). Considering these major gaps in coverage in recent years, the working group decided that the quality of the acoustic index series had become insufficient to be used for tuning the dynamic production model.

As an alternative, the CPUE series of the EU vessels in Mauritania was used for tuning the model. The EU vessels target sardinella during the season when the stock is concentrated in Mauritania. Although there are well-known drawbacks to the use CPUE data as an abundance index for pelagic fish (the index depends not only on the abundance of the fish, but also on their availability to the fleet) the Working Group decided to use this series as it had no other alternatives at hand. It should be noted that catches by the EU fleet in Mauritania are composed for at least 90 percent of *S. aurita*. The CPUE in this fleet will therefore mainly reflect the abundance of this species.

### Input parameters for the dynamic production model

The dynamic production model has been run both for *S. aurita* and for the two sardinella species combined.

The following input parameters were used in running the model:

**Table 3.6.1:** Initial values of the parameters  $r$  (intrinsic growth rate) and  $K$  carrying capacity of virgin biomass) for *S. aurita* and *Sardinella* spp. to input in the assessment model

	$r$	$K$
<i>S. aurita</i>	0,64	3 500 000
<i>Sardinella</i> spp.	0,64	3 500 000

The dynamic production models are among the simplest approaches used for stock assessment. They consider, in a single function, the overall effects of recruitment, growth and mortality that may influence production. They are easy to use because they require only few types of data. However, in the case of *S. aurita*, it is well known that recruitment strongly varies over time. These variations in recruitment can be accounted for in the model by introducing a positive "environmental effect" in years in which a strong year-class has been born. From the length compositions in Mauritania, it has been noticed that strong year-classes were born in 2005 and 2007 (these year-classes resulted in large catches of 3 year-old in 2008 and 2010). Hence, a positive environmental effect has been applied to both years (+1.0 for 2005 and +0.5 for 2007).

### Results

The model has been run both with catches of *S. aurita*, and with the catches of the two species combined (*Sardinella* spp.). It was not considered realistic to run the model for *S. maderensis* only, considering that the CPUE index series refers to catches that consist for at least 90 percent of *S. aurita*.

In both cases, the model provides a good fit of the predicted abundance against the observed abundance (Figures 3.6.2 and 3.6.3). The fit is even slightly better for the two species combined than for *S. aurita* alone.

Both assessments indicate that the stock at present is severely overexploited, despite the occurrence of good year-classes in 2005 and 2007. The relationship between the parameters estimated by the model, and the target reference points defined by the Working Group, are shown in Table 3.6.2. Current



biomass is at about half the target biomass, and current fishing mortality is about three times higher than the target fishing mortality.

**Table 3.6.2:** Results of the dynamic production model

Stock/indice de biomasse	$B_{cur}/B_{0.1}$	$B_{cur}/B_{MSY}$	$F_{cur}/F_{MSYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>S. aurita</i> /CPUE EU fleet	53%	58%	228%	323%	359%
<i>Sardinella</i> spp./CPUE EU fleet	50%	55%	209%	302%	336%

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

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

$F_{cur}/F_{MSYcur}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level

$F_{cur}/F_{MSY}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over the long term.

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

### Discussion

During this meeting, the working group used CPUE indices instead of acoustic estimates. Also, a positive environmental effect was applied in years when good recruitment was known to have occurred. When using the EU CPUE series, the model appears to be capable of simulating developments in the stock quite well over the last 14 years.

The evolution of the stock of *S. aurita* in recent years, based on the results of the model, can be summarized as follows. After a gradual depletion of the stock in the period 2002 – 2005, reflected by a decreasing CPUE and a decreasing mean length, a strong year-class was born in 2005. This year-class constituted the bulk of the catches in 2007 (as 2 year-old of 28 cm), and in 2008 (as 3 year-old of 32 cm). In 2009, the year-class apparently had already been depleted, as few fish of more than 32 cm were found in the catches. Another strong year-class was born in 2007, and this year-class provided the high catches in 2010.

At present, fishing effort and fishing mortality are at such a high level that even a strong year-class is depleted in two years. The fishery has been able to sustain the high catch levels in recent years only because of the strong year classes entering into the fishery. If no new strong year-classes appear in 2011 and subsequent years, the stock will rapidly decline and the CPUE in all fleets will show a significant decrease.

### 3.7 Projections

Projections were made for *S. aurita*, estimating the development of catches and biomass under 50 percent reduction of effort. The catches in the first year drop drastically to about 50 percent of the MSY level. In the next four years, the catch gradually increases to 80–90 percent of the MSY level. The biomass still decreases somewhat in the first year, and then increases in subsequent years to 90 percent of the MSY level.

### 3.8 Management recommendations

The stock of *S. aurita* (and probably also *S. maderensis*) is presently overexploited. This over-exploitation presents a serious risk for the continuity of the fishery, not only by industrial trawlers, but also by the artisanal fleet. According to the results of the model, fishing mortality is now at three times the optimum level.

The Working Group recommends a reduction in fishing effort in 2011. The Working Group decided not to make a catch recommendation as at present it is unable to predict recruitment.

### 3.9 Future research

*Follow up on last year's recommendations:*

- Coverage of the total subregion during the acoustic survey in 2010 was not obtained.
- No progress was made in Mauritania and Morocco in cooperating with the Senegalese project on age reading.
- No subgroup was established to consider the possibility to establish a series of recruitment indices for *S. aurita*, using length data from commercial catches and the acoustic data.

*For this year, the Working Group formulates the following recommendations:*

- Check discrepancies in Mauritanian catch statistics for EU fleet.
- Improve sampling of artisanal catches in Mauritania, including catches going to fish meal.
- Increase sampling of artisanal catches in Senegal at different landing sites.
- Collect detailed effort statistics for the industrial fleet in Mauritania.
- Continue biological sampling of landings in Las Palmas and analysis of data.

## 4. HORSE MACKEREL

The exploitation is directed towards three species: the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), the Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) and the false scad (*Caranx rhonchus*). Because the false scad is caught only as bycatch, results reported for this species will be limited to catch data and abundance indices obtained from the acoustic surveys.

### 4.1 Stock identity

This subject has been described during earlier meetings of the Working Group (FAO, 2001 and 2002). The Working Group considers that one stock exists for each of the species. Additional studies, however, are necessary.

### 4.2 Fisheries

In Northwest Africa, the horse mackerel is exploited by vessels of very different lengths, ranging from the canoe to the large pelagic trawler of 120 m length. The exploitation of these species is thus carried out both by the industrial fleets, almost exclusively of foreign origin, and the national coastal and artisanal fisheries.

Given the fact that the fishery statistics provided by the different fleets do not separate the three species of horse mackerel, the Working Group agreed to apply the separation key based on the data provided by observers from the Mauritanian Institute of Oceanographic Research and Fisheries (IMROP), sampling data from the Spanish Institute of Oceanography (IEO) in Las Palmas and data from Russian observers in Zone C and Mauritania. The key adopted for the data collected in 2010 is as follows:

- Moroccan Zone C:
  - 67 percent *Trachurus trecae* and 33 percent *Trachurus trachurus*
- Mauritanian Zone:
  - Vessels sailing under Russian and Ukrainian flags: 9 percent *T. trachurus* and 91 percent *T. trecae*
  - EU vessels landing in Las Palmas: 2 percent *T. trachurus*, 50 percent *T. trecae* and 48 percent *Caranx rhonchus*
  - Other fleets: 25 percent *T. trachurus*, 70 percent *T. trecae* and 5 percent *Caranx rhonchus*

In 2009 and 2010, the two species of *Trachurus* (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) contributed about 92 and 95 percent, respectively, of the total catch of horse mackerel compared with false scad (*Caranx rhonchus*).

It is in the Mauritanian zone that the catches of horse mackerel are the most important. In 2010, horse mackerel catches in the subregion increased by 3 percent compared with 2009. The species *Trachurus trachurus* is mainly caught in Mauritania (82 percent) and in Morocco (18 percent of the total catch of this species). The species *Trachurus trecae* is fished mainly in Mauritania (90 percent) and to a lesser extent in the south of Morocco (5 percent) and in the Senegambia area (5 percent) (Figure 4.2.1).

In 2010, the fleet of Belize contributed most to the catch of small pelagics (41 percent of the total catch), with 50 percent of the horse mackerel caught in Mauritania.

The monitoring of the fishery has become more difficult because of the shift from charter licences to free licences. More than 92 percent of the catches obtained in 2010 are fished by vessels operating within the free licence system.

### **Total catches**

The catch of the species considered here has increased each year since 2003. In 2006, it dropped by 5 percent, and in 2007 it increased again by 4.2 percent. In 2008, it increased by a further 29 percent, from 432 700 tonnes to 556 699 tonnes. In 2009, catches declined slightly by about 9 percent. In 2010 there was a slight increase in catches (3 percent). Catch data for the three species of horse mackerel in the period 1990–2010 are presented by country and for the total subregion in Tables 4.2.1a, b and c.

The annual trends in catches of the three species of horse mackerel are shown in Figure 4.2.1.

In 2010, the increase in catches concerned only the species of *Trachurus trecae* and *Caranx rhonchus* with respectively lower catches of 2 percent and 45 percent. In contrast, a decrease of 8 percent was recorded for the Atlantic horse mackerel. It is to note that the Ukrainian vessels did not fish in the Moroccan zone in 2010.

In the Mauritanian zone where more than 86 percent of all horse mackerels were taken, the increase in 2010 mainly concerned the Cunene horse mackerel and the false scad. The Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) catch declined sharply by 8 percent in 2010 compared with 2009.

The false scad is fished mainly in Mauritania and Senegal and to a lesser extent in the Gambia. Catches of this species increased significantly by 21 percent in the Mauritanian zone compared with 2009. This sharp increase was recorded particularly by the EU fleet operating in the Mauritanian zone and landing most of their catch in Las Palmas.

Various sources of information suggest that the main part of catches landed as ‘anchovy’ in Mauritania could in fact be juvenile horse mackerel that have been processed into fishmeal and hence are unidentifiable. An observation programme has been set up on board the pelagic fleet in order to split these species.

### **Fishing effort**

The pelagic resources of Northwest Africa are being exploited by different fleets and particularly by foreign vessels that have changed continuously over recent years.

In 2010, the industrial trawler fleets that were active in the Mauritanian zone were composed of:

- Vessels registered in Belize (26 percent of the total industrial effort in fishing days) in Saint Vincent and the Grenadines (4 percent) and Equatorial Guinea (2 percent);
- A Ukrainian fleet which represented 8 percent of the total fishing effort;
- Vessels operating under agreements with the European Union, including:
  - a Dutch fleet (targeting sardinella and catching horse mackerel as bycatch) (only 2 percent of total effort in fishing days)
  - a Lithuanian fleet (9 percent of the total industrial fishing effort) and a Latvian fleet (8 percent of the fishing effort)
  - Polish vessels (1 percent)
- A Russian fleet, which made up 7 percent of total effort in fifth place in terms of number of fishing days.

In the northern Moroccan Zone (Cape Sparteł–Cape Boujdor), the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) is exploited:

- By a national fleet composed of purse seiners and coastal trawlers. The purse seiners target mainly the sardine, so horse mackerel is taken only as bycatch. The trawlers do not target horse mackerel.
- The largest share (67 percent) of the catch of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) is taken in Zone C mainly by pelagic trawlers (90 percent).

In Senegal, horse mackerel is taken both by a declining industrial fishery and by the artisanal fishery that takes it as bycatch. The industrial effort in Senegal remains weak and that of the Gambia is negligible in relation to the whole subregion.

In 2010, fishing effort by the Russian fleet decreased by 21 percent in the Mauritanian zone (Figure 4.2 2).

### **Recent developments**

In the subregion, there was reduction in pressure in the Moroccan zone after the chartering of freezer trawlers was stopped in 2010 while vessels of the same category operating under a fishing agreement with the Russian Federation were maintained.

In 2010, there was a marked increase in catches in the Senegalese-Mauritanian zone with new chartering of Russian vessels in Senegal, a continued increase in CPUEs for the two species of *Trachurus* in the Mauritanian zone contrary to the observed development in acoustic abundance indices since 2000.

In Mauritania, following the setting up of a network of observers on board different vessels operating in the zone since 2009, there has been a marked improvement in the number of boardings in 2010 (about 21 boardings).

The spatial length and age distribution of two species of *Trachurus* shows some heterogeneity between the north and the south particularly between Zone C and the Mauritanian zone, which can reflect either the different fishery strategies of the fleets or be an indication of the different positioning of the recruitment and adult zones which require more thorough analysis. Moreover, the absence of age classes 0 and 1 in the catches occurring in Mauritanian waters is to be explored in relation to assumptions on possible confusion of juveniles of horse mackerel with anchovy in catch statistics.

### 4.3 Abundance indices

#### 4.3.1 Catch per unit of effort

The industrial effort for both Mauritania and Morocco was updated for the year 2010. Because of the length of the effort series and the importance of the catches in Mauritania, the CPUEs for each of the two *Trachurus* species have been based on the data for this area.

This series shows that the CPUEs have increased in 2010 for the two main targeted species. This increase started after the decline observed in 2009 for *Trachurus trachurus* Figures 4.3.1a, b).

#### 4.3.2 Acoustic surveys

In addition to estimating abundance and biomass, the acoustic surveys are also meant to monitor the distribution of the fish and the length distribution in the various stocks of small pelagics in Northwest Africa.

#### Coordinated regional surveys

The results of acoustic surveys carried out in 2010 in the area north of Cape Blanc (Figure 4.3.2a), corrected with the conversion factor established a few years ago between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the national research vessels, show an estimated biomass of horse mackerel at 539 000 tonnes, with 226 000 tonnes for Atlantic horse mackerel and 313 000 tonnes for Cunene horse mackerel. The biomass of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), recorded mainly between Cape Blanc and Cape Cantin, increased by around 60 percent compared with the summer of 2009.

The biomass of Atlantic horse mackerel, of which 64 percent is estimated to be in Mauritania dropped by around 64 percent compared with 2009. This decline is significant between Cape Boujdor and Cape Blanc with a reduction of 85 percent. The estimated biomass between Cape Blanc and St Louis of 199 000 tonnes increased by 62 percent compared with 2009 (Figure 4.3.2b).

In the Senegambia area, due to the absence of acoustic surveys, no estimate was carried out for the year (Figure 4.3.2c).

Figure 4.3.2d shows the total catch of horse mackerel in the zone from 1995 to 2008 with all research vessels and, in 2009 and 2010, without Senegal or the Gambia.

#### R/V ATLANTIDA

The acoustic survey carried out by R/V ATLANTIDA shows a reduction in the biomass for the two species of *Trachurus* except *Caranx rhonchus* where a large increase in biomass was recorded from 75 000 tonnes in 2009 to around 170 000 tonnes in 2010. Figure 4.3.2e shows the Russian survey series from 1994 to 2010.

North of Cape Blanc, the biomass of *Trachurus trecae* in 2009 was estimated at 131 781 tonnes compared with 473 923 tonnes the previous year. For *Trachurus trachurus*, the biomass dropped from more than 280 000 tonnes in 2009 to 230 000 tonnes in 2010.

For the Mauritanian zone, a decrease of coefficient 6 was recorded in 2010 compared with 2009 for *Trachurus trachurus*. With regard to *T. trecae* a reduction of factor 3 was observed between the two years.

For the recruitment assessment, no scientific survey was conducted by these research vessels in 2010.

## National surveys

### *R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

In 2010, the Moroccan research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out two acoustic surveys in the Atlantic zone and one survey in the Mediterranean zone. The biomasses and abundances of horse mackerel estimated during the surveys of R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in the Atlantic are summarized in Table 4.3.2a.

**Table 4.3.2a:** Estimated abundance indices of horse mackerel in weight (in thousands of tonnes) and in number (in millions of individuals) in the Moroccan part of the North-Eastern Atlantic during the acoustic surveys by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH

<b>Atlantic horse mackerel</b>			
Region	C. Cantin– C. Juby	C. Juby– C. Boujdor	C. Boujdor– C. Blanc
Biomass (thousands of tonnes)	96	1	129
Abundance (millions of individuals)	303	32	2 787
<b>Cunene horse mackerel</b>			
Region	C. Cantin– C. Juby	C. Juby– C. Boujdor	C. Boujdor– C. Blanc
Biomass (thousands of tonnes)	0	0	114
Abundance (millions of individuals)	0	0	1 391

### *R/V AL-AWAM*

In 2010, two surveys were conducted in the Mauritanian EEZ. They showed seasonal variations in biomass. The survey by R/V AL-AWAM in November 2010 did not show the presence of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*). There was a strong presence of false scad during the July survey between Cape Timiris and Cape Blanc. During the last survey in November, the Cunene horse mackerel are more frequent in the Mauritanian zone (Table 4.3.3b).

**Table 4.3.3b:** Estimated abundance indices (in tonnes) in the Mauritanian EEZ during the acoustic surveys by R/V AL-AWAM in 2010

	<b>July 2010</b>		<b>November 2010</b>	
	St Louis – Cape Timiris	Cape Timiris – Cape Blanc	St Louis – Cape Timiris	Cape Timiris – Cape Blanc
<i>Trachurus trachurus</i>	8 745	0	0	0
<i>Trachurus trecae</i>	27 486	2 789	118 200	90 800
<i>Caranx rhonchus</i>	222 552	17 384	81 100	21 100
<b>Total</b>	<b>258 783</b>	<b>20 173</b>	<b>199 300</b>	<b>111 900</b>

### *R/V ITAF DEME*

No survey was conducted in the Senegambia zone.

## 4.4 Sampling of commercial fisheries

In 2010, as in the past, sampling intensity is given by quarter for the two main fleets (European Union and the Russian Federation) including also the results obtained from other industrial fleets in Morocco, Mauritania and Senegal (Tables 4.4.1, 4.4.2 and 4.4.3).

## Sampling intensity

### *Trachurus trachurus*

Sampling intensity in Morocco decreased in Zone A from 9 samples per 1 000 in 2009 to only 7 samples per 1 000 tonnes in 2010. In contrast, sampling intensity increased sharply in Zone C from 1 sample per 1 000 tonnes in 2009 to more than 14 samples per 1 000 tonnes in 2010.

In the Mauritanian zone, sampling intensity increased sharply for the Russian fleet passing from 4 samples per 1 000 tonnes in 2008 to more than 9 samples per 1 000 tonnes in 2010.

Age reading is still carried out exclusively by Russian scientists for the two species of *Trachurus* in the zone north and south of Cape Blanc (Table 4.4.1).

### *Trachurus trecae*

Sampling intensity of the catches north of Cape Blanc by the Russian fleet increased significantly in 2010 compared with 2009 passing from more than 5 samples per 1 000 tonnes to over 9 samples per 1 000 tonnes in 2010. Sampling intensity in the Mauritanian zone by the Russian fleet was doubled in 2010 in comparison with the year 2009. In Senegal, sampling of *Trachurus trecae* was conducted in 2010 (Table 4.4.2).

### *Caranx rhonchus*

Sampling was conducted only in Mauritania in the industrial fishery and in Senegal in the artisanal fishery with an intensity of nearly 5 samples per 1 000 tonnes (Table 4.4.3).

## 4.5 Biological data

### Length frequencies of commercial catches

The length distributions obtained by the different Moroccan, Mauritanian and Russian sampling systems show that the distributions are not homogenous throughout the stock distribution area.

### *Trachurus trachurus*

The length distributions of Atlantic horse mackerel taken from landings in the zone north of Cape Boujdor and up to Cape Blanc (A+B) show the presence of more juveniles in 2010 (lengths below 17 cm). There are three very pronounced modes at 18, 21 and 23 cm (Figure 4.5.1a).

South of Cape Blanc, the length distribution of Atlantic horse mackerel collected by Mauritanian and Russian observers showed modes at 29 and 35 cm (Figure 4.5.1a).

### *Trachurus trecae*

To the north of Cape Blanc, the length distribution of catches of Cunene horse mackerel (*T. trecae*) ranged from 12 to 38 cm with the presence of two modes (21–22 cm) and 31 cm. South of Cape Blanc (Mauritanian zone), the length distribution ranged from 15 to 41 cm, with a mode at 30 cm (Figure 4.5.1b).

### *Caranx rhonchus*

The only samples collected were from the Mauritanian zone and they showed a trimodal distribution with three modes at 20, 26 and 29 cm. The lengths range from 19 to 38 cm (Figure 4.5.1c).

### Length frequencies from the scientific surveys

#### *R/V ATLANTIDA*

R/V ATLANTIDA conducted two acoustic surveys in July and August 2010. The length distributions of these surveys show the presence of small fishes for the two species of *Trachurus* in the zone north of Cape Blanc (Figure 4.5.1d).

*R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

Between Cape Boujdor and Cape Blanc, the individuals of *Trachurus trachurus* were of a size between 12 and 26 cm with two modes at 16 and 20 cm. For *Trachurus trecae*, the sizes ranged from 7 to 31 cm with several modes at 14, 16 and 21 cm (Figure 4.5.1e).

*R/V AL-AWAM*

During the November 2010 survey, the length of Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*), observed between Cape Timiris and Saint Louis, varied between 12 and 33 cm with three main modes at 15, 26 and 31 cm (Figure 4.5.1f). For the Atlantic horse mackerel no detection was observed during this scientific survey.

*R/V ITAF DEME*

This research vessel did not conduct a survey in the Senegalese zone in 2010.

#### 4.6 Assessment

The Working Group made an analysis for the two main species of horse mackerel *Trachurus* (*Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*) using a global model (Appendix II).

*Data quality*

The exploratory analysis of the total catches by age (age-length key supplied by the Russian scientists) for each of the two species of horse mackerel from 1990 to 2010 was carried out by calculating correlation coefficients between the estimated catches at age of the same cohorts in successive years. The basic data used for *T. trachurus* are presented in Table 4.6.1 and for *T. trecae* in Table 4.6.2. The results indicate a weak correlation between catches of the same cohort during its life cycle (Table 4.6.3 and Figures 4.6.1 and 4.6.2).

**Table 4.6.3:** Values of  $R^2$  between estimated catches of consecutive age groups of the same horse mackerel cohorts

Ages	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Species							
<i>Trachurus trachurus</i>	0,66	0,35	0,28	0,01	0,00	0,06	0,38
<i>Trachurus trecae</i>	0,08	0,20	0,46	0,70	0,334	0,27	0,33

The correlations between successive ages are too weak to allow the application of an analytical assessment method despite a slight improvement in correlations between the ages of adults of *T. trecae* (ages 3-4 and 4-5). As for previous years, the lack of appropriate age-length keys for all distribution zones of these stocks is due to the difficulty in determining the age of the individuals and the weakness of efforts made for this purpose. Moreover, the catch of the majority of the vessels is not being sampled and the scientific surveys do not cover the entire year, which has an effect on splitting the catches and particularly complicates the situation.

*Global model*

The Schaefer dynamic production model (1954), implemented on an Excel spreadsheet, was used to assess the stocks of the two *Trachurus* sp. species in the subregion. This model was used to estimate the development of biomass and fishing mortality during the period 1991–2010. The Working Group then proceeded with a projection of abundance and catches over the following five years using different management scenarios and the same model implemented on a second spreadsheet (Appendix II).



### Input data

The Working Group prepared the data needed for the application of the dynamic production model for the two species. The assessment was based on:

- abundance indices obtained from international surveys conducted by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and complemented by the series obtained from research vessels in the subregion from 2006 based on a correction coefficient;
- CPUEs provided by Russian scientists.

For the Atlantic horse mackerel, only the abundance indices from the NANSEN series were available (national research vessels and R/V DR. FRIDTJOF NANSEN). However, for the Cunene horse mackerel and in the absence of acoustic surveys for the Senegambia zone since 2009, the Group retained the results of the fit obtained from the Russian CPUEs.

The possible effects of the environment are taken into account based on anomalies observed in certain years of the series.

The initial parameter values (intrinsic growth rate [ $r$ ] and carrying capacity of the ecosystem [ $k$ ]) used in fitting the model are presented in Table 4.6.4.

**Table 4.6.4:** Initial parameter values

Species/abundance series	$r$	$k$
<i>Trachurus trachurus</i> /Nansen series	0.73	494 000
<i>Trachurus trecae</i> /Nansen series	0.70	1500 000
<i>Trachurus trecae</i> /Russian CPUE	0.78	1700 000

### Results

#### *Trachurus trachurus*

The fit of the model using the Nansen index is presented in Figure 4.6.3. The fit is satisfactory ( $R^2 = 79$  percent) and better than that for 2009.

The results indicate that the current biomass is about half the biomass  $B_{0.1}$ . Current fishing mortality is 57 percent above  $F_{0.1}$ . The fishing effort is therefore higher than the sustainable stock level. Current fishing effort is about 2.3 times as high as the one corresponding to the maximum sustainable yield. These results show that the stock is overexploited (Table 4.6.5).

**Table 4.6.5:** Summary of the current state of the stock and fishery of *Trachurus trachurus*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{SYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /Nansen series	48%	157%	231%	257%

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

$F_{cur}/F_{SYcur}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

$F_{cur}/F_{MSY}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over the long term.

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

#### *Trachurus trecae*

The fit of the model based on the Russian CPUEs is presented in Figure 4.6.4. The Pearson correlation coefficient was very high (86 percent).

Current estimated biomass represents about half the  $B_{0.1}$  biomass. The current level of fishing effort exceeds by 74 percent the level that maintains the stock at a durable level. The current effort is higher than the one producing maximum sustainable yield ( $F_{MSY}$ ) (Table 4.6.6). These results show that the stock is overexploited.

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

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{SYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /Russian indices	45%	174%	262%	291%

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

$F_{cur}/F_{SYcur}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

$F_{cur}/F_{MSY}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract a maximum sustainable yield over long term.

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

#### Discussion

For *Trachurus trachurus*, the fit of the model using the Nansen series indicates that the current biomass reached half of the initial biomass which reflects continued overexploitation and that the current fishing mortality increased significantly in 2010.

The data available to the Working Group (scientific and commercial surveys) did not allow conclusions to be reached concerning recruitment.

For *Trachurus trecae*, despite the increase in catches observed in 2010, the stock situation has greatly deteriorated. The increasing trend of the Russian CPUEs should be analysed taking into account the stock distribution changes in the subregion. To that effect, a recommendation was made in 2010 to compare, for the two species of *Trachurus*, the spatial distributions in the commercial catches and the scientific surveys.

#### 4.7 Projections

In order to provide different options for management, the Working Group made projections based on two different catch levels in the same production model.

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

**Scenario 2:** Decrease effort by 20 percent in order to obtain a better stock yield in the long term

The projections were carried out over the next five years (from 2010).

##### *Trachurus trachurus*

**Scenario 1** (*status quo*): The projection based on the Nansen series for the period 2011–2013 shows a continued decline of catches. The abundance index, which was 50 percent below the target level in 2010, continues to decline in the three following years and deviates further from the reference level ( $U_{0.1}$ ) before stabilizing from 2013 to a level of 40 percent (Figure 4.7.1a).

**Scenario 2:** The catches, which were 25 percent above the MSY value in 2010, show first of all a sharp decline in 2010, to 10 percent below the MSY level in 2011. Afterwards, catches increase progressively to 5 percent of MSY in 2013. In this scenario, the abundance index, which was 50 percent below the target level in 2010, increases slightly to arrive at a level only 45 percent below the target abundance in 2013 (Figure 4.7.1b).

## *Trachurus trecae*

The projections are based on the assessment using the Russian CPUEs.

**Scenario 1** (*status quo*): When implementing this scenario, the catches, which were 40 percent above the MSY level, show a continuous decline until 2013. In this year, the catch level is less than 50 percent of the MSY. The biomass, which was at 50 percent of the reference value ( $U_{0.1}$ ) drops sharply in 2010 and continues to decline until 2013 when the level is less than 25 percent of the reference value (Figure 4.7.2a).

**Scenario 2** (reduction of 40 percent in fishing effort): With a reduction in effort of 40 percent, the catches, which were at 140 percent of the MSY in 2010, decrease to 80 percent of this level in 2011. They increase slightly over the next four years to reach 85 percent of the target value. The abundance, after having shown a slight decline in 2011, increases during the period 2012–2013 (Figure 4.7.2b).

### 4.8 Management recommendations

The fisheries concerned are multispecific, targeting the two *Trachurus* species. Given the situation of overexploitation of the two species of *Trachurus* (Cunene horse mackerel and Atlantic horse mackerel), the Working Group recommends reducing fishing effort by 30 percent in relation to 2010 for both species while focusing on the Cunene horse mackerel.

The Group reiterates the recommendation that the catches of both *Trachurus* species should not exceed 330 000 tonnes (FAO, 2010).

### 4.9 Future research

#### *Follow-up of recommendations made in 2010*

With respect to the three research recommendations that were formulated by the Working Group in 2010, it was noted that only two of these have been implemented. These concern the estimate of bycatch of horse mackerel by the demersal fleet and the sampling of length frequencies in the stock areas.

However, IMROP intends to start a study in 2011 on the spatial distribution in commercial catches and scientific surveys of the two species of *Trachurus*.

#### *Recommendations in 2011*

The Working Group suggests the following research recommendations:

- Clarify the confusion between juveniles of horse mackerel and anchovy in catch declarations in Mauritania (see the same recommendation in the chapter on anchovy).
- Conduct acoustic surveys throughout the subregion (see the same recommendation in the chapter on sardine).
- Enhance available biological data on horse mackerel to improve the data quality for the analytical model and analyse the spatial-temporal distribution of cohorts in the subregion based on existing data (scientific surveys, logbooks, sampling, ichthyologic data, etc.).
- Propose an annual separation key for species of horse mackerel in the catches in the subregion.

## 5. CHUB MACKEREL

### 5.1 Stock identity

The distribution of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) has been described during previous Working Groups (FAO, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 and 2009).

Two stocks of chub mackerel have been identified in Northwest Africa: the northern stock between Cape Boujdor and the north of Morocco, and the southern stock between Cape Boujdor and the south of Senegal. A study was initiated in 2010 in Morocco as part of a scientific project between the INRH and JICA of Japan for the identification of chub mackerel through genetic and morphometric studies.

Since the 2003 meeting, owing to a lack of information on the possible migrations between the two stocks, the Working Group decided to proceed with a joint assessment of the two stocks of this species in its general distribution area.

### 5.2 Fisheries

In Zone A+B and the northern zone (Tangiers–Cape Boujdor), the chub mackerel is exploited by the Moroccan fleet. This fleet is composed of coastal purse seiners which mainly target sardine but also take chub mackerel depending on its availability. A fleet of Spanish purse seiners has also operated in the northern zone since April 2007. Its landings of chub mackerel in 2010 were however insignificant.

In the zone between Cape Boujdor and Cape Blanc, in addition to the coastal Moroccan purse seiners, a fleet of pelagic trawlers operates under the Morocco–Russian Federation fishing agreement. Other vessels in this area are chartered vessels operated by Moroccans and trawlers operating under the Morocco–European Union fishing agreement. In 2010, the fleet of Ukrainian vessels operating as chartered vessels did not fish in the zone.

In the Mauritanian zone, Russian and Ukrainian pelagic trawlers fish mackerel on a seasonal basis. Mackerel is also taken as bycatch by EU vessels that normally fish for other species. In 2008, the fisheries inspection service put in place new surveillance measures using satellites and a vessel monitoring system (VMS). This should have resulted in improved catch declarations.

In the Gambia and Senegal, chub mackerel is considered as bycatch of the Senegalese artisanal fleet. In 2010, a Russian fleet composed of three industrial fishing vessels operated in Senegal between March and May and fished chub mackerel as bycatch.

#### *Total catches*

The annual trend in catches of *Scomber japonicus* by country for the period 1990–2010 is given in Table 5.2.1 and Figure 5.2.1.

Catches in the northern fishery (north of Cape Boujdor) fluctuated between 11 000 tonnes and 84 000 tonnes during the period 1990–2010. From 2002–2007, the catches showed an increasing trend, going from 22 700 tonnes in 2002 to a record catch of 84 000 tonnes in 2007. Subsequently they declined and stabilized at 52 000 tonnes in 2009 and 51 000 tonnes in 2010. The catch in 2010 was mainly taken in Zone A where around 30 000 tonnes of chub mackerel were landed (Table 5.2.1 and Figure 5.2.1). In Zone B, only 2 000 tonnes were landed as against 7 000 thousand tonnes caught in 2009. The catches between Cape Cantin and Cape Spartel were around 18 000 tonnes in 2010, representing an increase of about 45 percent compared with 2009.

Catches in Zone C (Cape Boujdor–Cape Blanc), where the trawlers operate under fishing agreements with the Russian Federation and charters, increased progressively during the period 1993–1998 and reached a maximum of around 150 000 tonnes. After that, catches showed a continuous decline until 2002; this was due to the end of the above agreements and the departure of the Russian vessels in

1999, followed by the departure of the Ukrainian and other chartered vessels in 2001. Catches increased again in 2003 and showed an increasing trend until 2006 when over 100 000 tonnes were caught. They decreased to 89 000 tonnes in 2007 and increased sharply afterwards to reach in 2009 a level close to that of 1998 with 142 000 tonnes. In 2010, catches declined to 86 000 tonnes, of which 42 percent were taken by the Russian fleet, followed by the Moroccan fleet with 36 percent and the EU fleet with 21 percent.

In Mauritania, the total catch of chub mackerel increased during 1990–1996 to about 100 000 tonnes. Thereafter, it decreased reaching a low level of about 21 000 tonnes in 1999. The catch then increased progressively until 2003; a record year with 133 000 tonnes caught. Since then, catches have sharply declined to 38 000 tonnes in 2005 and 33 000 tonnes in 2006. In 2007, the catch increased again to 80 000 tonnes, but thereafter decreased to 68 000 tonnes in 2008 and 44 000 tonnes in 2009. In 2010, the catch increased to 75 000 tonnes mainly taken by the East European fleet with 84 percent and the EU fleet with 16 percent (Table 5.2.1 and Figure 5.2.1).

In Senegal and the Gambia, chub mackerel is only a bycatch. Catches by the artisanal fishery in Senegal in 2010 were 10 300 tonnes, an increase of around 80 percent compared with 2009. A catch of 1 174 tonnes was also taken by the Russian fleet, recently operational in Senegal, in addition to the 35 000 tonnes caught by the Senegalese industrial fleet. The total catch in Senegal, of around 11 500 tonnes, is the second highest catch for the entire series, after the record 14 100 tonnes in 2003.

A catch of 312 tonnes was recorded in the Gambia in 2009 of which 79 percent was taken by the artisanal fleet and 21 percent by the industrial fleet. This value increased by 135 percent compared with the 2009 level.

Since 1991, the trend of total chub mackerel catches for the whole subregion has seen an increase, reaching over 210 000 tonnes in 1997, after which catches fluctuated around an average value of 181 000 tonnes until 2006. After this year, catches strongly increased and stayed above 240 000 tonnes, with 257 000 tonnes in 2007, a maximum of 268 000 tonnes in 2008, and 244 000 tonnes in 2009. The catches declined in 2010 to 225 000 tonnes (Table 5.2.1 and Figure 5.2.1).

#### *Fishing effort*

Fishing effort of the coastal purse seiners is expressed in number of positive trips. That of the pelagic trawlers is expressed in fishing days. Given the multi-specific nature of the fishery, the estimated fishing effort for chub mackerel is the same as that used for the assessment of sardine, horse mackerel and sardinella.

### **5.3 Abundance indices**

#### **5.3.1 Catch per unit of effort**

The CPUEs are calculated using the method described in the Working Group report of 2004 (FAO, 2004).

In 2005, the CPUE in tonnes/day RTMS declined sharply compared with 2004 and it stayed at the same level of around 41 tonnes/day RTMS in 2006 and 2007. In 2008 and 2009, the CPUE increased to 47 and 49.6 tonnes/day RTMS respectively. In 2010, the CPUE again dropped to 42 tonnes/day RTMS (Table 5.3.1 and Figure 5.3.1).

#### **5.3.2 Acoustic surveys**

##### **Coordinated regional survey**

The biomass and abundance of chub mackerel were estimated during the coordinated regional survey in November–December 2010, conducted by the national research vessels of the region (R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and R/V AL-AWAM in Mauritania). The acoustic survey by R/V ITAF DEME could not be conducted in Senegambia; an area where normally

only a few echo traces of mackerel are detected at this time of the year. The biomasses recorded were converted into R/V DR. FRIDTJOF NANSEN equivalents by applying the intercalibration coefficients between the national vessels and the Norwegian vessel. While waiting for new results of the analysis of the intercalibration, the Group decided to use the same conversion coefficients as used during the 2009 Working Group (Table 1.7.1).

Between 1999 and 2005, the biomass of chub mackerel has shown an upward trend, from a minimum of 98 000 tonnes in 2000 to a maximum of 852 000 tonnes in 2005 (Figure 5.3.2a). It then fluctuated between 430 000 tonnes in 2006, 610 000 tonnes in 2007 and 2008 and 756 000 tonnes in 2009. In 2010, the biomass of chub mackerel dropped sharply to 285 000 tonnes, a decrease of 62 percent compared with the peak recorded in November 2009. Fifty-three percent of the chub mackerel was recorded in Zones A+B and 47 percent between Cape Boujdor and Cape Blanc. No mackerel was detected in Mauritania in 2010.

#### *R/V ATLANTIDA*

In 2010, R/V ATLANTIDA conducted an acoustic survey in the Moroccan region from Cape Cantin to Cape Blanc from 9 July to 8 August and in Mauritania from 15 to 26 August. The total biomass of mackerel was estimated at 718 000 tonnes, of which 708 000 tonnes were found in the north of Cape Blanc. The biomass continued its decreasing trend compared with the 1 300 000 tonnes recorded in 2008 and 1 024 000 tonnes estimated in 2009 (Figure 5.3.2b).

The recruitment survey usually carried out in Morocco and Mauritania from November to December did not take place in 2010/January 2011. The indices for classes 0+ and 1+ of the year 2010 are estimated on the basis of the declines recorded between the series of these indices during the previous years and that of upwelling indices in Cape Blanc, for the period of the year before the peak mackerel egg laying season. The estimated abundance indices for classes 0+ and 1+ are given in Table 5.3.2c and Figure 5.3.2c.

Between 2003 and 2005, the class 0+ index stabilized at around 4 000 million recruits. The index fell in 2006 and 2007 and then recovered slightly to reach 2 840 million in 2009. In 2010, the class 0+ index fell again and reached the value of 1 441 million recruits (Table 5.3.2c).

The estimated 1+ class index in relation to other indices (where there was no recruitment survey) was 2 314 million recruits in 2010, a level close to that of the year 2009 and which was the highest of the entire series of indices derived previously.

**Table 5.3.2c:** Abundance indices of juvenile mackerel in the Central-Eastern Atlantic region from the recruitment surveys (in millions)

Year	Age classes	
	0+	1+
2003	4 538	1 024
2004	3 528	916
2005	4 344	1 403
2006	1 883	2 120
2007	1 233	569
2008	2785	567
2009	2840	2335
2010	1441	2314

## 5.4 Sampling of the commercial fisheries

Sampling intensity during 2010 is given in Table 5.4.1.

### *Morocco*

Since 2004, sampling has increased in the region north of Cape Boujdor (Zones A+B), which is exploited by Moroccan coastal purse seiners. Whereas 130 samples comprising 6 319 individuals were taken in 2004, sampling increased to 262 samples comprising 16 679 individuals in 2008, and fell to 175 samples with 11 700 individuals in 2009. In 2010, sampling dropped sharply to only 89 samples comprising 4 682 individuals. Sampling in 2010 occurred only in Zone A, where sampling took place the whole year.

In 2010, 240 individuals were used for the biological studies. This number is considerably lower than the 7 042 individuals sampled in 2008 and 561 individuals in 2009. Overall, sampling intensity fell from 4.5 samples per 1 000 tonnes in 2009 to 3 samples per 1 000 tonnes in 2010.

For the southern fishery (between Cape Boujdor and Cape Blanc), 201 samples comprising 33 437 individuals were collected in 2010 from the Russian fleet. In 2009 the number of samples collected in this was zone was 17, comprising 740 individuals, collected from the Moroccan fleet.

Sampling intensity was 6.9 samples per 1 000 tonnes in 2010. Sampling intensity recovered after declining since 2005, from 9.3 samples per 1 000 tonnes in 2005, to 2.7 samples in 2007, 1.8 samples in 2008 and 0.2 in 2009. This increase is due to the resumption of sampling on Russian vessels to the north of Cape Blanc.

### *Mauritania*

In the Mauritanian fishery, sampling is carried out on board pelagic trawlers by IMROP scientists and Russian observers.

In 2010, 119 samples with 22 591 individuals were taken, against 121 samples with 5 406 individuals in 2008. Of these samples, 66 percent came from Russian and Ukrainian boats.

Sampling intensity has been declining since 2006. From 6.2 samples per 1 000 tonnes in that year, it decreased to 4.2 samples in 2008, 2.6 in 2009 and 1.6 samples in 2010.

### *Senegal*

In 2010, sampling in Senegal was carried out on catches of the industrial fleet. Sampling of mackerel was not carried out that year on landings of the artisanal fleet. Sixty-six samples comprising 5 462 individuals were collected in 2010 by Russian boats. Overall, sampling intensity was 6.5 samples per 1 000 tonnes against 4.4 samples per 1 000 tonnes in 2009.

## 5.5 Biological data

### Length frequencies

#### *Commercial catches*

In Morocco, the length composition of mackerel catches in Zones A, B in 2010 was based on Moroccan data. In Zone C, the length composition was based on Russian data.

In Mauritania, it was based on Russian data and Spanish data collected in Las Palmas. For Senegal, length distributions were based on the sampling of the artisanal fishery. The length frequency distribution for mackerel was analysed, for both the northern and southern stocks for the period 2004 to 2008 (Figures 5.5.1a, b).

Lengths taken from the Moroccan purse seiners landings in Zones A+B en 2006 had a bimodal distribution with a main mode of young individuals of 12 cm and a secondary mode of 22 cm. Since 2007, the length structure was unimodal with a mode at 20 cm in 2007, 19 cm in 2008, 21 cm in 2009 and 21 cm in 2010.

In the southern fishery, the length distribution of landings in 2006 was characterized by a main mode of 23 cm and also the presence of lengths reaching 46 cm. In 2007, three main modes were observed at 20, 24 and 30 cm. The presence of large fish, up to 42 cm and the absence of fish of less than 17 cm were also observed. In 2008, the distribution was bimodal with modes at 22 cm and 24 cm and a range of lengths that was not as wide as that in the previous two years. In 2009, the distribution showed a main mode at 23 cm and a secondary mode at 30 cm with the presence of fish with maximum length of 41cm. In 2010, the length distribution was between 20 and 45 cm with a pronounced mode at 24 cm and a secondary mode at around 34 cm.

#### *Acoustic surveys*

The length distributions of mackerel in the zones north and south of Cape Boujdor, estimated during the acoustic surveys carried out by the national research vessels (R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH and R/V AL-AWAM) in November–December 2009, are shown in Figures 5.5.2a and 5.5.2b.

In the area north of Cape Boujdor, lengths ranged from 15 to 22 cm, despite the presence of some large individuals of 28 cm, and showed a clear mode at around 17 cm. This mode was found at 19 cm in 2009.

In the southern zone, the mackerel found were adults with lengths between 17 and 32 cm. The length distribution was almost unimodal dominated by lengths of 22 to 25 cm. The young individuals of mackerel were not taken during this survey.

#### *Age composition*

The age-length key for mackerel by age group was obtained from Russian samples in 2010. This key was then used to estimate the total and average weight by age for mackerel landed in the whole subregion. The estimated age compositions and average weights by age in the northern and southern regions and for the whole subregion have been updated in Tables 5.5.2a and 5.5.2b.

In general, the average weights by age group estimated for the first ages 1+, 2+ and 3+ in 2010 are higher than those in 2009, the mean weight of the 4+, 5+ and 6+ age groups declined compared with that in 2009.

#### *Growth parameters*

The growth parameters and the coefficients of the length-weight relationship were calculated by the Length Frequency Data Analysis (LFDA) 0.5 programme using sampling data from Moroccan ports. These parameters are given in Table 5.5.3 below.

**Table 5.5.3:** Growth parameters of *Scomber japonicus*

	<b>K</b>	<b>L<sub>inf</sub></b>	<b>t<sub>0</sub></b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Zone A+B</b>	0.16	47.14	0.11	0.005	3.1455	0.8951

#### *Maturity*

The maturity ogives by age estimated from Russian data were those calculated for 2007 (Table 5.5.4).

**Table 5.5.4:** Percentage of mature individuals by age class of *Scomber japonicus*

<b>Years/age</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6+</b>
<b>1992-2005</b>	0	0.2	0.8	1	1	1	1



## 5.6 Assessment

### *Assessment of data quality*

The Working Group proceeded with an exploratory analysis of age data using Russian catches, in order to test the possibility of age structured assessments to this species. The linear correlation coefficients calculated between the different age classes and those corresponding to the previous year are given in Table 5.6.1.

**Table 5.6.1:** Coefficient of the linear inter-relationship between catches of consecutive ages of mackerel cohorts

Age group	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Correlation coefficient in 2009	0.70	0.64	0.20	0.52	0.50
Correlation coefficient in 2010	0.69	0.51	0.27	0.49	0.22

The correlation between the first four age classes is a little lower than in the previous year, except for the age group 3-4 for which the correlation is slightly higher. The correlation for the last age group has strongly declined compared with 2009. This decline must be due to the change in the exploitation pattern compared with 2009, with catches reduced to one third of the total catch to the north of Cape Blanc, where the small fish are more abundant than in the south of Cape Blanc where catches have increased. The Working Group decided to use the data and proceeded with a simulation of the data using the analytic models ICA (Patterson et Melvin, 1995) and XSA (Shepherd, 1999).

### *Global model*

The Schaefer logistic production model implemented on an Excel spreadsheet was used for the assessment. Another Excel spreadsheet based on the same model was used to carry out catch and biomass projections for the next four years, following different management scenarios (Appendix II).

### *Data*

The catch data used by the Working Group were the total catch series of the whole subregion for the period 1999–2010.

The biomass indices used for the simulation were the acoustic biomasses from the Nansen series (R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and national vessels), which started in 1999.

The parameters used for the carrying capacity  $K$  and the intrinsic growth rate  $r$  used as starting models were the following:

<b>Intrinsic growth rate <math>r</math></b>	0.89
<b>Carrying capacity <math>K</math> (in tonnes)</b>	1220

### *Results*

The results from the fit of the model to the Nansen data series are shown in Figure 5.6.2 and Table 5.6.2.

**Table 5.6.2:** Summary of the results from the fit of the global model

Mackerel stock/Nansen biomass index	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{SYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
		64%	91%	118%

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

$F_{cur}/F_{SYcur}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would produce a sustainable catch at the current biomass level.

$F_{cur}/F_{MSY}$ : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would extract maximum sustainable yield over the long term.

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

The results show that the current stock biomass is 36 percent below the  $B_{0.1}$  target biomass. The current level of exploitation is 31 percent above  $F_{0.1}$ .

#### *Discussion*

The stability observed in the series of biomass and catches before 2007 did not allow a proper fit of the model. Now the fit has improved thanks to fluctuations that were observed in the data series in the last years.

Given the results of the model for the biomass and fishing effort, and the reduction in effort and catches between 2009 and 2010 as well as the exceptional environmental conditions described in Chapter 1 which has led to a large reduction in the biomass, the Group decided that the stock is fully exploited.

#### *Analytic models*

The ICA and XSA models were applied and the effect of different factors on the fit and stability of the model were tested. The criteria for the fit of the models were the minimization of the SSQ residuals and the similarity of the SSB (spawning stock biomass) and fishing mortality F curves using a retrospective analysis of the data.

The parameters used for fitting the model were the CPUE of the fleet, separate fishing periods and the selection (S) on the last age. The reference age used was 3, the number of years for the separability constraint was 5, and the selectivity on the last age was 1.7.

#### *Input data*

The data used for the two models ICA and XSA are given in Tables 5.3.1, 5.5.2 and 5.6.3a, b, c, d. The natural mortality used was 0.5.

For the XSA model, the catchability depends on the size of the stock for ages below 2, and does not depend on ages above 4. The estimated number of survivors is narrowed down to the average fishing mortality of the last two ages. The estimated mortality coefficient is narrowed down towards the F average of the last seven years or the last two ages.

#### *Results*

The fishing mortalities for age groups 1 to 5 during the period 1992–2010 were recalculated on the basis of this fit. The results of this analysis are given in Tables 5.6.2a and b. The results of the fit are given in Figure 5.6.3.

**Table 5.6.4:** Fishing mortality by age groups estimated by the ICA and XSA models

Age group	1	2	3	4	5
ICA	0.05	0.16	0.19	0.25	0.33
XSA	0.11	0.24	0.29	0.30	0.36

With the ICA model, the estimated mortality for the year 2010 reached 0.28 year<sup>-1</sup>, which is the lowest value for the period 1998–2009. With the XSA model, this mortality was 0.26 year<sup>-1</sup>, which is the lowest value between 2006 and 2009. These two values are below the natural mortality coefficient  $M=0.5$  year<sup>-1</sup>. The results of the two analyses show that the level of fishing effort was slightly above the recommended effort, but was close to the latter value.

The estimated SSB curves from both models are almost identical. The comparison in trends of estimated biomass and landings are shown in Figures 5.6.4. and 5.6.4b. The catches declined in 2009 in comparison with 2008, and the biomass estimated by the model has increased.

## 5.7 Projections

### *Projections from the production model*

The Working Group carried out a projection of mackerel catches and biomass indices for the following five years using different scenarios. The results are shown in Figures 5.7.1a and 5.7.1b.

Two scenarios were considered for future projections:

- Maintaining fishing effort at its current level (status quo). This supposes that there is no change in strategy of the fleets so that the effort level remains the same. This would lead to an improvement in biomass in 2011 in comparison with 2010, followed by stabilization at a level above the biomass that would produce a sustainable yield (BMSY). The catches will decline in 2011 by around 20 percent and increase above the MSY level in 2014 (Figure 5.7.1b).
- An effort reduction of 10 percent compared with the current level. The catches will decline substantially in 2010, because of the decrease in effort, but will then increase significantly to the current level after two years. The biomass index will increase to around the sustainable level BMSY in 2011 and then rise 20 percent above that level in 2012 (Figure 5.7.1a).

### *ICA projections*

The ICA model projection is carried out over two years. The results are shown in Figure 5.7.2.

- To keep catch in 2011 at its current rate, with a recruitment level in 2012 similar to that in 2008 of around 6 400 million individuals, followed by a reduction in recruitment, a catch of 200 000 tonnes in 2012 would lead to an increase in the biomass SSB. Under the same conditions, but with recruitment in 2012 corresponding to the average for the period 2005–2010, the biomass will slightly decline compared with 2011.
- If estimated recruitments during the last five years are the highest of the series with an average above 5 000 million individuals, despite the decline observed in 2009 and 2010, it is unlikely that the recruitment for the period 2012–2013 would correspond to the average for the period 1992–2010 which is 3 786 million individuals. In this case, the projected biomass after 2012 would be 85 percent of the value estimated in 2011 and 77 percent of that estimated in 2010.

The result of the analytical model projection is, therefore, the same as that of the global model, confirming that the stock is fully exploited. In the light of these results, and taking into account the uncertainty of the recruitment data estimated for the year 2010, the Working Group recommends not to exceed a maximum catch of 200 000 tonnes.

## 5.8 Management recommendations

On the basis of the results from the global and analytical assessments, and in light of the reduction in fishing effort and the decline in biomass which is mainly due to environmental conditions and not an increase in catches, the Working Group recommends that catches should not exceed the maximum level of 200 000 tonnes.

## 5.9 Future research

### *Follow-up on previous year's recommendations*

Two recommendations of the previous year have been implemented:

- Studies for the identification of mackerel using genetic and morphometric methods were initiated in Morocco as part of a research project between INRH and JICA of Japan.
- Only the scientists of AtlantNiro have continued the collection and reading of otoliths.

### *Future recommendations*

Given the fact that last year's recommendations were only partially implemented in 2010, they have been carried over to this year.

- Continue studies recently undertaken on stock identity in the region.
- Ensure that biological sampling is carried out for all fisheries in the subregion.
- Increase the collection and reading of otoliths in order to establish the age-length keys by fishery and/or by zone.

## **6. ANCHOVY**

### **6.1 Stock identity**

In the absence of studies on the stock identity of this species, the Working Group considers all anchovy in the whole subregion to belong to a single stock.

### **6.2 Fisheries**

In the northwest region of Africa anchovies are fished mainly in Morocco and Mauritania. In Morocco they are fished by a fleet of Moroccan sardine boats in Zone North, A and B, and in Zone North by a fleet of Spanish purse seiners. This species is not targeted by the industrial pelagic fishery in Mauritania, which takes it only as bycatch

#### *Total catches*

Catches of anchovy are shown in Table 6.2.1 and Figure 6.2.1. In 2010, catches of anchovy in the subregion increased by 30 percent compared with 2009, from 115 000 tonnes to 149 000 tonnes respectively. This increase was recorded mainly in Morocco, with around 19 000 tonnes taken by the Moroccan fleet in the Zone North+A. In Mauritania, catches also increased by 15 000 tonnes taken by the fleet from countries from the former URSS (Figure 6.2.1).

In 2010, around 76 percent of the total anchovy catch in the subregion was recorded in Mauritania. It has increased from 8 percent of the total catch in 1995 to more than 95 percent in 2003. In 2004 and 2005, catches decreased by 47 percent in Mauritania. In 2006 and 2007, catches increased again, before showing another decline in 2008 and 2009 followed by another increase in 2010. Catches by the Russian and Ukrainian fleets represent 71 percent of the total declared catch in Mauritania. However, several indications exist that the bulk of the catches declared in Mauritania as anchovy could be juvenile horse mackerel or other species which have been processed into fishmeal and thus are impossible to identify.

In Morocco, catches of anchovy in 2010 doubled compared with 2009 despite the fact that there was no change in the fleet operating in the zone. The largest part of this catch was taken in the northern zone with more than 10 000 tonnes and in Zone A with more than 17 700 tonnes, representing an increase of 230 percent compared with 2009 in the two zones (Table 6.2.1).

#### *Fishing effort*

Fishing effort for anchovy is defined as the total effort of all coastal purse seiners directed at all pelagic species in Mauritania and Morocco. The Spanish fleet is composed of 20 purse seiners that operate in the northern zone of Morocco. They spent 497 days at sea.

### **Recent developments**

En 2009, no new developments were observed in the subregion.

### 6.3 Abundance indices

#### 6.3.1 Catch per unit of effort

The CPUEs could not be calculated due to the absence of effort data.

#### 6.3.2 Acoustic surveys

##### Coordinated regional surveys

During 2010, a coordinated regional survey was carried out in November by the national research vessels AL AMIR MOULAY ABDALLAH in Morocco and AL-AWAM in Mauritania. The abundance indices for anchovy, estimated by these vessels, were converted using factors from the intercalibration exercise between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH in 2006 and between R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and R/V AL-AWAM in 2005 (Table 6.3.1). Figure 6.3.1 shows that the total biomass in the subregion has decreased in 2010 compared with 2009, especially in Morocco.

**Table 6.3.1:** Estimated biomass ('000 tonnes) of *Engraulis encrasicolus* in November (2000–2010) for Mauritania and Morocco with R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and the local vessels converted since 2007

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mauritania	237	23	35	30	80	98	33	41	52	1	8
Morocco	115	8	36	30	80	55	41	145	74	52	135
Total	352	31	71	60	160	153	74	186	126	53	143

##### R/V ATLANTIDA

In 2010, R/V ATLANTIDA carried out an acoustic survey in Morocco which estimated the anchovy biomass at 20 000 tonnes mainly found in the Cape Juby area (28°N). The lengths recorded were from 8.5 cm to 18.5 cm with two modes at 10 cm and 12 cm (Table 6.3.2).

**Table 6.3.2:** Anchovy biomass estimated for R/V ATLANTIDA from 1995 to 2010

Survey	Morocco	Mauritania	Total
Sept-95	17 000	5 000	22 000
June-96	16 000	97 000	113 000
June-98	131 000	97 000	228 000
June-99	44 000	40 000	84 000
July-00	-	0	0
August-01	-	0	0
July-04	6 000	0	6 000
July-06	4 000	38 000	42 000
July-07	31 000	15 000	46 000
July-08	0	5 000	5 000
July-09	4 247	0	4 247
July-10	20 004	0	20 004

## National surveys

### *R/V AL-AWAM*

In 2010, the R/V AL-AWAM carried out two acoustic surveys in July and November. In July, no trace of anchovy was detected in Mauritania. However, during the survey in November a small trace of anchovy was observed off Cape Blanc estimated at 4 300 tonnes (Table 6.3.3). The lengths of the individuals were between 9 cm and 12 cm with a mode at 10 cm. The anchovy abundance has dropped considerably since 2008 in this zone (Figure 6.3.1).

**Table 6.3.3:** Acoustic surveys carried out by R/V AL-AWAM in July and November from 2003 to 2010

Survey	Cape Timiris– Cape Blanc	Saint Louis– Cape Timiris	Total
<b>June-03</b>	333 122	-	333 122
<b>Dec-03</b>	53 789	9754	63 544
<b>April-04</b>	248 996	79495	328 490
<b>Nov-04</b>	16 160	0	16 160
<b>March-05</b>	5 969	1727	7 695
<b>Nov-05</b>	44 842	0	44 842
<b>March-06</b>	27 536	483	28 019
<b>Nov-07</b>	18 888	0	18 888
<b>March-08</b>	21 000	7000	28 000
<b>Nov-08</b>	24 000	0	24 000
<b>Nov-09</b>	500	0	500
<b>Nov-10</b>	4 300	0	4 300

### *R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

In 2010, the research vessel AL AMIR MOULAY ABDALLAH carried out two acoustic surveys in June–July and in November–December. During the survey in June–July, the anchovy biomass was estimated at 52 000 tonnes between Cape Cantin and Cape Boujdor and at 5 000 tonnes between Cape Boujdor and Cape Blanc. These estimates showed an increase compared with 2009 during the same period (Table 6.3.4).

During the surveys in November–December, the anchovy biomass was estimated at 123 000 tonnes between Cape Cantin and Cape Boujdor and at 68 000 tonnes between Cape Boujdor and Cape Blanc. These estimates indicate a strong increase since the start of acoustic surveys by this vessel (Table 6.3.4).

**Table 6.3.4:** Acoustic surveys carried out by R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH, in July and November from 2003 to 2010

Survey	Cape Cantin– Cape Boujdor	Cape Boujdor– Cape Blanc	Total
Dec-03	14 000	-	14 000
Dec-04	4 000	-	4 000
Dec-05	32 000	-	32 000
June-06	0	-	0
Dec-06	0	25 000	25 000
June-07	140 000	0	140 000
Dec-07	118 000	28 000	146 000
June-08	161 000	23000	184 000
Dec-08	71 000	35 000	106 000
July-09	0	5 000	5 000
Dec-09	74 000	1 000	75 000
June-10	52 000	5 000	57000
Dec-10	123 000	68 000	191 000

*R/V ITAF DEME*

The R/V ITAF DEME did not conduct a survey in 2010.

#### 6.4 Sampling of commercial fisheries

Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* in Mauritania and Morocco in 2008 and 2009 is shown in Table 6.4.1.

In the northern part of Morocco, the IEO scientific team in 2010 took 27 samples and measured 2 485 anchovy individuals from 20 Spanish purse seiners. This constituted a considerable increase in sampling intensity compared with 2009.

In Zone A, 113 samples were taken and 18 451 individuals were measured. Otoliths were collected from 440 individuals in 2010, constituting an increase in sampling intensity compared with 2009. In Zone B, however, a decrease in sampling intensity was recorded in comparison with 2009. Here 3 samples were taken during the second and third quarters, with 319 individuals measured. A total of 41 otoliths were taken for age reading.

Despite the fact that the EU vessels do not usually fish for anchovy in Mauritania, IMROP observers collected 14 samples and measured 155 individuals.

#### 6.5 Biological data

In 2010, the biological data available for anchovy consisted of three sets of length frequencies data collected in Morocco by the IEO scientific team from landings of Spanish purse seiners operating in zone North and by INRH in Zones A+B.

In the northern zone, the length of the anchovy ranged from 12 cm to 17 cm with two modes of lengths ranging from 14.5 cm to 15.5 cm (Table 6.5.1). In Zone A, the length of the individuals varied between 9 and 16.5 cm with a modal length of 13.5 cm (Table 6.5.1). In Zone B, the lengths ranged from 9 cm to 16.5 cm with a mode at 13.5 cm (Table 6.5.1). The length estimates and number of individuals of *Engraulis encrasicolus* in the subregion collected in 2010 by R/V AL AMIR and R/V AL-AWAM are shown in Figure 6.5.2.

## 6.6 Assessment

In 2010, the data available on the anchovy fishery in the subregion were insufficient for the application of a production model. The Group therefore applied the yield-per-recruit model of Thomson and Bell and the LCA model. The two models used are described in Sparre and Venema (1996).

### *Input data*

For the application of the LCA model, the Group used the sampling data of landings in the northern zone, and A+B zones in Morocco in 2009 and 2010. An average of the length distributions of the total catch for the areas concerned has been used for these two years. The final distribution contains individuals with lengths between 8 cm and 18.5 cm (Tables 6.4.1a–c).

The growth parameters used were obtained from a study carried out in Zone A by INRH in 2008 and 2010 (Table 6.6.1). The value of natural mortality of 1.5 was obtained from the thesis of Ba Ibrahima in Mauritania in 1988 (Ba Ibrahima, 1988).

**Table 6.6.1:** Growth parameters for *Engraulis encrasicolus* in Morocco in 2008 and 2010

Growth Parameters			Length-weight ratio		
$L_{\infty}$ (cm)	K year <sup>-1</sup>	$t_0$ year	a	b	$r^2$
17.259	1.2	-0.33	0.0027	3.3444	0.94

### *Results*

After the necessary model fits, the results indicate that current fishing mortality ( $F_{cur}$ ) is equal to the value corresponding to  $F_{0.1}$  (Figures 6.7.1 and 6.7.2). This means that the stock is fully exploited.

### *Discussion*

The discussions of the Group dealt with the quality and availability of data on this species in the different fishing areas, in particular Mauritania and in Zone C. Whereas catches of anchovy in Mauritania could possibly constitute a large part of the total catch in the subregion, no biological data or effort data are available for this area for the entire period. In Morocco, biological data are only available for the northern area and Zones A+B. Furthermore, there is uncertainty about the stock identity of the anchovy. Because of the short lifespan of anchovy (two years at the most), abundance is dependent upon variations in recruitment. Moreover, acoustic abundance indices (Figure 6.3.1) showing rather large fluctuations are not reflected in the model. For the reasons mentioned above, the diagnosis of full exploitation resulting from the model should be considered with prudence.

## 6.7 Projections

The Working Group was unable to make short- or medium-term projections for the anchovy stock in the subregion because of the strong interannual variation in abundance and the short lifespan of this species.

## 6.8 Management recommendations

While waiting for more information on the stock identity of anchovy in the subregion and more reliable catch statistics, the Working Group takes a precautionary approach and recommends not to increase effort and catches above the current level.



## 6.9 Future research

### *Follow-up on last year's recommendations*

As the 2009 Working Group recommendations were not fully implemented, the 2010 Group reiterates the following recommendations:

- Reach a decision on the confusion between juveniles of horse mackerel and anchovy in catch declarations in Mauritania.
- Collect a time series of effort data for assessment of the stock.
- Intensify sampling in the different segments of the fishery to identify and distinguish anchovy in reported or processed catches.

## 7. BONGA

### 7.1 Stock identity

The assumption that the West-African bonga shad stock is a single stock was maintained by the Working Group. A detailed description of the stock is given in the 2007 report of the FAO Working Group. In the region, the bonga shad (*Ethmalosa fimbriata*) is mainly concentrated in the Gambia, Mauritania and Senegal.

### 7.2 Fisheries

The bonga shad is mainly exploited by the artisanal fisheries in the Gambia and Senegal and recently in Mauritania. It is mainly fished using surround gillnets.

This year, the largest catch of bonga was found in Mauritania constituting about 78 percent of total catches of this species in the region. The bonga fishery is one of the major sources that have been feeding the new fishmeal factories in Nouadhibou since 2008.

#### *Total catches*

The total catches of the bonga resource in the subregion are presented in Table 7.2.1 and Figure 7.2.1.

Overall, total catches of bonga in the region have been relatively stable in the last four years of the catch series between 2006 and 2009. Prior to this period, catches were declining, from 49 000 tonnes in 2001 (the largest catch in the series) to about 21 000 tonnes in 2006 (Figure 7.2.1). Catches of bonga in the Gambia and Senegal have been on a downward trend since 2003 despite fluctuations in catch levels. A stable state of annual catch levels was observed in the Gambia in the last four years while in Senegal the catches slightly oscillated during the same period. The five-year average of 24 200 tonnes was estimated for this species. The marked increase in catches of bonga in Mauritania in 2009 was attributed to the establishment of a fishmeal factory in this country; the almost complete absence of bonga in the Mauritanian catch records in 2008 was attributed to cessation of the fishery that year due to lack of a market.

#### *Fishing effort*

The effort of the Gambian and Senegalese artisanal surround gillnet fishers over the years are presented in Table 7.2.2 as number of fishing trips.

No effort data was provided by Mauritania.

#### *Recent developments*

Sampling systems for biological parameters and statistical data are being implemented in the Gambia and Mauritania to address data paucity problem.

### 7.3 Abundance indices

#### 7.3.1 *Catch per unit of effort*

A time series CPUE estimate was based on the effort data provided by the Gambia and Senegal (2006–2010) (Figure 7.3.1). The artisanal fishing industry targeting bonga in the Gambia and Senegal uses the same type of canoes and fishing nets (surround gillnets) and hence compatible CPUE. The CPUEs have been declining since 2001, from 1.76 tonnes per trip to 0.82 tonnes per trip in 2006, before increasing to 1.04 tonnes in 2009 and to 1.12 tonnes in 2010 (Figure 7.3.1).

#### 7.3.2 *Acoustic surveys*

Because of the distribution of bonga, with large concentrations in shallow waters of the estuary, acoustic surveys could not be done to estimate the standing biomass of this species.

### 7.4 Sampling of the commercial fisheries

Sampling of bonga was carried out in Mauritania and the Gambia on the artisanal fishery landings in 2010. In the Gambia, 102 samples of 17 190 individuals were taken. Sampling intensity in the Gambia has increased from 7 to 8 samples per 1 000 tonnes between 2009 and 2010 (Table 7.4.1). For Mauritania, the Group does not have sampling intensity data on the length distribution obtained in 2010. In Senegal, no sampling of bonga was carried out in 2010.

### 7.5 Biological data

Length frequency data from commercial fisheries in Mauritania and the Gambia were available to the Working Group in 2010. There was no biological data from Senegal, but Figure 7.5.1 shows the length compositions of catches of *Ethmalosa fimbriata* in Senegal (2004–2009).

The length composition for the Mauritanian artisanal fisheries indicated two modes at 28 cm and 33 cm (Figure 7.5.2). For the Gambia, length frequencies were fairly large, with one distinct peak at 26 cm (Figure 7.5.3).

There was no survey data on *Ethmalosa fimbriata* in the subregion in 2010.

### 7.6 Assessment

#### *Method*

The Schaefer dynamic production model could not be used due to the considerable increase in bonga catches in the subregion in the last two years.

The length frequency series obtained from the Mauritanian and Senegambia artisanal fisheries were used for the LCA and the yield-per-recruit model of Thomson and Bell (Sparre and Venema, 1996).

The Working Group decided to analyse the length compositions of catches for the following three components:

1. Mauritania–Senegal–the Gambia
2. Senegal–the Gambia
3. Mauritania

#### *Input data*

A length frequency average based on the total catch in the areas concerned was used. The growth parameters used (Table 7.6.1) in the two models were estimated by the Group based on the analysis of the modal progression using the FISAT II - Version 1.2.2 software (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools). The parameters of the length-weight ratio used come from the FishBase data base. A 0.4/year natural mortality was estimated using the empirical formula of Pauly (FAO, 2005).

**Table 7.6.1:** Growth parameters of *Ethmalosa fimbriata* in the region

Growth parameters		Length-weight ratio		Natural Mortality
$L_{\infty}$ (cm)	K (year <sup>-1</sup> )	a	b	M (an <sup>-1</sup> )
44	1.7	0.0120	3.098	0.4

*Results*

Only the results of the LCA and yield-per-recruit in Senegal–the Gambia and Mauritania were satisfactory (Figures 7.7.1 and 7.7.2).

In Senegal–the Gambia, the model results show that the level of exploitation is below  $F_{0.1}$ . This indicates that the stock is not fully exploited.

For Mauritania, the results show that the exploitation is at the same level as  $F_{0.1}$ .

*Discussion*

The Working Group emphasized the lack of information needed to make assumptions on the stock identify of bonga in the subregion and its geographical distribution as well as the paucity of biological data on the different fisheries. Accordingly, the results obtained from the analysis should be taken with prudence.

The increase in bonga catches in Mauritania due to the establishment of fish meal factories in Nouadhibou, in recent years, has resulted in landings exceeding 89 000 tonnes. The Group therefore proposes that the results of the yield-per-recruit analysis based on the length compositions in Mauritania should not be taken into consideration and further suggests that the biology and population distribution of the stock should be monitored.

**7.7 Projections**

The Working Group could not make projections for the next five years due to the unreliable results.

**7.8 Management recommendations**

As a precautionary measure, the Working Group recommended that the fishing effort on bonga should not be increased in 2011.

**7.9 Future research**

The discussions on the previous year's recommendations and the available data revealed that countries in the region conducted limited biological sampling, and no joint biological work had been done in 2010.

Because none of the recommendations were carried out, the Working Group therefore maintained and reformulated last year's recommendations, as follows:

- Develop a strategy in Mauritania, Senegal and the Gambia to monitor the biological data of bonga in the different fisheries (including the standardization of length measurements).
- Review and complete the catch series and fishing effort on bonga in the subregion.
- Estimate the biological parameters of bonga and prepare length frequency distribution series for analysis before the next meeting of the Working Group.

## 8. GENERAL CONCLUSIONS

### State of stocks and fisheries

Although important changes were observed in the abundance and exploitation level for some of the stocks, the overall general situation with respect to the state of the different stocks was found to be similar to that of 2010.

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

Stock	Last year (2010) catch in 1000 tonnes (2006–2010 avg.)	*B/B <sub>0.1</sub>	*F <sub>cur</sub> /F <sub>0.1</sub>	Assessment	Management recommendations
<b>Sardine</b> <i>S. pilchardus</i> Zone A+B	500 (468)	-	-	Overexploited	The Working Group notes that the stock is highly dependent on recruitment which fluctuates with changes in the environment. The Working Group reiterates its recommendation from the three past years, that catches should not exceed 400 000 tonnes in 2011.
<b>Sardine</b> <i>S. pilchardus</i> Zone C	420 (320)	62%	79%	Not fully exploited	The total catch level should be adjusted to natural changes in the stock. The stock structure and abundance should be closely monitored by fishery independent methods.
<b>Sardinella</b> <i>S. aurita</i>  <i>S. maderensis</i>  <i>Sardinella</i> spp. Whole subregion	535 (483)  159 (129)  693 (611)	53%  50%	359%  336%	Overexploited  Current catches of sardinella are not sustainable. Catches have to be reduced in order to avoid a future depletion of the stock.	The Working Group recommends a reduction in fishing effort in 2011/2012., and reinforce the recommendations expressed in the Working Group of 2010. These stocks are highly dependent on recruitment.
<b>Horse mackerel</b> <i>T. trachurus</i>  <i>T. trecae</i> Whole subregion	110 (105)  325 (324)	48%  45%	257%  291%	<i>T. trachurus</i> and <i>T. trecae</i> are over-exploited.	Given the mixed nature of this fishery, the Working Group recommends to decrease effort on both species by 30% relative to 2010. The 2011 total catches of the two species should not exceed 330 000 tonnes as recommended in 2010.
<b>Chub mackerel</b> <i>Scomber japonicus</i> Whole subregion	224 (240)	64%  120% (ICA)	131%  74% (ICA)	Fully exploited	The Working Group recommends that the catch level should not exceed 200 000 tonnes.
<b>Anchovy</b> <i>Engraulis encrasicolus</i> Whole subregion	149 (129)	NA	100% (LCA)	Fully exploited	The Working Group recommends that effort should not exceed current levels.
<b>Bonga</b> <i>Ethmalosa fimbriata</i> Whole sub region Mauritania Senegal/Gambia	115 (48) 90 (28) 26 (21)	- - NA	- - 68% (LCA)	- - Not fully exploited	As a precautionary measure, the Working Group recommends not to increase fishing effort on the two units in 2011.

\*All reference points refer to the results of the production model, unless otherwise indicated.

A notable event observed in 2010 was the strong warming of the surface waters observed in the whole subregion. This influenced the distribution and abundance of small pelagic resources in the Northern

region of CECAF, even an unusual occurrence of sardinella was found in 2010 near Casablanca in Morocco waters.

Another notable factor was the increase of effort in Mauritania, however unfortunately, no quantitative estimates of the development of effort in Mauritania in 2010 were presented to the meeting.

The fishmeal factories in Nouadhibou strongly increased their production, leading to an increase in catches of amongst others bonga (*Ethmalosa fimbriata*) of around 108 percent compared to 2009. The fishmeal plants also used an estimated 89 000 tonnes of sardinella as raw material.

Sardine in Zone A+B, for which an improvement was observed in 2009, is again considered overexploited. The abundance of this stock has been influenced by the environmental conditions mentioned above and described in Chapter 1 and by the retained high catches, leading to a decrease in biomass in 2010 (of about 50 percent compared to 2009), as observed from scientific surveys. The Working Group thus maintains the recommendations of the previous three years that catches should not exceed 400 000 tonnes.

Despite the lower biomass observed and the steady increase in effort, sardine (*Sardina pilchardus*) in zone C was still considered not fully exploited. The estimated biomass index from the regional survey (Nansen index), although still high, continued the decrease observed since 2008. Given the fluctuations observed in the abundance of this stock, the total catch level should be adjusted to natural changes in the stock. The stock structure and abundance should be closely monitored by fishery independent methods, and care should be taken in its management.

In previous years the results of acoustic surveys have been used as abundance indices to run the dynamic production model for sardinellas (*S. aurita*, *S. maderensis* and *Sardinella* spp.). However, this series has suffered from major interruptions in recent years (no coverage in the Gambia in 2008– 2010, and no acoustic survey in Senegal in 2009 and 2010). Considering these major gaps in the acoustic coverage in recent years, the Working Group decided that the acoustic index series had become insufficient to be used. As an alternative, the CPUE series of the EU vessels in Mauritania was used for tuning the model.

The high catches observed for the years 2007–2009 in Mauritania, which were believed to be associated with a very good recruitment of year classes 2005 and 2007, remained high in 2010, although CPUE decreased since 2007. At present, fishing effort and fishing mortality are at such a high level that even a strong year-class is depleted in two years. The Working Group continues to be concerned about this stock and considers it as overexploited. This over-exploitation presents a serious risk for the continuity of the fishery, not only by industrial trawlers, but also by the artisanal fleet. According to the results of the model, fishing mortality is now at three times the MSY level.

The Working Group reiterates its recommendation to reduce fishing effort on these stocks of sardinella and reinforce the recommendations expressed in the Working Group of 2010.

Both the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and the Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) remain overexploited and the Working Group recommends a decrease in catch and effort on the horse mackerels to ensure sustainable harvesting of this stock. Given the mixed nature of this fishery, the Working Group recommends to decrease effort on both species by 30 percent relative to 2010. The 2011 total catches of the two species should not exceed 330 000 tonnes as recommended in the Working Group of 2010.

Chub mackerel (*Scomber japonicus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) were both considered fully exploited. In the case of anchovy the Working Group recommends that effort should not exceed current levels whereas for mackerel it was recommended that catches should not exceed 200 000 tonnes.

Previous assessments have considered bonga (*Ethmalosa fimbriata*) as one stock at subregional level. However, the changes in exploitation of this species in Mauritania and resulting increase in catches made it difficult to make a subregional assessment.

Thus separate assessments were made for Mauritania and Senegal/the Gambia respectively. In the case of Mauritania, new information from sampling on length composition starts becoming available, but given the short time series the Working Group was unable to assess the state of this stock. New information from the Gambia and Senegal made it possible to carry out an assessment for bonga in this area. The results indicated that this stock was not fully exploited. For both areas the Working Group as a precautionary measure, recommends not to increase fishing effort in 2011. For anchovy and bonga, the Working Group noted that although the information available to the Group has improved, there are deficiencies related to the very poor sampling of these species.

### **Assessments and data (models and surveys)**

The dynamic production model is the main model tool used for the assessment of the stocks in this region, but with more information becoming available on length composition from catches alternative methods based on this information are being explored and applied to some stocks. The application of age-based methods has only been possible for the mackerel stock, using the information obtained from Russian scientists. In the future the Working Group intends to further develop these methods in order to diversify the analysis and obtain more robust assessments of the state of stocks and specific recommendation have been made to address this for certain species. It should be noted that in some situations, dynamic production models may even provide information more useful to management than age-based methods, and they should not be discarded, even when age information of the adequate quality is available.

Given the marked variability of environmental conditions in the study area, the Working Group again stressed the need to study the effect of hydrographical and/or ecological variability in the region and its effects on stock dynamics and to explore possibilities to further develop the production model used to better account for these factors. To this end, the Working Group this year explicitly addressed this issue and actively used expert knowledge on environmental conditions when interpreting the results. The Working Group also started a more thorough reflection on how to proceed to address environmental factors more explicitly in the models.

Problems with catch statistics occurred in Mauritania where the official figures for sardinella appeared to lack important catches taken by the EU fleet. Furthermore the Mauritanian catch statistics showed a catch of about 100 000 tonnes of anchovy for the non-EU fleet, whereas the Mauritanian observers did not observe a single anchovy in the catches of these vessels. This indicates massive misreporting of small fish that is processed into fish meal on board these vessels.

The main deficiency of biological data remains reliable length and age data for most of the stocks, and species identification particularly of juveniles of mackerel, anchovy and bonga. The study of age and growth, therefore, remains a priority for the Working Group. Data deficiencies concern the different species identification and length composition of the landings and discards of the industrial fleets in Mauritania and the length and age distribution of catches in the Gambia, Senegal and Mauritania and age distribution of catches in Morocco. Biological sampling of sardinella in Senegal was restricted to only one landing site (Dakar). Given the importance of sardinella for the fishery in Senegal (and in the neighbouring countries), the Working Group considers it imperative that the sampling in Senegal is extended to all major landing sites.

There are also still uncertainties with regards to catch series including, under-reporting and misreporting of catches (example of horse mackerel, anchovy and bonga in Mauritania), uncertainty about discards (e.g. horse mackerel in the demersal fisheries), etc. Since the assessments of the current state of the stocks and their exploitation depend strongly on the estimated levels of past and present catch, unreliable catch data will impact directly on the quality and reliability of the assessment and

recommendations made by the Group. Therefore these issues should be addressed with urgency and insistence.

Fisheries independent surveys have been the backbone of many of the assessments since the start of the FAO Working Group, the November-December regional acoustic survey by the R/V DR. FRIDJTOF NANSEN serving as the regional abundance index. Starting in 2007, the national research vessels took over the responsibility of this survey. Many of the assessments made by the Working Group depend on this time series and this year the Working Group were unable to use this abundance index in the models given the non-coverage of the Southern part of the distribution area (the Gambia and Senegal). The Working Group thus reiterates last year's recommendation to ensure that this regional surveys are carried out covering all distribution of all the stocks. Also the recruitment surveys are very important for the management purposes of pelagic fisheries. The Working Group recommends the continuation of the recruitment surveys in January by the Russian research vessel or other regional vessels.

### **Reference points and management advice**

As for the three previous years, 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 scenarios for future management measures. The advice for the management of these 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. Since most of the stocks are shared by two or more countries in the region, the Working Group strongly recommends the reinforcement of regional cooperation in research and management.

## **9. FUTURE RESEARCH**

The Working Group recommends that the research areas identified previously should be pursued in 2011/2012. The Working Group thus recommends:

1. All data for the next Working Group must be prepared and sent to the chairman of each species group and FAO by the national focal points at the latest one week before starting the first part of the next meeting. The finalized sections (text, tables and figures) on fisheries and trends for the report (subsections 1-5 in species chapters) should be circulated to the group in advance of the second part of the meeting which will take place in April/May 2012 in Senegal. The data should be provided on a monthly or quarterly basis as applicable for catch, effort, length and age for the next meeting.
2. Acoustic surveys and related activities such as coordination between countries and intercalibration should be continued to maintain and improve the time series; acoustic abundance estimates should be split by zones and length classes. 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 and that the analysis of past intercalibrations is finalized.
3. The recurrent problems for the Senegalese vessel to participate in this activity was noted with great concern and the Working Group urges Senegal to find a solution to ensure complete coverage of the main shared small pelagic stocks in the future.
4. The recruitment surveys for horse mackerel, chub mackerel and sardine should be continued and have to cover the whole subregion. For sardinella the possibility of dedicated recruit surveys should be investigated.

5. Continue to improve sampling by increasing the number of samples and sample size of each sample covering all size ranges. All fleet segments and all quarters of the year should be covered. Each subgroup must ensure that length composition of the catch and surveys is organized in a way exploitable by the Working Group before the next meeting.
6. Reinforce the work on age reading of sardine, sardinella and mackerel through regular sampling and reading of all size classes throughout the year, and stimulation of regional exchanges of samples and results.
7. Continue to develop and improve the assessment methods, including addressing environmental issues. 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 as well as other methods.
8. A synthesis of the main results should be widely distributed by FAO maximum two weeks after the completion of the Working Group and the final report should be available as soon as possible.



## 1. INTRODUCTION

La onzième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des principales espèces de petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale s'est tenue à Casablanca (Maroc), du 24 au 28 mai 2011. L'objectif général du Groupe de travail est d'évaluer l'état des ressources en petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et de formuler des recommandations relatives à la gestion des pêches et aux options d'exploitation, qui visent à assurer une utilisation optimale et durable des ressources en petits pélagiques pour le plus grand bénéfice des pays côtiers.

Les espèces évaluées par le Groupe de travail sont la sardine (*Sardina pilchardus*), les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), les chinchards (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* et *Caranx rhonchus*), le maquereau (*Scomber japonicus*), l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et l'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 les pays de la région. Elle a été organisée par la FAO et l'Institut national de la recherche halieutique (INRH) de Casablanca (Maroc). En tout, 14 scientifiques de sept pays et de la FAO y ont participé. Le Président du Groupe était Birane Samb du projet Protection du grand écosystème marin du courant des Canaries.

### 1.1 Termes de référence

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

**1<sup>ère</sup> partie:** du 9 au 22 mai – Communication via Internet

Semaine du 9 au 15 mai

1. Mise à jour de la base de données existante – Mise à jour des données de capture, d'effort, d'intensité d'échantillonnage et biologiques à partir des bases de données nationales et des campagnes.
2. Analyse des données de capture, d'effort et biologiques de la période 1990-2010 et, dans la mesure du possible, de la période précédente.

Semaine du 16 au 22 mai

3. Finalisation de la section du rapport sur les pêches et sur les tendances observées (sous-sections 1 à 5 sur les différentes espèces).
4. Examen des difficultés rencontrées en ce qui concerne l'évaluation.

**2<sup>ème</sup> partie:** du 24 au 28 mai à Casablanca (Maroc)

1. Examen des activités de recherche menées en 2009/2010 suivant les recommandations formulées par le Groupe de travail en 2010. Présentation des documents de travail.
2. Présentation des rapports sur les campagnes acoustiques menées en octobre-décembre 2010 et des campagnes réalisées avec des navires de recherche d'autres pays.
3. Présentation du rapport du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques.
4. Rapport sur les progrès réalisés en ce qui concerne la lecture d'âge des sardines et des sardinelles dans la région.
5. Examen des données actualisées de capture, d'effort et biologiques, et des chapitres finalisés au moyen des échanges via Internet. Échanges au sujet des problèmes éventuels.
6. Examen des méthodes d'évaluation, y compris de nouvelles méthodes et de nouvelles approches éventuelles.
7. Mise à jour des évaluations et des projections sur les stocks de sardine, de sardinelles, de chinchards, de maquereau, d'ethmalose et d'anchois.

## 1.2 Participants

Cheikh Baye Ould Braham	IMROP
Ana Maria Caramelo	FAO
Ad Corten	Conseiller spécial - IMROP
Najib Charouki	INRH - Casablanca
Hamid Chfiri	INRH - C/R Agadir
Souad Kifani	INRH - Casablanca
Aziza Lakhnigue	INRH - Casablanca
Ahmedou El Moustapha*	IMROP
Pedro Pascual Alayon	IEO - Ténérife
Birane Samb (Chairperson)	FAO
Merete Tandstad	FAO
Ndiaga Thiam*	CRODT
Nikolay Timoshenko	AtlantNIRO

*\*arrivée le 25 mai*

La Groupe de travail regrette l'absence des représentants de la Gambie. Les noms et les adresses de tous les participants sont fournis dans l'Annexe I.

## 1.3 Définition de la zone d'activité

La zone d'activité 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 présent rapport du Groupe de travail est la même que celle du précédent (FAO, 2011) mis à part quelques changements dans le chapitre 1 et l'ajout d'un chapitre spécifique consacré aux phénomènes environnementaux. Comme pour les années précédentes, une section concerne chacune des principales espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose et anchois). Pour chaque espèce, 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 2010 du Groupe de travail relatives aux recherches futures

La plupart des activités de suivi ont été maintenues. Plus particulièrement, des efforts ont été réalisés afin de poursuivre les campagnes acoustiques et les activités liées à ces dernières comme la coordination entre les pays. Une campagne régionale coordonnée avec les navires de recherche locaux a notamment été effectuée en octobre-décembre 2010. Elle n'a toutefois pas couvert les eaux sénégalaises et gambiennes à cause de problèmes avec le navire de recherche du Sénégal. Une campagne coordonnée est programmée en octobre-décembre 2011. Une campagne acoustique par le N/R ATLANTIDA sur la sardine, les carangidés et le maquereau a été réalisée en juillet-août 2010 couvrant la zone comprise entre Safi, au nord, et Saint-Louis, au sud, la zone de recrutement en janvier 2011 n'a pas été couverte comme d'habitude par le navire de recherche Russe.

Étant donné le besoin de suivi et de travail à long terme pour réaliser les recommandations, la session 2011 du Groupe de travail a recommandé que les domaines de recherche identifiés par le passé soient maintenus en 2011/2012 (voir chapitre 9). Les termes de référence pour les responsables des groupes sont en annexe III.

L'intensité d'échantillonnage dans la région est restée à un niveau similaire à celle de 2009. L'objectif de couvrir toutes les flottilles et tous les trimestres n'a pas encore été atteint. On a de nouveau insisté sur l'importance de préparer et d'envoyer les données aux différents coordinateurs avant la réunion du

Groupe de travail. Les recommandations relatives portant sur espèce sont mentionnées dans les chapitres qui leur sont consacrés.

## 1.6 Vue d'ensemble des débarquements

Le Tableau 1.6.1 et la Figure 1.6.1a présentent les prises par pays des principales espèces de petits pélagiques étudiées par le Groupe de travail, ainsi que leur capture totale de 1990 à 2010.

Ces dernières années, la capture totale de poissons pélagiques côtiers a augmenté dans la sous-région, passant d'environ 2,3 millions de tonnes en 2008 à 2,5 millions de tonnes en 2009 et 2,6 millions de tonnes en 2010, soit une augmentation de 15 pour cent. La capture totale de petits pélagiques au cours de la période 1990-2010 a fluctué avec une moyenne de 1,8 million de tonnes environ, avec toutefois une tendance globale à l'augmentation générale depuis 1994.

La sardine (*Sardina pilchardus*) domine les prises des principales espèces de poissons pélagiques dans la sous-région. Elle constitue environ 35 pour cent de la capture totale en 2010. Les prises sont passées de 769 000 tonnes environ en 2008 à 931 000 tonnes en 2010.

Les sardinelles (*Sardinella* spp.) constituent 26 pour cent de la capture totale des principales espèces de petits poissons pélagiques en 2010 avec 20 pour cent de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) et 6 pour cent de sardinelle plate (*Sardinella maderensis*). La sardinelle ronde est la deuxième espèce la plus importante en termes de captures. Ces cinq dernières années, les prises de sardinelle ronde ont fluctué autour de 471 000 tonnes environ. Les captures de sardinelle plate étaient de 159 000 tonnes en 2010 et la moyenne pour ces cinq années de 132 000 tonnes.

Le chinchard de Cunène (*Trachurus trecae*) est l'espèce de chinchard la plus importante dans les captures. Il représente 13 pour cent environ des captures totales de poissons pélagiques côtiers en 2010 (soit 352 000 tonnes environ). La capture moyenne annuelle du chinchard de Cunène a été estimée ces cinq dernières années à 324 000 tonnes environ. Les captures de cette espèce fluctuent au cours de la série chronologique avec une tendance globale à la hausse les dernières années. En ce qui concerne le chinchard blanc (*T. trachurus*), 110 000 tonnes environ ont été débarquées en 2010, soit 4 pour cent des petits poissons pélagiques étudiés par le Groupe de travail. Ces cinq dernières années, la moyenne des captures de chinchard blanc était de 105 000 tonnes.

La troisième espèce de chinchard est le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*), dont les prises sont passées de près de 43 000 tonnes en 2009 à 62 000 tonnes en 2010, ce qui représente une augmentation de 45 pour cent environ.

Ces cinq dernières années, les prises de maquereau (*Scomber japonicus*) sont orientées à la hausse (près de 180 000 tonnes en 2003, 225 000 tonnes en 2010). Au cours de la période 1990-2010, on estime la moyenne des prises à 241 000 tonnes environ.

Le total des captures d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) est de 150 000 tonnes environ en 2010, en hausse de 29 pour cent par rapport à 2009. Ces cinq dernières années (2006-2010), la moyenne des captures d'anchois était de 129 000 tonnes environ.

En 2010, les prises de bonga (*Ethmalosa fimbriata*) représentent 4 pour cent environ du total des captures des principaux petits pélagiques dans la sous-région. Elles ont augmenté de 91 pour cent, passant de 61 000 tonnes en 2009 à 115 000 tonnes en 2010. Ces cinq dernières années, la moyenne des captures de bonga était de 45 000 tonnes et traduisait une augmentation rapide.

### Maroc

Au Maroc, la sardine (*S. pilchardus*) est l'espèce dominante des prises constituant 75 pour cent de la capture totale de petits pélagiques en 2010. Entre 2001 et 2004, on a observé une diminution progressive des prises, qui sont alors passées de 770 000 tonnes à 640 000 tonnes, avant une augmentation à 700 000 tonnes en 2005 et une légère baisse en 2006 (620 000 tonnes) et 2007 (570 000 tonnes), puis une nouvelle hausse de l'ordre de 19 pour cent en 2009 puis une baisse d'environ 1 pour cent en 2010 (Figure 1.6.1b). Au cours des cinq dernières années (2006-2010), la capture moyenne de sardine était d'environ 669 000 tonnes.

En 2010, la deuxième espèce la plus importante dans les débarquements au Maroc était le maquereau (*S. japonicus*), dont les prises s'élevaient à 138 000 tonnes environ soit 13 pour cent environ des prises de petits pélagiques. Le chinchard d'Europe (*T. trachurus*) et le chinchard du Cunène (*T. trecae*) occupaient la troisième place en 2010 et représentaient respectivement 3 et 2 pour cent des principales espèces pélagiques capturées, puis suivi par la sardinelle ronde (*S. aurita*) qui représente 5 pour cent environ. Depuis la fin des années 1990, les prises de sardinelle ronde ont fluctué avec une augmentation du total des prises qui est passé de 1400 tonnes en 2004 à 52 000 tonnes en 2010.

Les prises d'anchois (*E. encrasicolus*) ont augmenté et sont passées de 10 000 tonnes environ en 2006 à 17 000 tonnes en 2009 et 36 000 tonnes en 2010, chiffre qui représente 3 pour cent environ des prises totales de petits pélagiques.

### Mauritanie

En Mauritanie, les captures des principales espèces de petits pélagiques ont beaucoup fluctué d'une année sur l'autre entre 1990 et 2010, avec une tendance générale orientée à la hausse de 1994 à 2003, suivie d'une baisse jusqu'en 2005 avant d'augmenter jusqu'en 2007, période pendant laquelle les captures des principales espèces de petits pélagiques étaient les plus importantes de la série (895 000 tonnes). Puis, elles ont baissé de 2 pour cent environ en 2009 et ont augmenté de 45 pour cent en 2010 (1 210 982) (Figure 1.6.1c). Cette augmentation est due à l'accroissement des prises de bongas (*Ethmalosa fimbriata*) utilisées dans les usines de farine (108 pour cent).

En 2010, le chinchard du Cunène (*T. trecae*) et la sardinelle ronde (*S. aurita*) dominaient dans les captures des principales espèces de petits pélagiques en Mauritanie. Les captures totales de *S. aurita* étaient en 2010 de 302 000 tonnes environ (25 pour cent environ des petits pélagiques) et celles de *T. trecae* de 316 000 tonnes (26 pour cent environ). Pour la sardinelle ronde, il faut souligner que les prises ont augmenté en 2010 de 21 pour cent par rapport à 2009.

Avec des prises s'élevant à 113 000 tonnes environ en 2010, l'anchois (*E. encrasicolus*) représentait 10 pour cent environ de la capture totale de petits pélagiques en Mauritanie, ce qui constitue une augmentation de l'ordre de 15 pour cent par rapport à 2009. Cette espèce est suivie du maquereau (*S. japonicus*) avec 75 000 tonnes environ, soit 6 pour cent des prises (Figure 1.6.1c).

### Sénégal

Au Sénégal, les captures totales des principales espèces de petits pélagiques présentent des fluctuations entre 1990 et 2010. Ces captures sont dominées par les deux espèces de sardinelle qui constituent environ 86 pour cent des captures totales de petits pélagiques en 2010. Les prises de ces espèces ont diminué pour passer d'environ 316 000 tonnes en 2005 à plus ou moins 242 000 tonnes en 2006. Les captures totales estimées en 2010 ont été de 283 000 tonnes et la moyenne des prises de *Sardinella* spp. au cours des cinq dernières années (2006-2010) est de 300 000 tonnes environ (Figure 1.6.1d).

Les captures d'ethmalose (*E. fimbriata*) sont orientées à la baisse ces dernières années. Elles sont passées de 13 000 tonnes en 2003 à moins de 6 000 tonnes en 2006. En 2010, elles représentaient environ 4 pour cent de la capture totale de petits pélagiques avec des prises estimées à 13 000 tonnes environ.

Le chinchard d'Europe et le maquereau sont capturés comme espèces accessoires dans les pêcheries sénégalaises, ce qui explique la faiblesse des prises très de ces espèces.

### *Gambie*

L'ethmalose (*E. fimbriata*) est la principale espèce ciblée en Gambie et domine les captures de petits pélagiques dans ce pays, constituant 58 pour cent environ des prises en 2010 (13 000 tonnes), enregistrant ainsi une augmentation de l'ordre de 6 pour cent par rapport à 2009 (Figure 1.6.1e). La moyenne des prises d'ethmalose au cours des cinq dernières années est de 20 000 tonnes environ.

Jusqu'à récemment, les captures de sardinelles et d'autres espèces de petits pélagiques étaient considérées comme accessoires en Gambie où il n'y avait pas de pêcheur les ciblant. Des senneurs artisanaux ont cependant commencé à cibler les sardinelles dans les eaux gambiennes, ce qui a entraîné une augmentation des captures des deux espèces, *S. maderensis* et *S. aurita*, qui représentaient 36 pour cent environ de la capture totale de petits pélagiques en 2010 en Gambie.

## **1.7 Vue d'ensemble des campagnes acoustiques régionales**

### **1.7.1 Campagnes acoustiques**

Le navire de recherche norvégien DR. FRIDTJOF NANSEN a prospecté la région de 1995 à 2006. Il a permis de mener des campagnes acoustiques annuelles entre octobre et décembre. De 2001 à 2003, il a aussi permis de mener des campagnes acoustiques couvrant la même zone de mai à juillet. Avant 1995, quelques prospections occasionnelles avaient aussi été réalisées.

De 2004 à 2006, des campagnes d'intercalibration et parallèles ont été effectuées entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires de recherche nationaux AL-AMIR, AL-AWAM et ITAF DEME. En 2007 et 2008, ces navires de recherche nationaux ont permis de réaliser une campagne régionale coordonnée d'octobre à décembre. La Gambie n'a toutefois pas été couverte pendant la campagne 2008. En 2009 et 2010, la campagne régionale coordonnée a été menée sans la participation du N/R ITAF DEME.

En 2009 et 2010, les campagnes n'ont donc permis de fournir qu'une couverture partielle de la région. L'objectif des campagnes acoustiques régionales était de cartographier la distribution des principaux stocks de petits pélagiques et d'en estimer l'abondance. Les stocks envisagés étaient les suivants: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), chinchards (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*), maquereau (*Scomber japonicus*) et anchois (*Engraulis encrasicolus*). La distribution des autres ressources pélagiques (autres carangidés) a aussi été cartographiée et leur abondance a été estimée. Les estimations d'abondance issues des campagnes sont présentées en nombre d'individus et en biomasse par classe de taille dans le rapport du Groupe de travail.

Plusieurs autres campagnes ont été menées dans différentes parties de la sous-région depuis la dernière réunion du Groupe de travail, notamment des campagnes acoustiques qui ont été effectuées avec les navires de recherche russes ATLANTIDA et ATLANTNIRO en juillet-août 2010 et des campagnes acoustiques nationales, qui ont été effectuées avec les navires de recherche nationaux AL-AMIR et AL-AWAM. Les résultats des estimations issues de ces campagnes sont présentés, en nombre et en groupe de taille, dans le rapport du Groupe de travail et décrits dans les différents chapitres consacrés aux espèces étudiées.

### **1.7.2 Campagnes de recrutement**

De 2003 à 2009, huit campagnes destinées à l'étude du recrutement des petits pélagiques ont été menées au cours de l'hiver dans la zone comprise entre Safi, au nord (16°N), et Saint-Louis, au sud (32°N), par le N/R ATLANTIDA ou le N/R ATLANTNIRO. Aucune nouvelle campagne de recrutement n'a été menée en 2010/2011. Un résumé des précédents résultats est disponible dans les rapports antérieurs du groupe de travail (par exemple FAO, 2011). Néanmoins, les estimations de

recrutement pour certaines espèces ont été faites sur la base de ces estimations antérieures, et celles-ci sont présentées dans leurs chapitres respectifs.

### ***1.7.3 Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques***

Le neuvième réunion du Groupe de planification pour la coordination des campagnes acoustiques au large de l’Afrique nord-occidentale s’est tenue à Dakar (Sénégal) les 27 et 28 octobre 2010. Des représentants venant d’autres pays de la sous-région (Cap Vert, Guinée Bissau et Guinée) y ont participé. L’objectif général du Groupe est de planifier la coordination des campagnes acoustiques dans la région en intégrant l’intercalibration entre les navires de recherche, et d’être une tribune qui permette d’examiner les enjeux qui concernent les campagnes acoustiques, comme la normalisation des méthodes, des recherches acoustiques et des formations.

## **1.8 Principaux phénomènes environnementaux**

### *Généralités*

Les conditions hydroclimatiques moyennes de la zone sont en partie caractérisées par la présence des phénomènes suivants:

- un upwelling associé au régime variable des vents alizés qui détermine notamment sa variabilité spatio-temporelle et saisonnière le long des côtes ouest africaines;
- les masses d’eaux ECNA (eaux centrales nord-atlantiques) et ECSA (eaux centrales sud-atlantiques), aux propriétés physico-chimiques différentes, qui sont respectivement associées au courant des Canaries dirigé vers le sud et au contre-courant équatorial dirigé vers le nord, dont la zone de convergence se trouve vers le Cap Blanc;
- un sous-courant relativement étroit qui circule vers le nord et contre le talus continental, dont le noyau se situe à des profondeurs de 100-200 m au sud du Cap Blanc, et qui plonge progressivement au fur et à mesure de sa progression vers le nord;
- un front thermique dont l’alternance saisonnière conditionne les conditions hydrologiques des eaux sénégalaises et mauritaniennes. Ce phénomène est dû aux masses d’eaux qui caractérisent la région: le courant froid des Canaries, qui domine durant la saison froide, et le courant chaud de Guinée, qui domine durant la saison chaude. Elles sont en grande partie à l’origine de l’hydrologie locale et en surface de la zone économique exclusive (ZEE) mauritanienne. En profondeur, l’hydrologie de cette zone est dominée par les ECNA provenant du nord et les ECSA provenant du sud, qui sont plus riches en sels nutritifs.

### *Evénements environnementaux majeurs*

Les événements majeurs ayant marqué la sous-région d’un point de vue environnemental peuvent être résumés comme suit:

- Une nette tendance au réchauffement des eaux nord-est atlantique.

### *Zone marocaine*

Une tendance au ralentissement de l’activité de l’upwelling et au réchauffement des eaux: phénomène particulièrement marqué depuis 2008. Les observations satellitaires indiquent la présence d’eaux chaudes le long de la côte atlantique marocaine aussi bien le long du littoral qu’au large. L’upwelling automnal a pratiquement disparu au sud en 2010 avec un réchauffement des eaux côtières, l’anomalie de température peut être de l’ordre de 1,25 °C.

### *Zone mauritanienne*

Température de la surface de la mer: une tendance à la hausse de la température de surface. En saison froide, la température est pratiquement toujours supérieure à la norme, exception faite des années 2000, 2003, 2006 et 2009. Les valeurs observées varient entre 19,29 °C en 2009 et 21,04 °C en 2008. En saison chaude la température est presque toujours supérieure à la norme, exception faite de l'année 2007. Les valeurs observées varient entre 27,51 °C en 2007 et 28,88 °C en 2009.

*Salinité:* En saison froide, la salinité est presque toujours inférieure à la norme, exception faite des années 2000, 2005 et 2006. Les valeurs observées varient entre 35,17 pour cent en 2001 et 35,91 pour cent en 2006. En saison chaude l'évolution de la salinité est la suivante: augmentation au début de la série, baisse en 2001-2003, nouvelle augmentation entre 2003-2007 et nouvelle baisse par la suite, en 2008 et 2009. Les valeurs observées varient entre 35,69 pour cent en 2009 et 35,89 pour cent en 2000 et 2004.

*Oxygène dissous:* En saison froide, on remarque que la concentration en oxygène dissous est inférieure à la norme climatique. Les valeurs observées varient entre 4,64 ml/l en 2004 et 5,00 ml/l en 2009. En saison chaude, toutes les valeurs observées sont inférieures à la norme climatique, exception faite de l'année 2004. La concentration de l'oxygène dissous varie entre 4,34 ml/l en 2005 et 5,00 ml/l en 2004.

L'évolution de l'oxygène dissous en surface pendant la saison froide montre des valeurs de l'oxygène dissous généralement inférieures à la norme climatique, exception faite des années 2000, 2007 et 2008. Les valeurs enregistrées varient entre 4,45 ml/l en 2009 et 5,10 ml/l en 2007 et 2008.

## **1.9 Qualité des données et méthodes d'évaluation**

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. Si les séries de données sont cohérentes, le coefficient de corrélation ( $r$ ) est élevé. Des ensembles de données présentant de faibles coefficients de corrélation ne doivent pas être adoptés dans les analyses. Si les données sont de mauvaise qualité, il faut utiliser des méthodes comme les modèles de production excédentaire ou des modèles basés sur la taille, qui ne dépendent pas des données de capture ventilées par âge. Il faut souligner que dans certaines situations, les modèles de production peuvent fournir une information plus utile que les méthodes basées sur l'âge. Il ne faut donc pas les abandonner même si une information de bonne qualité relative à l'âge est disponible.

Les modèles de production dynamique exigent aussi des données de très bonne qualité si l'on veut obtenir des résultats utiles. Ces données doivent être au minimum des estimations annuelles (trimestrielles si possible) de la capture totale par stock et un indice fiable de l'abondance de ce dernier. En général, le Groupe de travail a privilégié l'utilisation des estimations d'abondance obtenues à partir des campagnes acoustiques dont la fiabilité doit être vérifiée avec soin. Cependant pour ces données, on se base davantage sur une analyse générale des caractéristiques des campagnes, sur la distribution estimée des poissons (géographique et par classes de taille) et sur la cohérence globale des séries chronologiques que sur un simple indice statistique.

### **1.9.1 Lecture d'âge**

Aucune initiative régionale en matière de lecture d'âge n'a été communiquée au Groupe de travail. Cependant les scientifiques russes continuent à lire des otolithes des espèces capturées par les navires russes, et les clés de l'âge-longueur ont été utilisées dans les évaluations du maquereau. Des progrès dans ce domaine sont nécessaires pour faire progresser l'utilisation des méthodes d'évaluation par âge.

## **1.10 Méthodologie et logiciel**

De façon à rester cohérent avec les méthodes utilisées au cours des dernières années, le principal modèle utilisé par le Groupe de travail a été la version dynamique du modèle de Schaefer (1954). Pour

évaluer l'état actuel des stocks et estimer les paramètres du modèle, une feuille de calcul Excel a été utilisée pour l'exécution d'une version dynamique de celui-ci avec un estimateur d'erreur (Haddon, 2001). Le modèle a été adapté aux données en utilisant la fonction d'optimisation non linéaire incorporée dans Excel, Solver (Annexe II).

Pour certains stocks l'analyse des cohortes de taille (Jones, 1984) a été appliquée aux stocks de façon à estimer le niveau-F actuel et le modèle d'exploitation relatif aux dernières années. Une analyse du rendement par recrue basée sur la taille a ensuite été réalisée pour estimer les points de référence biologique  $F_{Max}$  et  $F_{0.1}$ . L'analyse des cohortes de taille et l'analyse du rendement par recrue ont été réalisées sur des feuilles de calcul Excel.

Pour le stock de maquereau, des données de capture par âge de la flottille russe couvrant la majorité des prises communiquées étaient disponibles. Les résultats de ces analyses de corrélation dans les cohortes ont été considérés meilleurs que ceux des années précédentes pour ce stock et le Groupe de travail a décidé d'appliquer à ce dernier les méthodes basées sur l'âge XSA (Shepherd, 1999) et ICA (Patterson et Melvin, 1995).

### *Projections*

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

Étant donné la nature variable des stocks de petits pélagiques, il a été décidé d'utiliser des projections sur cinq ans.

Toutes les projections ont comme point de départ l'état estimé du stock grâce aux dernières données disponibles. On a alors défini des stratégies d'aménagement pour le futur selon les changements dans la mortalité par pêche et/ou les captures par rapport aux estimations de la dernière année de données disponibles.

Pour chaque stock, deux scénarios ont été pris en compte. Le premier est le *Status quo* qui considère les rendements futurs et le développement du stock au cas où la mortalité par pêche demeure au niveau actuel. Le deuxième scénario prend en compte une réduction ou une augmentation de l'effort de pêche selon l'espèce analysée.

### *Points de référence pour les recommandations d'aménagement*

Le Groupe de travail 2010 a décidé de continuer à utiliser les Points de référence biologique (BRP) adoptés lors des réunions précédentes. Les indices  $B_{cur}/B_{MSY}$  et  $F_{cur}/F_{MSY}$  ont été utilisés comme Points de référence limites alors que les indices  $B_{cur}/B_{0.1}$  et  $F_{cur}/F_{0.1}$  ont été choisis comme Points de référence cibles. Une explication détaillée de ces points de référence et de leur utilisation dans la gestion des pêcheries est fournie dans le Rapport du Groupe de travail 2006 (FAO, 2006b).

## **2. SARDINE**

### **2.1 Identité du stock**

Les stocks de sardine retenus par le Groupe de travail sont les mêmes que ceux des précédents groupes de travail: le stock Nord (35°45'-32°N), le stock Central A+B (32°N-26°N) et le stock Sud C (26°N-l'extension sud de la distribution de l'espèce) (Figure 2.1.1).



## 2.2 Les pêcheries

### *Captures totales*

Les captures de sardine, par flottille et par pays, sont présentées dans le Tableau 2.2.1a. Les captures totales pour l'ensemble de la région sont représentées sur la Figure 2.2.1a.

La capture de la sardine en 2010 se situe presque au même niveau que celui de 2009 passant d'environ 928 000 tonnes en 2009 à près de 931 000 tonnes en 2010 (Figure 2.2.1a). Près de 87 pour cent des captures sont enregistrés au niveau de la zone marocaine et 13 pour cent au niveau de la zone mauritanienne. La capture déclarée au niveau de la zone sénégalaise est très minime.

La capture de sardine au niveau de la zone atlantique marocaine a connu une légère diminution en 2010 par rapport à l'année précédente passant d'une capture de près de 815 000 tonnes en 2009 à une capture d'environ 806 000 tonnes en 2010. La sardine (*Sardina pilchardus*) constitue 78 pour cent de la capture totale de petits pélagiques avec 59 pour cent des prélèvements de cette espèce sont enregistrés au niveau de la zone B et 36 pour cent au niveau de la zone sud C. La capture au niveau de la zone A et la zone nord a représenté respectivement 3 pour cent et 1 pour cent de la capture globale.

La capture réalisée au niveau de la zone B a connu en 2010 une régression de 19 pour cent par rapport à 2009 pour passer d'une capture de près de 590 000 tonnes à une capture de moins de 479 000 tonnes. En ce qui concerne la zone C, la capture totale de sardine a connu une augmentation en 2010 par rapport à 2009 de l'ordre de 43 pour cent passant d'une capture de près de 205 000 tonnes à une capture d'environ 300 000 tonnes. Quatre-vingt-deux pour cent de cette capture est réalisée par la flottille marocaine et celle affrétée par les opérateurs marocains, 11 pour cent par la flottille russe et 8 pour cent par la flottille communautaire.

Au niveau de la zone mauritanienne, la capture totale de sardine a connu une augmentation de 20 pour cent par rapport à 2009 passant d'une capture de l'ordre de 105 000 tonnes en 2009 à une capture d'environ 125 000 tonnes en 2010.

Au Sénégal, la capture de sardine déclarée débarquée par la flottille artisanale est passée de près de 6 300 tonnes à 18 tonnes. Aucune capture n'a été reportée pour la flottille industrielle (près de 1 242 tonnes en 2009).

### *Effort de pêche*

L'effort de pêche, par flottille et par pays, est présenté dans le Tableau 2.2.1b.

La sardine est exploitée dans la région nord-ouest africaine par des flottilles nationales et des flottilles étrangères qui opèrent dans le cadre des accords de pêche ou dans le cadre d'affrètement.

La sardine au niveau de la ZEE marocaine est exploitée en 2010 par une flottille hétérogène composée de senneurs côtiers traditionnels, de navires modernes équipés de moyens de conservation (« refrigerated seawater », type RSW) et les chalutiers pélagiques congélateurs qui pêche également d'autres espèces pélagiques ciblées ou accessoires dans le cadre des accords de pêche Maroc-Russie et Maroc-UE. En 2010, les chalutiers congélateurs ayant opéré dans le cadre de l'affrètement ont cessé de pêcher dans la zone marocaine (Ukraine et autres).

Dans la zone A+B, exploitées exclusivement par les senneurs côtiers traditionnels, l'effort de pêche en terme de sorties avec apport de sardine a connu une augmentation dans la zone A, passant de près de 3 400 sorties en 2009 à plus de 4 100 sorties en 2010 et une diminution de sorties avec apport de sardine, par contre, au niveau de la zone B pour n'enregistrer que près de 23 000 sorties en 2010 après un effort de près de 27 000 sorties en 2009.

Dans la zone C, l'effort de pêche réalisé par les senneurs marocains a connu une nette augmentation par rapport à 2009. Celui réalisé par les chalutiers pélagiques russes a connu, par contre, une légère

diminution. L'effort reporté pour les navires RSW marocains montre, aussi, une diminution du nombre des jours de pêche en mer.

Au niveau de la zone mauritanienne, la sardine est exploitée en 2010 par une flottille homogène composée de chalutiers pélagiques congélateurs opérant dans le cadre des accords de pêche Mauritanie/UE, Mauritanie/Russie et dans le cadre de l'affrètement. L'effort de pêche reporté au niveau de la série montre une légère diminution en 2010 par rapport à 2009. Au niveau de la zone sénégalaise, la pêche de sardine n'est pratiquée qu'incidemment aussi bien par la flottille industrielle qu'artisanale.

## 2.3 Indices d'abondance

### 2.3.1 Capture par unité d'effort (CPUE)

Au Maroc, les CPUE au niveau de la zone A+B, montre des fluctuations d'une année à l'autre. Durant les années 2000, les CPUE ont fluctué autour d'une moyenne de 20 tonnes/sortie avec une tendance baissière entre 2003 et 2007 suivie d'une augmentation pour afficher un CPUE de l'ordre de 20 tonnes par sortie en 2009 et 19 tonnes par sortie en 2010 (Figure 2.3.1a). Dans la zone C, la capture par jour de pêche pour les chalutiers russes a connu une nette augmentation des CPUE en 2010 pour retrouver un niveau qui s'approche de celui de 2007 (32 tonnes/jour), passant de 11 tonnes/jour en 2009 à 37 tonnes/jour en 2010. En ce qui concerne les chalutiers pélagiques ukrainiens, ils ont cessé d'opérer au niveau de la zone C en 2010.

Les rendements de la flottille européenne dans la zone mauritanienne a oscillé autour de 6 tonnes par jour durant la période 2007-2010 (Figure 2.3.1b).

### 2.3.2 Campagnes acoustiques

#### Campagnes régionales coordonnées

En 2010, l'abondance de la sardine a été estimée au cours de la campagne régionale coordonnée entre les N/R nationaux de la région, AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et AL-AWAM en Mauritanie. Les indices calculés (Tableau 2.3.2a) ont été convertis en appliquant le coefficient d'intercalibration entre les bateaux nationaux et le navire norvégien DR. FRIDJOF NANSEN calculé pour l'année 2006 pour AL AMIR MOULAY ABDALLAH et 2005 pour AL-AWAM (FAO, 2008).

La biomasse totale de la sardine au niveau de la région nord-ouest africaine est estimée à 2 314 000 tonnes dont 99 pour cent est enregistrée au nord de Cap Blanc. La biomasse a ainsi régressé de 48 pour cent par rapport au niveau de novembre 2009 (près de 5 millions de tonnes). La diminution de la biomasse est particulièrement marquée entre Cap Cantin et Cap Boujdor, en passant du pic de 1 105 000 tonnes à 94 000 tonnes, suivi de la zone entre Cap Boujdor et Cap Blanc avec 30 pour cent de réduction. Cette diminution serait imputée aux conditions hydrologiques particulières dues à l'affaiblissement des upwellings depuis l'été 2009. En Mauritanie, la sardine estimée à 24 000 tonnes est détectée entre Cap Blanc et Cap Timris, cette biomasse est légèrement supérieure au niveau de novembre 2009 (Tableau 2.3.2a et Figure 2.3.2a).

**Tableau 2.3.2a:** Indices de biomasse et d'abondance acoustiques de la campagne conjointe de novembre-décembre 2010 – Indices N/R F. NANSEN

	N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH			N/R AL-AWAM	
	C. Cantin- C. Juby	C. Juby - C. Boujdor	C. Boujdor - C. Blanc	C. Blanc - C. Timris	C. Timris - St. Louis
Biomasse (milliers de tonnes)	92	1	2196	24	0
Abondance (millions d'individus)	3 556	43	31 714	148	0

## Campagnes nationales

### N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

Durant la campagne de novembre 2010, effectuée par le navire de recherche marocain N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en Atlantique centre (Cap Cantin-Cap Boujdor) et en Atlantique sud (Cap Boujdor-Cap Blanc), la biomasse de la sardine a été estimée à 2 290 000 tonnes (Tableau 2.3.2b) affichant une diminution de 54 pour cent par rapport à la même période de l'année dernière. La diminution de la biomasse est marquée au niveau du stock central (Cap Cantin-Cap Boujdor) en passant d'une biomasse estimée de 1 105 000 tonnes en 2009 à 93 000 tonnes en 2010. Entre Cap Boujdor et Cap Blanc, la biomasse de la sardine est estimée à 2 196 000 tonnes, marquant ainsi une régression de 42 pour cent par rapport au niveau de l'année 2009. Cette diminution serait imputée aux conditions hydrologiques particulières dues à l'affaiblissement des upwellings depuis l'été 2009.

**Tableau 2.3.2b:** Biomasses de *Sardina pilchardus* (en tonnes) et nombre d'individus (en millions d'individus)-Résultats des campagnes réalisées par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2010

Novembre 2010							
Cap Cantin - Cap Juby		Cap Juby - Cap Boujdor		Cap Cantin- Cap Boujdor		Cap Boujdor - Cap Blanc	
Biomasse (t)	Nombre (10 <sup>6</sup> )	Biomasse (t)	Nombre (10 <sup>6</sup> )	Biomasse (t)	Nombre (10 <sup>6</sup> )	Biomasse (t)	Nombre (10 <sup>6</sup> )
92 000	3 556	1 000	43	93 000	3 599	2 196 000	31 714

### N/R AL-AWAM

En 2010, le N/R AL-AWAM a effectué deux campagnes acoustiques en juillet et novembre. Les résultats des estimations de la biomasse de sardine au cours de ces deux campagnes sont présentés dans le Tableau 2.3.2c.

Au cours de la campagne de juillet, la biomasse de sardine a été sans valeur dans toute la ZEE de la Mauritanie. Par contre, en novembre, sa biomasse a été estimée à 105 217 tonnes soit une biomasse quadruple par rapport à celle de l'année 2009. En novembre 2009, la biomasse a été estimée à 5 600 tonnes. Les détections étaient exclusivement observées dans la zone 20°00N et 19°30N sur une bande côtière de 20 mètres de profondeur.

**Tableau 2.3.2c:** Biomasse de *Sardina pilchardus* (en tonnes) – Résultats des campagnes réalisées par le N/R AL AWAM en 2010

12-22 juillet 2010		22 novembre-1 décembre 2010	
Cap Timiris - Saint-Louis	Cap Blanc - Cap Timiris	Cap Timiris - Saint-Louis	Cap Blanc - Cap Timiris
0	0	0	105 217

### N/R ITAF DEME

Le navire de recherche sénégalais N/R ITAF DEME n'a pas effectué de campagne acoustique en 2010.

## Campagnes internationales

### N/R ATLANTIDA

Une campagne acoustique couvrant la zone comprise entre Cap Cantin au nord et Saint-Louis au sud a été réalisée en juillet-août 2010 par le N/R ATLANTIDA (Figure 2.3.2b).

La prospection acoustique menée par le N/R ATLANTIDA a estimé la biomasse de sardine dans la zone entre le Cap Juby et le Cap-Blanc à près de 2,3 millions de tonnes. En 2008, cette biomasse était de l'ordre de 2,6 millions de tonnes.

Les campagnes de recrutement des petits pélagiques effectuées au Maroc et en Mauritanie depuis 2003 n'ont pas été poursuivies en 2010. Le niveau de recrutement de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone entre le Cap Juby et le Cap Blanc a considérablement augmenté en 2009 pour l'âge 0+ et 1+ (Tableau 2.3.2d). On a par contre assisté à une diminution du niveau de recrutement de ces âges dans la zone Sud.

**Tableau 2.3.2d:** Nombre de *S. pilchardus* en millions de recrues (âge 0+ et 1+) entre 2003 et 2009 – Résultats de la campagne de recrutement du N/R ATLANTIDA en décembre

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nord Cap Blanc	0+	1 187	383	131	493	307	608	2 821
	1+	3 169	2 083	307	846	598	2 149	3 027
Sud Cap Blanc	0+	2	84	15	-	146	158	13
	1+	5	41	17	-	368	1 538	4

## 2.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Le programme d'échantillonnage biologique des débarquements réalisés au niveau des ports marocains a été maintenu en 2010. L'échantillonnage a été réalisé sur les débarquements effectués au niveau des principaux ports des différentes zones de pêche marocaines (zone A, zone B et zone C).

A bord des bateaux russes, l'échantillonnage en 2010 n'a pas couvert toute l'année, aussi bien dans la zone marocaine que dans la zone mauritanienne (Tableau 2.4.1).

En Mauritanie, l'échantillonnage a été réalisé en 2010 à bord des bateaux européens ayant débarqué à Las Palmas avec une couverture des différents trimestres de l'année (Tableau 2.4.1).

Au Sénégal, l'échantillonnage n'a pas été réalisé en 2010, la capture est infime.

La collecte de données biologiques pour la lecture de l'âge n'a été effectuée que par les scientifiques marocains et russes (Tableau 2.4.1).

## 2.5 Données biologiques

### Débarquement

Les structures en tailles en 2010 de la sardine prélevées au débarquement des bateaux marocains opérant dans la zone marocaine au nord de Cap Boujdor (A+B) montrent la présence d'un mode principal de 18 cm et un mode secondaire de 24 cm (Figure 2.5.1a). Dans la zone au sud de Cap Boujdor en 2010, le mode dominant des captures est de 24 cm (Figure 2.5.1b). La structure de taille de la sardine dans la zone C est établie sur la base des données marocaines et russes pour la zone marocaine et sur la base de données européennes et russes pour la zone mauritanienne (Figure 2.5.1b).

Les tailles des individus échantillonnés par l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) sont mesurées au 1 cm inférieur et pas au 1/2 cm comme il a été recommandé, ainsi les structures correspondantes n'ont pas été utilisées.

La clé taille-âge de la sardine pour la zone A+B n'a pas été établie pour 2010 faute de clés taille-âge. Pour la zone C, la clé taille-âge russes a été utilisée (Tableau 2.5.1b).

Les compositions en âge et les poids moyens par âge ont été actualisés pour 2010 pour la zone C (Tableaux 2.5.2a et b). Les tailles moyennes par âge montrent des différences du taux d'accroissement d'un âge à l'autre (Tableau 2.5.2c).

Les coefficients de la relation taille-poids et les paramètres de croissance utilisés sont estimés en utilisant les données issues de l'échantillonnage effectué au niveau des ports marocains (Tableau 2.5.2d).

#### *Navires de recherche*

La sardine entre Cap Boujdor et Cap Cantin dans les campagnes du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH est caractérisée par une structure bimodale avec un mode à 11 cm et 15 cm (Zone A+B). La structure des tailles de la sardine entre Cap Boujdor et Cap Blanc est marquée par un mode dominant des grands adultes de pic situé à 24 cm et un mode secondaire de jeunes individus de 11 cm (Figure 2.5.2a).

Dans la campagne du N/R AL-AWAM la sardine présentait une structure de taille unimodale avec un mode à 25 cm (Figure 2.5.2b).

## **2.6 Évaluation**

#### *Qualité des données*

Pour tester la qualité des données disponibles pour l'évaluation des stocks par les modèles analytiques, le Groupe de travail a procédé à une exploration statistique des données de la composition en âge des captures pour le stock C (Figure 2.6.2). Pour le stock A+B, la série de la composition en âge des captures n'a pas été actualisée pour 2010 faute de clés taille-âge pour cette zone.

#### *Méthode*

L'évaluation par méthode analytique ne peut toujours pas être conduite pour le stock C, vu la non-consistance des données de bases (clé taille-âge).

Le modèle de production dynamique de Schaefer a été utilisé pour l'évaluation des niveaux d'exploitation des stocks de sardine A+B (Cap Cantin-Cap Boujdor) et du stock de sardine C (Cap Boujdor-extension sud de l'espèce). Le modèle est développé sur des feuilles de calcul Excel (Annexe II). Pour l'estimation des points de référence biologiques (BRP) adoptés lors des réunions précédentes, les indices  $B_{cur}/B_{MSY}$  et  $F_{cur}/F_{MSY}$  sont utilisés comme points de référence limites alors que les indices  $B_{cur}/B_{0.1}$  et  $F_{cur}/F_{0.1}$  sont choisis comme Points de référence cibles pour les recommandations d'aménagement.

#### *Données d'entrée*

Le Groupe de travail a utilisé les captures totales de la sardine au niveau de la zone A+B et de la zone C disponibles de 1990 à 2010. La série Nansen (Chapitre 1.7) a été utilisée comme indices d'abondance pour l'ajustement du modèle pour les deux zones (Chapitre 2.3.2).

## **Résultats**

#### *Stock central A+B*

L'ajustement du modèle n'a pas été satisfaisant pour le stock central (A+B). L'indice d'abondance utilisé connaît beaucoup de fluctuations durant la série considérée, en particulier ces dernières années avec des tendances inverses d'une année à l'autre.

Le diagnostic de l'état d'exploitation du stock de sardine dans la zone centrale s'est basé, donc, sur l'analyse des principaux indicateurs d'abondance des petits pélagiques au niveau de cette zone. Un changement important est survenu en 2010 au niveau de la composition spécifique du stock et de la distribution des différents stocks de petits pélagiques dans la zone centrale. Ce changement s'est traduit par une diminution importante de la biomasse de la sardine affichant le chiffre le plus bas de la

série avec une structure démographique dominée par les petites tailles (le mode varie de 12 cm à 16 cm), et par une disponibilité de l'anchois dans cette zone ainsi qu'une remontée de la sardinelle, espèce tropicale, atteignant même la zone nord.

Ces changements sont liés à l'anomalie environnementale constatée depuis l'été 2009 (voir Section 1.8).

Le comportement grégaire de cette espèce a permis, par contre, le maintien des CPUE de la sardine au niveau de la zone A+B à un niveau presque comparable à celui de 2009 malgré la diminution de la biomasse qui est plus marquée dans la région située entre Cap Boujdor et Cap Juby (Figure 2.3.1a).

Les conditions environnementales décrites, associées à un effort de pêche soutenu met le stock central dans un état de surexploitation.

### Zone C

Les résultats du modèle montrent que la biomasse en 2010 est inférieure à la biomasse cible  $B_{0.1}$  et que le niveau d'exploitation actuel reste au-dessous de  $F_{0.1}$  (Figure 2.6.3a), malgré un accroissement de la capture au cours des dernières années.

Les résultats obtenus indiquent que le stock n'est pas pleinement exploité. Toutefois, ce stock affiche en 2010 un niveau de biomasse qui est inférieur au niveau moyen de biomasse enregistrée sur toute la série (Tableau 2.6.1).

La biomasse de la sardine dans la zone C présente selon les années d'importantes baisses, c'est le cas des années 1997, 2006 et 2010.

Un suivi continu de l'état d'exploitation des stocks, permettant de connaître en temps réel les fluctuations d'abondance et de composition démographique de la population, est recommandé pour pouvoir instaurer, à temps, des mesures d'aménagement nécessaires pour assurer la durabilité de l'exploitation de la pêcherie.

**Tableau 2.6.1:** Résumé des résultats d'ajustement du modèle de production dynamique de Schaefer

Stock/indice d'abondance	$B_{cur}/B_{MSY}$	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{Sycur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, zone C/Nansen	68%	62%	54%	72%	79%

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

$B_{cur}/B_{0.1}$ : 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 Projection

Le Groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'abondance sur cinq ans pour le stock C.

Le scénario du *status quo* a été examiné pour la zone C. Le maintien de l'effort à son niveau actuel, entrainerait une légère diminution des captures en 2011 pour augmenter les années suivantes et se stabiliser en dessous de  $F_{MSY}$ . La biomasse augmenterait pour se stabiliser les années qui suivent à un niveau supérieur à la biomasse cible  $B_{0.1}$  (Figure 2.7.1a).

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

## 2.8 Recommandations d'aménagement

### *Stock A+B*

Le Groupe de travail est préoccupé de la situation actuelle du stock central, dont l'indice de biomasse estimé par les techniques acoustiques présente le niveau le plus bas de la série.

Le Groupe de travail réitère la recommandation des trois dernières années au niveau de ce stock. Les captures ne devraient pas dépasser les 400 000 tonnes en 2011 (FAO 2008; 2009).

### *Stock C*

Les niveaux des prélèvements sur le stock C devraient faire l'objet d'ajustements annuels compte tenu des fluctuations naturelles de la productivité de ce stock sous l'effet des changements environnementaux.

## 2.9 Recherche future

### *Recommandations de recherche*

Les actions recommandées en 2010 n'ont pas été réalisées durant l'intersession. Pourtant, le suivi de ces recommandations est essentiel pour l'amélioration des évaluations des stocks de sardine.

A cet effet, la reconduction des recommandations suivantes s'impose:

- Continuer l'estimation de l'abondance des stocks pour toute la région à travers les campagnes régionales coordonnées entre les navires de recherche nationaux de la région. Assurer la couverture acoustique sur toute la sous-région.
- Procéder à la mensuration des tailles de la sardine à la longueur totale au ½ cm inférieur au niveau de l'échantillonnage de captures réalisées au niveau de la pêche mauritanienne et sénégalaise.
- Maintien de l'échange et de lecture de l'âge entre les pays de la région.
- Procéder à la lecture de l'âge de la sardine dans la zone C.
- Analyse des fréquences de tailles dans une perspective d'évaluation par les modèles structuraux durant l'intersession.

## 3. SARDINELLES

### 3.1 Identité du stock

Le Groupe de travail considère que les deux espèces de sardinelle de la sous-région constituent chacune un stock particulier, qui couvre toute la sous-région. On peut trouver davantage de détails sur l'identité de chaque stock dans un précédent rapport du Groupe de travail (FAO, 2001).

### 3.2 Les pêcheries

#### *Introduction*

Dans la zone C située au nord du Cap Blanc, les sardinelles sont exploitées par une flottille marocaine de senneurs côtiers et par des chalutiers industriels de la Fédération de Russie, de l'Union européenne (UE), d'Ukraine et d'autres pays.

En Mauritanie, les sardinelles sont pêchées par des chalutiers de l'Union européenne et d'autres pays, qui couvrent de longues distances, par des petits senneurs et par une flottille artisanale de pirogues non seulement mauritaniennes mais aussi sénégalaises. Les pirogues sénégalaises sont actives dans la partie sud de la Mauritanie et débarquent leurs captures à Saint-Louis. Leurs prises sont comptabilisées dans les chiffres des débarquements sénégalais. La flottille industrielle qui pêche dans les eaux mauritaniennes peut être divisée en deux segments: la flottille de l'Union européenne (Allemagne, France, Pays-Bas et Royaume-Uni) et les autres flottilles. Cette distinction est fondée sur

le fait que les navires qui battent pavillon de l'Union européenne ciblent les sardinelles alors que les autres chalutiers pêchent principalement des chinchards et ne prélèvent les sardinelles que comme prises accessoires.

Au Sénégal, les sardinelles sont exploitées par la flottille artisanale et, dans des proportions bien plus faibles, par la pêche industrielle. Les principaux engins de pêche utilisés dans le secteur artisanal sont les sennes tournantes et les filets maillants encerclant.

#### *Capture totale*

Les captures totales par flottille et par pays de *Sardinella aurita* et de *Sardinella maderensis* sont respectivement présentées dans les tableaux 3.2.1a et 3.2.1b. Les captures totales de chaque espèce dans la sous-région sont indiquées sur les figures 3.2.1a et b.

#### *Sardinella aurita*

On estime en 2010 que la capture totale de *S. aurita* dans l'ensemble de la sous-région a atteint 540 000 tonnes. La capture est donc restée à un niveau très élevé qui correspond à celui des deux années précédentes. On a relevé dans la sous-région des différences évidentes dans l'évolution de la pêcherie en 2010. En Mauritanie, les prises de la flottille industrielle (UE ou non) comme celles de la flottille artisanale ont augmenté. La capture totale de *S. aurita* y est passée de 163 000 tonnes en 2009 à 233 000 tonnes en 2010 pour la première et de 33 000 tonnes en 2009 à 70 000 tonnes en 2010 pour la seconde. L'augmentation constatée dans le secteur de la pêche artisanale est liée au développement rapide de l'industrie de farine de poisson en Mauritanie, qui utilise notamment comme matière première les sardinelles capturées par des pirogues sénégalaises sous contrat avec les usines.

On a noté que les statistiques relatives aux prises de la flottille de l'Union européenne étaient incomplètes en Mauritanie. Elles indiquent en effet des prises de 33 000 tonnes seulement alors que les propriétaires de navires néerlandais ont déclaré une capture totale de 100 000 tonnes aux autorités. Il y a un problème manifeste dans la transmission des données de capture en Mauritanie. Un autre problème concerne les débarquements de sardinelles par la flottille artisanale. Les statistiques relatives aux prises en Mauritanie ne peuvent donc être que provisoires en la matière.

Au Maroc, les prises de *S. aurita* de la flottille locale ont augmenté en 2010. Elles sont passées de 22 000 tonnes en 2009 à 25 000 tonnes en 2010.

Au Sénégal, on a observé une chute des captures de *S. aurita*, qui sont passées de 262 000 tonnes en 2009 à 181 000 tonnes en 2010. Il faut en outre noter que les prises sénégalaises dans les eaux mauritaniennes étaient en majorité débarquées à Saint-Louis, où elles ont été estimées à 100 000 tonnes.

#### *Sardinella maderensis*

La capture de *S. maderensis* a aussi augmenté dans l'ensemble de la sous-région. Elle est passée de 130 000 tonnes en 2009 à 158 000 tonnes en 2010. En Mauritanie, les prises sont passées de 44 000 tonnes en 2009 à 52 000 tonnes en 2010. Cette augmentation était principalement due aux débarquements destinés à l'industrie de farine de poisson. Les prises de cette espèce ont aussi augmenté au Sénégal et sont passées de 80 000 tonnes en 2009 à 101 000 tonnes en 2010. L'augmentation des prises de *S. maderensis* (21 000 tonnes) n'y a cependant pas compensé la forte baisse de celles de *S. aurita* (81 000 tonnes).

#### *Effort*

Les données d'effort relatives à chaque pays et à chaque flottille sont présentées dans le Tableau 3.2.2 et sur les Figures 3.2.2.a, b et c.

En Mauritanie, l'effort de la flottille de l'Union européenne a augmenté de 22 pour cent par rapport à 2009. Cette hausse est liée au retour des navires qui pêchaient dans les eaux du Pacifique au cours des trois années précédentes. L'effort de la flottille non UE a aussi augmenté (voir la section



«Développements récents»). On ne disposait toutefois pas de données quantitatives sur l'effort de la flottille non UE en 2010.

Au Sénégal, l'effort de la pêche artisanale ciblant *Sardinella* spp. a augmenté en 2010 par rapport à 2009. Il est passé de 72 320 jours en mer en 2009 à 83 815 jours en mer en 2010. On ne disposait pas de données sur l'effort artisanal ciblant les sardinelles en Mauritanie (pirogues en provenance de Saint-Louis), ni dans les eaux sénégalaises. L'effort de la flottille artisanale sénégalaise est resté constant depuis le début de la série (Figure 3.3.2c).

## Développements récents

### *Mauritanie*

L'effort de pêche de la flottille de l'Union européenne a augmenté de 22 pour cent en 2010 en raison du retour des navires qui pêchaient dans le Pacifique sud au cours des trois années précédentes. La baisse des prises dans le Pacifique a entraîné un transfert de l'effort vers la Mauritanie. Le phénomène n'a pas concerné que les navires qui étaient auparavant présents dans les eaux mauritaniennes (comme les navires de l'Union européenne), mais aussi de nouveaux chalutiers qui n'y avaient jamais été présents. Il s'agit par exemple du navire-usine LAFAYETTE dont la capacité de transformation est de 1 500 tonnes par jour, et qui reçoit le poisson de sa propre flottille de petits senneurs. On relevait en outre la présence de navires en provenance de la Chine et de Vanuatu, qui ont quitté le Pacifique pour les eaux mauritaniennes. L'ensemble de ces nouvelles arrivées a dû provoquer une augmentation importante de l'effort de pêche en Mauritanie en 2010. Le pays n'a toutefois pas été en mesure de fournir des données quantitatives sur l'évolution de l'effort en 2010.

Dans le dernier rapport du groupe de travail, il avait déjà été fait mention du développement d'une nouvelle industrie de farine de poisson à Nouadhibou. La production de farine de poisson a fortement augmenté en 2010 du fait de prix plus élevés sur le marché et de l'abondance de petits pélagiques à proximité de Nouadhibou. Les quatre usines de Nouadhibou reçoivent la matière première des pirogues sénégalaises qui travaillent sous contrat pour les usines. À l'origine, les pirogues ciblaient l'*Ethmalosa*, dont il existait un stock non exploité dans la Baie du Lévrier, proche de Nouadhibou. Les espèces de *Sardinella* spp. constituent toutefois une partie importante des prises. D'après les chiffres officiels des exportations de farine de poisson en 2010 et en utilisant un facteur de conversion 5:1 (transformation de poisson frais en farine de poisson), on a estimé que 166 000 tonnes de poisson frais avaient été transformées en farine de poisson. L'échantillonnage a montré que les prises contenaient 35 pour cent de *S. aurita* et 19 pour cent de *S. maderensis*.

### *Sénégal*

La production de la pêche maritime au Sénégal est largement dominée par la pêche artisanale. Les prises sont essentiellement composées de petits pélagiques, en particulier des deux espèces de sardinelle (sardinelle ronde et sardinelle plate), qui sont capturées en grandes quantités au moyen de sennes tournantes et de filets maillants. Plus de la moitié des débarquements annuels sont effectués à Saint-Louis, dans la région de Thiès Sud, notamment le long de la Petite Côte et plus précisément à Mbour et à Joal. Les prises sont stimulées par une forte demande des communautés étrangères originaires de la sous-région (Burkinabés, Guinéens et Maliens).

Cette demande s'est accrue avec l'implantation d'usines de farine de poisson. De ce fait, même si la pêche des petits pélagiques est continue durant toute l'année le long de cette partie du littoral sénégalais, elle est plus intense d'octobre à juin, période qui correspond à la présence des opérateurs économiques étrangers.

L'abondance de sardinelle plate et d'éthmalose, espèces jugées plus faciles à conserver, explique en partie l'attrait que la Petite Côte et les îles du Saloum exercent sur les opérateurs économiques et les investisseurs étrangers. Les centres de pêche qui se trouvent le long de la Petite Côte sont en outre composés en majorité de pêcheurs et de transformateurs étrangers, qui se sont installés dans la région et qui acceptent sans difficulté l'installation d'opérateurs économiques venant d'autres pays.

Des comités de cogestion locale sont de plus en plus mises en place avec l'approbation et l'appui des entrepreneurs locaux de la pêche artisanale et des représentants du gouvernement. Ces commissions sont actives à Kayar et le long de la Petite Côte à Ngaparou, Pointe Sarène et dans d'autres villages. Pour les pêcheurs, l'objectif est de maintenir les prix à un niveau suffisamment élevé. L'administration vise quant à elle à encourager les mesures de conservation.

Au Sénégal, les débarquements de juvéniles, en particulier d'espèces pélagiques et littorales, sont interdits dans de nombreux sites. Des amendes et des sanctions sont appliquées aux contrevenants. À certains endroits, les femmes chargées de la transformation du poisson refusent systématiquement de traiter les juvéniles.

En 2010, les 300 licences de pêche accordées par le gouvernement mauritanien aux pêcheurs sénégalais ont été renouvelées. Elles comportent des restrictions en ce qui concerne le nombre de sorties en mer et le nombre de captures par sortie. Les pêcheurs sénégalais se sont plaints que leur nombre était encore insuffisant.

### 3.3 Indices d'abondance

#### 3.3.1 Capture par unité d'effort

En Mauritanie, la CPUE de la flottille de l'Union européenne était à un niveau élevé de mai à août, avant de chuter ensuite. Sur l'ensemble de l'année, elle a légèrement augmenté par rapport à 2009 (7 pour cent). On ne disposait d'aucune donnée en 2010 sur les autres flottilles industrielles en Mauritanie. On n'a donc pu calculer aucune CPUE.

Au Sénégal, la CPUE de la pêcherie artisanale de *S. aurita* a baissé de 40 pour cent. Les données d'effort sénégalais n'étant pas ventilées par site de débarquement, on n'a pas pu déterminer si la baisse concernait la flottille active dans les eaux sénégalaises, celle qui pêchait dans les eaux mauritaniennes ou bien l'ensemble. En ce qui concerne *S. maderensis*, la CPUE de la flottille artisanale sénégalaise a légèrement augmenté en 2010 (9 pour cent par rapport à 2009).

#### 3.3.2 Campagnes acoustiques

##### Campagnes nationales

En 2010, les campagnes acoustiques ont été menées par des navires de recherche de la Fédération de Russie (N/R ATLANTIDA), du Maroc (N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH) et de Mauritanie (N/R AL AWAM). La campagne du navire de recherche sénégalais N/R ITAF DEME a été annulée pour des raisons financières.

##### N/R ATLANTIDA

En août 2010, seule la zone mauritanienne a été couverte par le N/R ATLANTIDA. Aucune information n'a été collectée dans les eaux situées au nord du Cap Blanc. Les séries complètes des résultats obtenus dans les deux zones sont reportées dans les tableaux ci-dessous.

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

	1994	1995	1996	1998	1999	2004	2006	2007	2008	2009	2010
<i>S. aurita</i>	105	593	386	307	140	348	364	901	153	238	-
<i>S. maderensis</i>	18	436	3	109	71	82	304	248	171	259	-

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

	1995	1998	1999	2000	2001	2004	2006	2007	2008	2009	2010
<i>S. aurita</i>	244	216	46	49	29	132	49	552	107	-	134
<i>S. maderensis</i>	16	34	36	21	46	62	130	316	103	-	373

Dans la zone mauritanienne, la biomasse de *S. maderensis* représentait trois fois environ celle de *S. aurita*, espèce en général la plus abondante.

#### N/R AL-AWAM

Le navire de recherche mauritanien AL-AWAM a mené deux campagnes acoustiques en 2010, une en juillet et une en novembre. Les résultats obtenus pendant les deux campagnes sont reportés dans le Tableau 3.3.2.c. La biomasse de *S. aurita* a légèrement baissé en 2010 par rapport à 2009 (12 pour cent en novembre et 34 pour cent en juillet). Celle de *S. aurita* en novembre 2010 (969 000 tonnes) était supérieure à la biomasse moyenne des quatre années précédentes.

L'abondance de *S. maderensis* a montré une évolution différente en juillet (plus 80 pour cent) et en novembre (moins 94 pour cent).

**Tableau 3.3.2c:** Biomasse estimée par le N/R AL-AWAM en Mauritanie (en milliers de tonnes)

	Juillet 2010 (12-21/07)		Novembre 2010 (22-30/11)	
	Cap Timiris-Saint-Louis	Cap Blanc-Cap Timiris	Cap Timiris-Saint-Louis	Cap Blanc-Cap Timiris
<i>S. aurita</i>	96	320	926	43
<i>S. maderensis</i>	335	116	0	16

#### Campagnes régionales coordonnées

Les campagnes régionales coordonnées du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, qui ont été menées dans le cadre du programme Nansen, ont pris fin en 2006. À partir de 2007, on a pu poursuivre les campagnes sur les ressources en petits pélagiques dans la sous-région au moyen des navires de recherche nationaux. Elles sont réalisées chaque année en novembre. Afin de pouvoir comparer leurs résultats avec ceux de la série précédente du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, on a recours à des facteurs de correction. Les facteurs de correction sont indiqués dans le Tableau 3.3.2d.

**Tableau 3.3.2d:** Facteurs de correction utilisés en vue de comparer les résultats des navires nationaux avec la série du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN

Navire	<i>S. aurita</i>	<i>S. maderensis</i>
AL AMIR MOULAY ABDALLAH	1,01	1,01
AL-AWAM	1,00	0,50
ITAF DEME	0,87	0,87

Les résultats des campagnes régionales coordonnées en novembre 2010 sont indiqués dans le Tableau 3.3.2e et dans les figures 3.2.2a, b et c.

**Tableau 3.3.2e:** Biomasse estimée pendant les campagnes régionales coordonnées en novembre 2010 (en milliers de tonnes)

	N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH			N/R AL-AWAM	
	Cap Cantin - Cap Juby	Cap Juby - Cap Boujdor	Cap Boujdor - Cap Blanc	Cap Blanc - Cap Timiris	Cap Timiris - St. Louis
<i>S. aurita</i>	5	47	245	43	926
<i>S. maderensis</i>	0	0	440	16	0

La biomasse totale de sardinelles a été estimée à 1 722 000 tonnes: 1 266 000 tonnes de *S. aurita* (sardinelle ronde) et 456 000 tonnes de *S. maderensis* (sardinelle plate). En total, 73 pour cent de *S. aurita* a été détecté entre le Cap Timiris et Saint-Louis, et 19 pour cent entre le Cap Blanc et le Cap Boujdor. La sardinelle plate a principalement été détectée entre le Cap Blanc et le Cap Boujdor, où l'on a relevé 96 pour cent de la biomasse totale de l'espèce.

La biomasse de *S. aurita* a chuté de 52 pour cent en 2010 par rapport à novembre 2009. La baisse était de 12 pour cent entre Saint-Louis et le Cap Blanc, et de 84 pour cent entre le cap Blanc et le Cap

Boujdor. Dans le même temps une extension de la présence du poisson vers le nord a été notée, où sa quantité a été estimée à 52 000 tonnes entre le Cap Boujdor et le Cap Cantin.

En ce qui concerne *S. maderensis*, la biomasse a baissé de 40 pour cent par rapport à novembre 2009. La baisse est plus forte entre le Cap Blanc et Saint-Louis, où la biomasse n'a été estimée qu'à 16 000 tonnes.

### 3.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

On trouvera dans les tableaux 3.4.1 et 3.4.2 les données relatives à l'intensité de l'échantillonnage mené sur *S. aurita* et *S. maderensis* en 2010.

Des échantillonnages des débarquements de la flottille marocaine (sardinelle plate et sardinelle ronde) et de la flottille russe (sardinelle ronde) dans la zone B (Maroc) et dans la zone C (au nord du Cap Blanc) ont été réalisés.

En Mauritanie, l'IMROP a échantillonné les captures de sardinelles de tous les segments de la flottille industrielle. Les débarquements de sardinelles de la flottille de l'Union européenne à Las Palmas ont aussi été échantillonnés par l'IEO. Des observateurs russes ont également échantillonné les prises des navires russes. En général, l'échantillonnage des prises de sardinelles par la flottille industrielle était insuffisant: 428 échantillons de *S. aurita* sur un total de 233 000 tonnes, soit un échantillonnage de 1,8 échantillon/1 000 tonnes.

En Mauritanie, le problème concerne la pêche artisanale. Dans cette pêche, dont la capture totale s'élève à 107 000 tonnes de sardinelles, aucune donnée d'échantillonnage n'a été fournie au Groupe de travail.

Au Sénégal, 192 échantillons de *S. aurita* ont été collectés sur une capture de 182 717 tonnes. Un totale de 22 726 individus a été mesuré et 97 otolithes prélevés. En ce qui concerne *S. maderensis*, 142 échantillons ont été collectés sur une capture de 100 787 tonnes ; 10 883 individus ont été mesuré et 79 otolithes collectés. En 2010, le taux d'échantillonnage était de 1,05 échantillon/1 000 tonnes en ce qui concerne *S. aurita* et de 1,41 échantillon/1 000 tonnes en ce qui concerne *S. maderensis*.

Il faut noter que les débarquements de la flottille artisanale au Sénégal ne sont échantillonnés qu'à Dakar. L'échantillonnage n'est donc pas représentatif de la capture totale de la flottille artisanale, dont la plus grande partie est débarquée le long de la Petite Côte (Joal et M'Bour), de la Grande Côte (Saint-Louis) et au sud (Casamance).

### 3.5 Données biologiques

#### *Distribution de la taille des captures commerciales (Sardinella aurita)*

En 2010, on disposait de résultats relatifs à la distribution de la taille des captures commerciales au Maroc (seulement industrielles), en Mauritanie (seulement industrielles) et au Sénégal (seulement artisanales) (Figure 3.5.1a).

En ce qui concerne la pêche industrielle mauritanienne, on a obtenu une composition par taille de *S. aurita* très proche dans les différents programmes d'échantillonnage (IMROP, IEO, Russie). Les captures de la flottille UE ont montré une distribution unimodale à 31 cm. Les échantillonnages des captures de la flottille non UE présentaient eux aussi une distribution unimodale à 32 cm. On peut dès lors avancer l'hypothèse que la pêche industrielle était concentrée en 2010 sur une seule classe d'âge de *S. aurita*, probablement celle qui était née en 2007.

L'échantillonnage des captures de la pêche artisanale de *S. aurita* au Sénégal a montré une longueur modale à 25 cm. Compte tenu de la couverture très limitée des débarquements de la pêche artisanale

au Sénégal, on peut toutefois douter de la pertinence de ce résultat pour rendre compte de la composition en taille des captures débarquées au Sénégal.

#### *Comparaison des données de taille 2010 avec celles des années précédentes*

On trouvera sur la Figure 3.5.1b la série chronologique de la distribution de la taille de *S. aurita* relevée par les observateurs de l'IMROP à bord des navires de l'Union européenne en Mauritanie au cours de la période 2003-2010. On y trouve le pourcentage de *S. aurita* dans chaque groupe de taille.

### 3.6 Évaluation

#### *Qualité des données*

Le groupe n'a pas disposé de suffisamment de données de composition de capture en âge pour faire une analyse statistique de cohérence des données comme a été fait pour le maquereaux.

#### *Méthode*

Faute de données fiables pour pouvoir mener une analyse fondée sur l'âge, le Groupe de travail a décidé d'utiliser le modèle de production qui avait été utilisé lors des réunions précédentes. Il s'agit du modèle dynamique de production de Schaefer, qui est adapté à une feuille de calcul Excel (Annexe II).

#### *Données*

Au cours des années précédentes, les résultats des campagnes acoustiques ont été utilisés comme indices d'abondance pour appliquer le modèle de production Biodyn. La série est toutefois incomplète, avec des interruptions importantes les dernières années (pas de campagne en Gambie en 2008-2010, ni au Sénégal en 2009 et en 2010). Compte tenu de ces lacunes importantes dans la couverture de des dernières années, le Groupe de travail a décidé que la qualité de la série d'indices acoustiques était devenue insuffisante pour ajuster le modèle dynamique de production.

La série de CPUE des navires de l'Union européenne en Mauritanie a été utilisée comme alternative pour mettre au point le modèle. Les navires de l'Union européenne ciblent les sardinelles pendant la saison où le stock se concentre en Mauritanie. Le Groupe de travail est bien conscient des inconvénients que représente l'utilisation des données de CPUE comme indice d'abondance pour les poissons pélagiques (l'indice ne dépend pas que de l'abondance du poisson, mais aussi de leur disponibilité pour la flottille), mais il a décidé d'utiliser la série car il ne disposait pas d'autre solution. Il faut noter que les captures de la flottille de l'Union européenne en Mauritanie sont composées au moins à 90 pour cent de *S. aurita*. La CPUE de cette flottille reflète donc essentiellement l'abondance de cette espèce.

#### *Paramètres initiaux utilisés dans le modèle dynamique*

Le modèle dynamique de production a été appliqué à *S. aurita* et aux deux espèces de sardinelles combinées.

Les paramètres initiaux suivants ont été utilisés dans la mise au point du modèle:

**Tableau 3.6.1:** Valeurs initiales des paramètres  $r$  (taux intrinsèques de croissance) et  $K$  (capacité de charge ou biomasse vierge) pour *S. aurita* et *Sardinella* spp.

	$r$	$K$
<i>S. aurita</i>	0,64	3 500 000
<i>Sardinella</i> spp.	0,64	3 500 000

Les modèles de production dynamiques comptent parmi les approches les plus simples qui sont utilisées pour l'évaluation des stocks. Ils permettent de prendre en compte, dans une seule fonction, les effets d'ensemble du recrutement, de la croissance et de la mortalité qui peuvent avoir une influence sur la production. Ils sont simples à utiliser car ils ne nécessitent que peu de types de données. On sait toutefois que le recrutement de *S. aurita* varie beaucoup au fil du temps. Ces variations dans le recrutement peuvent être prises en compte dans le modèle en introduisant un « effet environnemental »

positif pour les années où une classe d'âge abondante est née. En ce qui concerne la composition en taille en Mauritanie, on a relevé que des classes d'âge abondantes y sont nées en 2005 et 2007 (ces classes d'âge ont eu pour conséquence d'importantes prises de poissons de trois ans en 2008 et 2010). Un effet environnemental positif a donc été appliqué à ces deux années (+ 1,0 pour 2005 et + 0,5 pour 2007).

### Résultats

Le modèle a été appliqué avec les captures de *S. aurita* et à celles des deux espèces combinées (*Sardinella* spp.). On a considéré qu'il n'était pas réaliste de l'appliquer à *S. maderensis* seule car la série d'indices CPUE se réfère à des captures constituées à 90 pour cent de *S. aurita*.

Dans les deux cas, le modèle fournit un bon ajustement entre l'abondance prévue et l'abondance relevée (Figures 3.6.2 et 3.6.3). L'ajustement est même légèrement meilleur pour les deux espèces combinées que pour *S. aurita* seule.

Les deux évaluations indiquent que le stock est gravement surexploité à l'heure actuelle malgré la présence de deux classes d'âge abondantes en 2005 et en 2007. La relation entre les différents paramètres estimés par le modèle et les points de référence cibles définis par le Groupe de travail sont montrés dans le Tableau 3.6.2. La biomasse actuelle représente environ la moitié de la biomasse cible et la mortalité actuelle par pêche est trois fois supérieure environ à la mortalité par pêche cible.

**Tableau 3.6.2:** Résultats du modèle dynamique de production

Stock/indice de biomasse	$B_{cur}/B_{0.1}$	$B_{cur}/B_{MSY}$	$F_{cur}/F_{MSYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>S. aurita</i> /CPUE de la flottille UE	53%	58%	228%	323%	359%
<i>Sardinella</i> spp./ CPUE de la flottille UE	50%	55%	209%	302%	336%

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

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

$F_{cur}/F_{MSYcur}$ : 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

Pendant la réunion, le Groupe de travail a utilisé les indices CPUE à la place des estimations acoustiques. Un effet environnemental positif a aussi été appliqué aux années où un bon recrutement avait été relevé. En utilisant la série de CPUE des navires de l'Union européenne, le modèle permet d'élaborer une assez bonne simulation de l'évolution du stock au cours des 14 dernières années.

L'évolution du stock de *S. aurita* ces dernières années peut être résumée comme suit d'après les résultats obtenus. Après un appauvrissement progressif du stock au cours des années 2002-2005, dont rend compte la baisse de la CPUE et de la taille moyenne des captures, une classe d'âge abondante est née en 2005. Cette classe d'âge a constitué le gros des captures en 2007 (poissons de 2 ans d'une longueur de 28 cm) et en 2008 (poissons de 3 ans d'une longueur de 32 cm). En 2009, cette classe d'âge était apparemment appauvrie puisque l'on a trouvé peu de poissons de plus de 32 cm dans les prises. Une autre classe d'âge abondante est née en 2007 et a permis des captures importantes en 2010.

À présent, l'effort de pêche et la mortalité par pêche sont à des niveaux si élevés que même une classe d'âge abondante est appauvrie en deux ans. La pêcherie n'a pu maintenir des niveaux élevés de prises ces dernières années qu'à cause de classes d'âge importantes. Si aucune nouvelle classe d'âge abondante n'apparaît ni en 2011 ni les années suivantes, le stock déclinera rapidement et la CPUE de toutes les flottilles baissera de façon conséquente.

### 3.7 Projections

Les projections ont été faites pour *S. aurita* en estimant l'évolution des captures et de la biomasse avec une réduction de 50 pour cent de l'effort. Les captures chutent la première année à environ 50 pour cent du niveau de production maximale équilibrée. Au cours des quatre années suivantes, les captures augmentent progressivement jusqu'à 80-90 pour cent du niveau de production maximale équilibrée. La biomasse poursuit sa baisse de façon modérée la première année puis augmente les années suivantes jusqu'à 90 pour cent du niveau de production maximale équilibrée.

### 3.8 Recommandations d'aménagement

Le stock de *S. aurita* est surexploité à l'heure actuelle (tout comme probablement celui de *S. maderensis*). Cette surexploitation présente un risque majeur pour la pérennité de la pêcherie, non seulement pour la flottille industrielle, mais aussi pour la flottille artisanale. Compte tenu des résultats du modèle, la mortalité par pêche est à l'heure actuelle trois fois supérieure à celle du niveau optimal.

Le Groupe de travail recommande une réduction de l'effort de pêche en 2011. Il a décidé de ne pas formuler de recommandations en ce qui concerne la capture car il n'était pas en mesure d'émettre des hypothèses sur le recrutement.

### 3.9 Recherche future

*Suivi des recommandations de l'année passée :*

- La couverture de l'ensemble de la sous-région n'a pas été possible pendant la campagne acoustique en 2010.
- Aucune avancée n'a été obtenue de la part de la Mauritanie et du Maroc en matière de coopération au projet sénégalais sur la lecture d'âge.
- Aucun sous-groupe n'a été créé pour examiner la possibilité d'élaborer une série d'indices de recrutement relatifs à *S. aurita* en utilisant les données de taille des captures commerciales et les données acoustiques.

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

- Contrôler les écarts dans les statistiques des prises de la flottille de l'Union européenne en Mauritanie.
- Améliorer l'échantillonnage en Mauritanie, notamment celui des captures qui sont destinées à la fabrication de farine de poisson.
- Augmenter l'échantillonnage des captures de la pêcherie artisanale au Sénégal dans les différents sites de débarquement.
- Collecter des statistiques détaillées sur l'effort de la flottille industrielle en Mauritanie.
- Poursuivre l'échantillonnage biologique des débarquements à Las Palmas et l'analyse des données.

## 4. CHINCHARDS

L'exploitation des chinchards est orientée principalement sur trois espèces: le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*), le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) et le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*). Le chinchard jaune est capturé de façon accessoire. On se limitera donc pour cette espèce à présenter les données de capture et d'indices d'abondance obtenus par les campagnes acoustiques.

### 4.1 Identité du stock

Cette partie a été décrite lors de précédentes réunions du Groupe de travail (FAO, 2001 et 2002). Le Groupe de travail considère qu'il existe un stock unique pour chacune des espèces. Des études supplémentaires sont cependant nécessaires.

## 4.2 Les pêcheries

En Afrique nord-occidentale, l'exploitation des chinchards se fait à bord de bateaux de tailles très variées qui vont de la pirogue au grand chalutier pélagique de 120 m de longueur. L'exploitation de ces ressources est donc assurée à la fois par des flottilles industrielles, presque exclusivement étrangères, et des pêcheries artisanales et côtières nationales.

Compte tenu du fait que les statistiques de pêche fournies par les différentes flottilles ne ventilent pas les trois espèces de chinchards, le Groupe de travail s'est mis d'accord pour appliquer la clé de ventilation sur la base des données des observateurs de l'Institut mauritanien de recherche océanographique et des pêches (IMROP), des données d'échantillonnage de l'Institut espagnol d'océanographie (IEO) à Las Palmas et des données des observateurs russes dans la zone C et mauritanienne. La clé adoptée pour les données collectées en 2010 est comme suit:

- Zone marocaine C:
  - 67 pour cent *Trachurus trecae* et 33 pour cent *Trachurus trachurus*
- Zone mauritanienne:
  - Bateaux battant pavillon russe et ukrainien: 9 pour cent *T. trachurus* et 91 pour cent *T. trecae*
  - Bateaux européens débarquant à Las Palmas: 2 pour cent *T. trachurus*, 50 pour cent *T. trecae* et 48 pour cent *Caranx rhonchus*
  - Autres flottilles: 25 pour cent *T. trachurus*, 70 pour cent *T. trecae* et 5 pour cent *Caranx rhonchus*

Les deux espèces de *Trachurus* (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) représentent en 2009 et 2010 respectivement environ 92 et 95 pour cent du total de chinchards capturés en 2009 et 2010 par rapport au chinchard jaune (*Caranx rhonchus*).

C'est dans la zone mauritanienne que les captures de chinchards sont les plus importantes. Pour 2010, les captures de chinchards enregistrées dans la sous-région, ont subi une augmentation de 3 pour cent par rapport à l'année 2009. L'espèce *Trachurus trachurus* est principalement pêchée en Mauritanie (82 pour cent) et au Maroc (18 pour cent des captures totales de cette espèce). L'espèce *Trachurus trecae* quant à elle est en plus pêchée en Mauritanie (90 pour cent) et plus accessoirement au sud du Maroc (5 pour cent) et dans la zone sénégalaise (5 pour cent) (Figure 4.2.1).

En 2010, en Mauritanie, la flottille battant pavillon de Belize contribue avec la plus grande proportion des captures totales de petits pélagiques (41 pour cent), mais avec 50 pour cent de chinchards.

Le suivi des unités de pêche est rendu difficile par le déclin des affrètements au profit des licences libres. Plus de 92 pour cent des captures réalisées en 2010 sont pêchées par les bateaux travaillant dans le cadre du régime licence libre.

### *Captures totales*

Les captures des espèces considérées ont augmenté d'année en année depuis 2003 avant de connaître une baisse de 5 pour cent en 2006 pour augmenter à nouveau de 4,2 pour cent en 2007 et surtout en 2008 de 29 pour cent passant respectivement de 432 700 tonnes à 556 699 tonnes environ avant de subir une légère diminution en 2009 (-9 pour cent). En 2010, une légère augmentation des quantités capturées (3 pour cent) a été constatée. Les données de captures se rapportant aux trois espèces de chinchards sont présentées par pays et pour l'ensemble de la sous-région pour la période 1990-2010 (Tableaux 4.2.1a, b et c).

L'évolution annuelle des captures des trois espèces de chinchards est présentée sur la Figure 4.2.1.



L'augmentation des captures en 2010 a concerné seulement les *Trachurus trecae* et le *Caranx rhonchus* respectivement moins de 2 et 45 pour cent. En revanche, une diminution de 8 pour cent a été enregistrée pour le chinchard de l'Atlantique. Il est à noter que les bateaux battant pavillon ukrainien n'ont pas pêché en 2010 dans la zone marocaine.

Dans la zone mauritanienne où plus de 86 pour cent des captures de chinchards ont été réalisées, l'augmentation de 2010 a été constatée principalement sur les chinchards de Cunène et le chinchard jaune. Le chinchard noir (*Trachurus trachurus*) a subi une forte diminution de 8 pour cent en 2010 en comparaison avec l'année 2009.

Le chinchard jaune est pêché essentiellement en Mauritanie et au Sénégal et très accessoirement en Gambie. Les captures ont enregistré une forte augmentation de 21 pour cent dans la zone mauritanienne par rapport à l'année 2009. Cette forte augmentation est enregistrée particulièrement par la flottille européenne travaillant dans la zone mauritanienne et débarquant en grande majorité à Las Palmas.

Plusieurs indications laissent supposer que la majeure partie des captures déclarées en Mauritanie comme les anchois pourrait en fait être des juvéniles de chinchards transformés en farine et devenant de ce fait non identifiables. Un programme d'observation a été monté à bord de la flottille pélagique afin de ventiler ces espèces.

### ***Effort de pêche***

Les ressources pélagiques dans la zone nord-ouest africaine sont exploitées par différentes flottilles particulièrement étrangères et qui ne cessent de changer au cours des dernières années.

En 2010, les flottilles industrielles chalutières en activité dans la zone mauritanienne se composent:

- de flottilles en provenance du Belize (26 pour cent de l'effort total industriel en jour de pêche) de Saint-Vincent-et-les Grenadines (4 pour cent) et de la Guinée équatoriale (2 pour cent);
- d'une flottille ukrainienne qui représente 8 pour cent de l'effort de pêche total;
- d'unités de pêches opérant dans le cadre d'accords avec l'Union européenne dont:
  - une flottille hollandaise (ciblant les sardinelles et capturant les chinchards de façon accessoire) (seulement 2 pour cent de l'effort total en jours de pêche);
  - Une flottille lituanienne (9 pour cent de l'effort de pêche industriel total) et lettone (8 pour cent de l'effort de pêche)
  - des unités polonaises (1 pour cent)
- d'une flottille russe, qui représente 7 pour cent de l'effort global occupant la cinquième place en termes de nombre de jours de pêche.

Dans la zone nord-marocaine (Cap Spartel-Cap Boujdor), le chinchard européen (*Trachurus trachurus*) est exploité:

- par une flottille nationale se composant de senneurs et de chalutiers côtiers. L'activité des senneurs étant principalement dirigée vers la sardine, l'exploitation du chinchard reste accessoire. Les chalutiers ne ciblent pas le chinchard.
- La majeure partie des prises (67 pour cent) du chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) est prélevée dans la zone C principalement par les chalutiers pélagiques (90 pour cent).

Au Sénégal, la pêche des chinchards est pratiquée à la fois par une pêcherie industrielle en déclin et une pêcherie artisanale qui les capture comme prise accessoire. L'effort de pêche industriel au Sénégal reste faible et celui de la Gambie est négligeable par rapport à l'ensemble de la sous-région.

En 2010, une diminution de l'effort de pêche de la flottille russe (-21 pour cent) a été observée au niveau de la zone mauritanienne (Figure 4.2 2).

### ***Développement récent***

Dans la sous-région, nous assistons à une diminution de la pression dans la zone marocaine avec l'arrêt du régime d'affrètement des chalutiers congélateurs en 2010 avec maintien des bateaux de la même catégorie travaillant dans le cadre de l'Accord de pêche avec la Fédération de Russie.

En 2010, on constate une nette augmentation des captures dans la zone sénégal-mauritanienne avec de nouveaux affrètements des bateaux russes au Sénégal, un maintien de la tendance de l'augmentation des CPUE pour les deux espèces de *Trachurus* dans la zone mauritanienne contrairement à l'évolution observée dans les indices d'abondance acoustiques depuis 2000.

En Mauritanie, et suite à la mise en place d'un réseau d'observateurs à bord de différents bateaux travaillant dans la zone depuis 2009, on observe une nette amélioration du nombre d'embarquements effectués à bord en 2010 (environ 21 embarquements).

La distribution spatiale des tailles et âges de deux espèces de *Trachurus* montre une certaine hétérogénéité entre le nord et le sud notamment entre la zone C et la zone mauritanienne, ce qui peut traduire soit des stratégies des pêches différentes des flottilles où être une indication de positionnements différents des zones de recrutement et d'adultes qui méritent des analyses plus approfondies. Par ailleurs, l'absence des classes d'âges 0 et 1 dans les captures dans les eaux mauritaniennes est à explorer en regard des hypothèses sur une possible confusion des juvéniles des chinchards avec l'anchois dans les statistiques des captures.

## **4.3 Indices d'abondance**

### ***4.3.1 Captures par unité d'effort***

L'effort de pêche industriel, communiqué tant par la partie mauritanienne que marocaine, a été réactualisé pour l'année 2010. En raison de la longueur de la série d'effort et l'importance des captures réalisées en Mauritanie, les CPUE pour chacune des deux espèces de *Trachurus*, ont été établies sur la base des données de cette dernière zone.

Cette série montre que les CPUE ont eu une augmentation dans l'année de 2010 pour les deux principales espèces ciblées. Cette augmentation vient après une chute observée en 2009 pour le *Trachurus trachurus* (Figures 4.3.1a, b).

### ***4.3.2 Campagnes acoustiques***

Outre l'estimation de l'abondance et des biomasses, les objectifs des campagnes de prospection acoustique visent le suivi de la distribution des poissons et des structures de taille des différents stocks de petits pélagiques dans la zone nord-ouest africaine.

## **Campagnes régionales coordonnées**

Les résultats des campagnes acoustiques effectuées en 2010 dans la zone au nord de Cap Blanc (Figure 4.3.2a), corrigés sur la base des coefficients de conversion établis depuis quelques années entre le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les bateaux de recherches nationaux, montrent des biomasses de chinchard estimées à 539 000 tonnes, dont 226 000 tonnes pour le chinchard noir et 313 000 tonnes pour le chinchard blanc. La biomasse du chinchard européen (*Trachurus trachurus*), enregistrée principalement entre Cap Blanc et Cap Cantin, a connu une augmentation d'environ 60 pour cent par rapport au niveau de l'automne 2009.

La biomasse du chinchard noir, dont 64 pour cent est estimée en Mauritanie a régressé d'environ 64 pour cent par rapport à 2009. Cette régression est marquée entre Cap Boujdor et Cap Blanc avec

85 pour cent de réduction. La biomasse estimée entre Cap Blanc et St Louis à 199 000 tonnes a augmenté de 62 pour cent par rapport à 2009 (Figure 4.3.2b).

Dans la zone sénégalienne et du fait de l'absence des campagnes acoustiques, aucune estimation n'a été effectuée pour l'année 2010 (Figure 4.3.2c).

La Figure 4.3.2d montre le total des chinchards dans la zone de 1995 à 2008 avec tous les navires de recherche et, en 2009 et 2010, sans le Sénégal ni la Gambie.

#### N/R ATLANTIDA

La campagne acoustique réalisée par N/R ATLANTIDA montre une diminution de la biomasse pour les deux espèces de *Trachurus* excepté le *Caranx rhonchus* où une forte augmentation a été enregistrée passant d'une biomasse de 75 000 tonnes en 2009 à environ 170 000 tonnes en 2010. La Figure 4.3.2e présente la série des campagnes russes de 1994 à 2010.

Au nord du Cap Blanc, la biomasse de *Trachurus trecae* en 2009 atteint 131 781 tonnes contre 473 923 tonnes une année plus tôt. Pour *Trachurus trachurus*, la biomasse est passée de plus de 280 000 tonnes en 2009 à 230 000 tonnes en 2010.

Pour la zone mauritanienne, une diminution d'un coefficient 6 est enregistrée en 2010 en comparaison avec 2009 pour les *Trachurus trachurus*. Quant au *T. trecae* une diminution d'un facteur de trois est observée entre les deux années.

Pour l'évaluation de recrutement, aucune campagne scientifique n'a été conduite par ces bateaux de recherche en 2010.

### Campagnes nationales

#### N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2010, le navire de recherche marocain N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué deux campagnes acoustiques dans l'Atlantique et une campagne en Méditerranée. Les biomasses et abondances des chinchards estimées lors des campagnes du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH dans l'Atlantique sont résumées dans le Tableau 4.3.2a.

**Tableau 4.3.2a** Indices d'abondances de chinchards estimés en poids (en milliers de tonnes) et en nombre (en millions d'individus) en Atlantique marocain durant les campagnes acoustiques à bord du N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

<b>Chinchard blanc</b>			
Région	C. Cantin - C. Juby	C. Juby - C. Boujdor	C. Boujdor - C. Blanc
Biomasse (milliers de tonnes)	96	1	129
Abondance (millions d'individus)	303	32	2 787

<b>Chinchard noir</b>			
Région	C. Cantin - C. Juby	C. Juby - C. Boujdor	C. Boujdor - C. Blanc
Biomasse (milliers de tonnes)	0	0	114
Abondance (millions d'individus)	0	0	1 391

*N/R AL AWAM*

En 2010, deux campagnes de prospection ont été réalisées dans la ZEE mauritanienne. Elles montrent des biomasses variant en fonction des saisons. La campagne du N/R AL-AWAM en novembre 2010 n'a pas mis en évidence le chinchard noir (*Trachurus trachurus*). On note une forte présence des chinchards jaunes pendant la campagne de juillet entre Cap Timiris et Cap Blanc. Au cours de la dernière campagne de novembre, les chinchards blancs sont plus fréquents dans la zone mauritanienne (Tableau 4.3.3b).

**Tableau 4.3.3b:** Indices d'abondance estimés (en tonnes) dans la ZEE mauritanienne durant les campagnes acoustiques à bord du N/R AL-AWAM en 2010

	Juillet 2010		Novembre 2010	
	St Louis - Cap Timiris	CapTimiris - Cap Blanc	St Louis - Cap Timiris	Cap Timiris - Cap Blanc
<i>Trachurus trachurus</i>	8 745	0	0	0
<i>Trachurus trecae</i>	27 486	2 789	118 200	90 800
<i>Caranx rhonchus</i>	222 552	17 384	81 100	21 100
<b>Total</b>	<b>258 783</b>	<b>20 173</b>	<b>199 300</b>	<b>111 900</b>

*N/R ITAF DEME*

Aucune campagne n'a été effectuée dans la zone sénégalaise.

#### 4.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Comme par le passé, l'intensité d'échantillonnage pour 2010 a été présentée par trimestre pour les deux principales flottilles (Fédération de Russie et Union européenne) en intégrant aussi les résultats obtenus pour les autres flottilles industrielles au Maroc, en Mauritanie et au Sénégal (Tableaux 4.4.1, 4.4.2 et 4.4.3).

##### Intensité d'échantillonnage

*Trachurus trachurus*

L'intensité d'échantillonnage au Maroc a eu une diminution pour la zone N passant de 9 échantillons en 2009 à seulement 7 échantillons pour 1 000 tonnes en 2010. En revanche, la zone C a eu une forte augmentation de l'intensité d'échantillonnage passant d'un échantillon pour 1 000 tonnes en 2009 à plus de 14 échantillons pour 1 000 tonnes en 2010.

Pour la zone mauritanienne, l'intensité d'échantillonnage a eu une forte augmentation pour la flottille russe passant de 4 échantillons pour 1 000 tonnes en 2008 à plus de 9 échantillons en 2010.

La lecture d'âge est toujours réalisée exclusivement par les chercheurs russes pour les deux espèces de *Trachurus* dans la zone au nord et au sud du Cap Blanc (Tableau 4.4.1).

*Trachurus trecae*

L'effort d'échantillonnage des captures réalisées au nord du Cap Blanc par la flottille russe a eu une forte augmentation en 2010 par rapport à l'année 2009 passant de plus de 5 échantillons pour 1 000 tonnes à plus de 9 échantillons en 2010. L'intensité d'échantillonnage dans la zone mauritanienne pour la flottille russe a été multipliée par deux en 2010 en comparaison avec l'année 2010. Au Sénégal, la mensuration des *Trachurus trecae* a été assurée en 2010 (Tableau 4.4.2).

*Caranx rhonchus*

L'échantillonnage a été réalisé uniquement en Mauritanie pour la pêche industrielle et au Sénégal pour la pêche artisanale avec une intensité avoisinant 5 échantillons pour 1 000 tonnes (Tableau 4.4.3).

## 4.5 Données biologiques

### Fréquences de taille issues des captures commerciales

Les mensurations des tailles obtenues par les différents systèmes d'échantillonnage marocains, mauritaniens et russes montrent que les structures ne sont pas homogènes sur toute l'aire de répartition des stocks.

#### *Trachurus trachurus*

Les structures de taille du chinchard de l'Atlantique provenant des débarquements réalisés dans la zone nord du Cap Boujdor jusqu'à Cap Blanc (A+B) montrent la présence de plus de juvéniles en 2010 (tailles inférieures à 17 cm). Trois modes sont bien marqués 18, 21 et 23 cm (Figure 4.5.1a).

Au sud du Cap Blanc la structure en tailles du chinchard de l'Atlantique collecté par les observateurs mauritaniens et russes montre la présence des principaux modes de 29 et 35 cm (Figure 4.5.1a).

#### *Trachurus trecae*

Au nord du Cap Blanc, les structures des captures du chinchard africain (*T. trecae*) varient entre 12 et 38 cm avec la présence de deux modes (21-22 cm) et 31 cm. Au sud du Cap Blanc (zone mauritanienne), la structure montre un éventail de tailles comprises entre 15 et 41 cm, avec un mode de 30 cm (Figure 4.5.1b).

#### *Caranx rhonchus*

C'est uniquement dans la zone mauritanienne où des échantillons ont été prélevés que l'on observe une distribution trimodale avec trois modes 20, 26 et 29 cm. Les tailles varient de 19 à 38 cm (Figure 4.5.1c).

### Fréquences de taille issues des campagnes scientifiques

#### *N/R ATLANTIDA*

Le N/R ATLANTIDA a effectué deux campagnes acoustiques en juillet et août 2010. Les structures de tailles de ces campagnes montrent la présence de petites tailles pour les deux espèces de *Trachurus* dans la zone nord du Cap Blanc (Figure 4.5.1d).

#### *N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH*

Entre Cap Boujdor et Cap Blanc les individus de *Trachurus trachurus* ont des tailles comprises entre 12 et 26 cm avec la présence de deux modes de 16 et 20 cm. Pour le *Trachurus trecae*, les tailles se situent dans une fourchette de 7 à 31 cm avec la présence de plusieurs modes 14, 16 et 21 cm (Figure 4.5.1e)

#### *N/R AL-AWAM*

Lors de la campagne de novembre 2010, les tailles du chinchard de Cunène (*Trachurus trecae*), observées entre le Cap Timiris et Saint-Louis, varient entre 12 et 33 cm avec trois modes principaux à 15, 26 et 31 cm (Figure 4.5.1f). Pour le chinchard atlantique aucune détection n'a été observée durant cette campagne scientifique.

#### *N/R ITAF DEME*

Cette année, ce bateau n'a pas effectué de campagne dans la zone sénégalaise.

## 4.6 Évaluation

Le Groupe de travail a analysé les deux principaux *Trachurus* (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) en utilisant au modèle global (Annexe II).

## Qualité des données

L'analyse exploratoire des captures totales par âge (clé taille-âge communiquée par les scientifiques russes) pour chacune des deux espèces de chinchards de 1990 à 2010 a été conduite en calculant un coefficient de corrélation entre les captures estimées par âges successifs des mêmes cohortes pour le chinchard. 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 indiquent une faible corrélation entre les captures attribuées à la même cohorte au cours de son cycle de vie (Tableau 4.6.3 et Figures 4.6.1 et 4.6.2).

**Tableau 4.6.3:** Valeurs de  $R^2$  entre les captures estimées des âges consécutifs des mêmes cohortes pour les chinchards

Âges	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Espèce							
<i>Trachurus trachurus</i>	0,66	0,35	0,28	0,01	0,00	0,06	0,38
<i>Trachurus trecae</i>	0,08	0,20	0,46	0,70	0,334	0,27	0,33

Les corrélations entre les âges successifs restent cependant assez faibles pour envisager l'application d'une évaluation par méthode analytique malgré une légère amélioration des corrélations entre les âges d'adultes de *T. trecae* (âges 3-4 et 4-5). Comme pour les années antérieures, l'absence des clés taille-âge appropriées pour l'ensemble des zones de distribution de ces stocks est inhérente à la difficulté de déterminer l'âge des individus et à la faiblesse des efforts consentis dans ce sens. En outre, la capture de la plupart des navires n'est pas échantillonnée et l'observation scientifique à bord des navires ne couvre pas toute l'année, ce qui a une influence sur la ventilation des captures et complique singulièrement la situation.

## Modèle global

Le modèle de production dynamique de Schaefer (1954) a été développé sur une feuille de calcul Excel pour l'évaluation des stocks des deux espèces de *Trachurus* spp. dans la sous-région. Ce modèle est utilisé pour estimer l'évolution de la biomasse et de la mortalité par pêche au cours de la période 1991-2010. Le Groupe de travail a procédé à la projection de l'abondance et des captures sur cinq ans en suivant différents scénarios d'aménagement à l'aide du même modèle exécuté sur une autre feuille de calcul (Annexe II).

## Données utilisées

Le Groupe de travail a préparé des données pour l'application du modèle de production dynamique pour les deux espèces. L'évaluation réalisée est basée sur:

- des indices d'abondance obtenus à partir des campagnes internationales du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et complétés par la série des bateaux de recherches de la sous-région à partir de 2006 sur la base d'un coefficient de correction;
- des CPUE fournies par les scientifiques russes.

Pour le chinchard atlantique, on dispose seulement des indices d'abondance issus des campagnes de la série NANSEN (N/R nationaux et N/R DR. FRIDTJOF NANSEN). En revanche, pour le chinchard du Cunéne et en l'absence des campagnes acoustiques pour la zone sénégalaise depuis 2009, le Groupe de travail a retenu les résultats de l'ajustement obtenu avec les CPUE russes.

L'effet de l'environnement finalement considéré est celui basé sur la connaissance experte qui tient compte des anomalies observées pendant certaines années.

Les paramètres d'entrée du modèle (taux d'accroissement ( $r$ ) et la capacité biotique du milieu ( $k$ ) utilisés dans les ajustements sont présentés dans le Tableau 4.6.4.

**Tableau 4.6.4:** Valeurs des paramètres d'entrée

Espèces/Séries d'ajustement	r	k
<i>Trachurus trachurus</i> /séries Nansen	0,73	494 000
<i>Trachurus trecae</i> /séries Nansen	0,70	1 500 000
<i>Trachurus trecae</i> /CPUE russes	0,78	1 700 000

## Résultats

### *Trachurus trachurus*

L'ajustement du modèle, utilisant l'indice Nansen, est présenté dans la Figure 4.6.3. L'ajustement est satisfaisant ( $R^2 = 79\%$ ) et meilleur que pour l'année 2009.

Les résultats indiquent que la biomasse courante est environ la moitié de la biomasse  $B_{0,1}$ . La mortalité par pêche actuelle est supérieure de 57 pour cent à la mortalité par pêche  $F_{0,1}$ . Le niveau de l'effort de pêche excède celui qui maintient le stock au niveau durable. L'effort actuel est d'environ 2,3 fois plus important que l'effort permettant d'optimiser la production durable. Ces résultats mettent en évidence que le stock est surexploité (Tableau 4.6.5).

**Tableau 4.6.5:** Résumé de l'état actuel du stock et de la pêcherie de *Trachurus trachurus*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0,1}$	$F_{cur}/F_{SYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0,1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /Séries Nansen	48%	157%	231%	257%

$B_{cur}/B_{0,1}$ : 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  $F_{0,1}$ .

### *Trachurus trecae*

L'ajustement réalisé avec les CPUE de la flottille russe est présenté dans la Figure 4.6.4. Le coefficient de corrélation de Pearson était très élevé (86 pour cent).

La biomasse actuelle estimée représente environ la moitié de la biomasse  $B_{0,1}$ . Le niveau d'effort de pêche dépasse de 74 pour cent celui qui maintient le stock au niveau durable. L'effort actuel est supérieur à l'effort permettant la maximisation de la production durable ( $F_{MSY}$ ) (Tableau 4.6.6). Ces résultats mettent en évidence que le stock est surexploité.

**Tableau 4.6.6:** Résumé de l'état actuel du stock et de la pêcherie pour *Trachurus trecae*

Stock/indices	$B_{cur}/B_{0,1}$	$F_{cur}/F_{SYcur}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0,1}$
<i>Trachurus trecae</i> /Indices russes	45%	174%	262%	291%

$B_{cur}/B_{0,1}$ : 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

Pour *Trachurus trachurus*, l'ajustement du modèle sur la base de la série Nansen indique que la biomasse courante a atteint la moitié de la biomasse initiale qui traduit un maintien de la surexploitation et que la mortalité par pêche actuelle a fortement augmenté en 2010.

Les données disponibles au Groupe de travail (campagnes scientifiques et commerciales) ne permettent pas de dégager de conclusions concernant le recrutement.

Pour *Trachurus trecae*, malgré l'accroissement des captures observées en 2010, la situation du stock s'est très nettement dégradée. La tendance à la hausse des CPUE russes devrait être analysée en prenant en compte les changements de distribution du stock au niveau de la sous-région. A cet effet, une recommandation a été faite dans ce sens en 2010 pour comparer, pour les deux espèces de *Trachurus*, les distributions spatiales dans les captures commerciales et dans les campagnes scientifiques.

#### 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 projection pour tenir compte de deux scénarios sur le niveau de capture. Cette projection permet de disposer d'éléments supplémentaires pour aider à la prise de décision.

**1<sup>er</sup> scénario:** Maintenir l'effort de pêche à son niveau actuel (*status quo*).

**2<sup>ème</sup> 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).

La projection a été effectuée pour les cinq prochaines années (base 2010).

##### *Trachurus trachurus*

**1<sup>er</sup> scénario** (*Status quo*): Sur la base des indices d'abondances obtenus par la série Nansen, la projection sur la période 2011-2013 montre une diminution continue des captures. L'indice d'abondance, qui était au niveau inférieur de 50 pour cent à la valeur cible en 2010, continue sa diminution pour les trois prochaines années s'éloignant de la valeur de référence ( $U_{0,1}$ ) avant de se stabiliser à partir de 2013 à un niveau de 40 pour cent (Figure 4.7.1a).

**2<sup>ème</sup> scénario:** Les captures, qui étaient au niveau plus grand de 25 pour cent de la valeur du MSY en 2010, ont enregistré une chute rapide au départ, en 2010, pour représenter un niveau de 10 pour cent de la valeur de la production maximale équilibrée en 2011. Par la suite, les captures augmentent progressivement pour revenir au niveau de 5 pour cent du MSY en 2013. Avec ce scénario, l'indice d'abondance, qui était inférieure à 50 pour cent au niveau de la valeur cible en 2010 augmente légèrement par la suite pour atteindre seulement moins de 45 pour cent de l'abondance cible en 2013 (Figure 4.7.1b).

##### *Trachurus trecae*

Les projections sont appliquées sur les résultats d'évaluation obtenus à partir des CPUE de la flottille russe.

**1<sup>er</sup> scénario** (*Status quo*): Lorsqu'on adopte ce scénario, les captures, qui étaient plus de 40 pour cent de la valeur de production maximale équilibrée, connaissent une chute continue jusqu'à 2013 où le niveau de capture atteint moins de 50 pour cent du MSY. La biomasse, qui était 50 pour cent de la valeur de référence ( $U_{0,1}$ ) va avoir une forte chute en 2010 avant de continuer sa diminution jusqu'à 2013 pour atteindre moins de 25 pour cent de la valeur de référence (Figure 4.7.2a).

**2<sup>ème</sup> scénario** (réduction de 40 pour cent de l'effort de pêche): Avec une réduction de l'effort de pêche de 40 pour cent, les captures qui étaient au niveau de 140 pour cent du niveau de MSY diminuent jusqu'à atteindre 80 pour cent de leur niveau de 2010 à la première année (2011). Elles augmentent légèrement par la suite pendant les quatre années suivantes pour atteindre 85 pour cent de la valeur cible. L'abondance, qui a enregistré une légère chute en 2011, augmente pendant la période 2012-2013 (Figure 4.7.2b).



#### 4.8 Recommandations d'aménagement

Les pêcheries concernées, qui sont multi-spécifiques, ciblent les deux espèces de *Trachurus*. Étant donné la situation de surexploitation de deux espèces de *Trachurus* (chinchard du Cunène et chinchard atlantique), le Groupe de travail recommande de réduire l'effort de pêche de 30 pour cent par rapport à 2010 pour les deux espèces en mettant l'accent sur l'effort orienté vers le chinchard de Cunène.

Le Groupe de travail réitère la recommandation que les captures des deux espèces de *Trachurus* ne devraient pas dépasser 330 000 tonnes (FAO, 2010).

#### 4.9 Recherche future

##### *Suivi des recommandations de 2010*

Par rapport au suivi des trois recommandations en matière de recherche formulées par le Groupe de travail en 2010, il a été noté que deux recommandations ont été suivies d'effets. Il s'agit de l'estimation des prises accessoires de chinchards par la flottille démersale et la disponibilité des échantillonnages des fréquences des tailles au niveau des champs d'action du stock.

Toutefois, concernant les études portant sur les distributions spatiales des captures commerciales et les campagnes scientifiques des deux espèces de *Trachurus*, l'IMROP envisage des études dans ce sens en 2011.

##### *Recommandations 2011*

Le Groupe de travail suggère les recommandations suivantes en matière de recherche:

- Adresser la confusion entre des juvéniles des chinchards et de l'anchois dans les déclarations des captures en Mauritanie (voir la même recommandation formulée dans la partie sur l'anchois).
- Assurer la couverture acoustique sur toute la sous-région (voir la même recommandation formulée dans la partie sardine).
- Valoriser les données biologiques disponibles sur les chinchards pour améliorer la qualité des données pour le modèle analytique et analyser la structuration spatio-temporelle des cohortes dans la sous-région à partir des données existantes (campagnes scientifiques, journaux de bord, échantillonnage, ichtyologiques, etc.).
- Proposer une clé de ventilation annuelle des espèces de chinchards dans les captures de la sous-région.

## 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, 2005, 2006 2007, 2008 et 2009).

Deux stocks de maquereau ont été identifiés dans la région nord-ouest d'Afrique: Le stock Nord se situe entre Cap Boujdor et le nord du Maroc, le stock Sud se situe entre Cap Boujdor et le sud du Sénégal. Une étude est initiée en 2010 au Maroc dans le cadre d'un projet scientifique entre l'INRH et la JICA du Japon pour l'identification du maquereau par les études génétiques et morphométriques.

Depuis la réunion 2003, en raison du manque d'informations sur la probabilité de migration entre les deux stocks identifiés, 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 A+B et la zone Nord (Tanger-Cap Boujdor), la pêcherie du maquereau est exploitée par la flottille marocaine. Cette flottille est composée de senneurs côtiers qui ciblent principalement la sardine et pêchent aussi le maquereau selon sa disponibilité. Une flottille de senneurs espagnols a aussi opéré dans la zone Nord depuis avril 2007 et dont les débarquements de maquereau en 2010 étaient insignifiants.

La zone entre Cap Boujdor 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, des bateaux affrétés par des opérateurs marocains et des chalutiers opérant dans le cadre de l'accord de pêche Maroc-Union européenne. En 2010, la flottille des bateaux ukrainiens qui opéraient dans le cadre des affrètements n'a pas pêché dans la zone cette année.

Dans la zone mauritanienne, des chalutiers pélagiques de la Fédération de Russie et de l'Ukraine opèrent mais ne ciblent le maquereau que de façon saisonnière. D'autre part, des bateaux de l'Union Européenne ciblent d'autres espèces mais capturent le maquereau comme prise accessoire. Des mesures de contrôle en mer et par satellite à travers un système de surveillance des navires (VMS) ont été mis en place depuis 2008 par la délégation de surveillance des pêches, ceci aurait pour conséquence une amélioration des déclarations des captures.

Au Sénégal et en Gambie, le maquereau est considéré comme une espèce accessoire par la flottille artisanale sénégalaise. En 2010, une flottille russe composée de trois bateaux industriels de pêche a opéré au Sénégal entre les mois de mars et mai et a pêché le maquereau comme espèce accessoire.

### *Captures totales*

L'évolution annuelle des captures de *Scomber japonicus* par pays, pour la période 1990-2010, est présentée dans le Tableau 5.2.1 et la Figure 5.2.1.

La capture dans la pêcherie Nord (nord de Cap Boujdor) a connu des fluctuations entre 11 000 et 84 000 tonnes pendant la période 1990-2010. Durant la période 2002-2007, les débarquements de cette pêcherie ont connu une tendance à la hausse et sont passés de 22 700 tonnes en 2002 à une capture record de 84 000 tonnes en 2007. La capture a diminué par la suite pour se stabiliser à 52 000 tonnes en 2009 et 51 000 tonnes en 2010. La capture de 2010 est réalisée principalement dans la zone A avec environ 30 000 tonnes de maquereaux débarqués (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1). Dans la zone B, seulement 2 000 tonnes sont débarqués contre 7 000 000 s tonnes pêchés en 2009. Les captures entre Cap Cantin et Cap Spartel sont d'environ 18 000 tonnes en 2010, enregistrant ainsi une hausse d'environ 45 pour cent par rapport au niveau de 2009.

Les captures dans la zone C (Cap Boujdor-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 avec le départ des bateaux russes en 1999 ainsi que les 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 dépasser les 100 000 tonnes en 2006 et diminuer encore au niveau de 89 000 tonnes en 2007. Les débarquements ont fortement augmenté par la suite pour atteindre en 2009 un niveau proche de l'année 1998 avec 142 000 tonnes pêchés. En 2010, la capture a régressé à 86 000 tonnes, dont 42 pour cent est réalisée par la flottille russe, suivie de la flottille marocaine avec 36 pour cent et la flottille de l'Union européenne avec 21 pour cent de la capture.

En Mauritanie, la capture totale du maquereau a progressé durant la période 1990-1996 pour atteindre environ 100 000 tonnes. Elle a ensuite diminué et a atteint un faible niveau de 21 000 tonnes en 1999. Par la suite, la tendance s'est progressivement redressée jusqu'en 2003, année où un record de 133 000 tonnes a été enregistré. Depuis, les captures ont connu une forte tendance à la baisse avec

38 000 tonnes réalisées en 2005 et 33 000 tonnes en 2006. Par la suite, une capture importante de 80 000 tonnes a été pêchée en 2007, suivie d'une diminution progressive, avec 68 000 tonnes débarquées en 2008 et 44 000 tonnes en 2009. En 2010, la capture s'est redressée à 75 000 tonnes pêchées principalement par la flottille de l'Europe de l'Est avec 84 pour cent et la flottille de l'Union européenne avec 16 pour cent des débarquements (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1).

Pour le Sénégal et la Gambie, le maquereau n'est qu'une espèce accessoire dans les captures. En 2010, les captures de la pêche artisanale du Sénégal sont de 10 300 tonnes, soit un accroissement d'environ 80 pour cent par rapport à 2009. Une capture de 1 174 tonnes est aussi réalisée par la flottille russe, récemment opérationnelle au Sénégal, en plus de 35 000 tonnes pêchées par la flottille industrielle sénégalaise. La capture totale au Sénégal, d'environ 11 500 tonnes, est la deuxième capture en termes d'importance pour toute la série, après la valeur record de 14 100 tonnes enregistrées en 2003.

Une capture de 312 tonnes est enregistrée en Gambie en 2009 dont 79 pour cent est réalisée par la flottille artisanale et 21 pour cent est pêchée par la flottille industrielle. Cette valeur a augmenté de 135 pour cent par rapport au niveau de 2009.

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 plus de 210 000 tonnes en 1997, année après laquelle on assiste à une fluctuation des captures autour d'une valeur moyenne de 181 000 tonnes jusqu'en 2006. Par la suite, les captures ont fortement augmenté et se sont maintenues au-dessus des 240 000 tonnes, avec 257 000 pêchés en 2007, un maximum de 268 000 tonnes réalisées en 2008 et 244 000 tonnes enregistrées en 2009. Les captures totales ont régressé en 2010 et ont atteint 225 000 tonnes. (Tableau 5.2.1 et Figure 5.2.1).

#### *Effort de pêche*

L'effort de pêche réalisé par les senneurs côtiers est exprimé en nombre de sorties positives. Celui des chalutiers pélagiques est exprimé en jours en mer. Vu le caractère multi-spécifique de la pêcherie, l'effort de pêche estimé pour le maquereau, reste le même que celui utilisé pour le suivi des sardines, des chinchards et des sardinelles.

### **5.3 Indices d'abondance**

#### **5.3.1 Capture par unité d'effort**

Les CPUE sont calculées selon la méthode décrite dans le rapport du Groupe de travail de 2004 (FAO, 2004).

En 2005, les CPUE en tonnes/jour RTMS ont connu une forte baisse par rapport à celles de 2004, elles se sont maintenues par la suite au même niveau pendant les années 2006 et 2007, soit environ 41 tonnes/jour RTMS. Un fort redressement est noté par la suite, avec 47 tonnes/jour RTMS notées en 2008 et 49,6 tonnes/jour RTMS enregistrées en 2009. En 2010, les CPUE ont encore régressé pour rejoindre le niveau de 42 tonnes/jour RTMS (Tableau 5.3.1 et Figure 5.3.1).

#### **5.3.2 Campagnes acoustiques**

##### **Campagne régionale coordonnée**

La biomasse et l'abondance du maquereau sont estimées durant la campagne régionale coordonnée en novembre-décembre 2010, entre les N/R nationaux de la région: AL AMIR MY ABDALLAH au Maroc, AL-ALAM en Mauritanie. La campagne acoustique à bord du N/R ITAF DEME n'a pu être réalisée en Sénégal-Gambie, zone où le maquereau n'est généralement détecté que sous forme de traces durant cette période. Les indices évalués sont ensuite convertis par rapport à ceux du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN disponibles entre 1999 et 2006, ceci en appliquant des coefficients d'intercalibration entre les bateaux nationaux et le navire norvégien. Dans l'attente de nouveaux résultats relatifs à l'analyse de ces intercalibrations, le Groupe de travail a décidé de maintenir les mêmes coefficients de conversion utilisés lors du Groupe de travail de 2009 (Tableau 1.7.1).

Entre 1999 et 2005, les indices de biomasse du maquereau ont montré une tendance générale à la hausse avec un minimum de 98 000 tonnes enregistrées en 2000 et un maximum de 852 000 tonnes en 2005 (Figure 5.3.2a). Par la suite, la biomasse a fluctué, entre 430 000 tonnes en 2006, 610 000 tonnes en 2007 et 2008 et 756 000 tonnes en 2009. En 2010, la biomasse du maquereau a fortement régressé et a passé à 285 000 tonnes, marquant ainsi une réduction de 62 pour cent par rapport au pic de novembre 2009. Cinquante-trois pour cent du maquereau a été rencontré dans la zone A+B et 47 pour cent entre Cap Boujdor et Cap Blanc. Le maquereau n'a pas été détecté en Mauritanie en 2010.

#### *N/R ATLANTIDA*

En 2010, la campagne acoustique à bord du N/R ATLANTIDA a couvert la partie marocaine de Cap Cantin à Cap Blanc du 9 juillet au 8 août et la Mauritanie du 15 au 26 août. La biomasse totale du maquereau estimée a été de 718 000 tonnes, dont 708 000 tonnes étaient relevées au nord de Cap Blanc. La biomasse continue sa tendance à la baisse par rapport à 1 300 000 tonnes relevés en 2008 et 1 024 000 tonnes estimés en 2009 (Figure 5.3.2b).

La campagne de recrutement habituellement effectuée au Maroc et en Mauritanie au cours de la période de novembre et décembre n'a pas été réalisée en 2010/janvier 2011. Les indices de classes 0+ et 1+ de l'année 2010 sont estimés sur la base des régressions mises en évidence entre la série de ces indices au cours des années précédentes et celle des indices d'upwelling au niveau de Cap Blanc, ceci pour la période de l'année avant le pic de la ponte du maquereau. Les tendances des indices de classes 0+ et 1+ estimés sont présentées au Tableau 5.3.2c et à la Figure 5.3.2c.

Entre 2003 et 2005, l'indice de la classe 0+ s'est stabilisé autour des 4 000 millions de recrues. Cet indice a chuté en 2006 et 2007 et a légèrement repris après pour atteindre les 2 840 millions en 2009. En 2010, l'indice 0+ a rechuté et a atteint la valeur de 1 441 millions de recrues (Tableau 5.3.2c).

L'indice de la classe 1+ en 2010 estimé en relation aux autres indices (il n'y avait pas de campagnes de recrutement) a été de 2 314 millions de recrues, soit un niveau proche de celui de l'année 2009 et qui était le plus élevé de toute la série des indices dérivés antérieurement.

**Tableau 5.3.2c:** Indices d'abondance des juvéniles du maquereau dans la région de l'Atlantique Centre-Est à partir des campagnes de recrutement (en millions)

Année	Classes d'âge	
	0+	1+
2003	4 538	1 024
2004	3 528	916
2005	4 344	1 403
2006	1 883	2 120
2007	1 233	569
2008	2785	567
2009	2840	2335
2010	1441	2314

## 5.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage au cours de l'année 2010 est présentée dans le Tableau 5.4.1.

### *Maroc*

Pour la région nord de Cap Boujdor (zone A+B), exploitée par les senneurs côtiers marocains, l'échantillonnage a progressé depuis l'année 2004 pendant laquelle 130 échantillons comprenant 6 319 individus ont été prélevés, pour atteindre 262 échantillons contenant 16 679 individus collectés en 2008 et régresser à 175 échantillons contenant 11 700 individus en 2009. En 2010, l'échantillonnage a fortement diminué et n'a atteint que 89 échantillons composés de 4 682 individus. L'échantillonnage de 2010 n'a concerné que la zone A et les prélèvements ont été répartis sur toute l'année.

Le nombre d'individus utilisés pour les études biologiques en 2010 est de 240 individus. Ce nombre a ainsi fortement baissé par rapport aux 7 042 individus échantillonnés en 2008 et 561 individus en 2009. Globalement, l'intensité d'échantillonnage a diminué et est passée de 4,5 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009 à 3 échantillons pour 1 000 tonnes en 2010.

Pour la pêcherie sud (entre Cap Boujdor et Cap Blanc), en 2010, d'un total de 33 437 individus 201 échantillons sont collectés sur la flottille russe. Le nombre d'échantillons collectés en 2009 dans cette zone était de 17 échantillons contenant 740 individus et qui ont été collectés sur la flottille marocaine.

L'intensité d'échantillonnage en 2010 est de 6,9 échantillons pour 1 000 tonnes. L'intensité d'échantillonnage s'est ainsi redressée après sa tendance à la baisse relevée depuis 2005. De 9,3 échantillons pour 1 000 tonnes en 2005, elle passe à 2,7 en 2007, à 1,8 en 2008 et 0,2 en 2009. Ce redressement est dû à la reprise de l'échantillonnage à bord des bateaux russes au nord de Cap Blanc.

#### *Mauritanie*

Pour la pêcherie mauritanienne, l'échantillonnage est effectué à bord des chalutiers pélagiques par des scientifiques de l'IMROP et des observateurs russes.

En 2010, 119 échantillons comprenant 22 591 individus ont été réalisés, contre 121 échantillons d'un total de 5 406 individus prélevés en 2008. À bord des bateaux russes et ukrainiens sont prélevés 66 pour cent des échantillons.

L'intensité d'échantillonnage a eu une tendance à la baisse depuis 2006. Elle a été de 6,2 échantillons pour 1 000 tonnes en 2006 et est passée progressivement à 4,2 échantillons pour 1 000 tonnes en 2008, 2,6 en 2009 et 1,6 échantillon pour 1 000 tonnes en 2010.

#### *Sénégal*

En 2010, l'échantillonnage au Sénégal est réalisé sur les captures du maquereau pêché par la flottille industrielle. L'échantillonnage du maquereau sur la pêcherie artisanale n'a pas eu lieu cette année. Soixante-cinq échantillons contenant 5 462 individus ont été collectés en 2010 par les bateaux russes. Globalement, l'intensité d'échantillonnage est de 6,5 échantillons pour 1 000 tonnes contre 4,4 échantillons pour 1 000 tonnes en 2009.

## **5.5 Données biologiques**

### **Fréquences de taille**

#### *Captures commerciales*

Au Maroc, la composition en tailles des captures de maquereau réalisée dans les zones A, B au cours de l'année 2010 a été établie sur la base des données marocaines. Au niveau de la zone C, la structure des tailles est établie sur la base des données russes.

En Mauritanie, la structure est basée sur les données russes et les données espagnoles collectées à Las Palmas. Pour le Sénégal, la distribution des tailles est établie à partir de l'échantillonnage effectué sur la pêche artisanale. La distribution des fréquences de taille du maquereau a été analysée pour les deux stocks nord et sud et comparée à celle des années 2004 à 2008 (Figures 5.5.1a, b).

Les tailles prélevées dans les débarquements des senneurs marocains de la zone A+B en 2006 ont montré une structure bimodale avec un mode principal de jeunes individus à 12 cm et un mode secondaire à 22 cm. Depuis 2007, la structure des tailles a été unimodale avec un mode de 20 cm en 2007, de 19 cm en 2008, de 21 cm en 2009 et 21 cm en 2010.

Pour la pêche Sud, en 2006 la structure des tailles des débarquements a été caractérisée par un mode principal de 23 cm avec la présence aussi des tailles qui atteignaient 46 cm. En 2007, trois modes principaux ont été relevés aux pics de 20, 24 et 30 cm. On a également remarqué la présence de grandes tailles atteignant 42 cm et l'absence des tailles inférieures à 17 cm. En 2008, la structure a été bimodale avec les pics de 22 et 24 cm et l'éventail des tailles était moins large que celui des deux années précédentes. En 2009, la structure a affiché la présence d'un mode principal de 23 cm et un mode secondaire de 30 cm avec la présence des tailles maximales de 41 cm. En 2010, la structure des tailles est distribuée entre 20 et 45 cm et a présenté un mode prononcé de 24 cm et un mode secondaire autour de 34 cm.

#### *Campagnes acoustiques*

Les structures des tailles du maquereau des zones nord et sud de Cap Boujdor estimées lors des campagnes acoustiques effectuées à bord des navires de recherche nationaux (N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH et N/R AL-AWAM) en novembre-décembre 2010 sont présentées dans les Figures 5.5.2a et 5.5.2b.

Pour la partie nord de Cap Boujdor, l'éventail des tailles se distribuent entre 15 et 22 cm, malgré la présence de quelques grands individus de 28 cm dans la structure. Un mode prononcé se présente autour de 17 cm. Ce mode a été à 19 cm en 2009.

Pour la zone Sud, les maquereaux rencontrés sont des adultes dont les tailles se situent entre 17 et 32 cm. La structure est presque unimodale avec la dominance des tailles de 22 à 25 cm. Les jeunes individus du maquereau ne sont pas capturés durant cette campagne.

#### *Composition par âges*

La clé taille-âge du maquereau établie est obtenue à partir de la décomposition en groupes d'âges des échantillons russes de 2010. La clé est ensuite utilisée pour l'estimation des effectifs et des poids moyens par âge pour le maquereau débarqué dans l'ensemble de la sous-région. Les compositions en groupes d'âges estimés et les poids moyens par âge de la région nord, sud et de toute la sous-région sont actualisés aux tableaux 5.5.2a et 5.5.2b.

Globalement, les poids moyens par groupe d'âge estimés pour les premiers âges 1+, 2+ et 3+ en 2010 sont plus grands que ceux de 2009, les poids moyens des âges 4+, 5+ et 6+ ont diminué par rapport à ceux de 2009.

#### *Paramètres de croissance*

Les paramètres de croissance et les coefficients de la relation taille-poids sont calculés au moyen du programme LFDA 0.5 (length frequency data analysis), en utilisant les données d'échantillonnage effectuées au niveau des ports marocains. Ces paramètres sont présentés au Tableau 5.5.3.

**Tableau 5.5.3:** Paramètres de croissance de *Scomber japonicus*

	$K \text{ an}^{-1}$	$L_{\text{inf}} \text{ (cm)}$	$t_0 \text{ an}$	$a$	$b$	$R^2$
<b>Zone A+B</b>	0,16	47,14	0,11	0,005	3,1455	0,8951

#### *Maturité*

Les ogives de maturité par âge du maquereau estimées à partir des données russes sont celles qui ont été calculées pour l'année 2007 (Tableau 5.5.4).

**Tableau 5.5.4:** Pourcentage de matures par classe d'âge de *Scomber japonicus*

Années/âge	0	1	2	3	4	5	6+
<b>1992-2005</b>	0	0,2	0,8	1	1	1	1

## 5.6 Évaluation

### Évaluation de la qualité des données

Le Groupe de travail a procédé à une analyse exploratoire de la qualité des données des classes d'âge à partir des captures russes afin de tester la possibilité d'appliquer à cette espèce des évaluations par structure d'âge. Les coefficients de corrélation linéaire calculés entre les différentes classes d'âge et celles qui leur correspondent l'année précédente sont présentées dans le Tableau 5.6.1.

**Tableau 5.6.1:** Coefficient de corrélation linéaire entre les captures estimées des âges consécutifs des cohortes de maquereau

Groupe d'âge	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Coefficient de corrélation en 2009	0,70	0,64	0,20	0,52	0,50
Coefficient de corrélation en 2010	0,69	0,51	0,27	0,49	0,22

Les quatre premières classes d'âges sont un peu moins corrélées que celles de l'année précédente, sauf pour le groupe d'âge 3-4 pour lequel la corrélation s'est légèrement améliorée. Pour le dernier groupe d'âge, la corrélation a fortement diminué par rapport à celle de 2009. Cette réduction serait due au changement dans le schéma de l'exploitation par rapport à 2009, avec une réduction des captures au tiers de la capture totale au nord de Cap Blanc, où les petites tailles sont plus abondantes qu'au sud de Cap Blanc où les captures ont augmenté. Le Groupe de travail a décidé de maintenir ces données et a procédé à une simulation avec les modèles analytiques ICA (Patterson et Melvin, 1995) et XSA (Shepherd, 1999).

### Modèle global

Le modèle de production dynamique de Schaefer développé sur une feuille de calcul Excel (Annexe II) est utilisé pour l'évaluation. Une autre feuille de calcul Excel basée sur le même modèle est utilisée pour réaliser des projections des captures et des biomasses pour les quatre prochaines années en suivant différents scénarios d'aménagement (Annexe II).

### Données

Les données de capture totales utilisées par le Groupe de travail sont les séries des captures de toute la sous-région durant la période 1999-2010.

Les indices de biomasse retenus pour cet ajustement sont les biomasses acoustiques de la série NANSEN (N/R FRIDTJOF NANSEN et les N/R nationaux) qui débute en 1999.

Les paramètres relatifs à la capacité de charge et la croissance intrinsèque du stock  $K$  et  $r$  utilisés comme entrées du modèle sont comme suit:

Taux de croissance intrinsèque $r$	0,89
Capacité de charge $K$ (en tonnes)	1220

### Résultats

Les résultats de l'ajustement du modèle global aux données de la série Nansen sont présentés dans la Figure 5.6.2 et le Tableau 5. 6.2.

**Tableau 5.6.2:** Résumé des résultats d'ajustement du modèle global.

Stock maquereau/Indexe de biomasse Nansen	$B_{cur}/B_{0.1}$	$F_{cur}/F_{SY_{cur}}$	$F_{cur}/F_{MSY}$	$F_{cur}/F_{0.1}$
		64%	91%	118%

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

$F_{cur}/F_{SY_{cur}}$ : 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 la 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  $F_{0.1}$ .

Les résultats indiquent que la biomasse du stock courant est inférieure de 36 pour cent à la biomasse cible  $B_{0.1}$ . Quant au niveau d'exploitation actuel, il est supérieur de 31 pour cent au niveau de  $F_{0.1}$ .

#### *Discussion*

La stabilité observée au niveau de l'évolution des biomasses et des captures avant 2007 ne permettait pas un bon ajustement du modèle. L'ajustement s'est amélioré après avec le contraste observé dans les séries de données durant les dernières années.

Compte tenu des résultats du modèle global relatifs à la biomasse et à l'effort de pêche, et de la réduction de l'effort et des captures entre 2009 et 2010 ainsi que des conditions environnementales exceptionnelles décrites au Chapitre 1 qui ont entraîné une réduction importante de la biomasse, le Groupe de travail a décidé que le stock est pleinement exploité.

#### *Modèles analytiques*

Les modèles ICA et XSA sont appliqués en testant l'effet de différents facteurs sur l'ajustement et la stabilité du modèle. Les critères d'ajustement sont la minimisation des résidus SSQ et la similarité des courbes de la SSB et F par une analyse rétrospective des données.

Les méthodes utilisées sont un modèle dont les facteurs retenus pour l'ajustement sont la flottille de pêche, les périodes de pêche séparées et le niveau de sélection (S) du dernier âge. L'âge de référence utilisé est l'âge 3, le nombre d'années pour la contrainte de séparabilité est 5 et la valeur de sélectivité du dernier âge est 1.7.

#### *Données d'entrée*

Les données utilisées pour l'application des deux méthodes ICA et XSA sont celles des Tableaux 5.3.1, 5.5.2 et 5.6.3a, b, c, d. La mortalité naturelle adoptée est de  $M=0.5$ .

Pour le modèle XSA, la capturabilité dépend de la taille du stock pour les âges inférieurs à 2, et ne dépend pas des âges supérieurs à 4. Le nombre estimé des survivants est rétréci à la mortalité par pêche moyenne des deux derniers âges. Le coefficient de mortalité estimé est rétréci vers F moyenne au cours des cinq dernières années ou celle des deux derniers âges.

#### *Résultats*

Les mortalités par pêche relatives aux âges 1 à 5 pendant les années de la période 1992-2010 sont recalculées par l'ajustement. Les résultats de cette analyse sont présentés dans les Tableaux 5.6.2a et b. Les résultats de l'ajustement sont présentés dans la Figure 5.6.3.

**Tableau 5.6.4:** Mortalités par pêche relatives aux groupes d'âge estimées par les modèles ICA et XSA

Groupe d'âge	1	2	3	4	5
ICA	0.05	0.16	0.19	0.25	0.33
XSA	0.11	0.24	0.29	0.30	0.36

Avec l'analyse ICA, la mortalité moyenne estimée en 2010 a atteint  $0.28 \text{ an}^{-1}$ , soit la mortalité minimale de toutes les valeurs calculées pour la période 1998-2009. Pour l'analyse XSA, cette mortalité est de  $0.26 \text{ an}^{-1}$ , ceci présente la valeur minimale estimée entre 2006 et 2009. Ces deux valeurs restent encore inférieures au coefficient de mortalité naturelle adopté  $M=0.5 \text{ an}^{-1}$ . Les résultats des deux analyses ont montré que le niveau de l'effort de pêche ayant été déployé est légèrement au-dessus de l'effort recommandé, mais reste dans la marge de cet effort.

Les courbes des SSB estimées par les deux modèles sont presque identiques. La comparaison des évolutions de la biomasse estimée et des débarquements sont présentés sur les Figures 5.6.4a et 5.6.4b. Les captures ont diminué durant l'année 2010 par rapport à l'année 2009, le niveau de la biomasse estimée par le modèle a augmenté.



## 5.7 Projections

### *Projections du modèle global*

Le Groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'indice de biomasse du maquereau à l'horizon de cinq années en suivant différents scénarios. Les résultats de la projection sont montrés dans les Figures 5.7.1a et 5.7.1b.

Deux scénarios ont été retenus pour les prédictions futures:

- Le maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel (*status quo*). Ceci suppose qu'il n'y a pas de changement dans la stratégie des flottilles et que le niveau de l'effort reste le même. Ceci induira en l'année 2011 une amélioration de la biomasse par rapport à la situation de 2010 et se stabilisera après à un niveau au-dessus de la biomasse permettant une production soutenable ( $B_{MSY}$ ). Les captures vont enregistrer en 2011 une diminution d'environ 20 pour cent et vont accuser une hausse dépassant le niveau du MSY en 2014 (Figure 5.7.1b).
- Une réduction de 10 pour cent de l'effort par rapport à son niveau actuel. Les captures subiront une réduction importante en 2010, à cause de la réduction de l'effort, mais auront ensuite une tendance importante à la hausse pour retrouver le niveau actuel au bout de deux ans. Quant à la biomasse, elle se redressera vers la biomasse de la production soutenable BMSY en 2011 et la dépassera de 20 pour cent en 2012 (Figure 5.7.1a).

### *Projections ICA*

La projection du modèle ICA est effectuée sur deux ans. Le résultat est présenté dans la Figure 5.7.2.

- Si les captures de 2011 sont maintenues à leur niveau actuel, avec un recrutement en 2012 semblable à celui de l'année 2008 (6 400 millions d'individus), année après laquelle le recrutement a décru, une capture de 200 000 tonnes en 2012 entraînera une augmentation de la biomasse SSB. Dans les mêmes conditions, mais avec un recrutement en 2012 correspondant à la moyenne des années 2005-2010, la biomasse va légèrement diminuer par rapport à celle de 2011.
- Si les recrutements estimés durant les cinq dernières années sont les plus élevés de la série avec une moyenne supérieure à 5 000 millions d'individus, malgré la régression observée en 2009 et 2010, il est peu probable que le recrutement de la période 2012-2013 revienne à la moyenne de toute la période 1992-2010 qui est à 3 786 millions d'individus. Cependant, même dans ce cas, la biomasse prédite après 2012 sera à 85 pour cent de celle estimée en 2011 et à 77 pour cent de celle estimée en 2010.

Le résultat de la projection du modèle analytique rejoint donc celui du modèle global, à savoir que le stock est pleinement exploité. Tenant compte de ces résultats et aussi de l'incertitude liée à la qualité des données de recrutement estimées pour l'année 2010, une capture maximale de 200 000 tonnes est recommandée.

## 5.8 Recommandations d'aménagement

Suite aux résultats obtenus au cours des évaluations globale et analytique, et tenant compte de la réduction de l'effort de pêche ainsi que la régression de la biomasse qui est due principalement aux conditions de l'environnement et non pas à un accroissement des captures, le Groupe de travail recommande que les captures n'excèdent pas la valeur maximale de 200 000 tonnes.

## 5.9 Recherche future

### *Suivi des recommandations de l'année précédente*

Deux recommandations de l'année dernière ont été suivies:

- Des études pour l'identification du maquereau par les méthodes génétiques et morphométriques sont initiées au Maroc dans le cadre d'un projet de recherche entre l'INRH et la JICA du Japon.
- Seuls les chercheurs d'AtlantNiro ont poursuivi la collecte et la lecture des otolithes.

### *Recommandations futures*

Étant donné que les recommandations de l'année dernière n'ont pas été entièrement suivies en 2010, elles sont reconduites cette année.

- Continuer les investigations récemment entreprises sur l'identité du stock dans la région.
- Assurer l'échantillonnage biologique pour l'ensemble des pêcheries de la sous-région.
- Renforcer la collecte et la lecture des otolithes afin de déterminer des clés taille-âge par pêcherie et/ou par zone.

## 6. ANCHOIS

### 6.1 Identité du stock

En l'absence d'études sur l'identité des stocks de cette espèce, le Groupe de travail ne prend en compte qu'un seul stock pour l'ensemble de la sous-région.

### 6.2 Les pêcheries

Les anchois sont pêchés dans la région nord-ouest africaine principalement au Maroc et en Mauritanie. Au Maroc ils sont ciblés par une flottille de sardiniers marocains dans les zones Nord, A et B, et dans la zone Nord par une flottille de senneurs espagnols. Cette espèce n'est pas ciblée par la pêcherie pélagique industrielle en Mauritanie où elle est considérée comme une prise accessoire.

#### *Captures totales*

Les captures d'anchois par pays sont indiquées dans le Tableau 6.2.1 et sur la Figure 6.2.1. En 2010, les captures de cette espèce ont connu dans toute la sous-région une augmentation de 30 pour cent par rapport à 2009 pour passer de 115 000 tonnes à 149 000 tonnes respectivement. Cette augmentation est enregistrée principalement au Maroc avec 19 000 tonnes environ capturées par la flottille marocaine dans la zone Nord+A. En Mauritanie les prises ont augmenté également de 15 000 tonnes réalisées par la flottille des pays issue de l'ex-URSS (Figure 6.2.1).

En 2010, environ 76 pour cent des captures totales d'anchois dans la sous-région sont réalisées en Mauritanie. Elles sont passées de 8 pour cent de la capture totale en 1995 à plus de 95 pour cent en 2003. En 2004 et 2005, les captures ont diminué en Mauritanie de 47 pour cent. De 2006 à 2007, on observe une augmentation régulière suivie d'une nouvelle baisse en 2008 et 2009 et à nouveau une augmentation en 2010. Les captures des flottilles russes et ukrainiennes représentent 71 pour cent de la capture totale déclarée en Mauritanie, malgré que plusieurs indications montrent que la majeure partie des captures déclarées en Mauritanie comme étant d'anchois pourrait être des juvéniles de chinchards ou d'autres espèces transformées en farine et devenant de ce fait impossibles à identifier.

Au Maroc, les captures d'anchois en 2010 ont été doublées par rapport à 2009 malgré qu'aucun changement dans la flottille n'ait été enregistré dans la zone. La plus grande partie de ces captures sont réalisées dans la zone Nord avec plus de 10 000 tonnes et dans la zone A avec plus de 17 700 tonnes ce qui constitue une augmentation de 230 pour cent par rapport à 2009 dans les deux zones (Tableau 6.2.1).

### Effort de pêche

L'effort de pêche réalisé sur l'anchois est un effort global des senneurs côtiers dirigé sur l'ensemble des petits pélagiques au Maroc et en Mauritanie. Cependant, la flottille espagnole composée de 20 senneurs opérant dans la zone Nord du Maroc a réalisé 497 jours de mer.

### Développements récents

En 2009, aucun développement de la pêcherie d'anchois n'a été observé dans la sous-région.

### 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 de pêche.

#### 6.3.2 Campagnes acoustiques

##### Campagnes régionales coordonnées

En 2010, une campagne régionale coordonnée a été effectuée en novembre par les navires de recherche nationaux AL AMIR MOULAY ABDALLAH au Maroc et AL-AWAM en Mauritanie. Les indices d'abondances d'anchois estimé par ces navires ont été convertis en fonction des facteurs de conversions issus de la campagne d'intercalibration entre le N/R DR. FRIDJOF NANSEN et le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH en 2006 et celle entre le N/R DR. FRIDJOF NANSEN et le N/R AL-AWAM en 2005 (Tableau 6.3.1). La Figure 6.3.1 montre que la biomasse globale dans la sous-région a connu en 2010 une forte augmentation par rapport à 2009 enregistrée principalement dans la zone marocaine.

**Tableau 6.3.1:** Biomasse estimée ('000 tonnes) de *Engraulis encrasicolus* en novembre (2000-2010) pour la Mauritanie et le Maroc avec le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les navires locaux convertis depuis 2007

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mauritanie	237	23	35	30	80	98	33	41	52	1	8
Maroc	115	8	36	30	80	55	41	145	74	52	135
Total	352	31	71	60	160	153	74	186	126	53	143

#### N/R ATLANTIDA

Le N/R ATLANTIDA a effectué en 2010 dans la zone marocaine une campagne acoustique qui a estimé la biomasse d'anchois à 20 000 tonnes rencontrées principalement au voisinage du Cap Juby (28°N), les tailles étaient de 8,5 à 18,5 cm avec deux mode de 10 et 12 cm (Tableau 6.3.2).

**Tableau 6.3.2:** Biomasse d'anchois estimée pour le N/R ATLANTIDA de 1995 à 2010

Campagne	Maroc	Mauritanie	Total
Sept-95	17 000	5 000	22 000
Juin-96	16 000	97 000	113 000
Juin-98	131 000	97 000	228 000
Juin-99	44 000	40 000	84 000
Juil-00	-	0	0
Août-01	-	0	0
Juil-04	6 000	0	6 000
Juil-06	4 000	38 000	42 000
Juil-07	31 000	15 000	46 000
Juil-08	0	5 000	5 000
Juil-09	4 247	0	4 247
Juil-10	20 004	0	20 004

## Campagnes nationales

### N/R AL-AWAM

En 2010, deux campagnes acoustiques ont été effectuées par le N/R AL-AWAM en juillet et novembre. En juillet, aucune trace d'anchois n'a été observée dans la zone mauritanienne. Cependant la campagne de novembre a mis en évidence une petite détection au large du Cap Blanc estimé à 4 300 tonnes (Tableau 6.3.3). Les individus sont de taille comprise entre 9 et 12 cm avec un mode de 10 cm. L'abondance d'anchois a considérablement chuté depuis 2008 dans cette zone (Figure 6.3.1).

**Tableau 6.3.3:** Campagnes acoustiques effectuées par le N/R AL-AWAM en juillet et novembre de 2003 à 2010

Campagne	Cap Timiris - Cap Blanc	Saint-Louis - Cap Timiris	Total
<b>Juin-03</b>	333 122	-	333 122
<b>Déc-03</b>	53 789	9 754	63 544
<b>Avr-04</b>	248 996	79 495	328 490
<b>Nov-04</b>	16 160	0	16 160
<b>Mar-05</b>	5 969	1 727	7 695
<b>Nov-05</b>	44 842	0	44 842
<b>Mar-06</b>	27 536	483	28 019
<b>Nov-07</b>	18 888	0	18 888
<b>Mar-08</b>	21 000	7 000	28 000
<b>Nov-08</b>	24 000	0	24 000
<b>Nov-09</b>	500	0	500
<b>Nov-10</b>	4 300	0	4 300

### N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH

En 2010, le navire de recherche N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH a effectué deux campagnes acoustiques en juin-juillet et en novembre-décembre. Au cours de la campagne de juin-juillet, la biomasse du stock d'anchois a été estimée à 52 000 tonnes entre Cap Cantin et Cap Boujdor et 5 000 tonnes entre Cap Boujdor et Cap Blanc. Ces estimations montrent une augmentation par rapport à 2009 dans la même période (Tableau 6.3.4).

Durant les campagnes de novembre-décembre, la biomasse d'anchois a été estimée à 123 000 tonnes entre Cap Cantin et Cap Boujdor, et à 68 000 tonnes entre Cap Boujdor et Cap Blanc. Ces estimations constituent une forte augmentation depuis le début des campagnes acoustiques de ce navire (Tableau 6.3.4).

**Tableau 6.3.4:** Campagnes acoustiques effectuées par le N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH, en juillet et novembre de 2003 à 2010

Campagne	Cap Cantin - Cap Boujdor	Cap Boujdor - Cap Blanc	Total
<b>Déc-03</b>	14 000	-	14 000
<b>Déc-04</b>	4 000	-	4 000
<b>Déc-05</b>	32 000	-	32 000
<b>Juin-06</b>	0	-	0
<b>Déc-06</b>	0	25 000	25 000
<b>Juin-07</b>	140 000	0	140 000
<b>Déc-07</b>	118 000	28 000	146 000
<b>Juin-08</b>	161 000	23 000	184 000
<b>Déc-08</b>	71 000	35 000	106 000
<b>Juil-09</b>	0	5 000	5 000
<b>Déc-09</b>	74 000	1 000	75 000
<b>Juin-10</b>	52 000	5 000	57 000
<b>Déc-10</b>	123 000	68 000	191 000

*N/R ITAF DEME*

La campagne de ce bateau n'a pas été effectuée en 2010.

#### **6.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales**

L'intensité d'échantillonnage d'*Engraulis encrasicolus* au Maroc et en Mauritanie est présentée pour 2010 dans le Tableau 6.4.1.

Dans la zone nord du Maroc en 2010, les scientifiques de l'IEO ont prélevé 27 échantillons et mesuré 2 485 individus d'anchois sur les 20 senneurs espagnols, ce qui constitue une bonne amélioration de l'intensité d'échantillonnage par rapport à 2009.

Dans la zone A, 113 échantillons ont été prélevés et 18 451 individus mesurés avec un prélèvement des otolithes sur 440 individus en 2010 ce qui constitue une augmentation de l'intensité d'échantillonnage par rapport à 2009. Dans la zone B, on observe au contraire une diminution d'échantillonnage par rapport à 2009 par le prélèvement de trois échantillons durant le deuxième et le troisième trimestre avec la mensuration de 319 individus et 41 prélèvements d'otolithes pour l'étude d'âge.

Malgré que les bateaux de l'Union européenne ne pêchent pas habituellement les anchois dans la zone mauritanienne, les observateurs de l'IMROP ont prélevé 14 échantillons et mesuré 155 individus.

#### **6.5 Données biologiques**

En 2010, les données biologiques disponibles pour l'anchois concernent trois séries de fréquence de taille collectées au Maroc dans la zone nord par l'équipe scientifique de l'IEO dans les débarquements des senneurs espagnols opérant dans la zone Nord et dans les zones A+B par l'INRH.

Dans la zone Nord, les anchois ont des tailles comprises entre 12 et 17 cm avec deux modes de taille de 14,5 et 15,5 cm (Tableau 6.5.1). Dans la zone A, la taille des individus varie de 9 à 16,5 avec une taille modale de 13,5cm (Tableau 6.5.1). Dans la zone B, les tailles ont été comprises entre 9 et 16,5 cm avec un mode de 13,5 cm (Tableau 6.5.1). Les estimations de la taille et du nombre d'individus d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région en 2010 par le N/R AL AMIR et le N/R AL-AWAM sont dans la Figure 6.5.2.

#### **6.6 Évaluation**

Les données disponibles en 2010 pour l'anchois dans la sous-région n'ont pas permis l'utilisation d'un modèle global. À cet effet, le Groupe de travail a appliqué le modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell et le modèle d'analyse de cohorte LCA. Les deux modèles utilisés sont décrits dans Sparre et Venema (1996).

##### *Données d'entrée*

Pour l'application du modèle d'analyse des cohortes, le Groupe de travail a utilisé les données issues d'échantillonnage aux débarquements réalisées dans les zones Nord, A et B du Maroc en 2009 et 2010. Une moyenne des fréquences de taille rapportée à la capture totale des zones concernées a été utilisée pour les deux années. La matrice finale concerne les individus de tailles comprises entre 8 et 18,5 cm (Tableaux 6.4.1a-c).

Les paramètres de croissance utilisés sont obtenus en 2008 et 2010 lors des études réalisées au niveau de la zone A par l'INRH (Tableau 6.6.1). La valeur de la mortalité naturelle de 1,5 est obtenue à partir des travaux réalisés en Mauritanie dans le cadre de la thèse de Ba Ibrahima en 1988 (Ba Ibrahima, 1988).

**Tableau 6.6.1:** Paramètres de croissance pour *Engraulis encrasicolus* au Maroc en 2008 et 2010

Paramètres de croissance			Relation taille-poids		
$L_{\infty}$ (cm)	$K$ an <sup>-1</sup>	$t_0$ an	a	b	$r^2$
17,259	1,2	-0,33	0,0027	3,3444	0,94

*Résultats*

Après les ajustements nécessaires, le diagnostic du modèle indique que la mortalité par pêche courante ( $F_{cur}$ ) est égale à la mortalité par pêche correspondant à  $F_{0,1}$  (Figures 6.7.1 et 6.7.2). Les résultats montrent que le stock est pleinement exploité.

*Discussion*

Les discussions du Groupe de travail ont porté sur l'insuffisance quantitative et qualitative des données pour cette espèce au niveau des différentes zones de pêche notamment en Mauritanie et dans la zone C. Malgré le fait que les captures d'anchois en Mauritanie pourraient constituer une part importante de la capture totale d'anchois dans la sous-région, aucune donnée biologique ou d'effort n'est disponible pour toute la période. Au Maroc, les données biologiques ne sont disponibles que dans les zones Nord et A et B. De plus il existe une incertitude sur l'unité du stock dans la sous-région. La vie courte des anchois qui ne dépasse pas les deux ans fait que l'abondance dépend des variations de recrutement. De plus les indices d'abondances acoustiques (Figure 6.3.1), présentant des fluctuations assez importantes ne se reflètent pas dans le modèle. En raison des considérations évoquées, le diagnostic de pleine exploitation résultant du modèle devra être considéré avec prudence.

**6.7 Projection**

Le Groupe de travail n'est pas en mesure de réaliser des projections à court et en moyen terme sur les stocks d'anchois de la sous-région en raison de la forte variabilité interannuelle d'abondance et la vie courte de cette espèce.

**6.8 Recommandations d'aménagement**

Dans l'attente d'une meilleure identification des stocks d'anchois dans la sous-région ainsi que des statistiques de pêche plus fiables en particulier dans la zone mauritanienne, le Groupe de travail recommande comme approche de précaution de ne pas augmenter l'effort actuel.

**6.9 Recherche future***Suivi des recommandations de l'année dernière*

Puisque les recommandations du Groupe de travail de 2010 n'ont pas été entièrement suivies, le Groupe de 2011 réitère les recommandations suivantes:

- Parvenir à une décision sur la confusion entre les jeunes de chinchard et anchois dans les déclarations de captures en Mauritanie.
- Collecter des données d'effort dans les séries chronologiques pour l'évaluation du stock.
- 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

Le Groupe de travail a maintenu le principe d'un stock unique et la description détaillée de ce dernier est fournie dans son rapport 2007. Dans la région, l'ethmalose d'Afrique de l'ouest (*Ethmalosa fimbriata*) est principalement concentrée au Sénégal, en Gambie et en Mauritanie.

### 7.2 Les pêcheries

L'ethmalose est une espèce principalement exploitée par les pêcheries artisanales en Gambie, au Sénégal et plus récemment en Mauritanie. Elle est surtout pêchée au moyen de filets maillants encerclants.

Cette année, les captures d'ethmalose sont principalement réalisées en Mauritanie où elles représentent environ 78 pour cent des captures totales de cette espèce dans la région. Cette pêcherie est l'une des principales sources qui alimentent (à partir de 2008) les nouvelles usines de farine de poisson à Nouadhibou.

#### *Captures totales*

Le Tableau 7.2.1 et la Figure 7.2.1 présentent les captures totales d'ethmalose dans la sous-région.

Les captures totales d'ethmalose dans la sous-région sont restées relativement stables au cours des quatre dernières années de la série (2006-2009). Avant, elles avaient baissé de 49 000 tonnes en 2001, la plus grande capture de la série, à environ 21 000 tonnes en 2006 (Figure 7.2.1). Les captures d'ethmalose en Gambie et au Sénégal présentent une tendance orientée à la baisse depuis 2003 avec quelques fluctuations. En Gambie, on a cependant observé des niveaux de capture stables au cours des quatre dernières années alors qu'au Sénégal elles ont légèrement fluctué au cours de cette période. La moyenne estimée des captures de cette espèce au cours des cinq dernières années s'élève à environ 24 000 tonnes. L'augmentation marquée des captures d'ethmalose en Mauritanie en 2009 a été attribuée à la création d'une usine de farine de poisson dans ce pays. Elle fait suite à une quasi-absence de captures d'ethmalose en 2008 en raison d'un manque de débouchés commerciaux cette année-là.

#### *Effort de pêche*

Les données d'effort des pêcheries artisanales ayant recours aux filets maillants encerclants ciblant l'ethmalose au Sénégal et en Gambie sont présentées dans le Tableau 7.2.2 en nombre de sorties.

Aucune donnée d'effort n'a été fournie par la Mauritanie.

#### *Développements récents*

Des systèmes de collecte des paramètres biologiques et des données statistiques sont en train d'être mis en place en Mauritanie et en Gambie pour affronter le problème du manque de données.

### 7.3 Indices d'abondance

#### 7.3.1 Capture par unité d'effort

L'estimation de la CPUE a été calculée à partir des données d'effort fournies par le Sénégal et la Gambie (2006-2010) (Figure 7.3.1). Les segments des pêcheries artisanales qui ciblent l'ethmalose au Sénégal et en Gambie utilisent le même type d'embarcations et de filets (filets maillants encerclants) et leurs CPUE sont donc compatibles. Dans l'ensemble, ces CPUE baissent depuis 2001. Elles sont ainsi passées de 1,76 tonne par sortie en 2001 à 0,82 tonne en 2006 avant de remonter à 1,04 tonne en 2009 et à 1,12 tonne en 2010 (Figure 7.3.1).

### 7.3.2 Campagnes acoustiques

L'ethmalose étant une espèce d'estuaire très présente dans des eaux peu profondes, les campagnes acoustiques ne peuvent pas être menées pour estimer la biomasse de l'espèce.

## 7.4 Échantillonnage des pêcheries commerciales

Un échantillonnage des débarquements de la pêche artisanale d'ethmalose a été réalisé en Mauritanie et en Gambie en 2010. En Gambie 102 échantillons ont été réalisés avec 17 190 individus. L'intensité d'échantillonnage en Gambie a progressé de 7 à 8 échantillons pour 1 000 tonnes entre 2009 et 2010 (Tableau 7.4.1). Pour la Mauritanie, le Groupe de travail ne dispose pas de l'intensité d'échantillonnage relative à la structure de taille obtenue en 2010. Au Sénégal, l'ethmalose n'a pas été échantillonné en 2010.

## 7.5 Données biologiques

Le Groupe de travail disposait de données relatives à la fréquence de taille des pêcheries commerciales en 2010 en Mauritanie et en Gambie. On ne disposait pas, par contre, de données relatives au Sénégal, mais la Figure 7.5.1 montre les compositions en tailles des captures au Sénégal d'*Ethmalosa fimbriata* (2004-2009).

La composition en taille des captures de la pêche artisanale mauritanienne indique deux modes à 28 et 33 cm (Figure 7.5.2). En Gambie, les fréquences de taille étaient assez larges, avec un pic à 26 cm (Figure 7.5.3).

En 2010, on ne disposait d'aucune donnée relative à *Ethmalosa fimbriata* issue des campagnes scientifiques menées dans la sous-région.

## 7.6 Évaluation

### Méthode

L'accroissement important des captures d'ethmalose dans la sous-région les deux dernières années n'a pas permis l'utilisation du modèle de production logistique de Schaefer.

Les séries de fréquence de taille provenant des pêcheries artisanales mauritanienne et sénégalogambienne ont été utilisées pour appliquer le modèle analytique (LCA) et le modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell (Sparre et Venema, 1996).

Le Groupe de travail a décidé d'analyser les compositions en tailles des captures pour trois composantes comme suit:

1. Mauritanie-Sénégal-Gambie
2. Sénégal-Gambie
3. Mauritanie

### Données d'entrée

Les moyennes des fréquences de taille rapportées à la capture totale des zones concernées ont été utilisées. Les paramètres de croissance utilisés (Tableau 7.6.1) dans les deux modèles ont été estimés par le Groupe de travail à partir d'une analyse de la progression modale à l'aide du logiciel «FISAT II - Version 1.2.2» (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools). Les paramètres de la relation taille-poids utilisés sont issus de la base de données FishBase. Une mortalité naturelle de 0,4 a été estimée en utilisant la formule empirique de Pauly (FAO, 2005).

**Table 7.6.1:** Paramètres de croissance d'*Ethmalosa fimbriata* dans la région

Paramètres de croissance		Rapport longueur-poids		Mortalité Naturel
$L_{\infty}$ (cm)	K (an <sup>-1</sup> )	a	b	M (an <sup>-1</sup> )
44	1.7	0.0120	3.098	0.4



### *Résultats*

Les seuls résultats satisfaisants ont porté sur l'application de LCA et de rendement par recrue au niveau des zones Sénégal-Gambie et Mauritanie (Figures 7.7.1 et 7.7.2).

Pour la zone Sénégal-Gambie, les résultats du modèle montrent que le niveau de l'exploitation est en dessous de  $F_{0.1}$ . Le stock n'est pas pleinement exploité.

Pour la zone Mauritanie, les résultats du modèle montrent que l'exploitation est au même niveau que  $F_{0.1}$ .

### *Discussion*

Le Groupe de travail a souligné l'absence d'informations permettant de formuler des hypothèses sur l'identité de stock de l'ethmalose dans la sous-région et sa distribution géographique ainsi que le manque de données biologiques relatives aux différentes pêcheries. A cet effet, les résultats obtenus par les analyses devraient être prises avec précaution.

L'accroissement des captures d'ethmalose en Mauritanie occasionnées par l'implantation, ces dernières années, des usines de farine en Nouadhibou s'est traduit par une mise à terre dépassant les 89 000 tonnes. A cet effet, le Groupe de travail propose de ne pas prendre en considérations les résultats de l'analyse par recrue basée sur la composition des tailles de la Mauritanie et suggère un suivi de la biologie et de la structure démographique de ce stock au niveau de ce pays.

## **7.7 Projections**

Le Groupe de travail n'est pas en mesure de faire des projections sur le stock d'ethmalose pour les cinq prochaines années en raison des résultats peu fiables dont il dispose.

## **7.8 Recommandations d'aménagement**

À titre de précaution, le Groupe de travail recommande de ne pas accroître l'effort de pêche sur l'ethmalose en 2011.

## **7.9 Recherche future**

À la suite des discussions relatives aux recommandations des deux dernières années et aux données disponibles, il est apparu que les pays de la région ont réalisé un échantillonnage biologique limité et qu'aucun travail biologique commun n'a été réalisé en 2010.

Comme aucune des recommandations formulées l'an passé n'a été suivie d'effets, le Groupe de travail les a maintenues et reformulées cette année:

- Établir une stratégie en Mauritanie, au Sénégal et en Gambie pour le suivi biologique de l'ethmalose pour les différentes pêcheries (y compris la standardisation des mensurations des tailles).
- Réviser et compléter les séries de captures, de l'effort de pêche de l'ethmalose dans la sous-région.
- Estimer les paramètres biologiques de l'ethmalose et préparer des séries de distribution de fréquences de tailles afin de les analyser avant la prochaine réunion du Groupe de travail.

## 8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

### État des stocks et des pêcheries

Bien que des changements importants aient été observés dans l'abondance et le niveau d'exploitation de certains des stocks, la situation globale de l'état des différents stocks a été jugée similaire à celle de 2010.

Un résumé des évaluations et des recommandations d'aménagement formulées par le Groupe de travail est présenté ci-après:

**Tableau 1:** Résumé des évaluations et des recommandations d'aménagement

Stock	Captures de l'année précédente (2010) en milliers de tonnes (moyenne 2006-2010)	*B/B <sub>0,1</sub>	*F <sub>cur</sub> /F <sub>0,1</sub>	Évaluation	Recommandations d'aménagement
<b>Sardine</b> <i>S. pilchardus</i>  Zone A+B	500 (468)	-	-	Surexploité	Le Groupe de travail note que le stock dépend fortement des recrutements qui fluctuent avec les changements de l'environnement. Le Groupe de travail réitère sa recommandation des trois années précédentes: les prises ne devraient pas excéder les 400 000 tonnes en 2011.
<b>Sardine</b> <i>S. pilchardus</i>  Zone C	420 (320)	62%	79%	Pas pleinement exploité	Le niveau total des prises devrait être ajusté aux changements naturels dans le stock. La structure et l'abondance du stock devraient être étroitement surveillées par des méthodes de pêche indépendantes
<b>Sardinelle</b> <i>S. aurita</i>  <i>S. maderensis</i>  <i>Sardinella</i> spp. Toute la sous-région	535 (483)  159 (129)  693 (611)	53%  50%	359%  336%	Surexploité. Les captures actuelles de sardinelles ne sont pas durables. Les captures doivent être réduites afin d'éviter un épuisement futur du stock.	Le Groupe de travail recommande la réduction de l'effort de pêche en 2011/2012, et renforce les recommandations exprimées dans le Groupe de travail de 2010. Ces stocks dépendent étroitement du recrutement.
<b>Chinchards</b> <i>T. trachurus</i>  <i>T. trecae</i>  Toute la sous-région	110 (105)  325 (324)	48%  45%	257%  291%	<i>T. trachurus</i> et <i>T. trecae</i> sont surexploités.	Etant donné la nature mixte de ces pêches, le groupe de travail recommande de diminuer l'effort de pêche sur les deux espèces de 30% par rapport à 2010. Les captures totales de 2011 des deux espèces ne devraient pas excéder 330 000 tonnes comme recommandé en 2010.
<b>Maquereau</b> <i>Scomber japonicus</i> Toute la sous-région	224 (240)	64%  120% (ICA)	131%  74% (ICA)	Pleinement exploité	Le Groupe de travail recommande que le niveau des captures ne dépasse pas 200 000 tonnes.
<b>Anchois</b> <i>Engraulis encrasicolus</i> Toute la sous-région	149 (129)	NA	100% (LCA)	Pleinement exploité	Le Groupe de travail recommande que l'effort ne dépasse pas les niveaux actuels.
<b>Bonga</b> <i>Ethmalosa fimbriata</i>  Toute la sous-région Mauritanie, Sénégal/Gambie	115 (48) 90 (28) 26 (21)	- - NA	- - 68% (LCA)	Pas pleinement exploité	Par mesure de précaution, le Groupe de travail recommande de ne pas augmenter l'effort de pêche dans ces deux unités en 2011.

\* Sauf indication contraire, tous les points de référence se rapportent aux résultats du modèle de production.

Le fort réchauffement des eaux de surface observé dans l'ensemble de la sous-région a constitué un événement notable en 2010. Cela a influencé la répartition et l'abondance de petits pélagiques dans la région nord du COPACE et a conduit à une répartition inhabituelle de *Sardinella aurita* vers le nord, atteignant la latitude de Casablanca.

Un autre facteur notable a été l'augmentation de l'effort de pêche en Mauritanie. Toutefois, aucune estimation quantitative de l'évolution de l'effort en Mauritanie en 2010 n'a été présentée à la réunion.

Les usines de farine de poisson à Nouadhibou ont fortement augmenté leur production, conduisant à une augmentation des captures entre autres de bonga (*Ethmalosa fimbriata*) d'environ 108 pour cent par rapport à 2009. Les usines de farine de poisson ont également traité 89 000 tonnes de sardinelles comme matière première.

Concernant la sardine dans la zone A+B, bien qu'une amélioration ait été observée en 2009, le stock est encore considéré comme surexploité. L'abondance de ce stock a été influencée par les conditions environnementales mentionnées ci-dessus et par les fortes captures, conduisant à une diminution de la biomasse en 2010 (d'environ 50 pour cent par rapport à 2009), comme observé durant les campagnes scientifiques. Le Groupe de travail maintient donc les recommandations des trois années précédentes, à savoir que les prises ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes.

Malgré la baisse plus faible observée et l'augmentation régulière de l'effort de pêche, la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone C a été encore considérée comme pas pleinement exploitée. Malgré son niveau encore élevé, l'indice de biomasse estimé à partir de la campagne acoustique (indice Nansen) poursuit sa baisse observée depuis 2008. Etant données les fluctuations observées dans l'abondance de ce stock, le niveau total des captures doit être ajusté aux changements naturels dans le stock. La structure et l'abondance du stock doivent être suivies de près par des méthodes indépendantes de la pêche, et des précautions doivent être adoptées dans la gestion de la sardine.

Durant les années précédentes les résultats des campagnes acoustiques ont été utilisés comme indices d'abondance dans l'application des modèles de production dynamique sur les sardinelles (*S. aurita*, *S. maderensis* et *Sardinella* spp.). Cependant, cette série a souffert d'interruptions majeures ces dernières années (pas de couverture en Gambie en 2008-2010, et aucune campagne acoustique au Sénégal en 2009 et 2010). Compte tenu de ces lacunes majeures dans la couverture acoustique de ces dernières années, le Groupe de travail a décidé de ne pas utiliser cette série d'indices acoustiques. Comme alternative, les séries de CPUE des bateaux de l'Union européenne en Mauritanie ont été utilisées pour paramétrer le modèle.

Les fortes captures observées durant les années 2007-2009 en Mauritanie, dont on pensait qu'elles étaient associées à de bons recrutements en 2005 et 2007, restent toujours élevées en 2010, bien que la CPUE ait diminué depuis 2007. À l'heure actuelle, l'effort de pêche et la mortalité par pêche sont à un tel niveau que même une classe d'âge très forte serait épuisée en deux ans. Le Groupe de travail continue d'être préoccupé par ce stock et le considère comme surexploité. Cette surexploitation présente un risque sérieux pour la survie de cette pêcherie, non seulement pour les chalutiers industriels, mais aussi pour la flottille artisanale. Selon les résultats du modèle, la mortalité par pêche est maintenant à trois fois le niveau MSY.

Le Groupe de travail réitère sa recommandation sur la réduction de l'effort de pêche sur ces stocks de sardinelles et renforce les recommandations exprimées dans le Groupe de travail de 2010.

Le chinchard (*Trachurus trachurus*) et le chinchard de Cunène (*Trachurus trecae*) restent surexploités et le Groupe de travail recommande une diminution de la capture et de l'effort pour assurer une prise durable de ces stocks. Étant donnée la nature mixte de cette pêcherie, le Groupe de travail recommande de diminuer l'effort de pêche sur les deux espèces de 30 pour cent par rapport à 2010. Comme préconisé par le Groupe de travail de 2010, les captures totales des deux espèces ne devraient pas dépasser 330 000 tonnes en 2011.

Le maquereau (*Scomber japonicus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) sont tous deux considérés comme pleinement exploités. Dans le cas de l'anchois, le Groupe de travail recommande que l'effort ne dépasse pas le niveau actuel alors que, pour le maquereau, il a été recommandé que les prises ne dépassent pas 200 000 tonnes.

Des évaluations antérieures ont considéré le bonga (*Ethmalosa fimbriata*) comme un seul stock au niveau sous-régional. Cependant, les changements dans l'exploitation de cette espèce en Mauritanie avec les fortes captures subséquentes rendent difficile l'évaluation au niveau sous-régional.

Ainsi, des évaluations distinctes ont été faites pour la Mauritanie et l'unité Sénégal/Gambie respectivement. Dans le cas de la Mauritanie, de nouvelles informations à partir d'échantillonnage sur la composition en taille commencent à devenir disponibles, mais étant donné la courte série temporelle, le Groupe de travail a été incapable d'évaluer l'état de ce stock. De nouvelles informations de la Gambie et du Sénégal ont permis de procéder à une évaluation pour le bonga dans cette zone. Les résultats ont indiqué que ce stock n'est pas pleinement exploité. Pour les deux régions, le Groupe de travail recommande de ne pas augmenter l'effort de pêche en 2011 par mesure de précaution. Pour l'anchois et le bonga, le Groupe de travail a noté que, malgré une amélioration dans la disponibilité des informations, il y a des lacunes liées au faible taux d'échantillonnage de ces espèces.

### **Évaluations et données (modèles et campagnes)**

Le modèle de production dynamique est le principal modèle utilisé pour l'estimation des stocks dans cette région, mais l'application de méthodes alternatives basées sur la composition en taille des captures sont de plus en plus envisagées en raison de l'amélioration de la qualité des informations. L'application de méthodes basées sur l'âge n'a été possible que pour le stock de maquereau, en utilisant les informations obtenues par des scientifiques russes. Dans le futur, le Groupe de travail entend développer ces méthodes de façon à diversifier l'analyse et à obtenir des estimations plus solides de l'état des stocks et des recommandations spécifiques ont été faites pour certaines espèces. Il faut noter que, dans certaines situations, les modèles de production dynamique peuvent fournir des informations plus utiles pour l'aménagement que les méthodes basées sur l'âge, et ne doivent pas être rejetés, même lorsque les données sur l'âge sont disponibles et jugées de qualité adéquate.

Compte tenu de la forte variabilité des conditions environnementales dans la zone d'étude, le Groupe de travail a de nouveau insisté sur la nécessité d'étudier l'effet de la variabilité hydrographique et/ou écologique dans la région et ses effets sur la dynamique des stocks et d'explorer les possibilités de développer davantage le modèle de production utilisé afin de mieux tenir compte de ces facteurs. Ainsi, le Groupe de travail de cette année a abordé explicitement cette question et les connaissances d'experts sur les conditions environnementales ont été utilisées lors de l'interprétation des résultats. Le Groupe de travail a également initié une réflexion plus approfondie sur la façon de procéder pour intégrer les facteurs environnementaux dans les modèles.

Des problèmes sont apparus avec les statistiques des captures en Mauritanie, dont les chiffres officiels pour la sardinelle ne comprenaient pas les captures importantes de la flottille de l'Union européenne. En outre, les statistiques sur les captures en Mauritanie ont indiqué une prise d'environ 100 000 tonnes d'anchois pour la flotte non-UE, alors que les observateurs mauritaniens n'ont pas observé un seul anchois dans les captures de ces navires, ce qui indique des notifications fallacieuses massives du poissons de petite taille qui est transformé en farine de poisson à bord de ces navires.

La principale lacune dans les données biologiques concerne la disponibilité de données fiables sur les fréquences de taille et d'âge pour la plupart des stocks, ainsi que l'identification des espèces en particulier de juvéniles de maquereau, d'anchois et de bonga. L'étude de l'âge et de la croissance demeure donc une priorité pour le Groupe de travail. L'insuffisance de données concerne l'identification des différentes espèces et des fréquences de taille des espèces débarquées et rejetées par les flottilles industrielles en Mauritanie, la distribution de taille et d'âge des captures en Gambie, au

Sénégal et en Mauritanie, ainsi que la répartition par âge des captures au Maroc. L'échantillonnage biologique des sardinelles au Sénégal a été restreint à un seul site de débarquement (Dakar). Compte tenu de l'importance de la sardinelle pour la pêche au Sénégal (et dans les pays voisins), le Groupe de travail considère qu'il est impératif que l'échantillonnage au Sénégal soit étendu à tous les principaux sites de débarquement.

Il y a également des incertitudes sur les séries temporelles des captures, notamment la sous-notification et les notifications fallacieuses de captures (exemple du chinchard, de l'anchois et du bongu en Mauritanie), des incertitudes sur les rejets (chinchard par exemple dans les pêcheries démersales), etc. Comme les évaluations de l'état actuel des stocks et leur exploitation dépendent fortement des niveaux estimés des prises passées et présentes, les données de capture non fiables auront un impact direct sur la qualité et la fiabilité de l'évaluation et des recommandations formulées par le Groupe. En conséquence, ces questions devraient être traitées rigoureusement et de toute urgence.

Des campagnes scientifiques indépendantes de la pêcherie ont été l'épine dorsale de la plupart des évaluations depuis le début du Groupe de travail de la FAO, avec l'utilisation des indices d'abondance issus des campagnes acoustiques régionales en novembre-décembre du N/R Dr. Fridtjof Nansen. À partir de 2007, les navires de recherche nationaux ont pris la responsabilité de conduire cette campagne acoustique. Plusieurs évaluations faites par le Groupe de travail dépendent de cette série d'indices acoustiques. Durant cette année, le Groupe de travail n'a pas pu utiliser cet indice d'abondance dans les modèles étant donnée l'absence de couverture de la zone sud (Gambie et Sénégal). Le Groupe de travail réitère donc la recommandation de l'année dernière afin d'assurer que ces campagnes régionales soient réalisées pour couvrir toutes les zones de distribution de tous les stocks. De plus, les campagnes de recrutement étant très importantes pour la gestion des pêcheries pélagiques, le Groupe de travail recommande la poursuite des campagnes de recrutement en janvier par le navire de recherche russe ou un autre navire de la région.

### **Points de référence et conseils en matière d'aménagement**

Comme lors des trois dernières années, 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 réalisé des projections sur les rendements futurs et le développement de l'état des stocks suivant différents scénarios pour envisager des mesures d'aménagement. Les conseils relatifs à l'aménagement de ces stocks sont formulés à partir des points de référence et des projections. Ils fournissent des indications pour l'aménagement des différents stocks d'espèces pélagiques et le développement de ces derniers de façon à les exploiter au mieux. Ces recommandations sont fournies en termes de niveau d'effort et de capture. Comme la plupart des stocks sont partagés dans la région entre deux pays ou plus, le Groupe de travail recommande vivement de renforcer la coopération régionale en matière de recherche et d'aménagement.

## **9. RECHERCHES FUTURES**

Le Groupe de travail recommande que les domaines de recherche identifiés les années passées soient poursuivis en 2011/2012. Il recommande donc de mener les actions suivantes:

1. Toutes les données pour le prochain Groupe de travail doivent être préparées et envoyées au président de chaque groupe d'espèce et à la FAO par les points focaux nationaux au plus tard une semaine avant la première partie de la prochaine réunion. Les sections finalisées (texte, tableaux et figures) sur les pêcheries et les tendances du rapport (sous-sections 1-5 des chapitres relatifs aux espèces) devraient circuler parmi les membres du Groupe avant la deuxième partie de la réunion qui aura lieu au Sénégal en avril-mai 2012. Les données de capture, d'effort, de taille et d'âge devraient être fournies sur une base mensuelle ou trimestrielle pour la prochaine réunion.

2. Les campagnes acoustiques et les activités liées à ces dernières, comme la coordination entre les pays et l'intercalibration, devraient être poursuivies de façon à conserver et améliorer les séries chronologiques; les estimations de l'abondance acoustique devraient être divisées par zones et par classes de taille. Le travail d'évaluation dépend étroitement de la qualité des estimations acoustiques et il est par conséquent fortement recommandé que les navires participant aux campagnes dans la région réalisent et coordonnent des intercalibrations, et que l'analyse des intercalibrations passées soit finalisée.
3. Les difficultés récurrentes qui empêchent le navire sénégalais de participer à cette activité ont dès lors été soulignées avec grande préoccupation et le Groupe de travail invite expressément le Sénégal à trouver une solution de façon à garantir une couverture complète des principaux stocks partagés de petits pélagiques dans le futur.
4. Les campagnes de recrutement des chinchards, du maquereau et de la sardine devraient être poursuivies et doivent couvrir l'ensemble de la sous-région. Il faudrait aussi envisager et étudier la possibilité de mener de telles campagnes sur les sardinelles.
5. L'échantillonnage doit continuer à être amélioré par l'augmentation du nombre d'échantillons et de la taille de chaque échantillon et en couvrant toutes les classes de tailles. Tous les segments de la flottille et tous les trimestres de l'année devraient être couverts. Chaque sous-groupe doit s'assurer que la composition des tailles des captures et des campagnes est organisée de façon exploitable par le Groupe de travail avant la prochaine réunion.
6. Le travail de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle doit être renforcé grâce à un échantillonnage régulier et à une lecture de toutes les classes de taille tout au long de l'année, ainsi qu'une stimulation des échanges régionaux d'échantillons et des résultats.
7. Le développement et l'amélioration des méthodes d'évaluation doivent être poursuivis. La version du modèle de production utilisée par le Groupe de travail doit être développée en incluant d'autres versions de la fonction de production, des indices d'abondance multiples et des estimations de l'incertitude ainsi que d'autres méthodes.
8. Une synthèse des principaux résultats devrait être largement diffusée par la FAO au maximum deux semaines après la fin du Groupe de travail et le rapport final devrait être disponible dès que possible.

## REFERENCES/RÉFÉRENCES

- Ba Ibrahima, S.** 1988. Biologie et dynamique des populations d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes mauritaniennes. Thèse de doctorat en biologie. Université de Bretagne occidentale. 132p.
- 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.** 2006a. 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. Rome, FAO. 180p.
- FAO.** 2006b. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Banjul, Gambia, 2–11 May 2006. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, Gambie, 2-11 mai 2006. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 811. Rome, FAO. 192p.
- FAO.** 2007a. 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. 238p.
- FAO.** 2008. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Saly, Senegal, 6–15 May 2008. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Saly, Sénégal, 6-15 mai 2008. *FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture*. No. 882. Rome, FAO. 257p.
- FAO.** 2009. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Nouakchott, Mauritania, 21–31 April 2009. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Agadir, Maroc, 21-31 avril 2009. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 849. Rome, FAO. 238p.
- FAO.** 2011. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Banjul, the Gambia, 18–22 May 2010. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, la Gambie, 18-22 mai 2010. *FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture*. No. 975. Rome, FAO. 263p.

- Gayanilo, F.C. Jr., Sparre, P. & Pauly, D.** 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO. 168 p. (Includes a CD-ROM with the software).
- Haddon, M.** 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC Press, London/Boca Raton, 406p.
- Jones, R.** 1984. Assessing the effect of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish.Tech.Pap.*, (256):118p.
- 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.
- Shepherd, J.G.** 1999. Extended survivors analysis: An improved method for the analysis of catch-at-age data. *ICES Journal of Marine Science* 56, 584–591.
- Sparre, P. & Venema, S.C.** 1996. Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. FAO document technique sur les pêcheries, Première partie manuel N°306/1, FAO, Rome: 400p.



## **TABLES/TABLEAUX**



**Table 1.6.1:** Catches (1990–2008) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/  
Captures totales (1990-2008) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco	<i>S. pilchardus</i>	1112762	1067776	720633	622605	645707	646046	587449	629767	592200	519551
	<i>S. aurita</i>	103075	18829	267	3524	3318	14558	12333	29560	81493	84332
	<i>S. maderensis</i>	38014	7186	0	14	14	59	49	118	327	339
	<i>T. trachurus</i>	12069	10092	16185	24987	41000	49104	31712	38940	64409	68106
	<i>T. trecae</i>				585	4695	6982	5667	7846	14445	14301
	<i>C. rhonchus</i>										
	<i>S. japonicus</i>	26512	10592	13244	22451	69877	100041	81869	159967	158829	112920
	<i>E. encrasicolus</i>	10324	19125	16635	10310	7516	10257	12039	24697	40403	30373
	<i>E. fimbriata</i>										
	<b>Total Morocco</b>		<b>1302756</b>	<b>1133600</b>	<b>766964</b>	<b>684476</b>	<b>772127</b>	<b>827047</b>	<b>731118</b>	<b>890895</b>	<b>952106</b>
Mauritania	<i>S. pilchardus</i>							11579	24394	19602	11278
	<i>S. aurita</i>	78645	50425	53756	35436	23409	65175	205756	188166	258602	185893
	<i>S. maderensis</i>	28355	7445	14146	8859	5799	16350	41804	23675.05	35427	17747
	<i>T. trachurus</i>	33000	11949	20316	23250	15172	22492	16054	11558	20601	15051
	<i>T. trecae</i>	57000	94398	116995	86769	56850	97272	70274	52320	91455	65206
	<i>C. rhonchus</i>	22000	6487	1927	9451	6235	345	630	1236	1386	648
	<i>S. japonicus</i>	20000	8235	20303	16578	19094	44730	98017	48464	41192	21470
	<i>E. encrasicolus</i>		8279	17358	6489	2612	986	3609	34511	79162	93164
	<i>E. fimbriata</i>										
	<b>Total Mauritania</b>		<b>239000</b>	<b>187218</b>	<b>244801</b>	<b>186832</b>	<b>129171</b>	<b>247350</b>	<b>447723</b>	<b>384325</b>	<b>547427</b>
Senegal	<i>S. pilchardus</i>		167	123	1	1892	268	0	0	3	1
	<i>S. aurita</i>	94422	115404	175455	149443	135564	100793	145342	147704	115661	83554
	<i>S. maderensis</i>	75420	79537	88611	85357	50919	57301	121714	89943	100885	106520
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	1558	4191	3095	17957	11559	17198	14442	12251	16604	4065
	<i>C. rhonchus</i>	4731	2907	13716	4874	3154	4175	3268	5423	4107	19308
	<i>S. japonicus</i>	2499	931	2290	2616	3413	2297	4924	5768	4993	7809
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	14785	11542	12164	17332	13504	15686	17462	16423	13833	20540
	<b>Total Senegal</b>		<b>193415</b>	<b>214679</b>	<b>295454</b>	<b>277580</b>	<b>220005</b>	<b>197718</b>	<b>307152</b>	<b>277512</b>	<b>256086</b>

**Table 1.6.1 (cont.):** Catches (1990–2008) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/  
Captures totales (1990-2008) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>The Gambia</b>	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. aurita</i>	2697	933	77	57	6	6	12	81	39	124
	<i>S. maderensis</i>	3274	567	16	33	5	5	9	36	37	105
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	482	807	41	591	187	245	236	396	128	273
	<i>C. rhonchus</i>	177	44	205	91	65	173	176	134	60	185
	<i>S. japonicus</i>	284	294	30	66	61	106	126	158	42	184
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	8039	17646	12019	14053	16897	13897	22648	21523	21952	16115
	<b>Total Gambia</b>	<b>14953</b>	<b>20291</b>	<b>12387</b>	<b>14891</b>	<b>17221</b>	<b>14432</b>	<b>23207</b>	<b>22328</b>	<b>22258</b>	<b>16986</b>
<b>All countries</b>	<i>S. pilchardus</i>	1112762	1067943	720756	622606	647600	646313	599028	654161	611805	530830
	<i>S. aurita</i>	278839	185591	229555	188460	162297	180532	363443	365511	455795	353903
	<i>S. maderensis</i>	145063	94735	102773	94263	56737	73715	163576	113772	136676	124711
	<i>T. trachurus</i>	45069	22041	36501	48237	56172	71596	47766	50498	85010	83157
	<i>T. trecae</i>	59040	99396	120131	105902	73291	121697	90619	72813	122632	83845
	<i>C. rhonchus</i>	26908	9438	15848	14416	9454	4693	4074	6793	5553	20141
	<i>S. japonicus</i>	49295	20052	35867	41711	92445	147174	184936	214357	205056	142383
	<i>E. encrasicolus</i>	10324	27404	33993	16799	10128	11243	15648	59209	119565	123537
	<i>E. fimbriata</i>	22824	29188	24183	31385	30401	29583	40110	37946	35785	36655
	<b>Total Subregion</b>	<b>1750123</b>	<b>1555788</b>	<b>1319606</b>	<b>1163779</b>	<b>1138524</b>	<b>1286547</b>	<b>1509200</b>	<b>1575060</b>	<b>1777877</b>	<b>1499162</b>

**Table 1.6.1 (cont.):** Catches (1990–2009) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/  
Captures totales (1990-2009) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Morocco	<i>S. pilchardus</i>	559183	768546	674120	656407	635536	696099	620802	573022	683590	815482	805870
	<i>S. aurita</i>	46308	13893	0	94	1388	12822	33982	41337	41298	43024	51777
	<i>S. maderensis</i>	0	5957	0	0	189	2056	5898	1436	3744	481	436
	<i>T. trachurus</i>	63048	55743	9159	14382	93371	96857	69297	55724	56998	68011	31630
	<i>T. trecae</i>	42481	38788	0	0	595	76158	46154	40676	56004	77936	17791
	<i>C. rhonchus</i>											
	<i>S. japonicus</i>	123690	90805	22702	34538	122001	138051	169115	172723	197340	194176	137525
	<i>E. encrasicolus</i>	22096	47417	18473	17000	7068	6073	10037	18899	19811	17195	36092
	<i>E. fimbriata</i>											
<b>Total Morocco</b>	<b>856806</b>	<b>1021149</b>	<b>724454</b>	<b>722421</b>	<b>860149</b>	<b>1028116</b>	<b>955285</b>	<b>903816</b>	<b>1058784</b>	<b>1216304</b>	<b>1081121</b>	
Mauritania	<i>S. pilchardus</i>	23545	18632	37572	83556	80830	65239	73662	85252	81218	104638	125454
	<i>S. aurita</i>	197704	181169	191246	208426	136630	189000	126068	253732	196352	211702	302685
	<i>S. maderensis</i>	6386	24417	22442	39810	20561	15202	13592	27159	29176	43763	52341
	<i>T. trachurus</i>	5132	14206	32203	49675	75979	23953	23094	44297	47434	51554	78853
	<i>T. trecae</i>	128776	170235	149013	98547	178176	190233	204847	262041	292774	260560	315812
	<i>C. rhonchus</i>	43290	21662	66103	31771	38670	16682	41561	21058	26350	36813	57589
	<i>S. japonicus</i>	65074	65662	104615	133218	96566	37961	33446	80176	68262	44500	75269
	<i>E. encrasicolus</i>	104090	105350	136232	162854	136777	78090	109940	120796	102300	98448	113429
	<i>E. fimbriata</i>	4026	6378	12899	8298	1680	4545	4545	633	2	42971	89550
<b>Total Mauritania</b>	<b>578023</b>	<b>607711</b>	<b>752325</b>	<b>816155</b>	<b>765869</b>	<b>620905</b>	<b>630755</b>	<b>895144</b>	<b>843868</b>	<b>837962</b>	<b>1210982</b>	
Senegal	<i>S. pilchardus</i>	3	2	507	0	0	14878	10170	12195	4034	7544	18
	<i>S. aurita</i>	111905	123566	118013	121616	140554	198955	150787	188428	257505	263594	182717
	<i>S. maderensis</i>	111109	119751	126885	164469	156413	116705	91574	106993	81851	80395	100755
	<i>T. trachurus</i>											
	<i>T. trecae</i>	667	2735	4545	2573	2584	5640	5356	4017	8419	8113	18349
	<i>C. rhonchus</i>	4029	2392	5806	3455	4179	4833	5264	4438	3716	5458	3984
	<i>S. japonicus</i>	2823	1949	8896	14173	3942	5852	3428	4383	4920	5122	11502
	<i>E. encrasicolus</i>											
	<i>E. fimbriata</i>	15227	24471	11828	13095	9792	8731	5675	9225	9000	5727	13243
<b>Total Senegal</b>	<b>245763</b>	<b>274866</b>	<b>276480</b>	<b>319381</b>	<b>317464</b>	<b>355594</b>	<b>272254</b>	<b>329679</b>	<b>369444</b>	<b>375953</b>	<b>330567</b>	

**Table 1.6.1 (cont.):** Catches (1990–2009) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/  
Captures totales (1990-2009) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)

Country	Species	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>The Gambia</b>	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. aurita</i>	115	203	1022	804	680	1030	1117	1639	2335	2522	2614
	<i>S. maderensis</i>	94	281	1275	1291	1029	1287	4024	2800	4771	5130	5341
	<i>T. trachurus</i>											
	<i>T. trecae</i>	189	225	290	255	265	303	341	308	349	342	393
	<i>C. rhonchus</i>	136	169	249	202	200	0	124	153	432	413	469
	<i>S. japonicus</i>	140	169	344	308	276	186	277	261	126	133	312
	<i>E. encrasicolus</i>											
	<i>E. fimbriata</i>	20508	18516	18701	22118	16052	19881	13187	13247	11744	11868	12587
	<b>Total Gambia</b>	<b>21182</b>	<b>19563</b>	<b>21881</b>	<b>24978</b>	<b>18502</b>	<b>22687</b>	<b>19070</b>	<b>18408</b>	<b>19757</b>	<b>20408</b>	<b>21716</b>
<b>All countries</b>	<i>S. pilchardus</i>	704634	670469	768842	927664	931342	704634	670469	768842	927664	931342	704634
	<i>S. aurita</i>	311954	485136	497490	520842	539792	311954	485136	497490	520842	539792	311954
	<i>S. maderensis</i>	115313	138388	119542	129769	158873	115313	138388	119542	129769	158873	115313
	<i>T. trachurus</i>	92391	100021	104431	119565	110483	92391	100021	104431	119565	110483	92391
	<i>T. trecae</i>	256698	307042	357546	346951	352345	256698	307042	357546	346951	352345	256698
	<i>C. rhonchus</i>	46949	25649	30498	42684	62042	46949	25649	30498	42684	62042	46949
	<i>S. japonicus</i>	206266	257543	270648	243931	224608	206266	257543	270648	243931	224608	206266
	<i>E. encrasicolus</i>	119977	139695	122111	115643	149521	119977	139695	122111	115643	149521	119977
	<i>E. fimbriata</i>	23407	23105	20746	60566	115380	23407	23105	20746	60566	115380	23407
	<b>Total Region</b>	<b>1877589</b>	<b>2147047</b>	<b>2291853</b>	<b>2450627</b>	<b>2644386</b>	<b>1877589</b>	<b>2147047</b>	<b>2291853</b>	<b>2450627</b>	<b>2644386</b>	<b>1877589</b>

**Table 1.7.1:** Conversion factors used for the acoustic biomass time series by species and vessel/Facteurs de conversion utilisés pour les séries de la biomasse acoustique par espèces et navire

	ITAF DEME/ NANSEN	AL-AWAM/ NANSEN	AL-AMIR/ NANSEN	ITAF DEME/ NANSEN	AL-AWAM/ NANSEN	AL AMIR/ NANSEN
	2005	2005	2006	2009*	2009	2009
<i>Sardina pilchardus</i>		0.23	0.89			
<i>Sardinella maderensis</i>	1.14	0.48	-	0.87	0.50	1.01
<i>Sardinella aurita</i>	0.35	1	-	0.87	1.00	1.01
<i>Sardinella</i> spp.	-	-	1.01			
Horse mackerels	1.77	0.9	1.08			
<i>Decapterus ronchus</i>	-	-	-			
<i>Scomber japonicus</i>	-	-	1.51			
<i>Engraulis encrasicolus</i>	-	0.46	1.42			
Other pelagics	2.35	3.85	-			
<b>Total</b>	<b>1.13</b>	<b>0.41</b>	<b>1.18</b>			

\*calculated based on the basic data allocated to sardinella

**Table 2.2.1a:** Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners	15478	17261	18745	24496	16643	16661	11497	7154	5567	4277	
	Spanish purse seiners											
	<b>Total North</b>	<b>15478</b>	<b>17261</b>	<b>18745</b>	<b>24496</b>	<b>16643</b>	<b>16661</b>	<b>11497</b>	<b>7154</b>	<b>5567</b>	<b>4277</b>	
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners	48881	33643	46199	54145	30838	19381	3546	16237	33186	21814	
	<b>Total A</b>	<b>48881</b>	<b>33643</b>	<b>46199</b>	<b>54145</b>	<b>30838</b>	<b>19381</b>	<b>3546</b>	<b>16237</b>	<b>33186</b>	<b>21814</b>	
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners	223714	261757	197939	253322	399051	477947	354820	423268	347965	370164	
	Spanish purse seiners	58481	100319	28071	2218	12790	89	25				
	<b>Total B</b>	<b>282195</b>	<b>362076</b>	<b>226010</b>	<b>255540</b>	<b>411841</b>	<b>478036</b>	<b>354845</b>	<b>423268</b>	<b>347965</b>	<b>370164</b>	
<b>Total A+B</b>		<b>331076</b>	<b>395719</b>	<b>272209</b>	<b>309685</b>	<b>442679</b>	<b>497417</b>	<b>358391</b>	<b>439505</b>	<b>381151</b>	<b>391978</b>	
C (26°N–South)	Moroccan coastal purse seiners and RSW	28450	33727	31919	30127	18880	27561	8439	37951	45355	18715	
	Spanish purse seiners	66075	16229	68759	112243	67800	13714	125813	113053	138166	55726	
	Ukrainian and other pelagic trawlers <sup>(5)</sup>							30188	7474	16861	44093	
	Russian pelagic trawlers <sup>(3)</sup>	356203	262579	144627	67523	53845	45417	53121	24630	5100	4762	
	Other pelagic trawlers <sup>(2)</sup>	315479	342261	184374	78532	45860	45276					
	European Union <sup>(5)</sup>											
	Mauritanian (artisanal)											
	Mauritanian (industrial)											
	Others Mauritania <sup>(4)*</sup>								10356	15139	8118	7144
	European Union <sup>(4)</sup>								1223	9255	11484	4134
	Senegalese (artisanal)		167	123	1	1892	268	0	0	3	1	
	Senegalese (industrial)											
<b>Total C</b>	<b>766207</b>	<b>654963</b>	<b>429802</b>	<b>288426</b>	<b>188277</b>	<b>132236</b>	<b>229140</b>	<b>207502</b>	<b>225087</b>	<b>134575</b>		
<b>All fleets and zones</b>		<b>1112762</b>	<b>1067943</b>	<b>720756</b>	<b>622606</b>	<b>647600</b>	<b>646313</b>	<b>599028</b>	<b>654161</b>	<b>611805</b>	<b>530830</b>	

(1) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 90/50 tables A3 (page 31) and A7 (page 35)

(2) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 97/60, table 9, page 15

(3) Data from 1983–1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60, table 9, page 15, for the period 1996–1999. The data are Russian statistics from statistical subdivisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years the Russian Federation did not fish in Senegal.

(4) Data obtained from IMROP statistics

(5) Moroccan statistics (INRH)



**Table 2.2.1a (cont.):** Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners	6790	6302	18516	20655	21451	17363	18484	13399	11072	9100	7045
	Spanish purse seiners								240	282	470	116
	<b>Total North</b>	<b>6790</b>	<b>6302</b>	<b>18516</b>	<b>20655</b>	<b>21451</b>	<b>17363</b>	<b>18484</b>	<b>13639</b>	<b>11354</b>	<b>9570</b>	<b>7161</b>
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners	29694	45725	23206	74578	60471	25160	25618	11725	32791	10793	25476
	<b>Total A</b>	<b>29694</b>	<b>45725</b>	<b>23206</b>	<b>74578</b>	<b>60471</b>	<b>25160</b>	<b>25618</b>	<b>11725</b>	<b>32791</b>	<b>10793</b>	<b>25476</b>
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners	485124	699246	610872	517271	473987	528071	363297	356810	446141	589703	479161
	Spanish purse seiners											
	<b>Total B</b>	<b>485124</b>	<b>699246</b>	<b>610872</b>	<b>517271</b>	<b>473987</b>	<b>528071</b>	<b>363297</b>	<b>356810</b>	<b>446141</b>	<b>589703</b>	<b>479161</b>
<b>Total A+B</b>		<b>514818</b>	<b>744970</b>	<b>634078</b>	<b>591849</b>	<b>534458</b>	<b>553231</b>	<b>388915</b>	<b>368535</b>	<b>478932</b>	<b>600496</b>	<b>504637</b>
C (26°N–South)	Moroccan coastal purse seiners and RSW	1448	3118	21527	43903	76249	108331	148779	134536	136388	163480	239866
	Spanish purse seiners											
	Ukrainian and other pelagic trawlers <sup>(5)</sup>	36127	14156			476	6599	33290	16071	15100	12732	
	Russian pelagic trawlers <sup>(3)</sup>					2902	10575	31334	32461	10673	11863	31953
	Other pelagic trawlers <sup>(2)</sup>											
	European Union <sup>(5)</sup>								7780	31142	17341	22252
	Mauritanian (artisanal)											
	Mauritanian (industrial)						45					
	Others Mauritania <sup>(4)*</sup>	11952	4988	9783	32853	25359	25597	53472	68363	64778	74351	83720
	European Union <sup>(4)</sup>	11593	13644	27789	50703	55471	39597	20190	16889	16440	30287	41734
	Senegalese (artisanal)	3	2	507			14212	10170	12191	3758	6302	18
	Senegalese (industrial)						666		4	276	1242	
<b>Total C</b>	<b>61123</b>	<b>35908</b>	<b>59605</b>	<b>127459</b>	<b>160457</b>	<b>205622</b>	<b>297235</b>	<b>288295</b>	<b>278555</b>	<b>317598</b>	<b>419544</b>	
<b>All fleets and zones</b>		<b>582732</b>	<b>787180</b>	<b>712199</b>	<b>739963</b>	<b>716366</b>	<b>776216</b>	<b>704634</b>	<b>670469</b>	<b>670469</b>	<b>768842</b>	<b>931342</b>

(1) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 90/50, tables A3 (page 31) and A7 (page 35)

(2) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 97/60, table 9, page 15

(3) Data from 1983-1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60, table 9, page 15, for the period 1996–1999

the data are Russian statistics from statistical sub-divisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years the Russian Federation did not fish in Senegal.

(4) Data obtained from IMROP statistics

(5) Moroccan statistics (INRH)

**Table 2.2.1b:** Effort of *Sardina pilchardus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Effort de *Sardina pilchardus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	1675	1943	3160	3189	2865	3046	1872	936	800	(**)
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	7330	4605	5848	6829	4135	1943	578	1530	2364	5122
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	7023	10085	9163	10404	16375	20693	19361	9365	10248	14102
	Spanish purse seiners <sup>(2)</sup>	407	782	477	20	259	2	1			
C (26°N–20°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Moroccan purse seiners RSW <sup>(2)</sup>										
	Spanish purse seiners <sup>(2)</sup>	416	187	546	715	471	115	910	814	870	567
	Ukrainian and other pelagic trawlers <sup>(2)(4)</sup>	NA	NA	NA	93	1194	2323	2239	3080	5797	4803
	Russian Federation <sup>(2)(4)</sup>				1476	2818	4162	2952	4411	7399	6524
	All fleets <sup>(2)(5)</sup>	15188	14199	7497	5027	3389	2297				
	Others Mauritania <sup>(3)</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	European Union <sup>(4)</sup>							715	940	1300	1538
	Senegalese (artisanal)										
	Senegalese (industrial)										

NA: not available

(1) Trips with sardine catches

(2) Fishing days

(3) Do not target sardine

(4) Morocco-INRH

(5) Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)

(6) Total trips

**Table 2.2.1b (cont.):** Effort of *Sardina pilchardus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Effort de *Sardina pilchardus* (1990–2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
North (35°45'–32°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>											
	Spanish purse seiners <sup>(2)</sup>									323	634	
A (32°N–29°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	8797	3674	4012	6847	7440	2204	1245	4845	6246	3439	4117
B (29°N–26°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	23367	15512	28392	18780	26945	27338	21137	20146	24134	26959	23081
	Spanish purse seiners <sup>(2)</sup>											
C (26°N–20°N)	Moroccan coastal purse seiners <sup>(1)</sup>	NA	NA	180	805	1762	1117	1236	1366	1125	1271	5309
	Moroccan RSW <sup>(2)</sup>			346	342	479	2415	2204	2883	2230	1643	1425
	Spanish purse seiners <sup>(2)</sup>											
	Ukrainian and other pelagic trawlers <sup>(2)(4)</sup>	3982	2218			479	1603		1231	1103	560	
	Russian Federation <sup>(2)(4)</sup>					1466	1623	2212	1026	778	1115	870
	European Union <sup>(4)</sup>								355	296	445	
	All fleets <sup>(2)(5)</sup>											
	Others Mauritania <sup>(3)</sup>	8147	8337	7833	8158	11571	7168	7108	7080	7494	9373	9098
	European Union	1308	1857	2178	2085	2006	1456	998	2541	2903	4397	3380
	Senegalese (artisanal) <sup>(6)</sup>						81461	76303	84571	100148	72320	83815
Senegalese (industrial) <sup>(2)</sup>						159		59	204	150		

NA: not available

(1) Trips with sardine catches

(2) Fishing days

(3) Do not target sardine

(4) Morocco-INRH

(5) Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)

(6) Total trips

**Table 2.4.1:** Sampling intensity of *Sardina pilchardus* in 2010/Intensité d'échantillonnage de *Sardina pilchardus* en 2010

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan	<b>7439</b>	<b>6635</b>	<b>3486</b>	<b>7915</b>	<b>25476</b>
		70	72	49	40	231
		5759	4601	2050	2193	14603
		440	278	190	235	1143
	Russian					
		0	0	146	0	146
Morocco Zone B	Moroccan	<b>112383</b>	<b>80224</b>	<b>219172</b>	<b>67382</b>	<b>479161</b>
		76	80	84	29	269
		5097	5957	6107	2153	19314
		240	233	250	80	803
	Russian					
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>127</b>	<b>0</b>	<b>127</b>
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	<b>51217</b>	<b>62383</b>	<b>56040</b>	<b>70227</b>	<b>239866</b>
		22	19	7	---	48
		1844	1533	720	---	4097
		190	179	70	---	439
	Russian	193	0	2393	29367	31953
		0	0	7	100	107
		0	0	1105	30304	31409
		0	0	825	365	1190
Mauritania	EU	<b>10456</b>	<b>8785</b>		<b>9016</b>	<b>28257</b>
		11	9		5	25
		2103	1810		774	4687
		0	0		0	0
	Russian	6031.0	181.0	10.0	1580.0	7802
		33	0	0	0	33
		10204	0	0	0	10204
		295	0	0	0	295
	Ukraine and others					
Senegal	Artisanal					
The Gambia	Industrial					
	Artisanal					

**Table 2.5.1b:** Age-length key (AtlantNiro-Kaliningrad), Zone C 2010 (in thousands of individuals)  
Clé taille-âge (AtlantNiro-Kaliningrad), Zone C 2010 (en milliers individus)

Zone C 2010								
Length	AGE0	AGE1	AGE2	AGE3	AGE4	AGE5	AGE6	Total
9	141	0	0	0	0	0	0	141
9.5	0	0	0	0	0	0	0	0
10	141	0	0	0	0	0	0	141
10.5	89	0	0	0	0	0	0	89
11	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	0	0	0	0	0	0	0	0
12	32	0	0	0	0	0	0	32
12.5	0	0	0	0	0	0	0	0
13	145	0	0	0	0	0	0	145
13.5	1	0	0	0	0	0	0	1
14	247	0	0	0	0	0	0	247
14.5	299	0	0	0	0	0	0	299
15	301	0	0	0	0	0	0	301
15.5	1001	182	0	0	0	0	0	1183
16	1563	284	0	0	0	0	0	1847
16.5	1938	1938	0	0	0	0	0	3877
17	1430	2859	0	0	0	0	0	4289
17.5	689	2067	0	0	0	0	0	2756
18	0	1843	0	0	0	0	0	1843
18.5	0	3357	0	0	0	0	0	3357
19	0	7169	398	0	0	0	0	7568
19.5	0	6242	4994	0	0	0	0	11236
20	0	6707	8623	319	0	0	0	15649
20.5	0	3745	12039	0	0	0	0	15784
21	0	3692	15773	336	0	0	0	19801
21.5	0	2281	13434	507	0	0	0	16223
22	0	798	12959	2393	0	0	0	16150
22.5	0	906	17215	7550	0	0	0	25671
23	0	0	17340	19508	2168	0	0	39016
23.5	0	0	16535	23391	6453	0	0	46379
24	0	0	13771	30492	11312	984	0	56558
24.5	0	0	4935	24180	24673	2467	0	56255
25	0	0	910	12132	17592	4550	0	35183
25.5	0	0	386	5603	10820	5024	580	22413
26	0	0	0	1675	6281	3629	977	12561
26.5	0	0	0	413	2301	1770	236	4719
27	0	0	0	55	659	549	110	1372
27.5	0	0	0	24	216	144	216	600
28	0	0	0	0	0	132	57	189
28.5	0	0	0	0	0	0	51	51
29	0	0	0	0	0	0	0	0
29.5	0	0	0	0	0	0	9	9
<b>Total (in thousands)</b>	<b>8016</b>	<b>44070</b>	<b>139313</b>	<b>128578</b>	<b>82473</b>	<b>19248</b>	<b>2235</b>	<b>423932</b>
<b>Mean length (cm)</b>	<b>16.10</b>	<b>19.60</b>	<b>22.42</b>	<b>24.14</b>	<b>25.00</b>	<b>25.69</b>	<b>26.49</b>	<b>23.20</b>
<b>Mean weight (kg)</b>	<b>0.0348</b>	<b>0.0621</b>	<b>0.0920</b>	<b>0.1144</b>	<b>0.1267</b>	<b>0.1373</b>	<b>0.1502</b>	<b>0.1018</b>

**Table 2.5.2a:** Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone C/Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	129		420	68	1741	125	2894	77448	19813	28108	8144	4784	523
1	889223	624613	588710	106919	55705	41876	62995	551093	1211337	330086	261948	153886	86732
2	2036191	1604457	1961506	623152	664866	170317	417509	741833	979006	541112	258328	151759	177207
3	2658165	2327931	1495437	1971575	1347683	320607	980631	496298	423899	110766	90861	53378	137394
4	2891544	2658842	172164	644966	547308	574014	495336	424345	283838	27746	52950	31107	99051
5	1309369	1130307	1090898	303493	100737	340482	153962	110890	113496	10520	21075	12381	37950
6	314011	233996	298608	100455	6565	89430	7030	41633	7808	2592	1767	1038	
7	91165	31124	12199	16051	1726	5595	4197	0	1715	526	381	224	
<b>Total</b>	<b>10189797</b>	<b>8611270</b>	<b>5619942</b>	<b>3766679</b>	<b>2726331</b>	<b>1542446</b>	<b>2124554</b>	<b>2443540</b>	<b>3040911</b>	<b>1051458</b>	<b>695454</b>	<b>408556</b>	<b>538857</b>

**Table 2.5.2a (cont.):** Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone C/  
Capture par âge (milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0			0	5487	58	1679	559	8016
1	142702	4399	552	109133	21922	56924	169732	44070
2	258420	179480	81894	961899	345123	244956	473156	139313
3	363571	466303	483289	1023005	692871	598211	477028	128578
4	259917	217335	412637	360939	404292	791175	323258	82473
5	150986	122344	260291	102013	150528	454449	168007	19248
6	28268	13740	38497	11301	24475	103360	27529	2235
7								
<b>Total</b>	<b>1203864</b>	<b>1003601</b>	<b>1277158</b>	<b>2573777</b>	<b>1639269</b>	<b>2250753</b>	<b>1639269</b>	<b>423932</b>

**Table 2.5.2b:** Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone C/Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996*	1997	1998	1999*	2000	2001	2002
0	0.018	0.023	0.027	0.020	0.022	0.021	0.024	0.014	0.019	0.027	0.023	0.025	0.026
1	0.067	0.072	0.070	0.048	0.043	0.046	0.029	0.040	0.051	0.062	0.056	0.059	0.051
2	0.081	0.083	0.072	0.072	0.055	0.083	0.068	0.070	0.064	0.077	0.070	0.074	0.100
3	0.089	0.089	0.071	0.076	0.059	0.089	0.085	0.094	0.086	0.092	0.089	0.091	0.115
4	0.094	0.093	0.113	0.083	0.085	0.105	0.104	0.107	0.117	0.111	0.114	0.112	0.128
5	0.102	0.101	0.104	0.091	0.108	0.100	0.117	0.114	0.121	0.119	0.120	0.120	0.147
6	0.108	0.101	0.093	0.110	0.102	0.106	0.128	0.124	0.119	0.141	0.130	0.135	
7	0.103	0.101	0.131	0.110	0.109	0.109	0.130	0.122	0.132	0.160	0.146	0.153	

**Table 2.5.2b (cont.):** Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone C  
Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone C

Age/year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0				0.031	0.036	0.030	0.045	0.035
1	0.050	0.057	0.064	0.067	0.076	0.069	0.087	0.062
2	0.076	0.090	0.096	0.097	0.104	0.103	0.103	0.092
3	0.105	0.105	0.114	0.115	0.127	0.125	0.117	0.114
4	0.129	0.125	0.130	0.129	0.145	0.137	0.125	0.127
5	0.145	0.138	0.142	0.142	0.157	0.147	0.134	0.137
6	0.174	0.166	0.166	0.154	0.170	0.171	0.163	0.150
7								

**Table 2.5.2c:** Mean length at age from zone C in the period 2003–2010/ Taille moyenne par âge dans la zone C au cours de la période 2003-2010

		0	1	2	3	4	5	6
<b>ZONE C</b>	<b>2003</b>	-	18.30	20.60	22.80	24.20	25.00	26.40
	<b>2004</b>	-	18.50	21.60	22.70	24.10	25.00	26.50
	<b>2005</b>	-	19.20	22.10	23.40	24.60	25.30	26.70
	<b>2006</b>	15.03	19.56	22.14	23.46	24.42	25.26	25.95
	<b>2007</b>	16.22	20.52	22.69	24.19	25.22	25.84	26.50
	<b>2008</b>	15.29	18.64	23.07	24.25	25.01	25.66	26.53
	<b>2009</b>	17.82	22.19	23.54	24.51	25.06	25.65	27.37
	<b>2010</b>	16.10	19.60	22.42	24.14	25.00	25.69	26.49
		0	1	2	3	4	5	6
<b>ZONE C</b>	<b>2003</b>	-	18.30	20.60	22.80	24.20	25.00	26.40
	<b>2004</b>	-	18.50	21.60	22.70	24.10	25.00	26.50
	<b>2005</b>	-	19.20	22.10	23.40	24.60	25.30	26.70
	<b>2006</b>	15.03	19.56	22.14	23.46	24.42	25.26	25.95
	<b>2007</b>	16.22	20.52	22.69	24.19	25.22	25.84	26.50
	<b>2008</b>	15.29	18.64	23.07	24.25	25.01	25.66	26.53
	<b>2009</b>	17.82	22.19	23.54	24.51	25.06	25.65	27.37
	<b>2010</b>	16.10	19.60	22.42	24.14	25.00	25.69	26.49

**Table 2.5.2d:** Growth parameters/Paramètres de croissance

	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$a$	$b$	$r^2$
<b>Zone A+B</b>	26.248	0.864	-0.36	0.0084	3.0058	0.9586
<b>Zone C</b>	27.5	0.87	-0.28	0.01	2.935	0.906



**Table 3.2.1a:** Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella aurita* (1990-2010) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian Federation	103075	18829	267	3423	1932	5619	1537	13790	15256	23089
	Ukrainian and others				101	1386	8939	10796	15770	66237	61243
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)							51989	99464	137123	137691
	Other industrial	78645	50425	53756	35436	23409	65175	153767	68598	106549	35732
	Artisanal								20104	14930	12470
Senegal	Industrial	10761	20290	19586	4499	3455	5948	6610	6024	2423	3525
	Artisanal	83661	95114	155869	144944	132109	94845	138732	141680	113238	80029
The Gambia	Industrial	2691	933	74	55	6	5	6	21	6	88
	Artisanal	6	0	3	2	0	1	6	60	33	36
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>278839</b>	<b>185591</b>	<b>229555</b>	<b>188460</b>	<b>162297</b>	<b>180532</b>	<b>363443</b>	<b>365511</b>	<b>455795</b>	<b>353903</b>

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Morocco Zone North	Moroccan							34	19	42	7	0
Morocco Zone A	Moroccan								1		2	208
Morocco Zone B	Moroccan							3	106	118	719	16909
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan				94			530	20578	13015	21523	25178
	Russian Federation	0	0	0	0	880	3970	11980	11277	5161	5499	4630
	Ukrainian and others	46308	13893	0	0	508	8852	21435	9356	17391	10983	
	EU									5571	4291	4852
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)	109268	112224	87696	130237	72437	91,927	58270	101577	77482	61171	99518
	Other industrial	68250	50066.6	82926	52517	42138	79,263	51598	127275	127408	101759	133517
	Artisanal	20186	18878	20624	25672	22055	17810	16200	24880	49800	33422	69650
Senegal	Industrial	444	1282	1326	409	885	1035	264	324	2011	1033	1263
	Artisanal	111461	122284	116687	121207	139669	197920	150523	188104	255494	262561	181454
The Gambia	Industrial	110	174	215	199	168	107	122	55	19	47	63
	Artisanal	5	29	807	605	512	923	995	1584	2316	2475	2551
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>356032</b>	<b>318831</b>	<b>310281</b>	<b>330940</b>	<b>279252</b>	<b>401807</b>	<b>311954</b>	<b>485136</b>	<b>555828</b>	<b>505492</b>	<b>539792</b>

**Table 3.2.1b:** Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella maderensis* (1990-2010) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian Federation	38014	7186		14	8	23	6	55	61	93
	Ukrainian and others				0	6	36	43	63	266	246
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)							36027	12331	20006	8955
	Other industrial	28355	7445	14146	8859	5799	16350	5777	11052	15236	8213
	Artisanal								292	185	579
Senegal	Industrial	6714	9962	14286	8389	4639	10717	7398	9008	4306	3720
	Artisanal	68706	69575	74325	76968	46280	46584	114316	80935	96579	102800
The Gambia	Industrial	3257	567	15	32	5	4	4	10	6	73
	Artisanal	17	0	1	0.8	0	0.5	5	26	31	32
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>145063</b>	<b>94735</b>	<b>102773</b>	<b>94263</b>	<b>56737</b>	<b>73715</b>	<b>163576</b>	<b>113772</b>	<b>136676</b>	<b>124711</b>

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
Morocco Zone North	Moroccan											
Morocco Zone A	Moroccan											
Morocco Zone B	Moroccan											
Zone C, north of Cap Blanc	Moroccan									1370	370	
	Russian Federation	0	0	0		120	700	2114	785	543		436
	Ukrainian and others	0	5957	0		69	1356	3784	651	1831		0
	EU										111	0
Mauritania	EU (Holland, France, UK and Germany)	2613	13396	12939	6186	7279	3758	4115	1756	2732	4778	6002
	Other industrial	1632	9682	7138	18826	11880	10566	9477	25254	26096	20842	8529
	Artisanal	2141	1339	2365	0	1402	878	225	149	348	18143	37810
Senegal	Industrial	1176	1288	1362	2186	1776	1960	17	122	597.8	502	475
	Artisanal	109933	118463	125523	162283	154637	114745	91557	106871	80833	79893	100280
The Gambia	Industrial	88	250	375	408	275	162	78	38	12	33	31
	Artisanal	6	31	900	883	754	1125	3946	2762	4759	5097	5310
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>117589</b>	<b>150406</b>	<b>150602</b>	<b>190772</b>	<b>178192</b>	<b>135250</b>	<b>115313</b>	<b>138388</b>	<b>119122</b>	<b>129769</b>	<b>158437</b>

**Table 3.2.2:** Effort of sardinellas 1990–2010 (in fishing days and number of trips for Senegalese artisanal fisheries)/Effort de pêche des sardinelles 1990-2010 (en jours de pêche et nombre de voyages pour les pêcheries artisanales sénégalaises)

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N of Cap Blanc	Russian Federation				1383	1624	1839	713	1331	1602	1721
	Ukrainian and others				93	1194	2323	2239	3080	5797	4803
Mauritania	Russian Federation, Ukrainian and others		7865	8415	7317	3893	6272	9318	6879	8100	7340
	EU, standardized							715	940	1300	1538
	Artisanal										
Senegal	Industrial	239	636	1347	770	344	431	482	598	480	1367
	Artisanal <sup>(1)</sup>	72800	69174	80000	80555	70322	65377	71365	87157	77844	76810

Country	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
N of Cap Blanc	Russian Federation						1603	2212	1026	778	1115	
	Ukraine and others	3982	2218				1623		1231	1103	560	
Mauritania	Russian Federation, Ukrainian and others	8147	8337	7833	8158	11571	7168	7108	8892	7488	5344	
	EU, standardized	1308	1857	2178	2085	2006	1456	791	729	782	1012	1232
	artisanal								8563			
Senegal	Industrial	121	185	153	172	178	159	20	60	204	150	164
	Artisanal <sup>(1)</sup>	82187	91684	92339	97315	75439	81461	76303	82011	100148	72320	83815
Gambia	Artisanal								5563	4985		

(1) Number of trips

\*Preliminary

**Table 3.4.1:** Sampling intensity of *Sardinella aurita* (2010)/Intensité d'échantillonnage de *Sardinella aurita* (2010)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
<b>country x</b>	<b>fleet y</b>	<b>total catch in tonnes</b>				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone A	Moroccan	0	12	144	52	208
				2	2	4
				117	148	265
					20	20
Morocco Zone B	Moroccan		2	6	12	20
			277	241	417	935
			20	10	50	80
Zone C, north of Cap. Blanc	Moroccan	2		1		3
		125		51		176
						0
	Russian	0	0	4341	289	4630
		0	0	19	9	28
		0	0	2357	274	2631
		0	0	0	0	
Mauritania	EU catches, IMROP samples	51	238	29	17	335
		926	6486	2783	2057	12252
	EU catch, IEO samples, non-EU catches, IMROP samples	0	0	0	0	0
		1	0	25	22	48
	Russian catch, Russian samples, EU catch, IEO samples	170	0	832	1218	2220
		0	0	0	0	0
		3092	33127	15434	3543	55196
	Russian and others, IMROP samples, Russian catch, Russian samples	4	7	13	0	24
		480	478	1029	0	1987
		0	0	0	0	0
		2742	860	1997	0	5599
	Artisanal	18	0	3	0	21
		5643	0	1036	0	6679
		340	0	0	0	340
	Senegal	Industrial				
68			59	28	50	205
		5541	6788	3497	6135	21961
Artisanal		<b>1650</b>	<b>2061</b>	<b>360</b>	<b>1709</b>	<b>5780</b>
		55	61	21	55	192
		6680	8120	1783	6143	22726
		35	37		25	97
The Gambia	Artisanal	<b>452</b>	<b>487</b>	<b>918</b>	<b>694</b>	<b>2551</b>
		10	27	32	38	107
		732	1034	1542	1477	4785
		0	0	0	0	0

\* Commercial/research surveys

**Table 3.4.2:** Sampling intensity of *Sardinella maderensis* (2010)/Intensité d'échantillonnage de *Sardinella maderensis* (2010)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
<b>country x</b>	<b>fleet y</b>	<b>total catch in tonnes</b>				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone B	Moroccan			1	5	6
				21	109	130
					29	29
Zone C North of Cape Blanc	Moroccan					
		1				1
		12				12
	Russian Russian					0
		0	0	416	20	436
		0	0	5	0	5
	0	0	88	0	88	
Zone C South of Cape Blanc	EU catches, IMROP sampling					
		7	33	26	14	80
		11	380	1239	435	2065
	Non EU catches, IMROP sampling	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		0	0	41	20	61
		0	0	1309	529	1838
	EU catch, IEO sampling	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		115	832	1857	470	3274
		2	7	15	10	34
		217	504	1765	990	3476
	Russian catch, Russian sampling	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		190	35	382	0	607
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
	Artisanal					
Senegal	Industrial					
	Artisanal	<b>29754</b>	<b>26006</b>	<b>8819</b>	<b>15313</b>	<b>79892</b>
	43	37	20	25	125	
	3863	3023	1115	2323	10324	
	8	10	0	0	18	
The Gambia	Artisanal	<b>1006</b>	<b>1738</b>	<b>1502</b>	<b>1064</b>	<b>5310</b>
		10	27	32	24	93
		812	1877	1843	1709	6241
		0	0	0	0	0

**Table 4.2.1a:** Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* (1990-2010) par zone, flottille et année

<b>Zone</b>	<b>Fleet</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
Morocco Zone North	Moroccan	7111	4851	7085	12380	9250	11291	2259	3873	3384	5824	7170	5167
Morocco Zone A	Moroccan	4948	5231	9071	10255	12863	9773	6695	3149	1899	4389	4634	4482
Morocco Zone B	Moroccan	10	10	29	12	110	111	90	533	1346	688	1062	281
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan									3	3	7	1
	Russian				2020	2523	6897	4024	4736	10147	13418	0	0
	Ukrainian and others				320	16254	21032	18644	26649	47630	43784	50175	45812
	UE												
Mauritania	UE												
	Others												
	<b>All</b>	<b>33000</b>	<b>11949</b>	<b>20316</b>	<b>23250</b>	<b>15172</b>	<b>22492</b>	<b>16054</b>	<b>11558</b>	<b>20601</b>	<b>15051</b>	<b>5132</b>	<b>14206</b>
Senegal	Industrial												
	Artisanal												
The Gambia	Industrial												
	Artisanal												
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>45069</b>	<b>22041</b>	<b>36501</b>	<b>48237</b>	<b>56172</b>	<b>71596</b>	<b>47766</b>	<b>50498</b>	<b>85010</b>	<b>83157</b>	<b>68180</b>	<b>69949</b>

**Table 4.2.1a (cont.):** Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
Morocco Zone North	Moroccan	6128	8731	10431	7811	12217	9776	8299	<b>6731</b>	2703
Morocco Zone A	Moroccan	2858	5192	3368	3688	1330	2993	3704	4401	5228
Morocco Zone B	Moroccan	165	459	424	256	3430	374	533	<b>1704</b>	922
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	0		11	4953	1586	2255	1026	<b>2798</b>	
	Russian	0		51223	32316	27755	3689	10084	<b>7343</b>	8651
	Ukrainian and others	8		27916	47833	22979	36638	26225	<b>34024</b>	
	UE						0	7126	<b>11009</b>	14126
Mauritania	UE		1050	684	7668	4409	12257	13721	<b>12170</b>	1820
	Others		48625	75295	16285	18685	32040	48961	<b>39384</b>	77033
	All	<b>32203</b>								
Senegal	Industrial									
	Artisanal									
The Gambia	Industrial									
	Artisanal									
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>41362</b>	<b>64057</b>	<b>169350</b>	<b>120810</b>	<b>92391</b>	<b>100021</b>	<b>119679</b>	<b>119565</b>	<b>110483</b>

\* Preliminary

**Table 4.2.1b:** Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trecae* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone North	Moroccan												
Morocco Zone A	Moroccan												
Morocco Zone B	Moroccan												
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan												
	Russian				505	631	1724	1006	1184	2537	3355	0	0
	Ukrainian and others				80	4064	5258	4661	6662	11908	10946	42481	38788
Mauritania	UE												
	Others												
	All	<b>57000</b>	<b>94398</b>	<b>116995</b>	<b>86769</b>	<b>56850</b>	<b>97272</b>	<b>70274</b>	<b>52320</b>	<b>91455</b>	<b>65206</b>	<b>128776</b>	<b>170235</b>
Senegal	Industrial	33	234	877	14614	10597	15816	13397	11666	13888	2600	0	7
	Artisanal	1525	3957	2218	3343	962	1382	1045	585	2716	1465	667	2728
The Gambia	Industrial	452	747	14	542	166	181	176	383	90	170	111	132
	Artisanal	30	60	27	49	21	64	60	13	38	103	78	93
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>59040</b>	<b>99396</b>	<b>120131</b>	<b>105902</b>	<b>73291</b>	<b>121697</b>	<b>90619</b>	<b>72813</b>	<b>122632</b>	<b>83845</b>	<b>172113</b>	<b>211983</b>



**Table 4.2.1b (cont.):** Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trecae* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Morocco Zone North	Moroccan									
Morocco Zone A	Moroccan									
Morocco Zone B	Moroccan									
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan				3806	1219		1540	1441	
	Russian	0		595	26893	23097	5857	15126	39635	17791
	Ukraine and others	0			45459	21838	34819	39338	36860	
Mauritania	UE		4471	18938	14668	39524	61427	67338	43946	45496
	Others		94077	159239	175566	165323	200614	269287	216614	270316
	All	149014								
Senegal	Industrial	8	3		83	0		236	1	233
	Industrial Russian <sup>1</sup>									7500
	Artisanal	4537	2570	2584	5557	5356	4017	8183	8112	10616
The Gambia	Industrial	140	110	125	121	117	41	23	38	44
	Artisanal	150	145	140	182	224	267	326	304	349
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>153849</b>	<b>101375</b>	<b>181621</b>	<b>272334</b>	<b>256698</b>	<b>307042</b>	<b>401397</b>	<b>346951</b>	<b>352345</b>

\* Preliminary

<sup>1</sup> New data in Senegal

**Table 4.2.1c:** Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Morocco Zone North	Moroccan												
Morocco Zone A	Moroccan												
Morocco Zone B	Moroccan												
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan												
	Russian												
	Ukrainian and others												
Mauritania	UE												
	Others												
	All	<b>22000</b>	<b>6487</b>	<b>1927</b>	<b>9451</b>	<b>6235</b>	<b>345</b>	<b>630</b>	<b>1236</b>	<b>1386</b>	<b>648</b>	<b>43290</b>	<b>21662</b>
Senegal	Industrial	6	0	10066	867	564	601	288	1742	140	16251	5	0
	Artisanal	4725	2907	3650	4007	2590	3574	2980	3681	3967	3057	4024	2392
The Gambia	Industrial	83	0	161	32	9	7	4	57	1	98	81	109
	Artisanal	94	44	44	59	56	166	172	77	59	87	55	60
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>26908</b>	<b>9438</b>	<b>15848</b>	<b>14416</b>	<b>9454</b>	<b>4693</b>	<b>4074</b>	<b>6793</b>	<b>5553</b>	<b>20141</b>	<b>47455</b>	<b>24223</b>

**Table 4.2.1c (cont.):** Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
Morocco Zone North	Moroccan									
Morocco Zone A	Moroccan									
Morocco Zone B	Moroccan									
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan									
	Russian									
	Ukrainian and others									
Mauritania	UE		1733	891	4106	8276	461		11494	43676
	Others		30038	37779	12576	33285	20597	31475	25319	13912
	All	66103								
Senegal	Industrial	5	0	0	0	0	5	100	34	36
	Industrial Russian <sup>1</sup>									
	Artisanal	5801	3455	4179	4833	5264	4433	3616	5458	3948
The Gambia	Industrial	115	76	89		33	16	28	23	36
	Artisanal	134	126	111		91	137	404	390	433
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>72158</b>	<b>35428</b>	<b>43049</b>	<b>21515</b>	<b>46949</b>	<b>25649</b>	<b>35623</b>	<b>42718</b>	<b>62042</b>

\* Preliminary

<sup>1</sup> New data in Senegal

**Table 4.4.1:** Sampling intensity of *Trachurus trachurus* (2010)/Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trachurus* (2010)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan	<b>969</b>	<b>1686</b>	<b>1469</b>	<b>1104</b>	<b>5228</b>
		9	9	9	8	35
		814	710	722	684	2930
		672	568	498	583	2321
Morocco Zone A	Moroccan					
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan					
	Russian	<b>33</b>	<b>320</b>	<b>3109</b>	<b>4487</b>	<b>7949</b>
		0	0	53	64	117
		0	0	6270	8662	14932
		0	0	545	809	1354
Mauritania	EU					
	Russian, Ukrainian and others	<b>29140</b>	<b>42742</b>	<b>11988</b>	<b>6445</b>	<b>90315</b>
		43	0	11	0	54
		18314	504	1346	522	20686
		740	0	107		847
	Russian					
Senegal	Industrial					
	Artisanal					
The Gambia	Industrial					
	Artisanal					

**Table 4.4.2:** Sampling intensity of *Trachurus trecae* (2010)/Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trecae* (2010)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
country x	fleet y	<b>total catch in tonnes</b>				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan					
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan	0	0	0	7	7
		0	0	0	1	1
		0	0	0	19	19
	Russian	<b>12</b>	<b>546</b>	<b>8544</b>	<b>7244</b>	<b>16346</b>
		0	0	79	74	153
		0	0	10449	10370	20819
		904	795	1699		
Mauritania	EU					
	Russian, Ukrainian and others	<b>81591</b>	<b>119679</b>	<b>33568</b>	<b>18046</b>	<b>252883</b>
		80	103	23	0	206
		30869	42974	5697	425	79965
	771	589	267	0	1627	
Russian						
Senegal	Industrial					
	Artisanal					
Gambia	Industrial					
	Artisanal					

**Table 4.4.3:** Sampling intensity of *Caranx rhonchus* (2010)/Intensité d'échantillonnage de *Caranx rhonchus* (2010)

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					
Morocco Zone A	Moroccan					
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan					
	Russian					
Mauritania	EU					
	Russian, Ukrainian and others	5828	8548	2398	1289	18063
		4		1370	124	1498
	Russian					
Senegal	Artisanal					
Gambia	Artisanal					

**Table 4.6.1:** Catch-at-age (thousands of individuals) of *Trachurus trachurus* (1990–2010) in the subregion/Capture par âge (milliers d'individus) de *Trachurus trachurus* (1990-2010) dans la sous-région

Age*/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
																		123936		76898	7063
1	4	6484	53108	66916	1536	12098	15126	10646	326	1376	0	0	12	2600	8464	7551	10610	83414	26219	68842	48160
2	4586	13185	28247	35600	107303	14031	30261	24820	94706	15260	1661	2761	1234	15928	494776	253340	188088	297826	418534	102233	51533
3	22892	9050	15942	20089	111357	40680	32404	18779	134126	19154	4760	13933	14836	34786	308491	350470	328260	491275	238908	134411	36756
4	48754	6983	5970	7534	8222	64130	33910	17397	79966	25152	15375	67957	26026	38726	161607	76289	188763	303117	66362	103459	31378
5	17855	7626	5444	6796	584	51569	33737	38216	38008	29947	28735	59492	18538	29972	82263	41694	54488	81114	38254	115208	26873
6	6014	3872	6198	7829	238	8145	15470	29132	28945	40700	31238	46787	20378	25957	33521	36823	25621	24077	27598	110876	31502
7	3721	807	1967	2511	482	1459	3514	13619	26358	37394	31015	31598	15360	11925	8728	15638	12694	33973	15633	68505	33616
8	38	9	252	295	369	1215	1159	1243	25607	61210	19660	7541	4267	6914	5138	5398	5714	69577	7579	10317	116400
Catch (N)	105854	50008	119118	149562	232085	195322	167577	155849	430041	232193	134444	230069	100651	166808	1102990	789208	814239	1508309	1508309	790749	383279
Catch (t)	33000	11949	20316	25590	33949	50421	38722	42943	78381	72256	55314	69949	31916	54604	169350	120810	92391	95581	105971	119565	96357

\*Age readings by Russian Federation only

**Table 4.6.2:** Catch-at-age (thousands of individuals) of *Trachurus trecae* (1990–2010) in the subregion/Capture par âge (milliers d'individus) de *Trachurus trecae* (1990-2010) dans la sous-région

Age*/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
																		110318	242590	68302	6743
1	38	12677	54654	44199	56387	3025	13503	2492	3616	1075	11672	4962	87	9846	64240	19694	346054	1611664	349490	267067	49945
2	1313	54198	248592	188981	127537	10938	5974	29124	4175	12010	38323	161508	9895	11870	495572	172353	366131	1692360	370275	386735	106560
3	41906	93601	85537	96421	64950	94808	8138	31855	24753	20126	74209	199627	136052	32852	246183	179968	408270	962663	382290	200781	174025
4	60131	99139	45507	40423	27161	111123	14507	19509	24555	19473	71320	159871	130940	57701	233177	123763	283962	272460	271835	180754	200058
5	41011	45512	44714	38346	25979	56587	32892	51305	3812	26416	102520	103886	79390	50233	94663	93817	145690	280119	235793	142871	274410
6	14893	15279	21722	18504	12400	24002	113357	41444	1783	64113	107894	72646	55764	34346	25199	72455	35658	153909	127840	93724	178622
7	1492	3692	7599	6611	4429	11916	65982	27841	1528	42040	55660	56142	34046	28750	5578	32996	4107	33879	54753	30716	107464
8+	254	694	4210	4427	2952	7575	11228	11527	1769	26494	59365	48022	39578	47201	12744	33824	330	5597	12452	7543	61412
Catch (N)	161037	324793	512535	437912	321795	319976	265581	215097	65992	211747	520963	806665	485752	272799	1177355	728871	1590201	5122970	2047318	1378493	1159238
Catch (t)	59040	99396	120130	105902	73291	121697	90619	72737	122720	84145	171906	210043	168339	100624	178951	190300	256698	307042	357510	346951	352345

\*Age readings by Russian Federation only

**Table 5.2.1:** Catch (tonnes) of *Scomber japonicus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber japonicus* (1990–2010) par zone, flottille et année

Country/Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Morocco Zone North	Moroccan	2474	829	1051	1181	1710	1678	887	2224	862	3353	5612	1911	5779
Morocco Zone A	Moroccan	21519	6145	8863	9948	34886	24762	10600	13712	5272	11034	23267	9347	7426
Morocco Zone B	Moroccan	2519	3618	3330	4510	384	910	4021	11761	4849	1401	4281	14361	9495
<b>Northern fishery</b>		<b>26513</b>	<b>10592</b>	<b>13244</b>	<b>15639</b>	<b>36979</b>	<b>27351</b>	<b>15507</b>	<b>27697</b>	<b>10983</b>	<b>15788</b>	<b>33160</b>	<b>25619</b>	<b>22700</b>
Zone C, Cap Bojador to Cap Blanc	Moroccan								55	1				2
	Russian				4988	20970	27030	10975	50200	32290	30531	0	0	0
	Ukrainian and others				1824	11927	45661	55386	82015	115555	66601	90530	65186	0
	UE													
	<b>Total</b>				<b>6812</b>	<b>32897</b>	<b>72691</b>	<b>66361</b>	<b>132270</b>	<b>147846</b>	<b>97132</b>	<b>90530</b>	<b>65186</b>	<b>2</b>
Mauritania	EU													
	NON UE													
	Artisanal													
	<b>Total</b>	<b>20000</b>	<b>8235</b>	<b>20303</b>	<b>16578</b>	<b>19094</b>	<b>44730</b>	<b>98017</b>	<b>48464</b>	<b>41192</b>	<b>21470</b>	<b>65074</b>	<b>65662</b>	<b>104615</b>
Senegal	Industrial	17	88	431	1240	2189	1	3532	3534	3062	6461	51	13	27
	Artisanal	2482	843	1859	1376	1224	2296	1392	2234	1931	1348	2772	1936	8869
	<b>Total</b>	<b>2499</b>	<b>931</b>	<b>2290</b>	<b>2616</b>	<b>3413</b>	<b>2297</b>	<b>4924</b>	<b>5768</b>	<b>4993</b>	<b>7809</b>	<b>2823</b>	<b>1949</b>	<b>8896</b>
The Gambia	Industrial	235	281	7	46	34	0	46	116	20	125	98	107	125
	Artisanal	49	13	23	20	27	106	80	42	22	59	42	62	219
	<b>Total</b>	<b>284</b>	<b>294</b>	<b>30</b>	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>106</b>	<b>126</b>	<b>158</b>	<b>42</b>	<b>184</b>	<b>140</b>	<b>169</b>	<b>344</b>
<b>Southern fishery</b>		<b>22783</b>	<b>9460</b>	<b>22623</b>	<b>26072</b>	<b>55465</b>	<b>119824</b>	<b>169428</b>	<b>186660</b>	<b>194073</b>	<b>126595</b>	<b>158567</b>	<b>132966</b>	<b>113857</b>
<b>Total Northern and Southern fishery</b>	<b>TOTAL N+S</b>	<b>49296</b>	<b>20052</b>	<b>35867</b>	<b>41711</b>	<b>92444</b>	<b>147175</b>	<b>184935</b>	<b>214357</b>	<b>205056</b>	<b>142383</b>	<b>191727</b>	<b>158585</b>	<b>136557</b>

Note: In Zone C North of Cap Blanc the boats are vessels operated under rental agreements or joint ventures (Russian Federation, Ukraine and others).



**Table 5.2.1 (cont.):** Catches (tonnes) of *Scomber japonicus* (1990–2010) by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber japonicus* (1990-2010) par zone, flottille et année

Country/Zone	Fleet	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Morocco Zone North	Moroccan	6039	7174	12369	11097	14604	10515	12886	18740
Morocco Zone A	Moroccan	9487	44402	45359	16491	58691	36772	31866	30187
Morocco Zone B	Moroccan	18940	4423	4174	40389	10509	24860	7323	2036
<b>Northern Fishery</b>		<b>34465</b>	<b>55999</b>	<b>61902</b>	<b>67977</b>	<b>83804</b>	<b>72146</b>	<b>52075</b>	<b>50963</b>
Zone C, Cap Boujdor to C. Blanc	Moroccan	72	1826	21494	18276	22779	33792	44084	31494
	Russian	0	57636	40343	66187	34156	35740	38469	36682
	Ukraine and others	0	6539	14312	16675	31984	40639	45220	
	UE						15023	14328	18386
	<b>Total</b>		<b>72</b>	<b>66002</b>	<b>76149</b>	<b>101138</b>	<b>88919</b>	<b>125194</b>	<b>142100</b>
Mauritania	EU	32168	8356	4645	7345	15202	11201	9905	12032
	Non-UE	101050	88210	33314	26101	64974	57036	34515	63237
	Artisanal	0	0	1	0*	1	25	80	0
	<b>Total</b>	<b>133218</b>	<b>96566</b>	<b>37961</b>	<b>33446</b>	<b>80177</b>	<b>68262</b>	<b>44500</b>	<b>75269</b>
Senegal <sup>1</sup>	Industrial	0	1	71	0	0	116	39	
	Industrial Sénégalian								35
	Industrial Russian								1174
	Artisanal	14173	3941	5781	3428	4383	2481	5083	
	Artisanal ST								9302
	Artisanal FME								0
	Artisanal other								990
	<b>Total</b>	<b>14173</b>	<b>3942</b>	<b>5852</b>	<b>3428</b>	<b>4383</b>	<b>2597</b>	<b>5122</b>	<b>11502</b>
The Gambia	Industrial	187	148	120	121	53	30	32	67
	Artisanal	121	128	66	156	208	96	101	245
	<b>Total</b>	<b>308</b>	<b>276</b>	<b>186</b>	<b>277</b>	<b>261</b>	<b>126</b>	<b>133</b>	<b>312</b>
<b>Southern fishery</b>		<b>147771</b>	<b>166785</b>	<b>120148</b>	<b>138289</b>	<b>173740</b>	<b>196179</b>	<b>191856</b>	<b>173644</b>
<b>Total Northern and Southern</b>	<b>TOTAL N+S</b>	<b>182237</b>	<b>222784</b>	<b>182050</b>	<b>206266</b>	<b>257544</b>	<b>268325</b>	<b>243931</b>	<b>224608</b>

<sup>1</sup>This second part of the table was modified in the WG 2011

\* 1 824 tonnes were caught in Mauritania and declared in the landings of Senegal within the framework of the fishing agreements. The artisanal catch in 2007 of Senegal is estimated by the four last years.

Note: In Zone C North of Cap Blanc the boats are vessels operated under rental agreements or joint ventures (Russian Federation, Ukraine and others).

**Table 5.3.1:** CPUE of *Scomber japonicus*, catch (tonnes) and effort (fishing days) standardized to units of RTMS (Russian Federation and Ukraine)/CPUE de *Scomber japonicus*, capture (en tonnes) et effort (jours de pêche) standardisés aux unités de RTMS (Fédération russe et Ukraine)

Year	Catch (tonnes)			Standardized effort (fishing days)			CPUE (tonnes/RTMS day)
	South	North	Total	South	North	Total	
1992	22623	13244	35867	425	249	674	53.2
1993	26072	15639	41711	447	268	715	58.3
1994	55465	36979	92444	1098	732	1831	50.5
1995	119824	27351	147175	2278	520	2798	52.6
1996	169428	15507	184935	3246	297	3543	52.2
1997	186022	27697	213719	3812	568	4379	48.8
1998	194073	10983	205056	4120	233	4354	47.1
1999	126595	15788	142383	3007	375	3382	42.1
2000	158116	33160	191276	3188	669	3856	49.6
2001	132910	25619	158529	2352	453	2806	56.5
2002	113857	22700	136557	2797	558	3355	40.7
2003	147771	34465	182237	3151	735	3886	46.9
2004	166785	55999	222784	3317	1114	4431	50.3
2005	120148	61902	182050	2888	1488	4376	41.6
2006	138289	67977	201658	3381	1662	4931	40.9
2007	176594	83804	260398	4297	2039	6336	41.1
2008	190695	72146	262841	4040	1529	5569	47.2
2009	191856	52075	243931	3868	1050	4918	49.6
2010	173644	50963	224608	4134	1213	5348	42.0

**Table 5.4.1:** Sampling intensity of *Scomber japonicus* (2010) by country (zone) and fleet  
 Intensité d'échantillonnage de *Scomber japonicus* (2010) par pays (zone) et flottille

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan	NA	NA	NA	NA	NA
Morocco Zone A	Moroccan	<b>1305</b>	<b>19446</b>	<b>6550</b>	<b>2886</b>	<b>30187</b>
		11	37	25	16	89
		388	2548	1300	446	4682
		---	140	100	---	240
Morocco Zone B	Moroccan					
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan					
	Russian	<b>666</b>	<b>904</b>	<b>23965</b>	<b>11148</b>	<b>36683</b>
		0	20	105	76	201
		0	3958	15968	13511	33437
Ukraine and others	0	0	1058	988	2046	
Zone C, South of C. Blanc	EU (IMROP sampling)					<b>12032</b>
		7	0	34	0	41
		298	0	1897	0	2195
		0	0	0	0	0
	Russian, Ukrainian and others (IMROP sampling)					<b>63237</b>
		35	30	13	0	78
		11136	8712	548	0	20396
	Artisanal	552	411	93	0	1056
Senegal	Industrial					<b>35</b>
		49	16			65
		3939	1523			5462
	Artisanal					<b>10293</b>
Russian	<b>353</b>	<b>821</b>			<b>1174</b>	
The Gambia	Industrial					
	Artisanal					

**Table 5.5.2a:** Catch-at-age (thousands of individuals) of *Scomber japonicus* (1993–2010)/Capture par âge (milliers d'individus) de *Scomber japonicus* (1993-2010)

**Catch-at-age Northern fishery**

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	261	1463	110	88	62610	37	12152	71	2958	41	134681	172	17591	985974	283295	321285	30340	7
1	548	16048	23752	9202	17556	20443	58920	13565	36671	76482	108040	396062	464539	172745	555521	332336	118696	5675
2	2867	16854	30898	49999	18056	27984	47172	54090	22756	20362	36925	68406	156846	192038	134880	276483	327944	28389
3	4228	17428	17596	25258	7262	11561	7238	42175	34080	24875	43854	27828	25584	45208	11291	26548	32741	94314
4	2526	21556	13093	7017	6817	6161	3283	15927	11714	12423	9737	10841	22394	3717	1478	1746	6712	53450
5	2615	16079	7970	1735	7307	1509	906	1988	1610	2643	7335	1814	6857	241	18	116	131	9052
6+	11654	18640	9813	261	21812	496	341	429	601	611	3029	183	542	27	3	21	11	183

**Catch-at-age Southern fishery**

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0												14	2828	48580	60034	342712	7209	2278
1	4498	35055	46550	17925	31292	20329	92849	2308	34078	23922	360111	86010	26975	246942	251289	518369	225579	159750
2	13590	129184	99270	180866	94725	113192	49287	40097	24917	203398	347178	356013	56844	160077	221902	816428	679840	188855
3	19296	79351	97803	167190	71091	140459	48866	125987	160809	99517	122761	148921	123936	191236	177324	311983	233870	95783
4	9453	17871	103182	102857	124697	151813	70084	82484	74060	57191	54356	55508	101899	122681	121831	100892	48439	49886
5	4115	6065	51575	92490	101892	100758	64717	16667	20819	26989	22823	33517	80169	86385	36092	40935	21783	64998
6+	9194	5944	22260	40602	83725	48929	52657	61975	36486	30255	6049	37690	41780	47617	8744	12053	8044	112494

**Catch-at-age total (Northern+Southern) fishery**

Years/age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0	261	1463	110	88	62610	37	12152	71	2958	41	134681	186	20419	1034554	343329	663996	37549	2285
1	5046	51103	70302	27127	48848	40772	151769	15873	70749	100404	468151	482072	491514	419686	806810	850706	344275	165425
2	16457	146038	130168	230865	112781	141176	96459	94187	47673	223760	384103	424419	213690	352114	356782	1092911	1007784	217245
3	23524	96779	115399	192448	78353	152020	56104	168162	194889	124392	166615	176749	149519	236444	188615	338531	266611	190097
4	11979	39427	116275	109874	131514	157974	73367	98411	85774	69614	64093	66349	124293	126398	123309	102638	55151	103336
5	6730	22144	59545	94225	109199	102267	65623	18655	22429	29632	30158	35331	87026	86627	36110	41051	21915	74050
6+	20848	24584	32073	40863	105537	49425	52998	62404	37087	30866	9078	37873	42322	47644	8748	12074	8055	112678

Age-length key from Russian Federation only.

**Table 5.5.2b:** Mean weight-at-age (kg) of *Scomber japonicus* (1992–2010) for the southern stock/Poids moyen par classe d'âge (kg) de *Scomber japonicus* (1992-2010) pour le stock Sud

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>0</b>	0.117	0.117	0.061	0.057	0.048	0.052	0.060	0.049	0.108	0.119	0.084	0.071	0.086	0.076	0.064	0.071			
<b>1</b>	0.213	0.213	0.152	0.128	0.121	0.133	0.136	0.188	0.183	0.211	0.162	0.162	0.141	0.119	0.096	0.101	0.071	0.092	0.126
<b>2</b>	0.348	0.348	0.253	0.227	0.219	0.213	0.228	0.269	0.307	0.278	0.280	0.266	0.227	0.201	0.132	0.179	0.099	0.108	0.163
<b>3</b>	0.511	0.511	0.364	0.353	0.339	0.335	0.341	0.390	0.436	0.450	0.361	0.371	0.410	0.268	0.207	0.263	0.164	0.177	0.228
<b>4</b>	0.728	0.728	0.515	0.503	0.498	0.498	0.493	0.529	0.574	0.603	0.427	0.452	0.643	0.382	0.315	0.407	0.261	0.345	0.293
<b>5</b>	0.961	0.883	0.687	0.914	0.719	0.768	0.894	0.745	1.075	0.910	0.624	0.541	0.864	0.556	0.480	0.541	0.347	0.687	0.408
<b>6+</b>	0.117	0.117	0.061	0.057	0.048	0.052	0.060	0.049	0.108	0.119	0.084	0.071	0.086	0.076	0.064	0.071	0.830	0.850	0.586

**Table 5.6.3a:** Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery), fishing mortalities per year and age, as estimated in ICA final run/Maquereau. Stock total (pêcheries nord et sud), mortalités totales par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale ICA

**Fishing mortalities (North+South) ICA**

Years/ age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	0.005	0.001	0.018	0.029	0.023	0.040	0.026	0.093	0.012	0.025	0.035	0.195	0.173	0.179	0.116	0.122	0.134	0.08	0.061
2	0.010	0.008	0.067	0.080	0.173	0.170	0.217	0.108	0.104	0.060	0.142	0.250	0.386	0.149	0.262	0.399	0.441	0.263	0.199
3	0.045	0.025	0.086	0.094	0.226	0.112	0.522	0.173	0.394	0.462	0.304	0.207	0.243	0.320	0.344	0.495	0.547	0.327	0.247
4	0.046	0.040	0.073	0.194	0.168	0.335	0.491	0.777	0.761	0.517	0.425	0.358	0.164	0.382	0.729	0.554	0.612	0.366	0.277
5	0.056	0.041	0.132	0.208	0.335	0.353	0.697	0.568	0.682	0.565	0.487	0.475	0.492	0.480	0.748	0.842	0.93	0.556	0.42

146

**Table 5.6.3b:** Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) residuals per year and age as estimated in ICA final run/Maquereau. Stock total (pêcheries nord et sud), résidus par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale ICA

**Residuals (North+South) ICA**

Years/ age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	-0.573	-1.905	-0.25	-0.2	-0.686	-0.32	-0.75	0.761	-1.44	-0.348	-0.2	1.382	1.124	1.168	0.801	0.603	0.242	0.706	-0.12
2	-0.982	-1.211	-0.08	-0.32	0.216	-0.01	0.238	-0.22	-0.38	-0.621	0.073	0.497	0.801	-0.151	0.486	0.442	0.659	0.962	-0.41
3	0.007	-0.631	-0.35	-0.68	-0.029	-0.95	0.626	-0.26	0.453	0.936	0.326	-0.21	-0.183	0.11	0.249	0.601	0.522	0.065	-0.62
4	-0.276	-0.475	-0.81	-0.25	-0.635	-0.15	0.256	0.984	0.839	0.747	0.366	0.041	-0.887	-0.015	0.728	0.239	0.443	-0.613	-0.54
5	-0.359	-0.74	-0.49	-0.46	-0.212	-0.37	0.347	0.373	0.444	0.564	0.23	0.055	-0.044	-0.057	0.479	0.309	0.263	-0.486	0.143

**Table 5.6.3c:** Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) fishing mortalities per year and age, as estimated in XSA final run/Maquereau. Stock total (pêcheries Nord et Sud), mortalités totales par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale XSA

**Fishing mortalities (North+South) XSA**

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	0.0031	0.001	0.013	0.021	0.0178	0.029	0.019	0.068	0.009	0.021	0.026	0.1624	0.143	0.1529	0.098	0.127	0.101	0.19	0.11
2	0.0065	0.0054	0.049	0.056	0.1237	0.131	0.153	0.077	0.075	0.043	0.116	0.179	0.306	0.1194	0.217	0.251	0.451	0.6	0.245
3	0.0229	0.0162	0.054	0.067	0.1512	0.077	0.373	0.115	0.263	0.306	0.21	0.1635	0.161	0.233	0.263	0.508	0.426	0.345	0.296
4	0.0241	0.0199	0.046	0.117	0.1152	0.203	0.307	0.445	0.432	0.291	0.237	0.2211	0.124	0.2263	0.455	0.401	0.645	0.127	0.306
5	0.0245	0.0208	0.063	0.125	0.1807	0.223	0.341	0.283	0.268	0.227	0.214	0.2119	0.255	0.336	0.345	0.345	0.418	0.241	0.357

**Table 5.6.3d:** Chub mackerel. Total stock (northern and southern fishery) residuals per year and age as estimated in XSA final run/Maquereau. Stock total (pêcheries Nord et Sud), résidus par année et par âge, selon les estimations dans l'application finale XSA

**Residuals (North+South) XSA**

Years/age	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	-1	-1.78	-0.65	-0.54	-0.53	-0.38	-0.75	0.21	-1.14	-0.56	-0.59	0.59	0.36	0.43	0.1	0.11	-0.06	0.73	0.37
2	-1.46	-1.7	-0.45	-0.73	-0.17	-0.33	-0.17	-0.6	-0.76	-0.99	-0.19	0.1	0.49	-0.43	0.23	0.13	0.64	1.12	0.09
3	-0.52	-0.92	-0.66	-0.87	-0.29	-1.18	0.39	-0.53	0.17	0.64	0.09	-0.31	-0.46	-0.08	0.11	0.51	0.26	0.26	-0.05
4	-0.57	-0.82	-0.92	-0.42	-0.67	-0.31	0.1	0.71	0.56	0.49	0.1	-0.11	-0.82	-0.21	0.55	0.17	0.57	-0.83	-0.12
5	-0.55	-0.78	-0.6	-0.35	-0.22	-0.22	0.21	0.26	0.09	0.24	0	-0.15	-0.11	0.18	0.27	0.03	0.14	-0.2	0.04

**Table 6.2.1:** Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* (1990–2009) by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* (1990-2009) par zone, flottille et année

Country	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Morocco Zone North	Moroccan													
Morocco Zone North	Spanish													
Morocco Zone A	Moroccan													
Morocco Zone B	Moroccan													
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan													
Zone C, north of C. Blanc	Russian													
Zone C, north of C. Blanc	Ukrainian and others													
Zone C, north of C. Blanc	European Union													
<b>Total Morocco</b>	<b>All</b>	<b>10324</b>	<b>19125</b>	<b>16635</b>	<b>10310</b>	<b>7516</b>	<b>10257</b>	<b>12039</b>	<b>24697</b>	<b>40403</b>	<b>30373</b>	<b>22096</b>	<b>47417</b>	<b>18473</b>
Mauritania	Russian, Ukrainian and others													
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland													
<b>Total Mauritania</b>	<b>All</b>		<b>8279</b>	<b>17358</b>	<b>6489</b>	<b>2612</b>	<b>986</b>	<b>3609</b>	<b>34511</b>	<b>79162</b>	<b>93164</b>	<b>104090</b>	<b>105350</b>	<b>136232</b>
Senegal	Industrial													
	Artisanal													
The Gambia	Industrial													
	Artisanal													
<b>TOTAL</b>	<b>All fleets</b>	<b>10324</b>	<b>27404</b>	<b>33993</b>	<b>16799</b>	<b>10128</b>	<b>11243</b>	<b>15648</b>	<b>59208</b>	<b>119565</b>	<b>123537</b>	<b>126186</b>	<b>152767</b>	<b>154705</b>



**Table 6.2.1 (cont.):** Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* (1990–2010) by zone, fleet and year/  
Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* (1990–2010) par zone, flottille et année

Country	Fleet	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Morocco Zone North	Moroccan		1561	1837	1440	3212	3175	3137	10357
Morocco Zone North	Spanish					928	1008	775	970
Morocco Zone A	Moroccan		5380	2393	1407	6158	5364	5367	17729
Morocco Zone B	Moroccan		126	1538	6828	8601	10237	7125	6150
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan			305	362	0	0	1	0
Zone C, north of C. Blanc	Russian						27	780	877
Zone C, north of C. Blanc	Ukrainian and others							3	0
Zone C, north of Cap Blanc	European Union							7	8
<b>Total Morocco</b>	<b>All</b>	<b>17000</b>	<b>7068</b>	<b>6073</b>	<b>10037</b>	<b>18899</b>	<b>19811</b>	<b>17195</b>	<b>36092</b>
Mauritania	Russian, Ukrainian and others		104934	51589	74691	86538	71078	74215	80555
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland		31843	26501	35249	34258	31222	24233	32874
<b>Total Mauritania</b>	<b>All</b>	<b>162854</b>	<b>136777</b>	<b>78090</b>	<b>109940</b>	<b>120796</b>	<b>102300</b>	<b>98448</b>	<b>113429</b>
Senegal	Industrial								
	Artisanal								
The Gambia	Industrial								
	Artisanal								
<b>TOTAL</b>	<b>All fleets</b>	<b>179854</b>	<b>143845</b>	<b>84163</b>	<b>119977</b>	<b>139695</b>	<b>122111</b>	<b>115643</b>	<b>149521</b>

**Table 6.4.1:** Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* (2010) by country (zone) and fleet/  
Intensité d'échantillonnage d'*Engraulus encrasicolus* (2010) par pays (zone) et flottille

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2010
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Morocco Zone North	Moroccan					<b>0</b>
	Spanish	<b>0</b>	<b>346</b>	<b>246</b>	<b>379</b>	<b>970</b>
		0	9	9	9	<b>27</b>
		0	817	895	1073	<b>2785</b>
	0	0	0	0	<b>0</b>	
Morocco Zone A	Moroccan	<b>670</b>	<b>7313</b>	<b>5478</b>	<b>4269</b>	<b>17729</b>
		0	44	33	36	<b>113</b>
		0	7088	5324	6039	<b>18451</b>
		0	120	120	200	<b>440</b>
Morocco Zone B	Moroccan	<b>1</b>	<b>3220</b>	<b>2694</b>	<b>235</b>	<b>6150</b>
		0	1	2	0	<b>3</b>
		0	22	297	0	<b>319</b>
		0	21	20	0	<b>41</b>
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan					
	Russian					
	Ukraine and others					
Mauritania	EU	0	0	0	0	<b>32874</b>
		12	0	0	2	<b>14</b>
		145	0	0	10	<b>155</b>
		0	0	0	0	<b>0</b>
	Russian and Ukraine and others		NO SAMPLING			
	Artisanal	NO SAMPLING				
Senegal	Industrial	NO SAMPLING				
	Artisanal	NO SAMPLING				

**Table 6.5.1:** Length frequency of *Engraulis encrasicolus* in 2009 for Morocco and Mauritania by R/V AL AMIR and AL-AWAM/Fréquence de taille d'*Engraulis encrasicolus* en 2009 au Maroc et en Mauritanie par N/R AL AMIR et AL-AWAM

Length (TL)	Zone A						Zone B						Zone C N Cap Blanc						Zone C S Cap Blanc					
	N/O AL AMIR						N/O AL AMIR						N/O AL AMIR						N/O AL-AWAM					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010
4																								55
5			3			32							478			23		3263						197
6		2	27	1		329		1				36	2090			36		1520	12	517				50
7		5	33	13	30	885		1009			1	97	791	3		126	26	1969	407	371				
8		60	348	15	50	1163	0	1342		7	14	252	1121	23		972	186	3973	116	2361		303		
9		154	556	38	255	1564	4	1675	6	146	83	138	154	10	22	1723	112	3966	1012	1912		49		35
10	1	173	401	157	522	2008	3	12	80	1050	435	554		16	940	2060	18	2548	465	92		547		294
11	5	161	1004	647	920	2880	5	129	209	607	825	367		112	2238	718	2	1343	2816		1225	638		49
12	15	160	2063	681	493	2437	56	79	268	33	1293	88		295	358	359		16	2025		810	252		4
13	50	176	3594	675	173	1317	149	8	94	7	963	29		409		65			128		20	63		
14	98	23	1416	494	32	912	42		18		762			140								7		
15	58	22	138	154	32	184	2				176													
16	27	2	20	10	5	70					23													
17	1		0			5																		
18			0																					
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>939</b>	<b>9603</b>	<b>2885</b>	<b>2512</b>	<b>13786</b>	<b>262</b>	<b>4255</b>	<b>675</b>	<b>1850</b>	<b>4575</b>	<b>1561</b>	<b>4634</b>	<b>1007</b>	<b>3558</b>	<b>6082</b>	<b>344</b>	<b>18597</b>	<b>6981</b>	<b>5254</b>	<b>2055</b>	<b>1859</b>	<b>303</b>	<b>382</b>

**Table 7.2.1:** Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2010) by zone, fleet and year/  
Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2010) par zone, flottille et année

Zone	Fleet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North	Moroccan										
Morocco Zone A	Moroccan										
Morocco Zone B	Moroccan										
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan										
	Russian										
	Ukrainian and others										
Mauritania	EU industrial										
	Other industrial										
	Artisanal										
	All										
Senegal	Industrial										
	Artisanal	14785	11542	12164	17332	13504	15686	17462	16423	13833	20540
The Gambia	Industrial										
	Artisanal	8039	17646	12019	14053	16897	13897	22648	21523	21952	16115
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>22824</b>	<b>29188</b>	<b>24183</b>	<b>31385</b>	<b>30401</b>	<b>29583</b>	<b>40110</b>	<b>37946</b>	<b>35785</b>	<b>36655</b>

Zone	Fleet	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2009	2010*
Morocco Zone North	Moroccan								
Morocco Zone A	Moroccan								
Morocco Zone B	Moroccan								
Zone C, north of C. Blanc	Moroccan								
	Russian								
	Ukrainian and others								
Mauritania	EU industrial								
	Other industrial								
	Artisanal	4026	6378	12899	8298	1680	4545	42971	89550
	All								
Senegal	Industrial								
	Artisanal	15227	24471	11828	13095	9792	8731	5727	13243
The Gambia	Industrial								
	Artisanal	20508	18516	18701	22118	16052	19881	11868	12587
<b>Total</b>	<b>All fleets</b>	<b>39761</b>	<b>49365</b>	<b>43428</b>	<b>43511</b>	<b>27524</b>	<b>33157</b>	<b>60566</b>	<b>115380</b>

\*Preliminary

**Table 7.2.2:** Effort and CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2010) of Senegalese and Gambians surrounding gillnets/Effort et CPUE (tonnes/sorties) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2010) des filets maillants (FME) tournants sénégalais et gambiens (SGN)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Effort Senegal</b> (N° of trips) (FME)	22283	18547	22671	18197	13645	15697	27434	35953	22401	22040
<b>Effort Gambia</b> (N° of trips) (SGN)										
<b>Total effort</b> (N° of trips) FME	22283	18547	22671	18197	13645	15697	27434	35953	22401	22040
<b>CPUE*1000</b>	1024	1574	1067	1725	2228	1885	1462	1055	1597	1663
<b>CPUE Senegal</b>	1.02	1.57	1.07	1.72	2.23	1.88	1.46	1.06	1.60	1.66
<b>CPUE Gambia</b>										

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Effort Senegal</b> (N° of trips) (FME)	20618	24418	19543	22091	19427	23317	22988	21483	19604	17650	23130
<b>Effort Gambia</b> (N° of trips) (SGN)							25504	31156	19882	20365	
<b>Total effort</b> (N° of trips) FME	20618	24418	19543	22091	19427	23317	48492	52639	39486	38015	23130
<b>CPUE*1000</b>	1733	1760	1562	1594	1330	1227	821	1046	1058	997	1117
<b>CPUE Senegal</b>	1.73	1.76	1.56	1.59	1.33	1.23	0.82	1.05	1.06	1.00	1.12
<b>CPUE Gambia</b>							0.74	0.72	1.04	0.86	

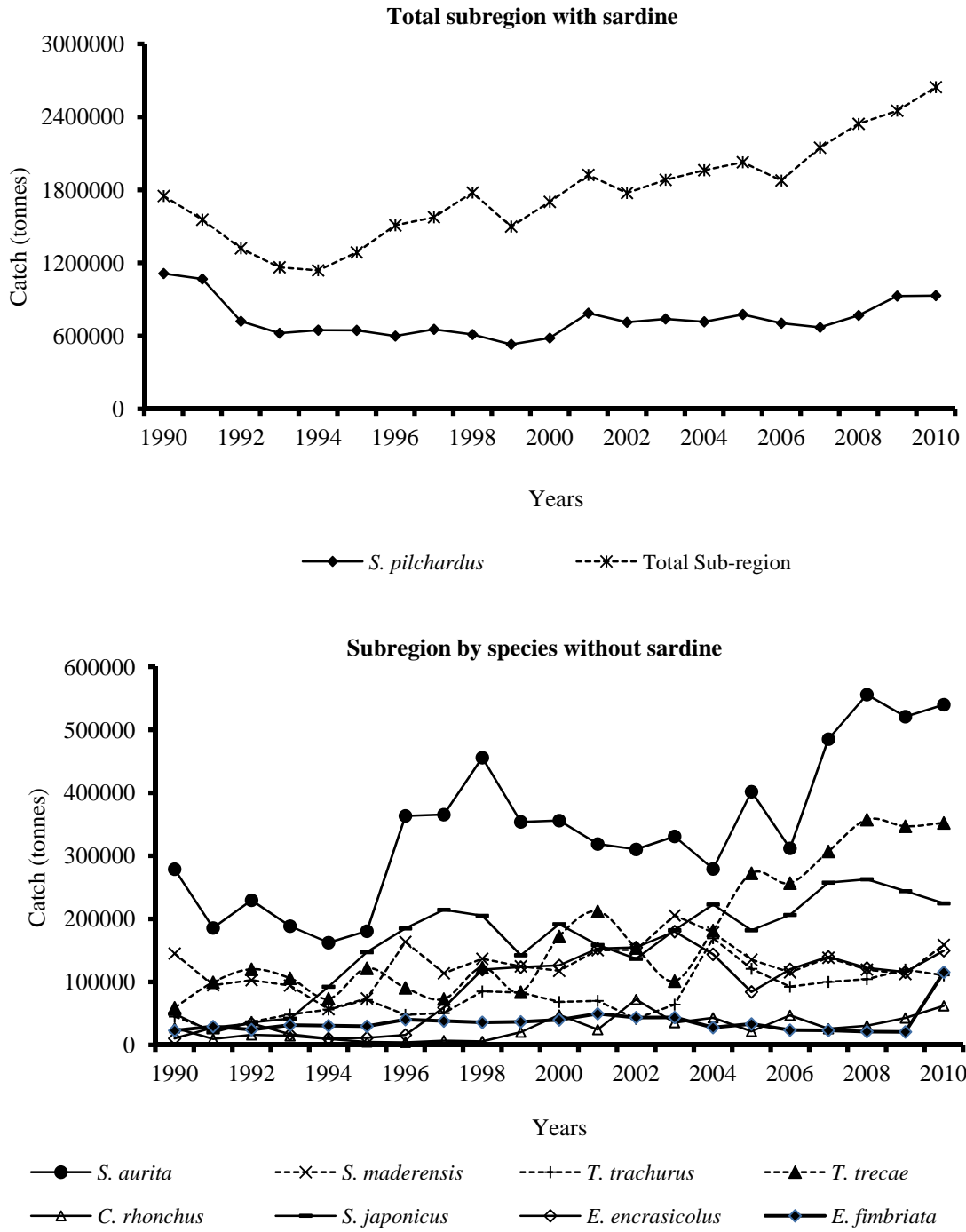
**Table 7.4.1:** Sampling intensity of *Ethmalosa fimbriata* in 2009/  
 Intensité d'échantillonnage d'*Ethmalosa fimbriata* en 2009

Country	Fleet	Q1	Q2	Q3	Q4	2009
country x	fleet y	total catch in tonnes				
		number of samples				
		number of fish measured				
		number of fish aged				
Mauritania	EU					
	Russian					
	Ukrainian and others					
	Artisanal					
Senegal	Industrial					
	Artisanal					
The Gambia	Industrial					
	Artisanal	2508	4312	4324	1443	12587
		14	30	34	24	102
	1851	5322	5887	4130	17190	

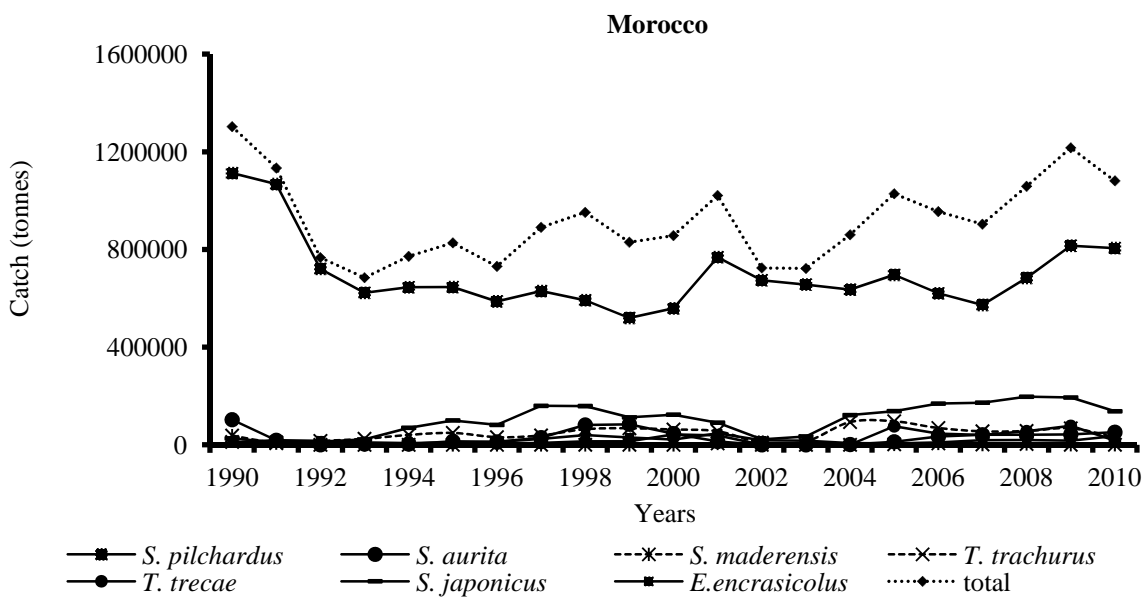
## **FIGURES**



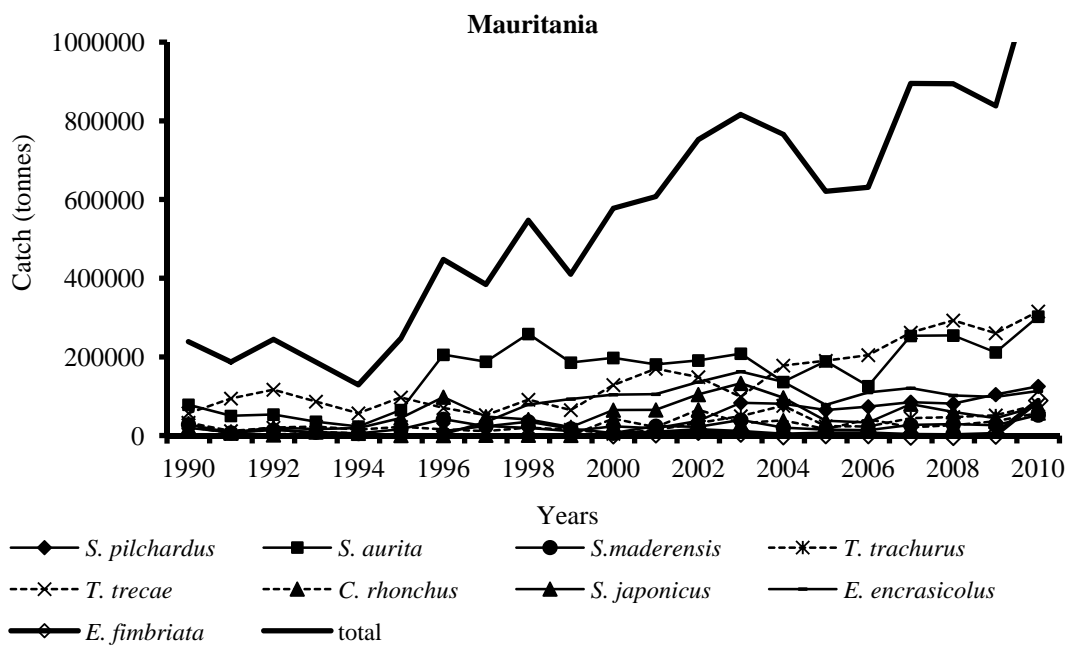




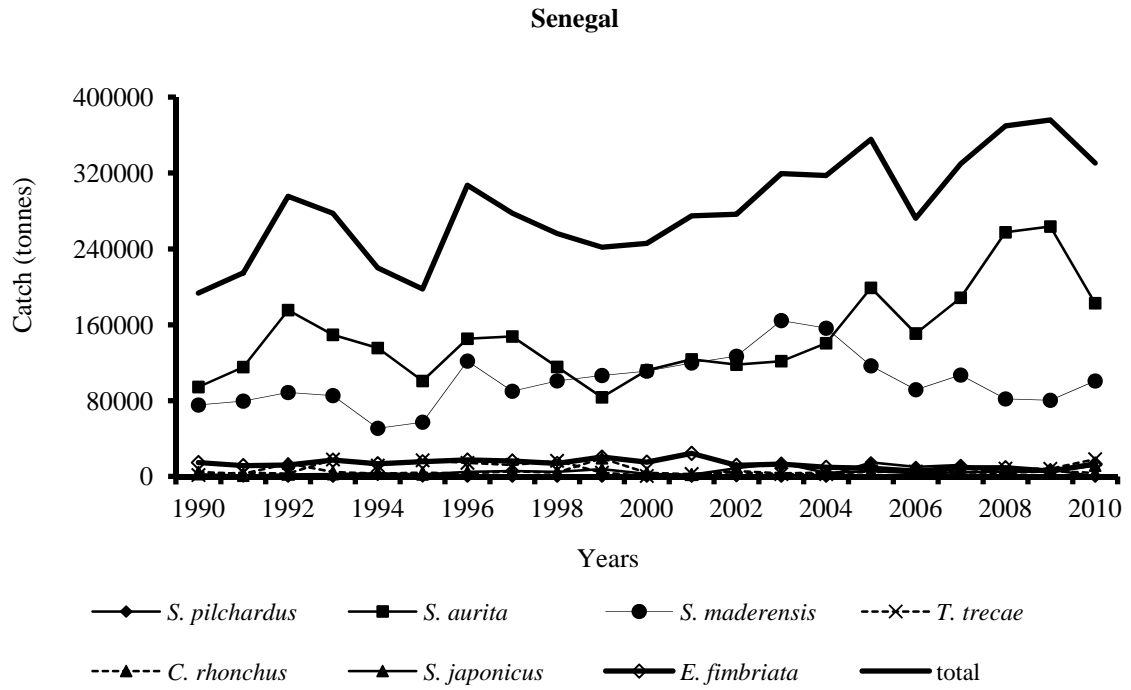
**Figure 1.6.1a:** Catches (1990–2010) in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales (1990-2010) dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes)



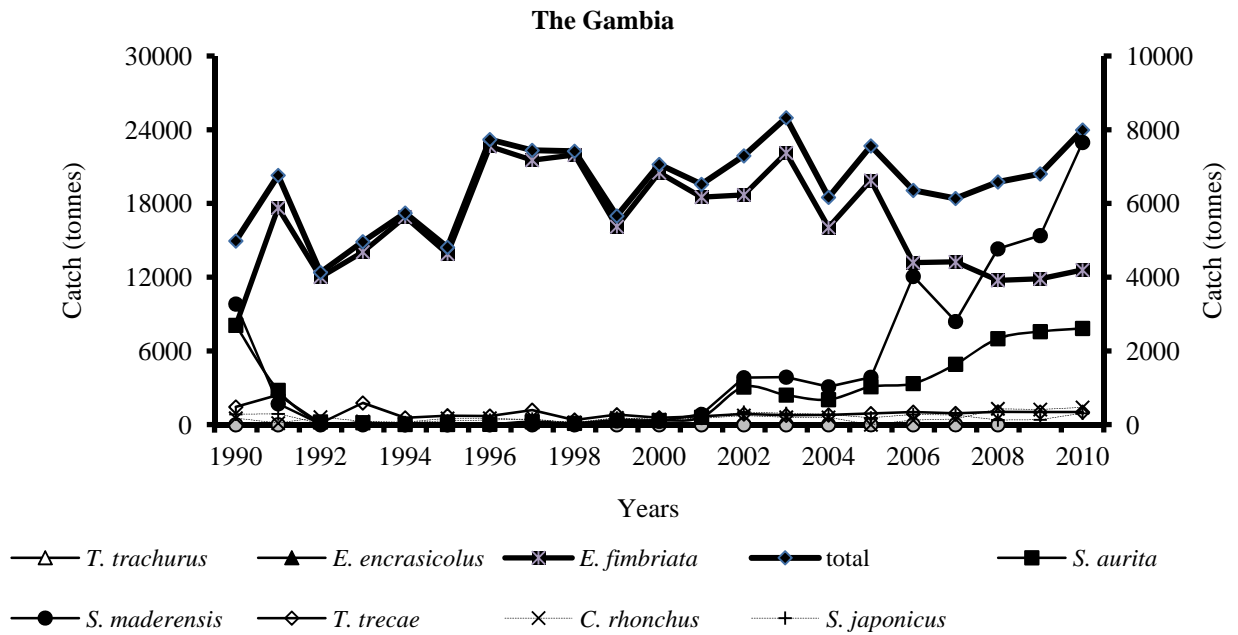
**Figure 1.6.1b:** Catches (1990–2010) in Morocco by species and year (weight in tonnes)/  
Captures (1990-2010) au Maroc par espèce et par année (poids en tonnes)



**Figure 1.6.1c:** Catches (1990–2010) in Mauritania by species and year (weight in tonnes)/  
Captures (1990-2010) en Mauritanie par espèce et par année (poids en tonnes)

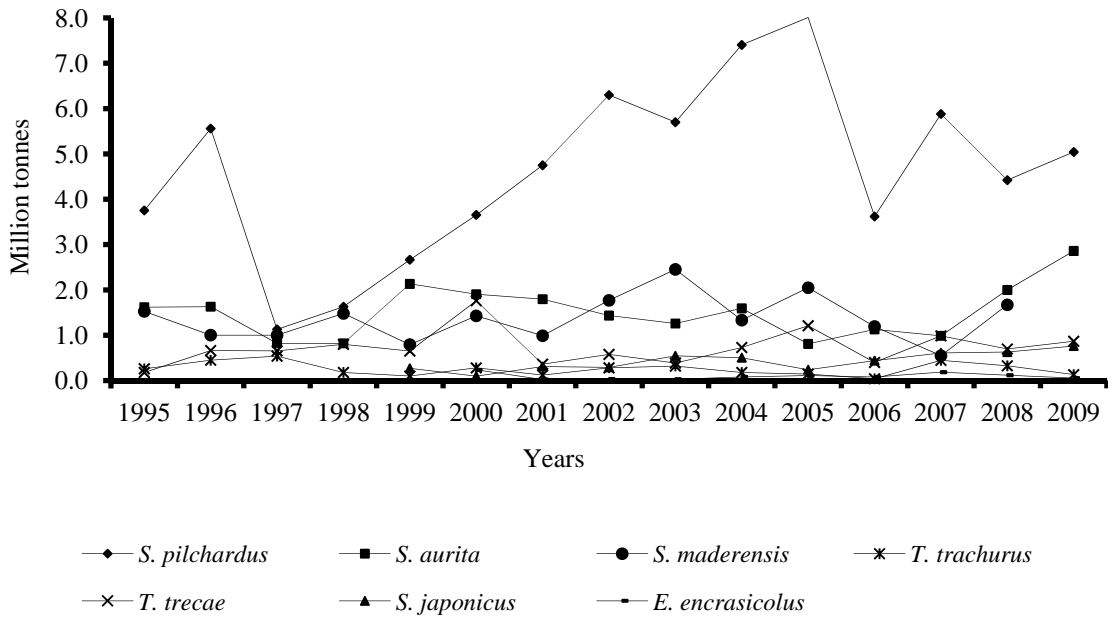


**Figure 1.6.1d:** Catches (1990–2010) in Senegal by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990–2010) au Sénégal par espèce et par année (poids en tonnes)



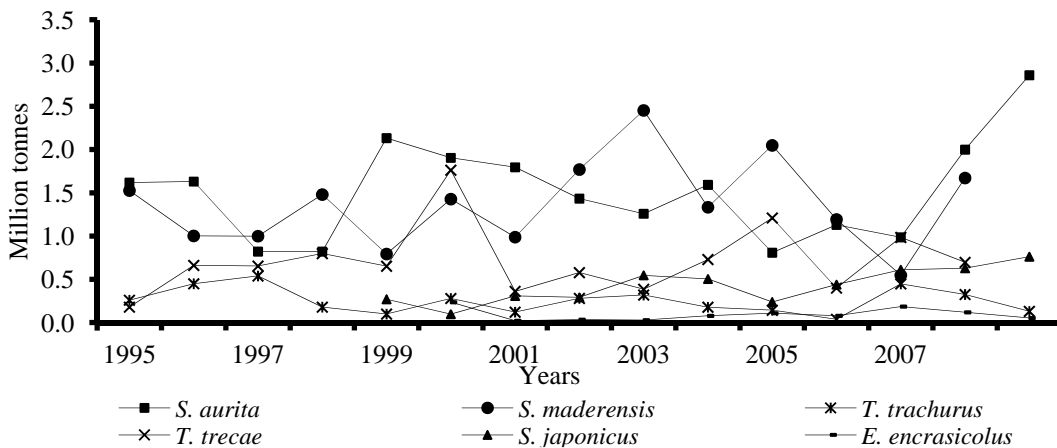
**Figure 1.6.1e:** Catches (1990–2010) in Gambia by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990–2010) en Gambie par espèce et par année (poids en tonnes)

**Surveys North CECAF Area  
(with sardine)**

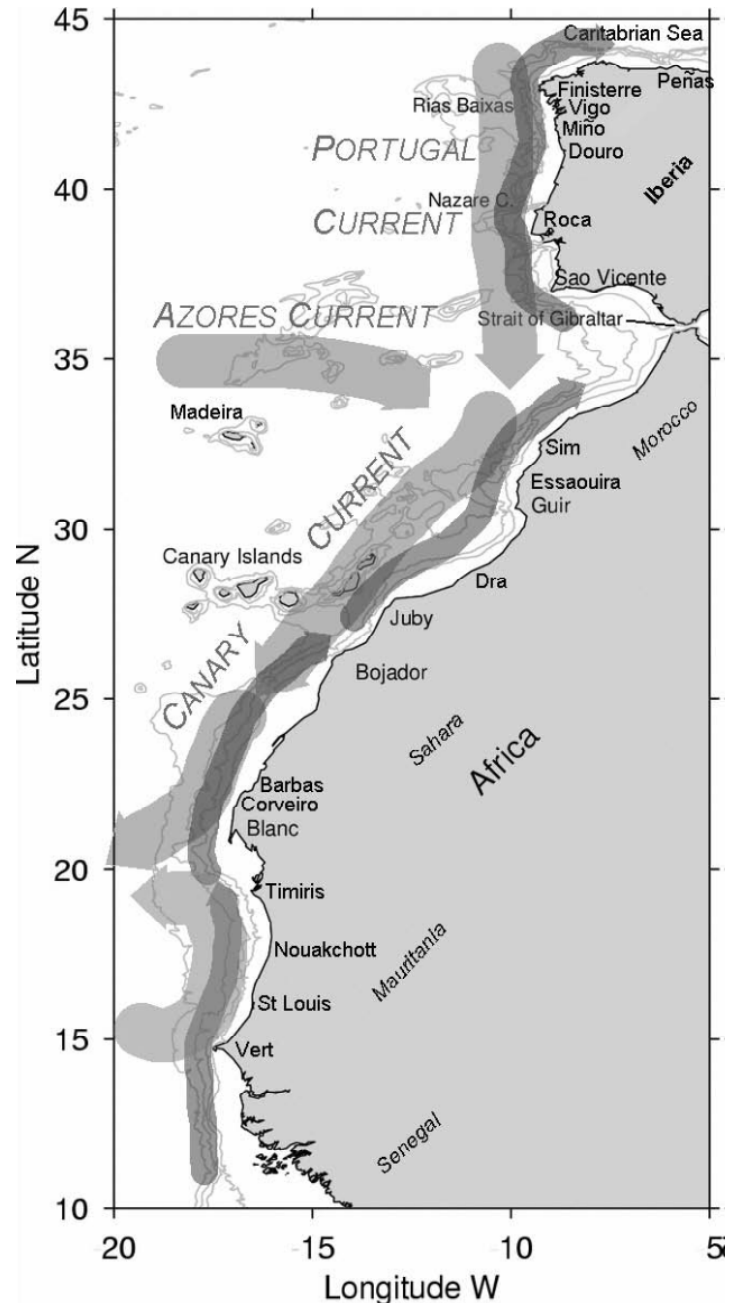


**Figure 1.7.1a:** Evolution of biomass in million tonnes for the period 1995–2009/ Évolution de la biomasse en millions de tonnes pendant la période 1995-2009. **Note:** 1995–2006 R/V F. NANSEN; 2007–2008 R/Vs AL AMIR, AL-AWAM and ITAF DEME in NANSEN equivalents; 2009 R/Vs AL AMIR and AL-AWAM in NANSEN equivalents

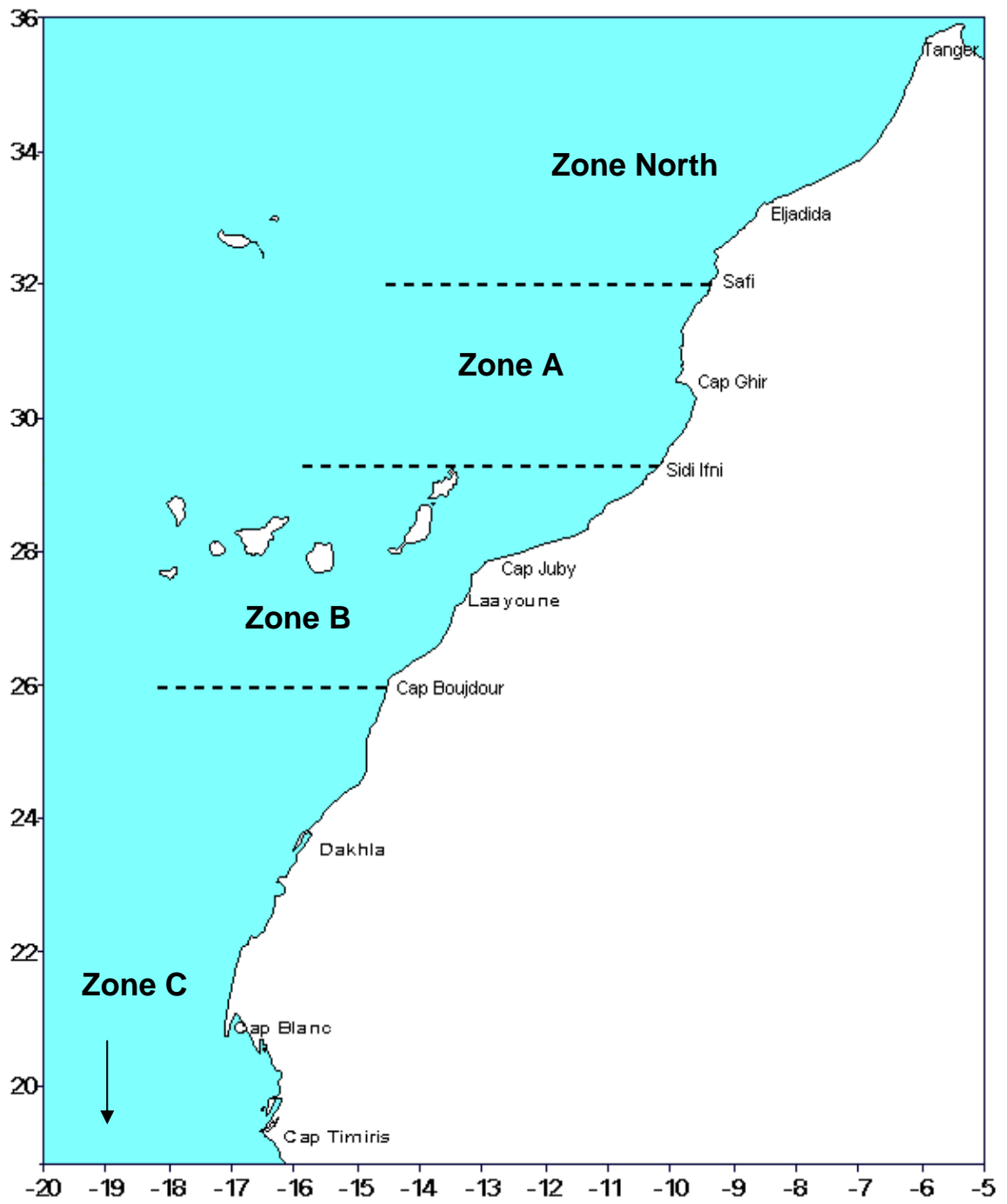
**Surveys North CECAF Area  
(without sardine)**



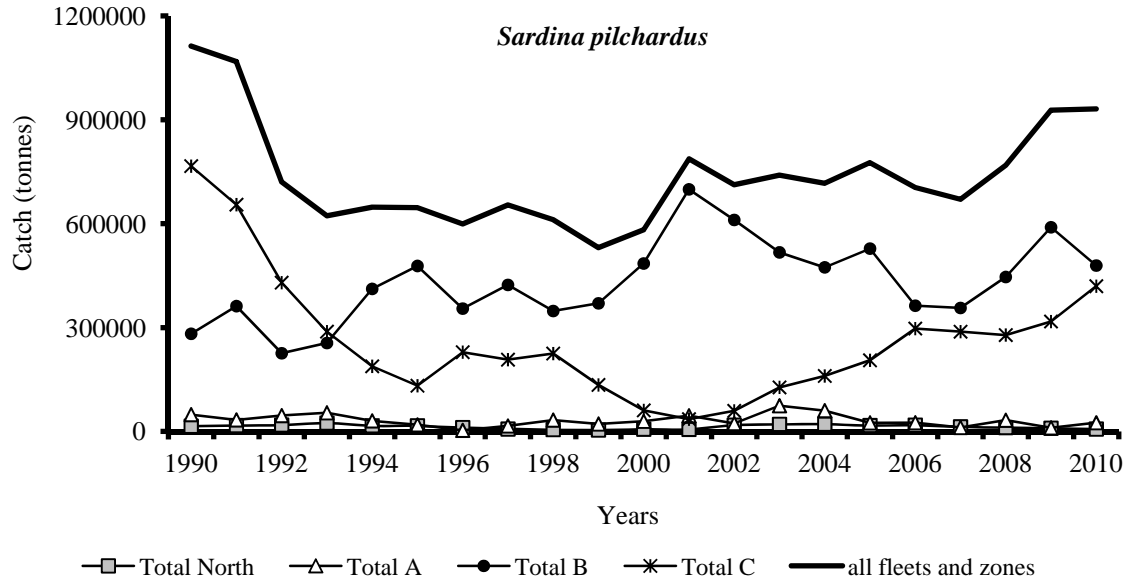
**Figure 1.7.1b:** Evolution of biomass of small pelagics without sardine in million tonnes for the period 1995–2008/Évolution de la biomasse de petits pélagiques sans sardine en millions de tonnes pendant la période 1995–2008. **Note:** 1995–2006 R/V F. NANSEN; 2007–2008 R/Vs AL AMIR, AL-AWAM and ITAF DEME in NANSEN equivalents; 2009 R/Vs AL AMIR and AL-AWAM in NANSEN equivalents



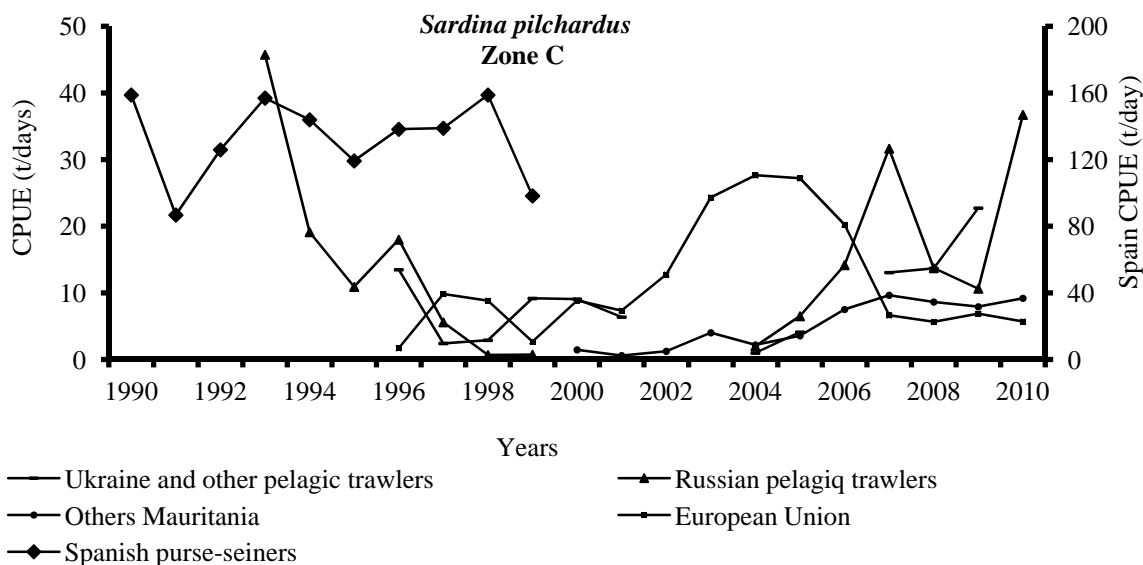
**Figure 1.8.1:** Summer circulation pattern of geostrophic currents in the Northwestern African region (light arrows: surface currents: Canary current, Equatorial Countercurrent; dark arrows: deep undercurrent)/Schéma de circulation estivale des courants géostrophiques de la région nord-ouest africaine (flèches claires: courants de surface: Courant des Canaries, Contre-courant équatorial; flèches sombres: sous-courant profond)



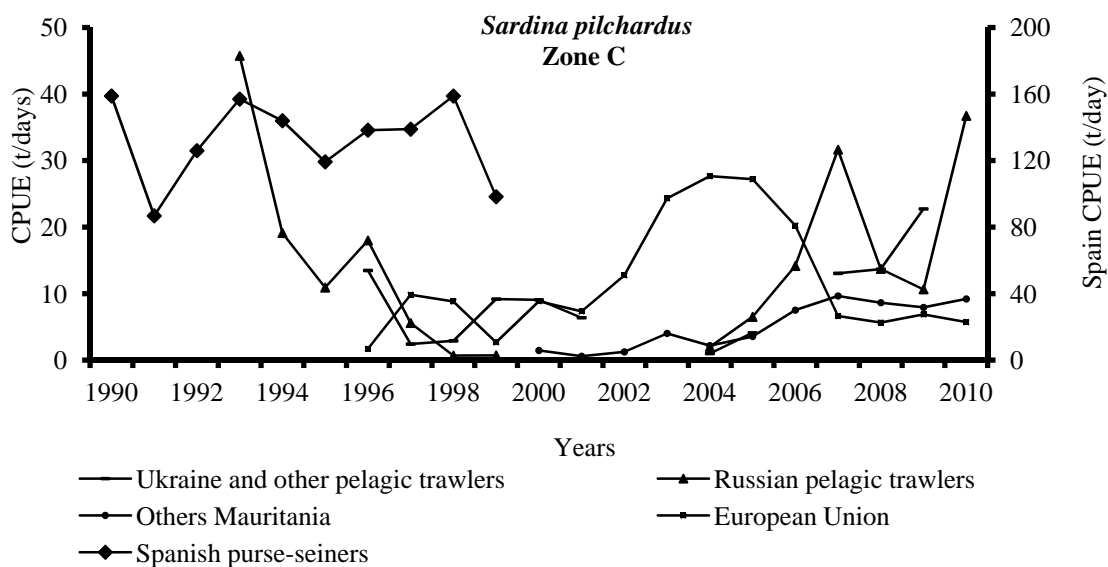
**Figure 2.1.1:** Stock units and sardine fisheries/Unités de stock et pêcheries de sardine



**Figure 2.2.1a:** Catches (1990–2010) of *Sardina pilchardus* by zone and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2010) de *Sardina pilchardus* par zone et année (poids en tonnes)

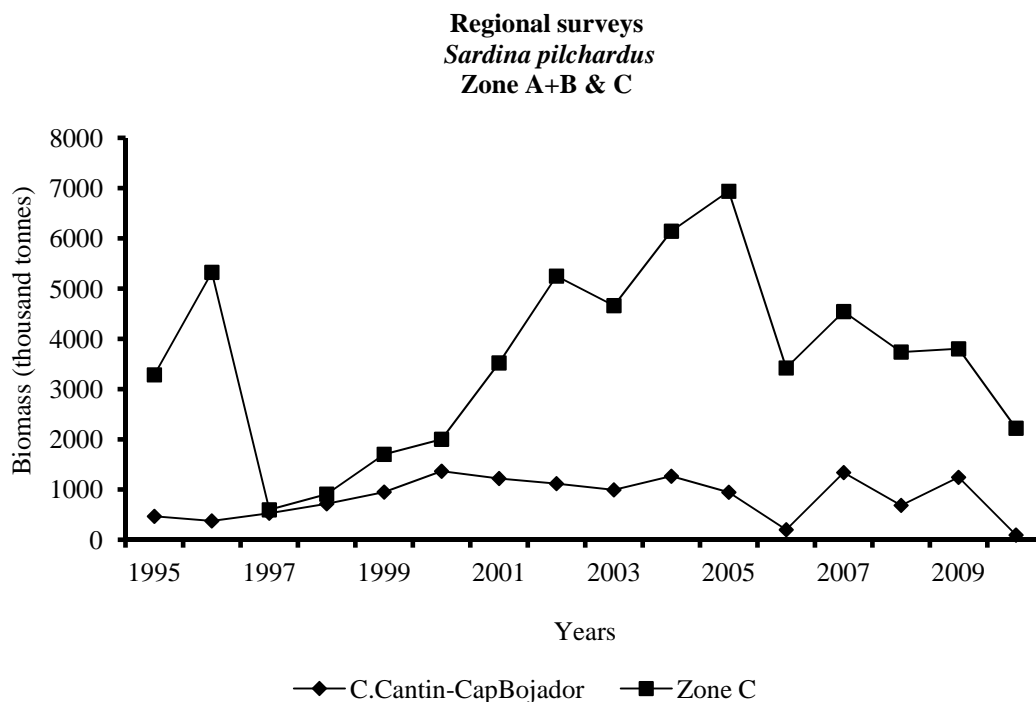


**Figure 2.3.1a:** CPUE of *Sardina pilchardus* (1983–2010) in Zone A+B (Morocco tonnes/positive trips)/CPUE de *Sardina pilchardus* (1983-2010) dans la Zone A+B (Maroc tonnes/sorties positives)

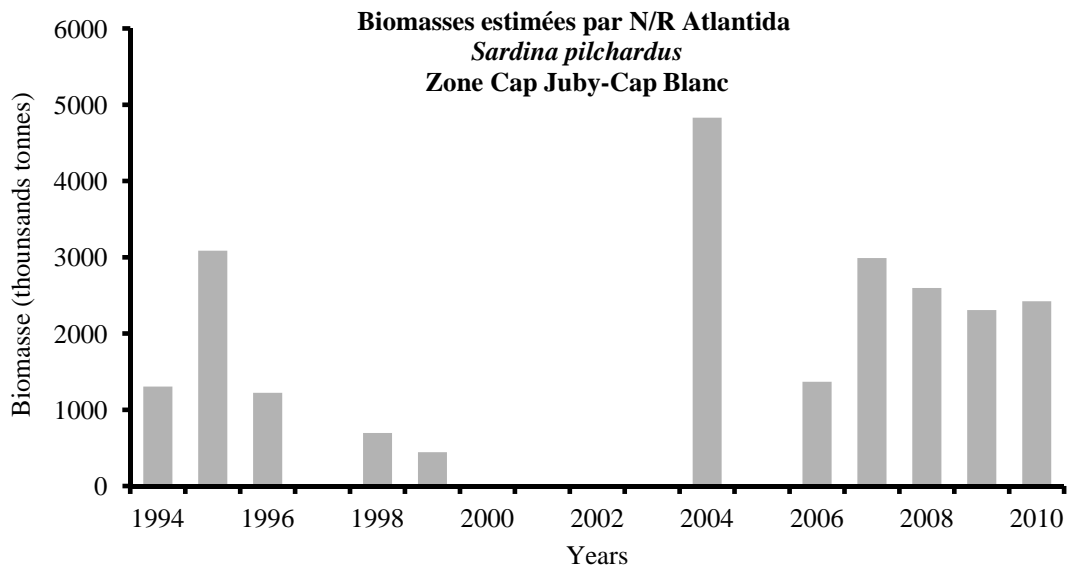


**Figure 2.3.1b:** CPUE of *Sardina pilchardus* (1992–2010) by fishery in Zone C (tonnes/fishing days)/CPUE de *Sardina pilchardus* (1992-2010) par pêche dans la Zone C (tonnes/jours de pêche)

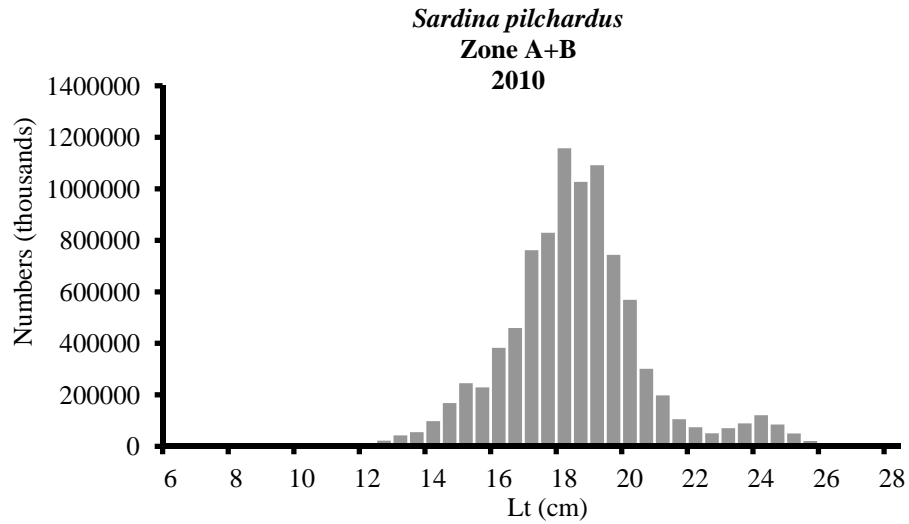




**Figure 2.3.2a:** Biomass estimates of sardine (1995–2010) for Zones A+B and C from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional research vessels (in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de sardine (1995-2010) dans les Zones A+B et C du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et navires de recherche régionaux (en milliers de tonnes)

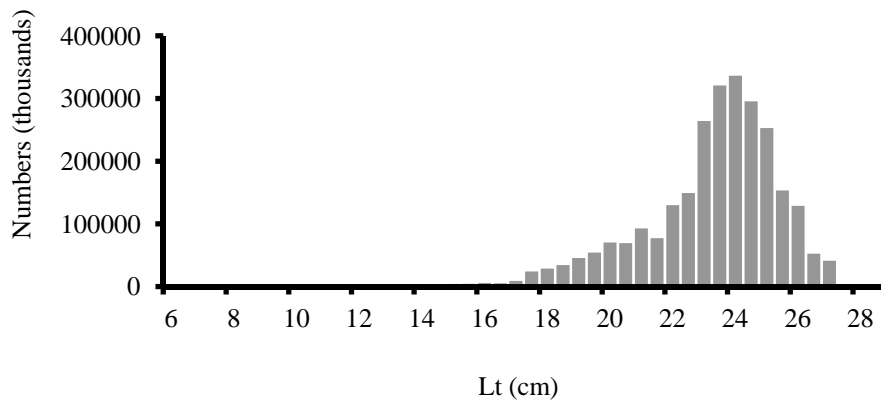


**Figure 2.3.2b:** Biomass estimates of sardine (1994–2010) for Zone C from R/V ATLANTIDA (in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de sardine (1994-2010) dans la Zone C du N/R ATLANTIDA (en milliers de tonnes)

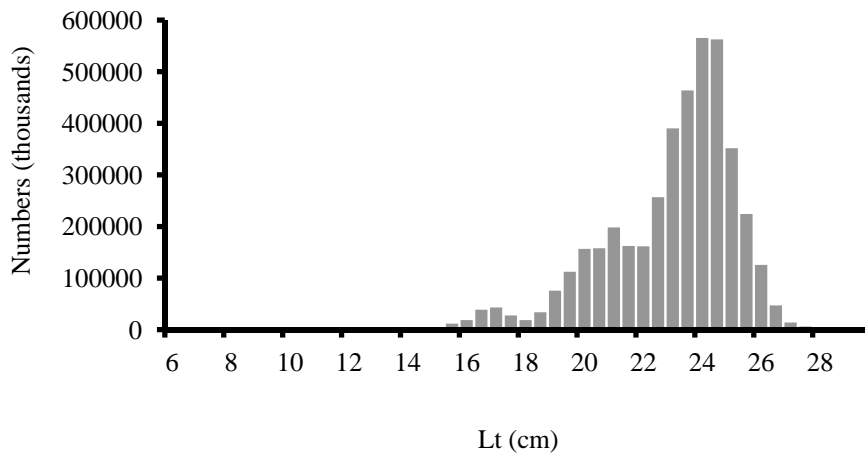


**Figure 2.5.1a:** Length composition of catches for 2010 in Zone A+B/Composition par taille des captures en 2010 dans la Zone A+B

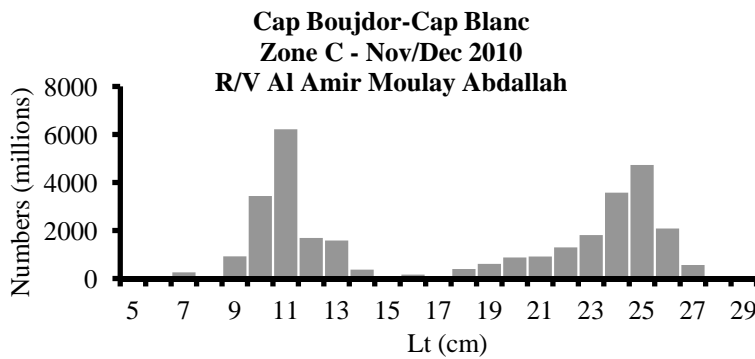
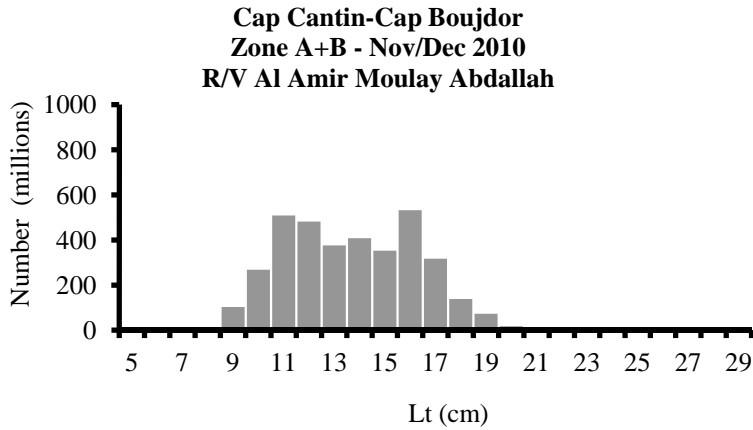
*Sardina pilchardus*  
Zone C  
2009



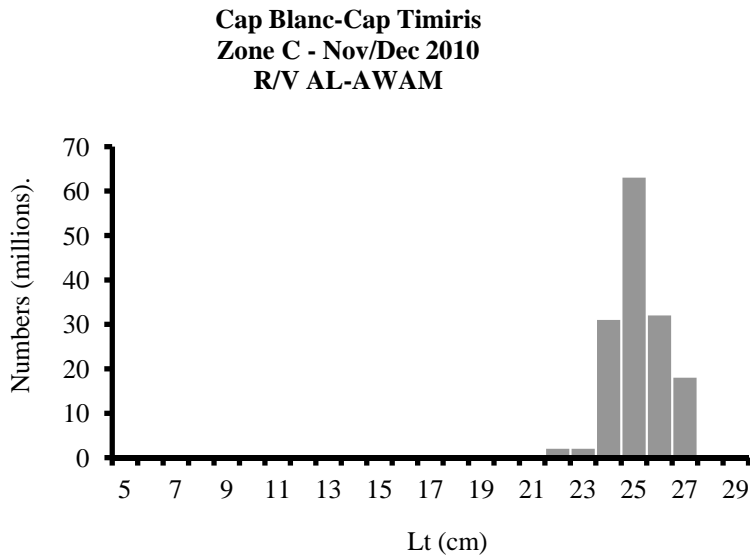
*Sardina pilchardus*  
Zone C  
2010



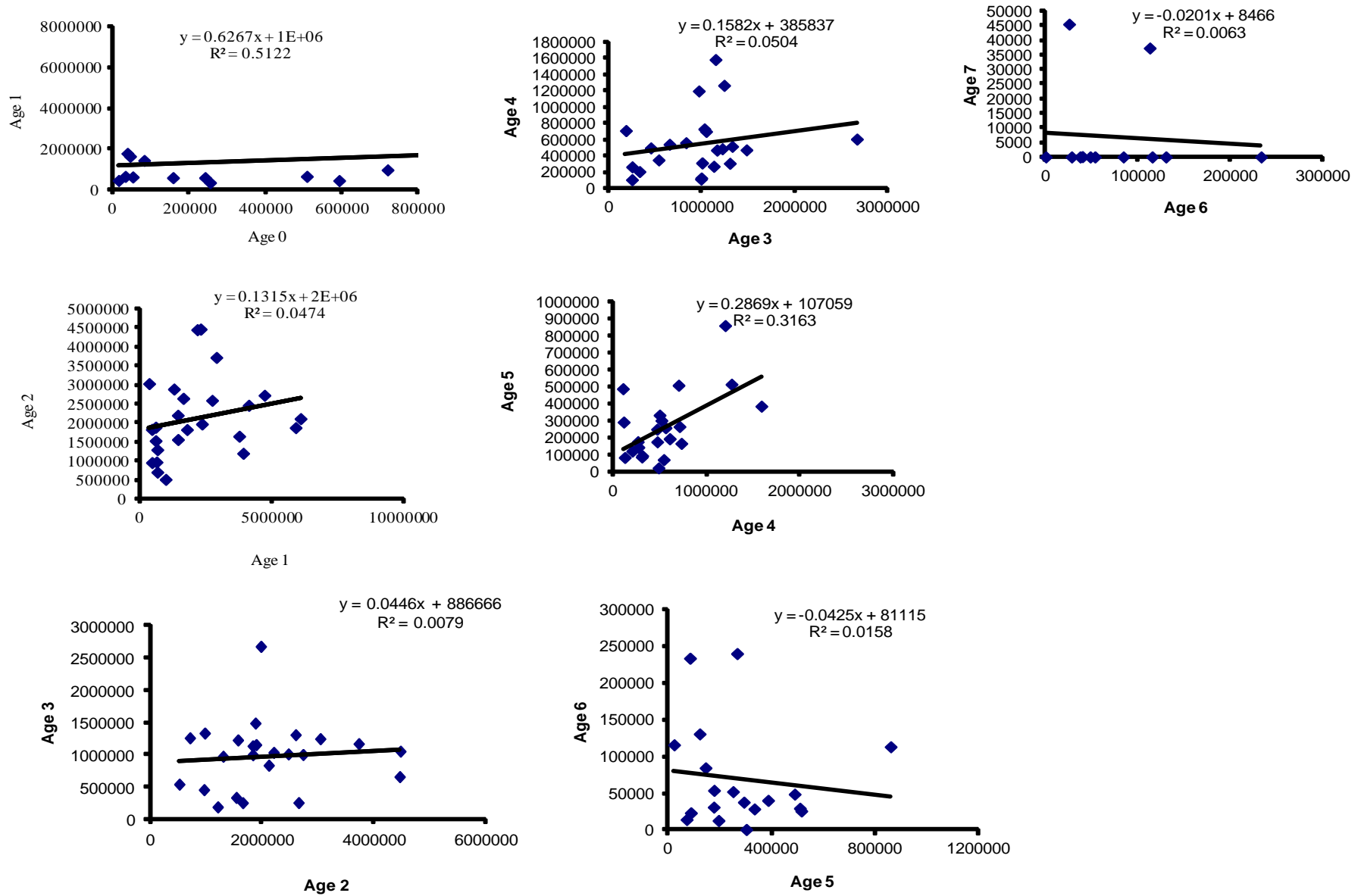
**Figure 2.5.1b:** Length composition of catches for 2009–2010 in Zone C/Composition par taille des captures en 2009-2010 dans la Zone C



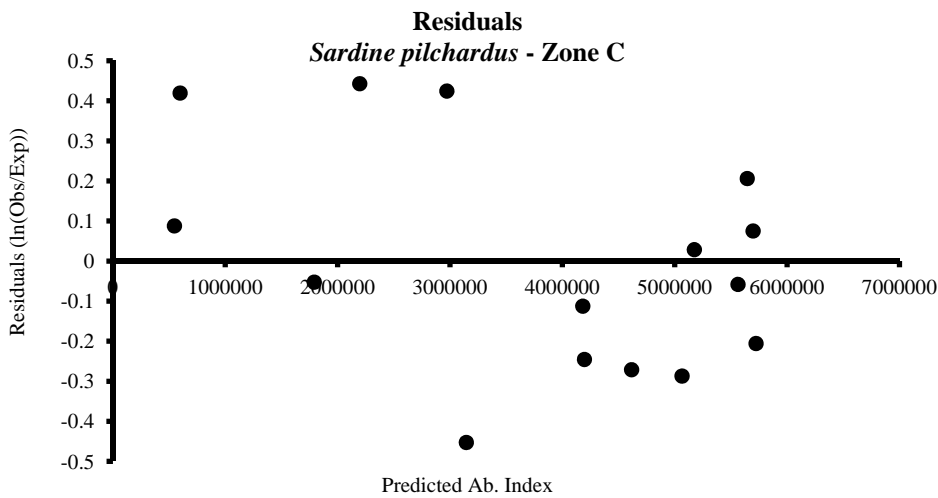
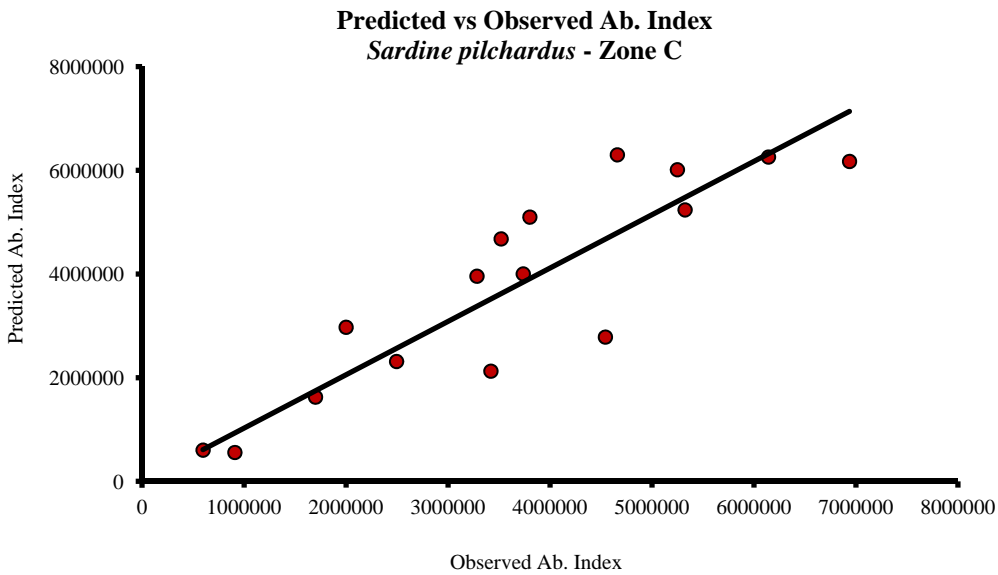
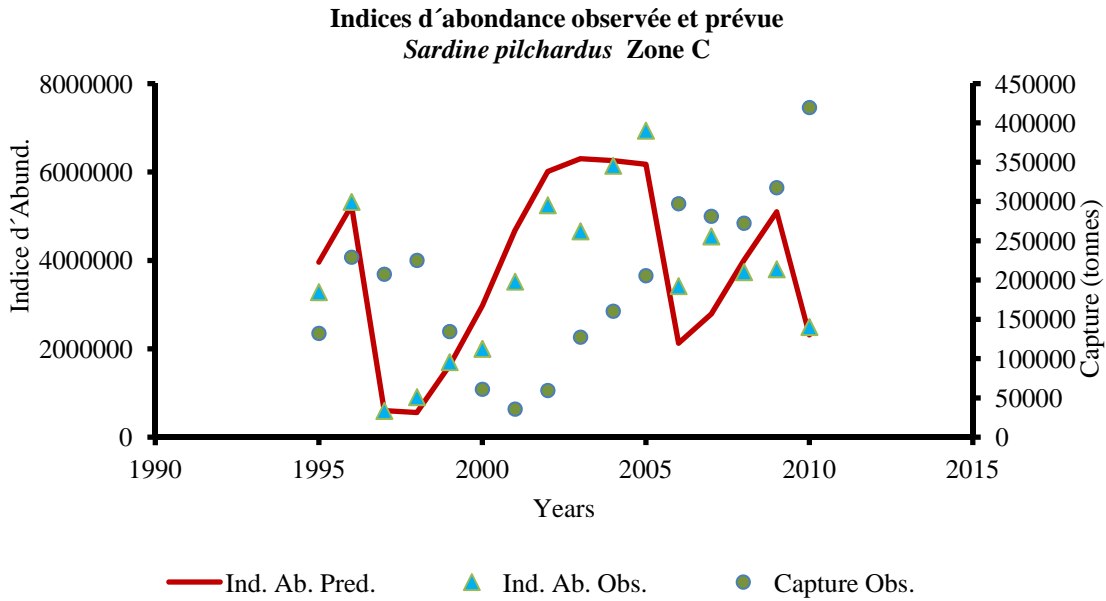
**Figure 2.5.2a:** Length composition of sardine (November–December 2010 Zone A+B and C) – R/V AL AMIR MOULAY ABDALLAH/  
Composition en taille des sardines (novembre-décembre 2010 Zones A+B et C) – N/R AL AMIR MOULAY ABDALLAH



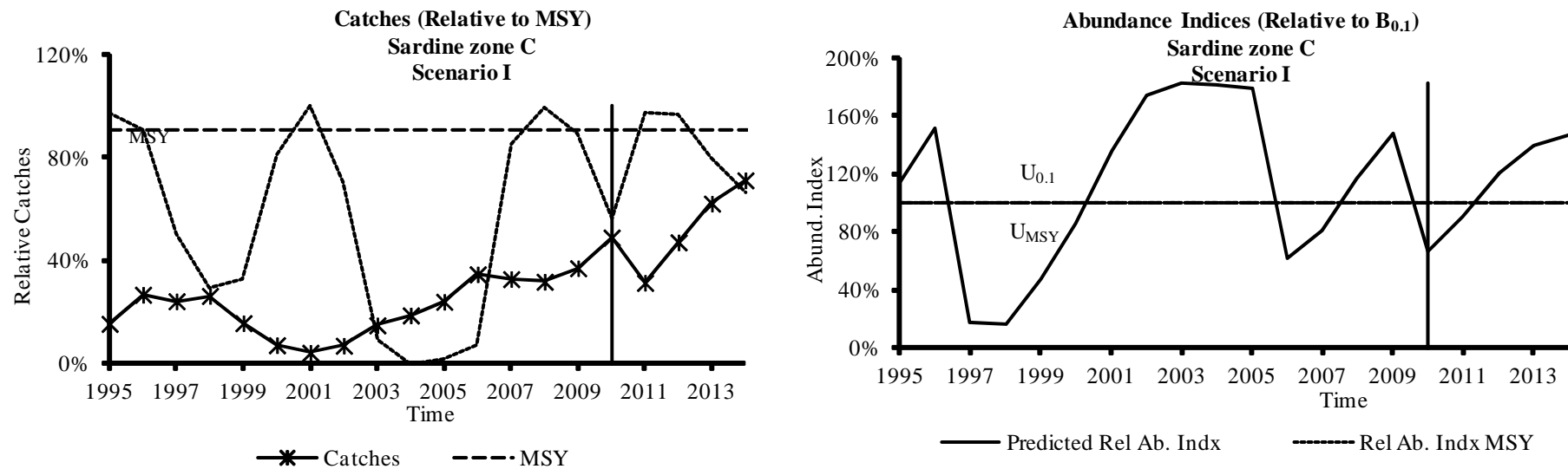
**Figure 2.5.2b:** Length composition of sardine (November–December 2009, Zone C) – R/V AL-AWAM/  
Composition en taille des sardines (novembre-décembre 2009, Zone C) – N/R AL-AWAM



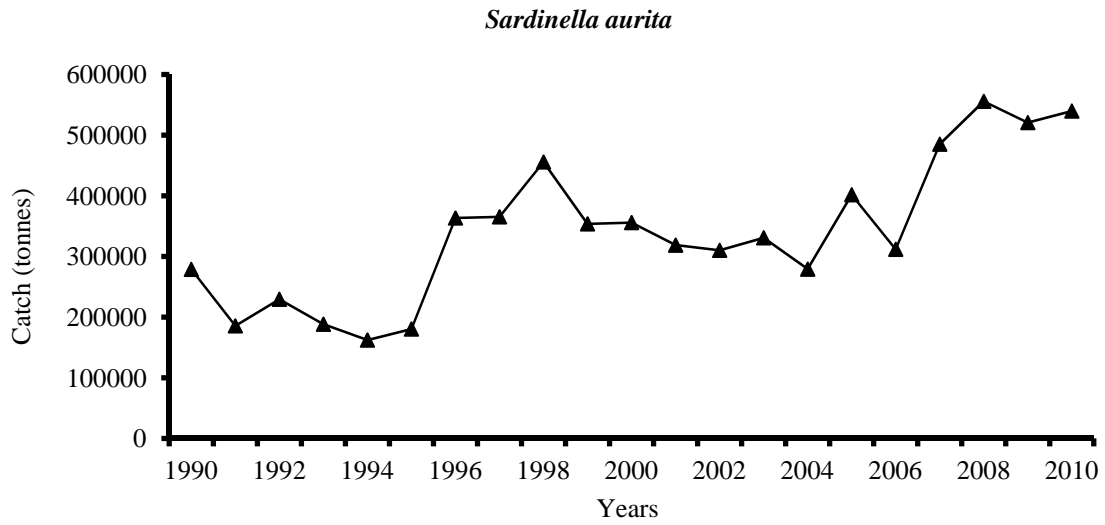
**Figure 2.6.2:** Exploratory analyses of the data for sardine in Zone C (2010)/Analyses exploratoires des données pour la sardine dans la Zone C (2010)



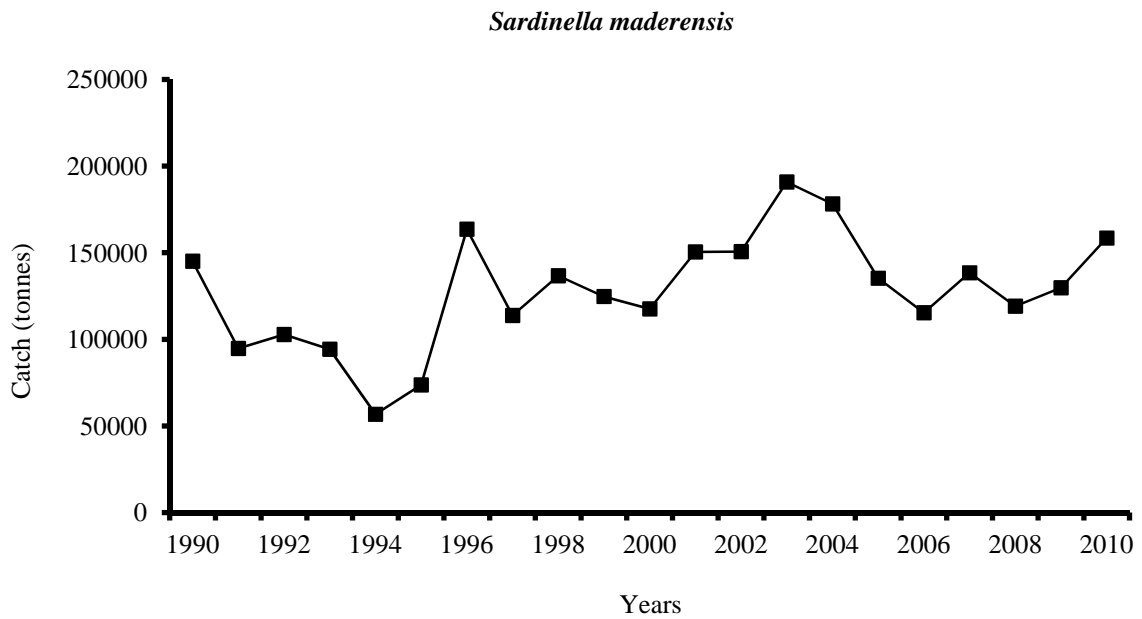
**Figure 2.6.3a:** Observed and predicted abundance indices for sardine in Zone C using estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and research national vessels (1995–2008) and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour la sardine en Zone C en utilisant les estimations du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des navires de recherche nationaux (1995-2008) ainsi que des diagnostics du modèle



**Figure 2.7.2a:** Predicted catches and abundance of sardine in Zone C – Scenario I (*Status quo*)/Prédictions des captures et de l'abondance de sardines dans la Zone C – Scénario I (*Status quo*)

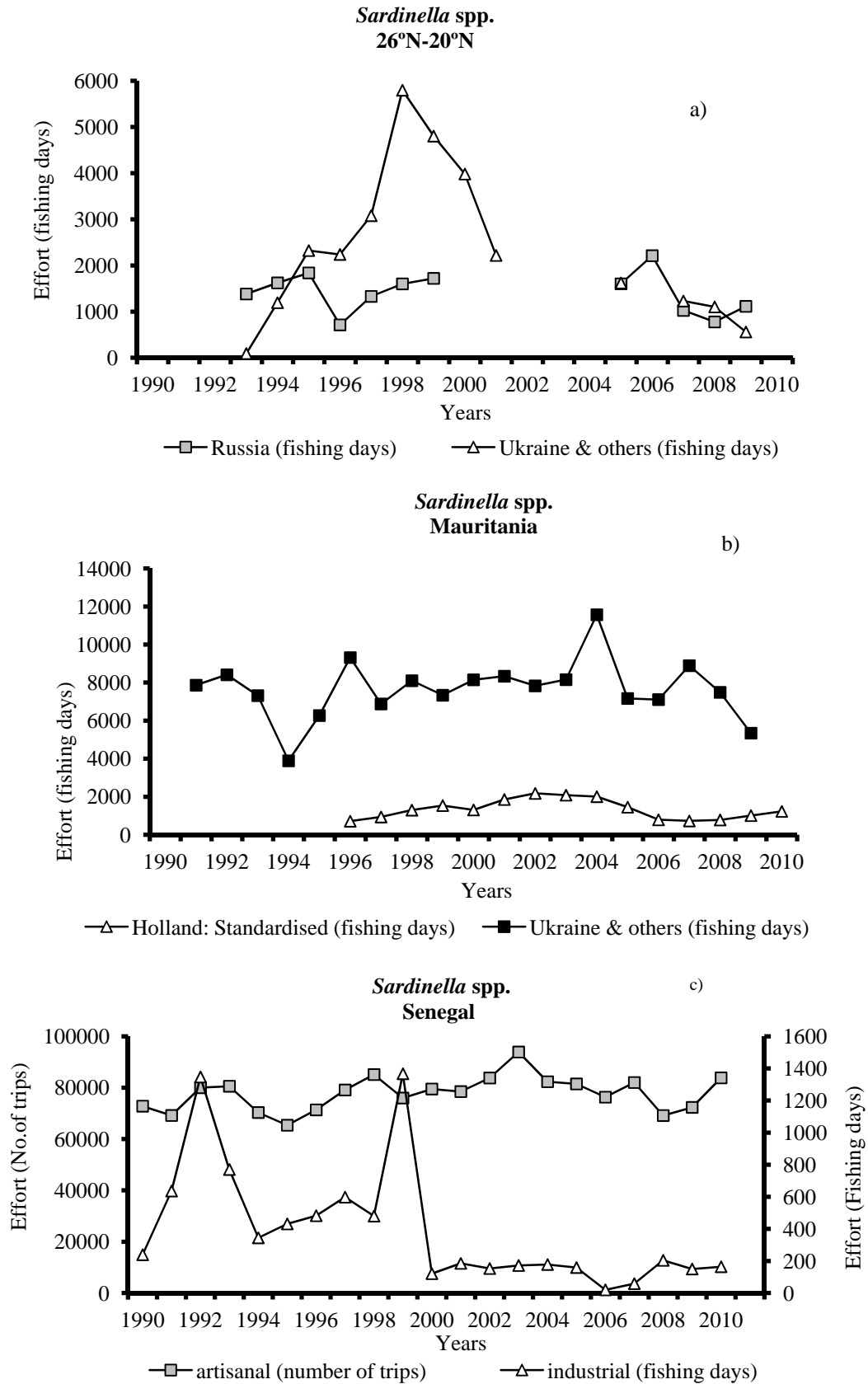


**Figure 3.2.1a:** Total catch of *Sardinella aurita* (1990–2010) in the whole subregion/Captures totales de *Sardinella aurita* (1990-2010) dans toute la sous-région

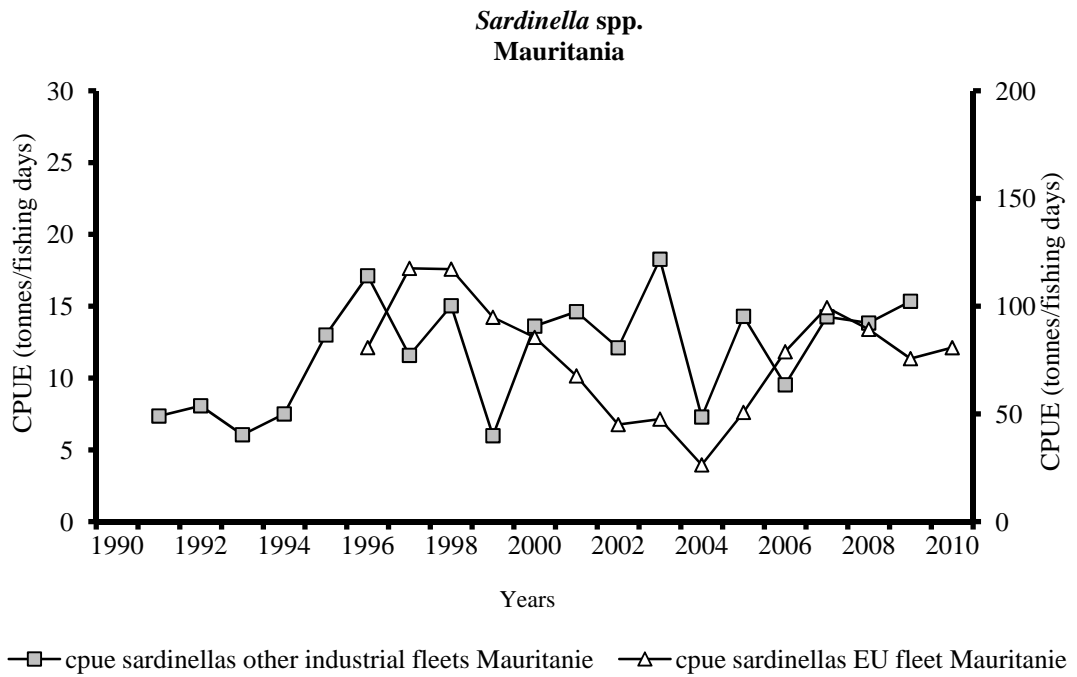


**Figure 3.2.1b:** Total catch of *Sardinella maderensis* (1990–2010) in the whole subregion/Captures totales de *Sardinella maderensis* (1990-2010) dans toute la sous-région

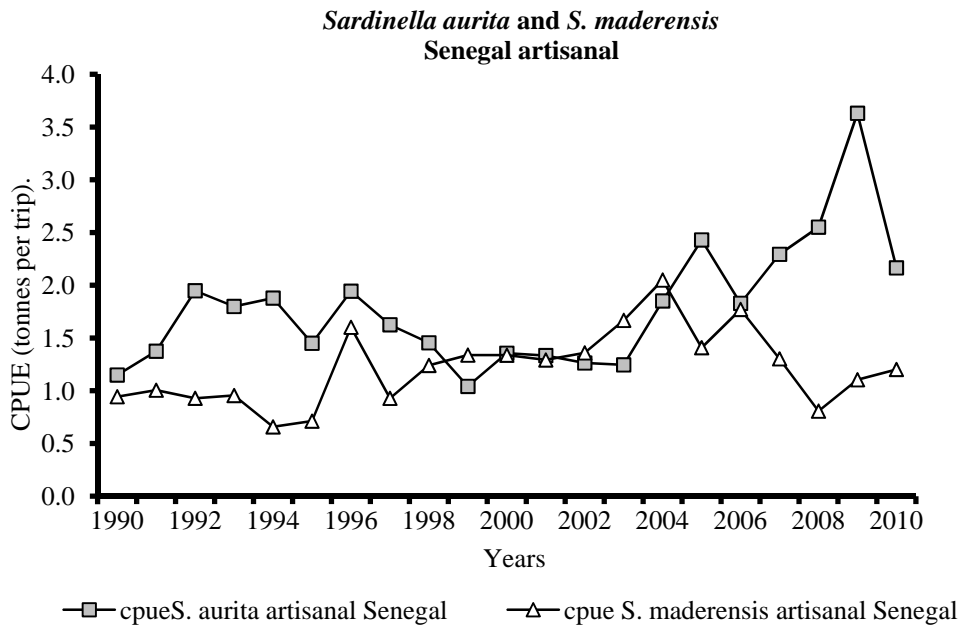




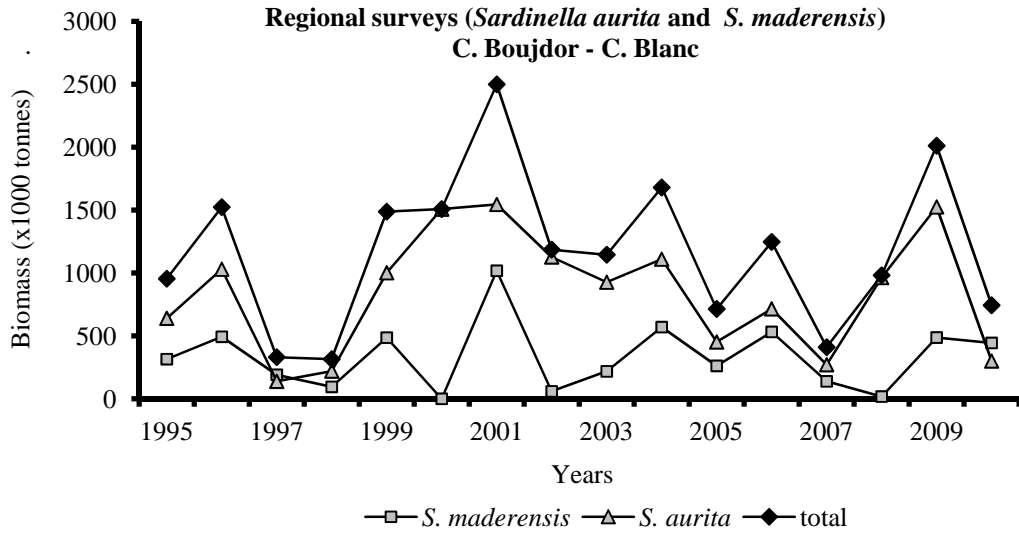
**Figure 3.2.2a,b,c:** Effort of *Sardinella* spp. (1990–2010) by fleet and year (a) Zone 26°N–20°N, (b) Mauritania, and (c) Senegal (effort in fishing days or number of trips)/Effort de *Sardinella* spp. (1990-2010) par flottille et par année (a) Zone 26°N-20°N, (b) en Mauritanie et (c) au Sénégal (effort en jours de pêche ou en nombre de sorties)



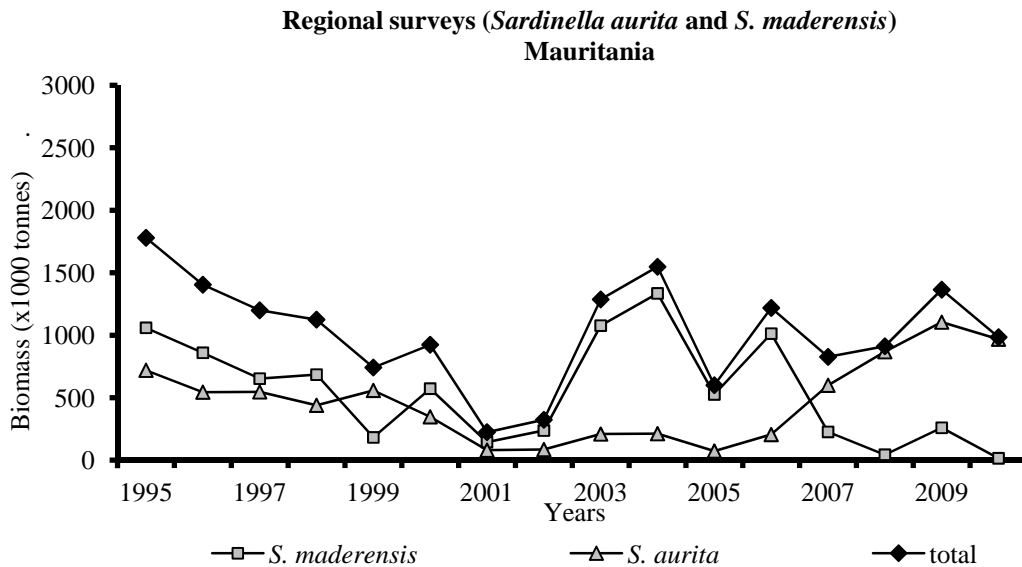
**Figure 3.3.1a:** CPUE of *Sardinella* spp. (1990–2010) by fishery in Mauritania (tonnes/fishing days)/CPUE de *Sardinella* spp. (1990-2010) par pêcheurie en Mauritanie (tonnes/jours de pêche)



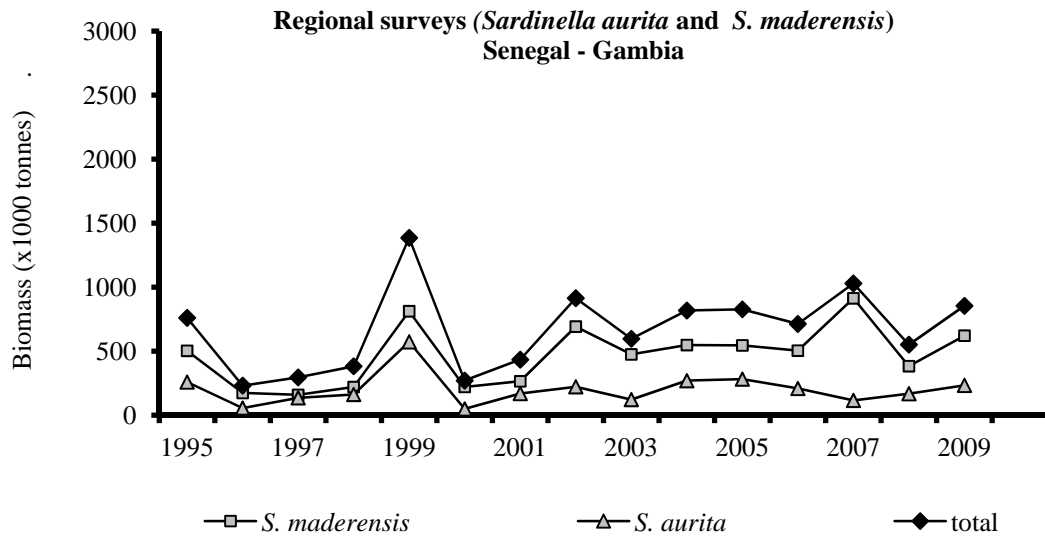
**Figure 3.3.1b:** CPUE of *Sardinella* spp. (1990–2010) by species for the artisanal fishery in Senegal (tonnes/number of trips)/CPUE de *Sardinella* spp. (1990-2010) par espèce pour la pêcheurie artisanale au Sénégal (tonnes/nombre de sorties)



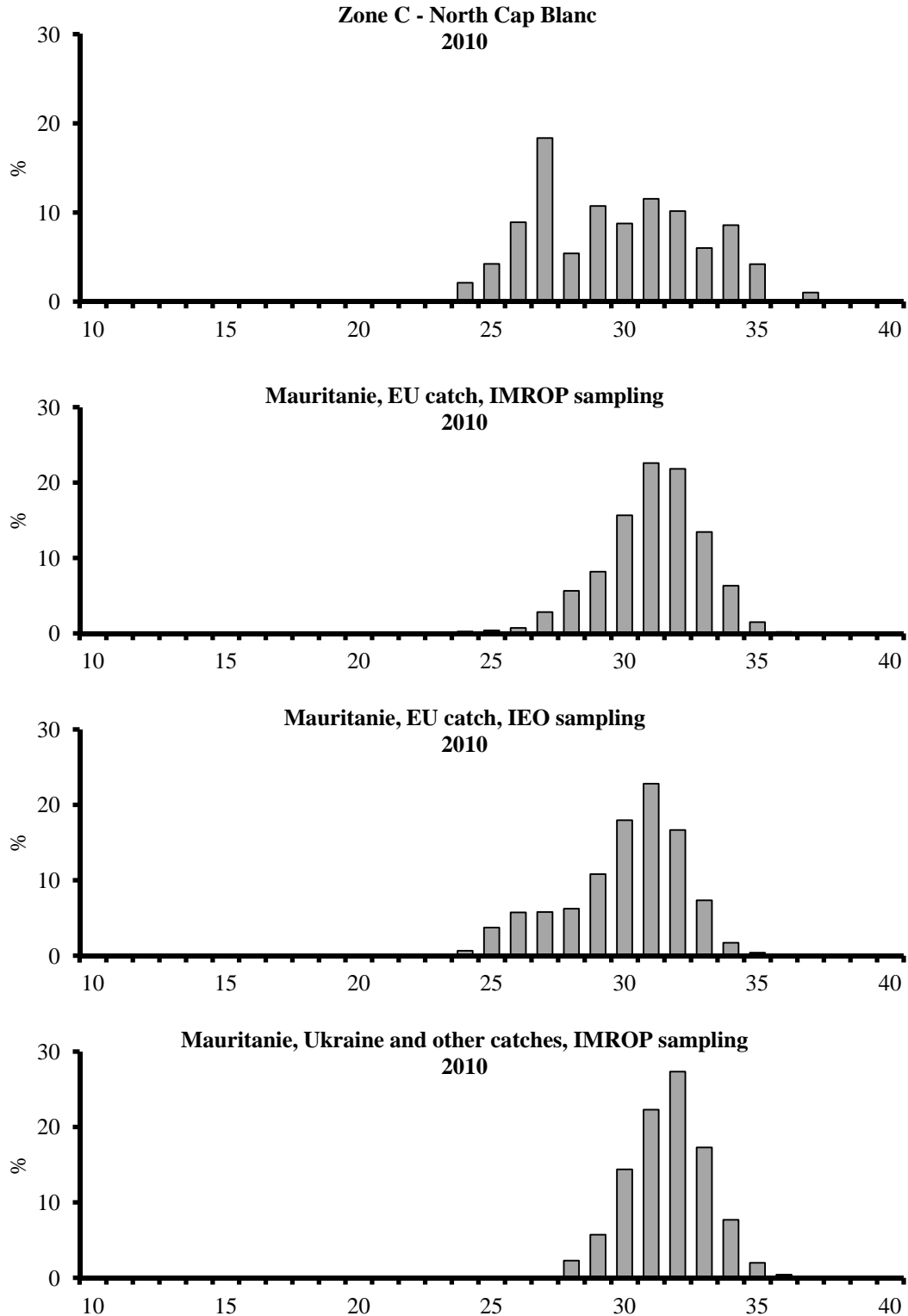
**Figure 3.3.2a:** Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2010) North of Cape Blanc, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and AL-AMIR MOULAY ABDALLAH (biomass in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2010) pour la zone nord du Cap Blanc, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et AL-AMIR MOULAY ABDALLAH (biomasse en milliers de tonnes)



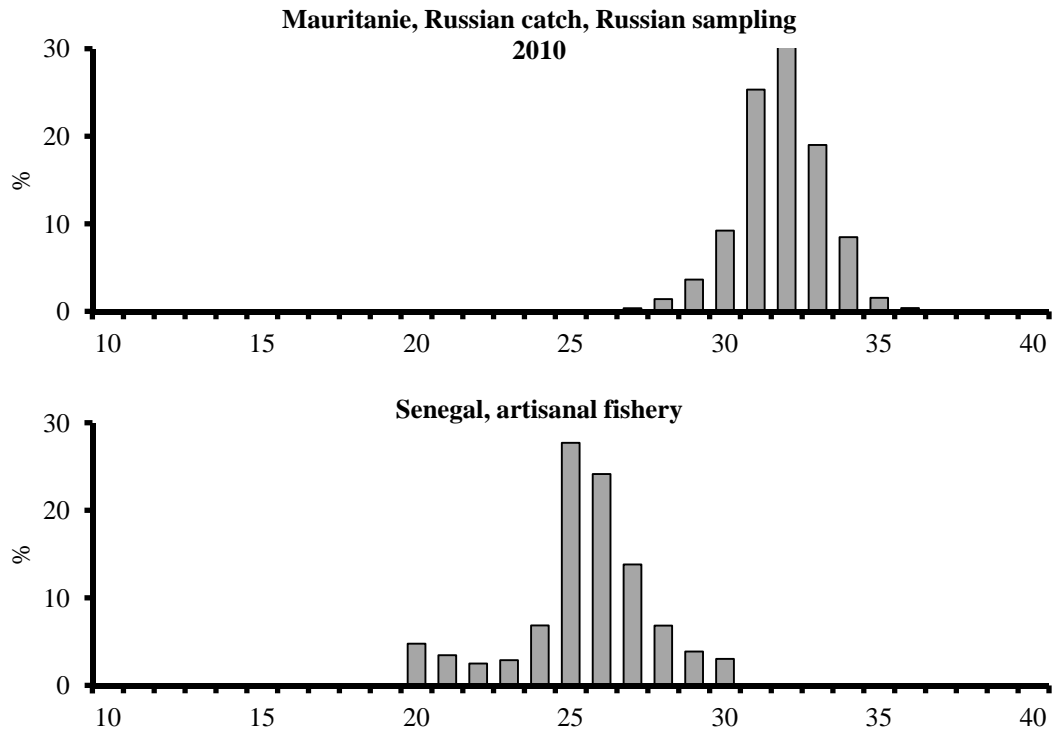
**Figure 3.3.2b:** Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2010) for Mauritania, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and AL-AWAM (biomass in thousand tonnes)/ Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2010) pour la Mauritanie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et AL-AWAM (biomasse en milliers de tonnes)



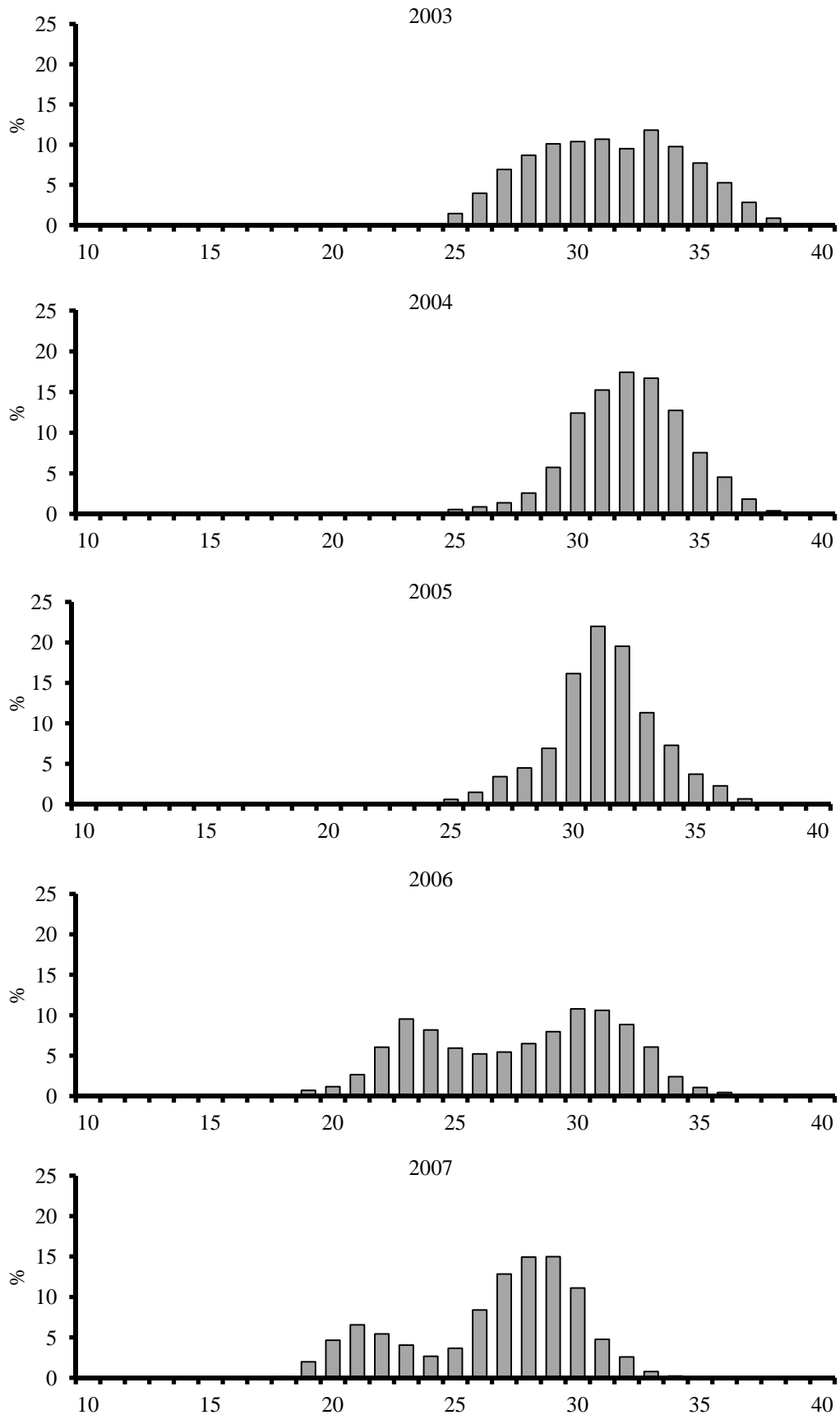
**Figure 3.3.2c:** Biomass estimates of *S. aurita* and *S. maderensis* (1995–2009) for Senegal and Gambia, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and ITAF DEME (biomass in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *S. aurita* et *S. maderensis* (1995-2009) pour le Sénégal et la Gambie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et ITAF DEME (poids en milliers de tonnes)



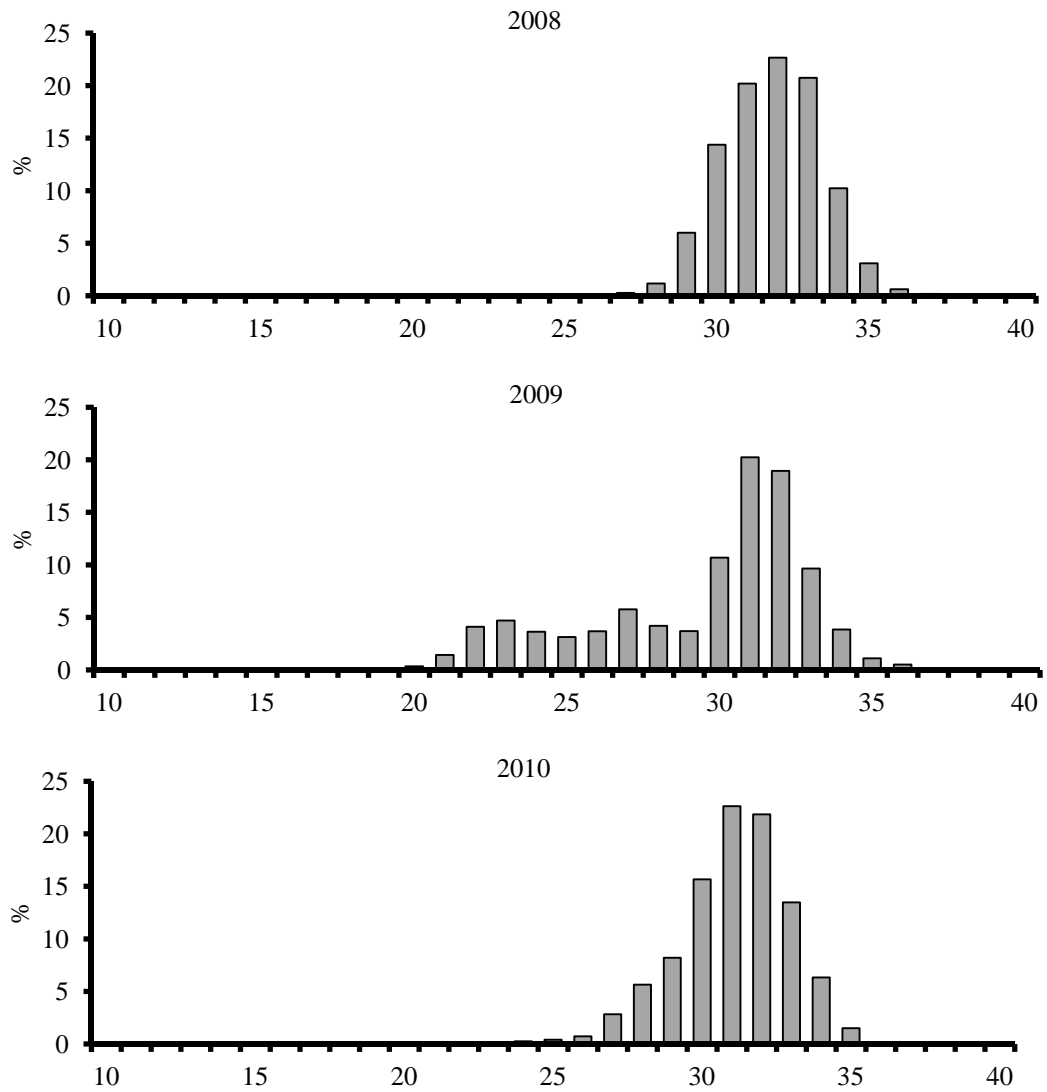
**Figure 3.5.1a :** Comparison of length distributions of catch and landings of *Sardinella aurita* in Zone C by different sampling schemes (2010)/Comparaison des distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* dans la zone C selon les différents schémas d'échantillonnage (2010)



**Figure 3.5.1a (cont.):** Comparison of length distributions of catch and landings of *Sardinella aurita* in Zone C by different sampling schemes (2010)/Comparaison des distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* dans la Zone C selon les différents schémas d'échantillonnage (2010)

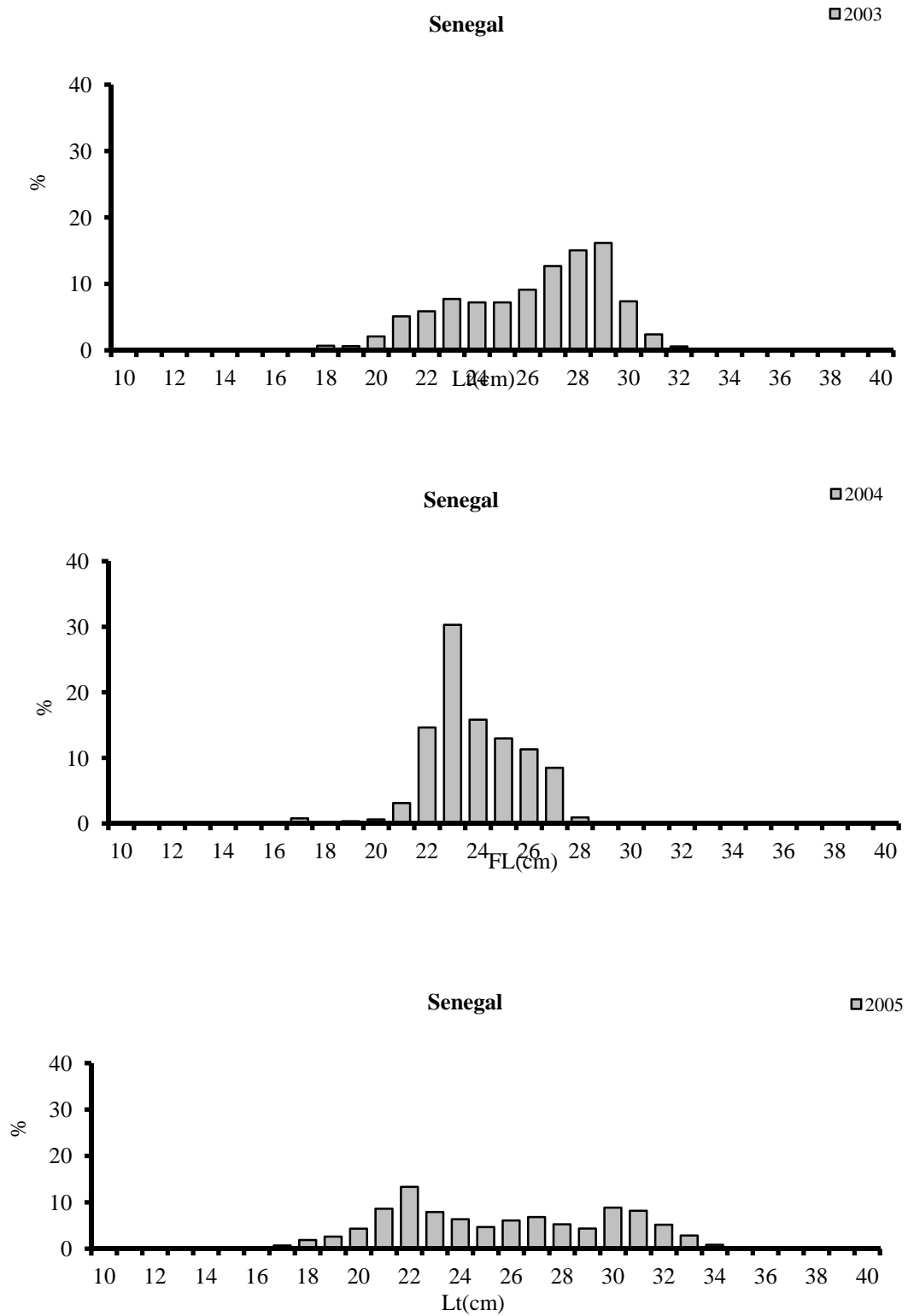


**Figure 3.5.1b:** Length distributions of landings/catches of *Sardinella aurita* in Mauritania (2003–2010)/Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* en Mauritanie (2003-2010)

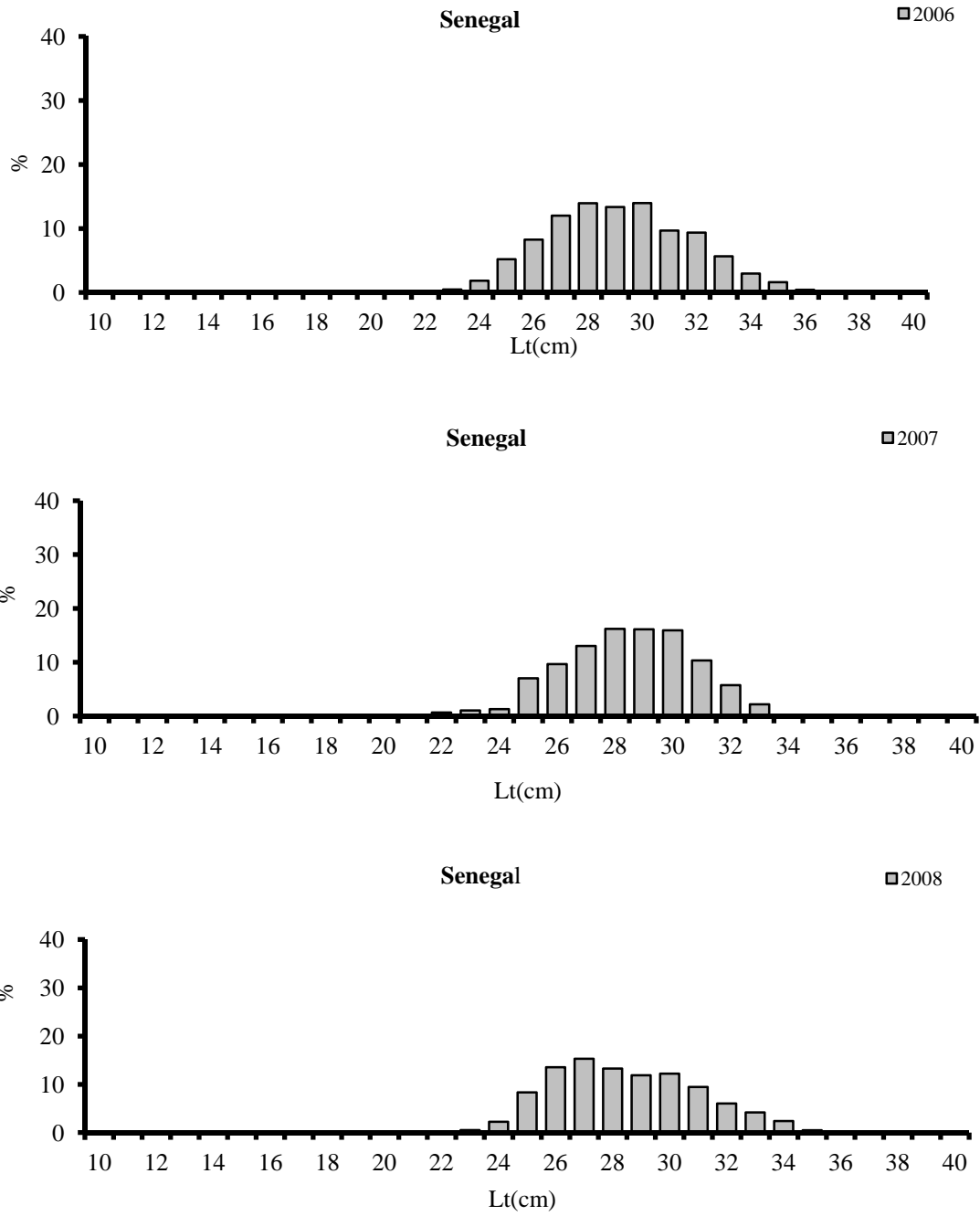


**Figure 3.5.1b (cont.):** Length distributions of landings/catches of *Sardinella aurita* in Mauritania (2003–2010)/Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* en Mauritanie (2003–2010)

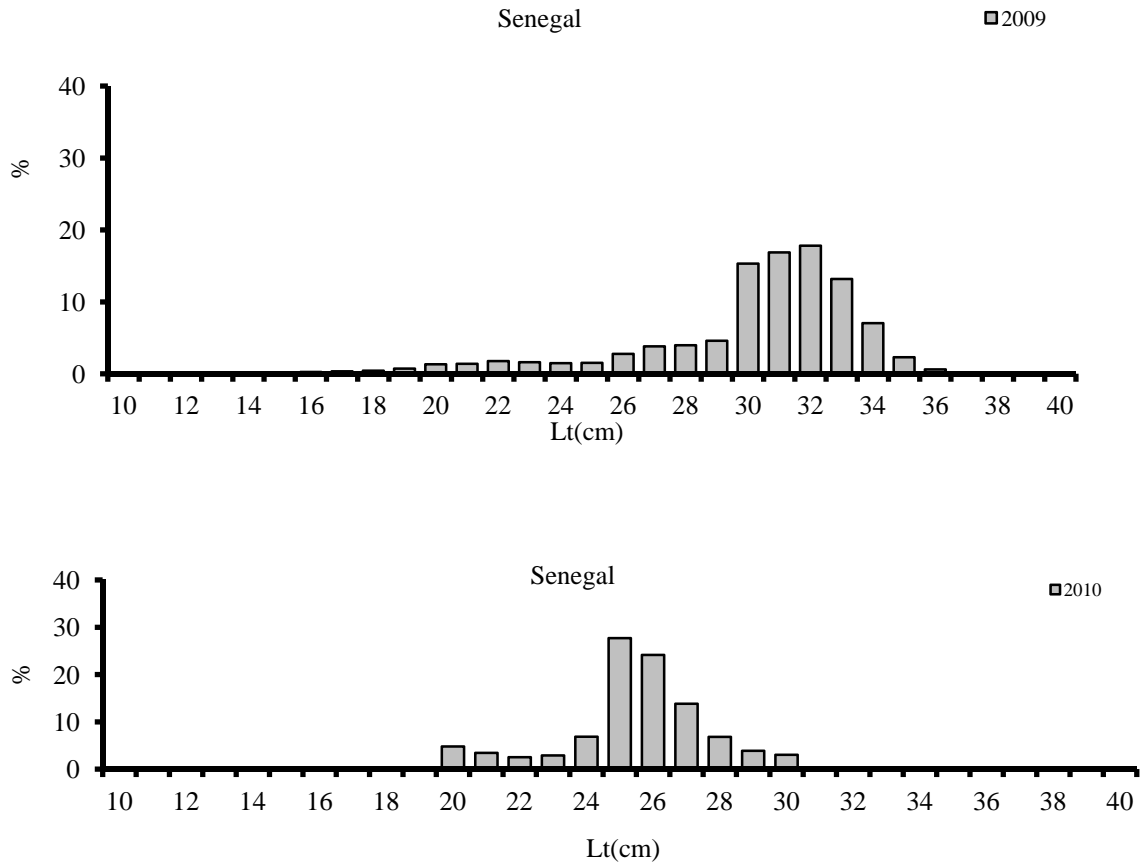




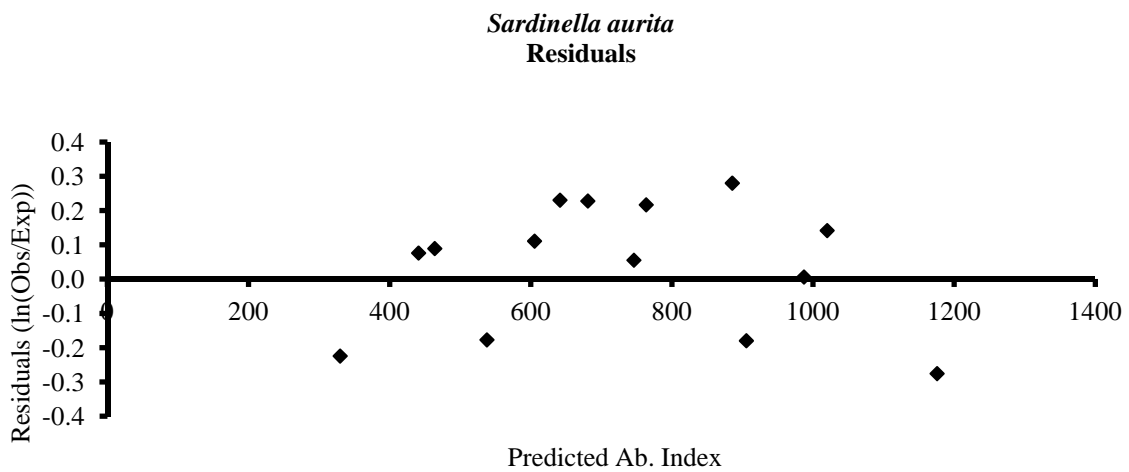
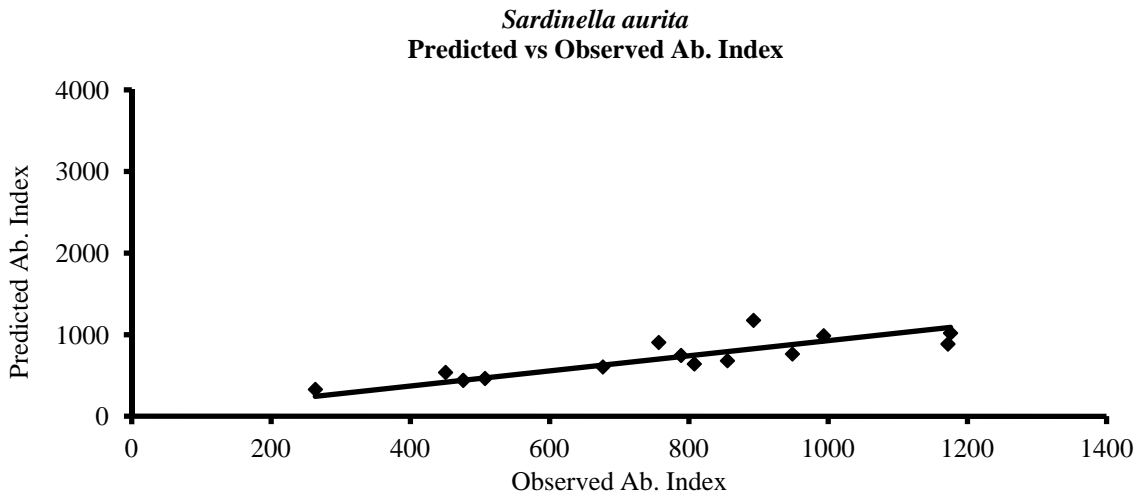
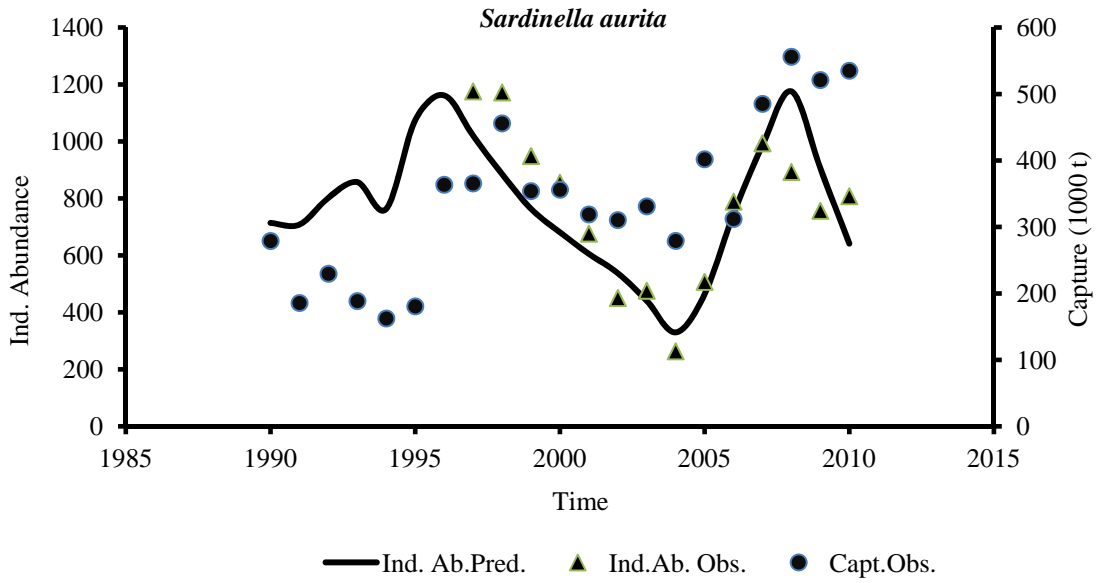
**Figure 3.5.1c:** Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2010)/Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2010)



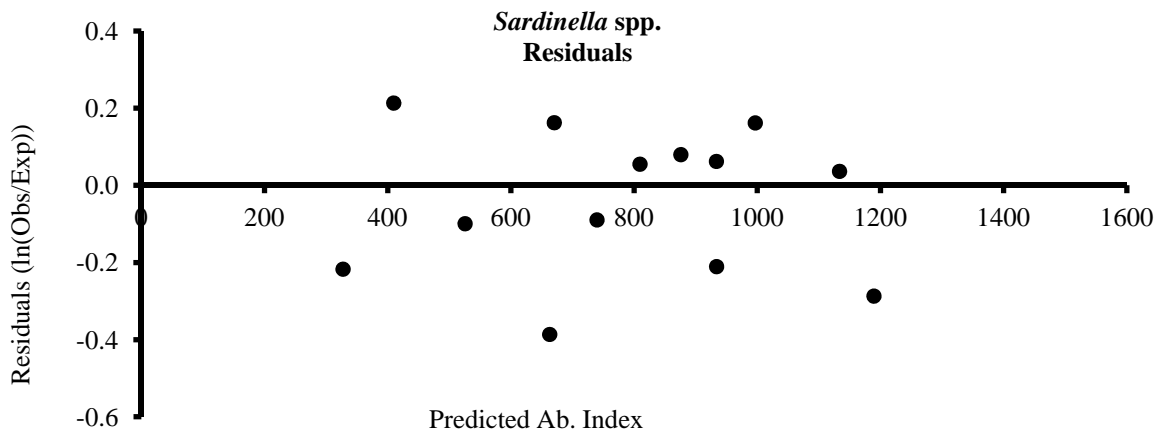
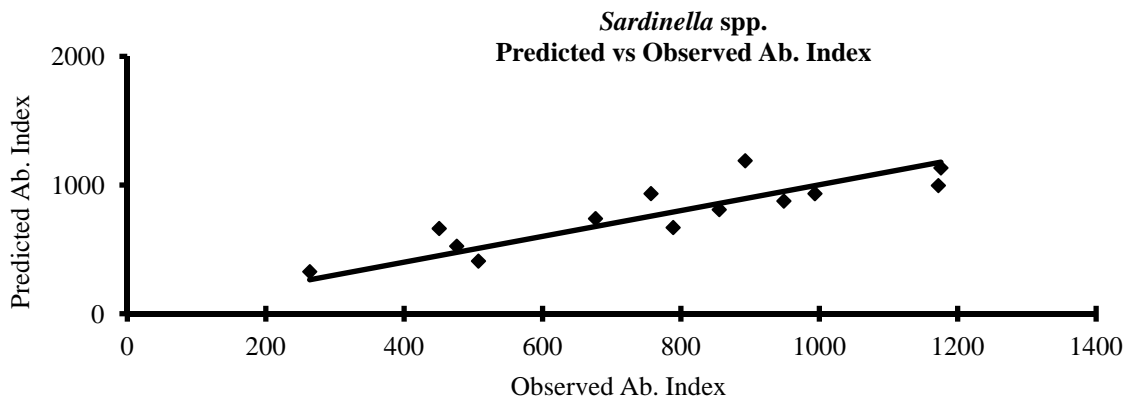
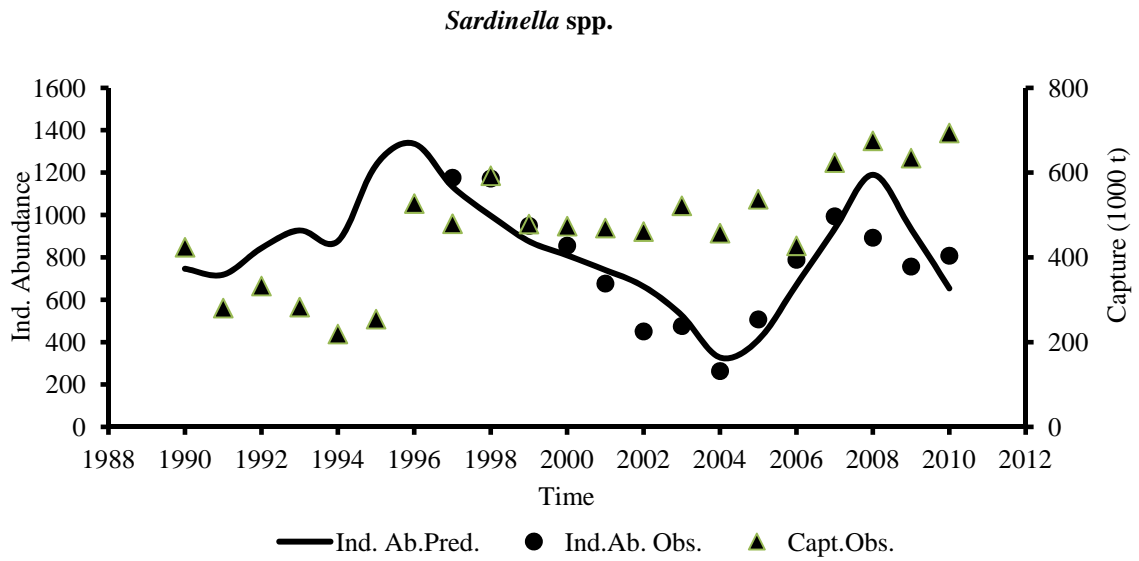
**Figure 3.5.1c (cont.):** Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2010)/Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2010)



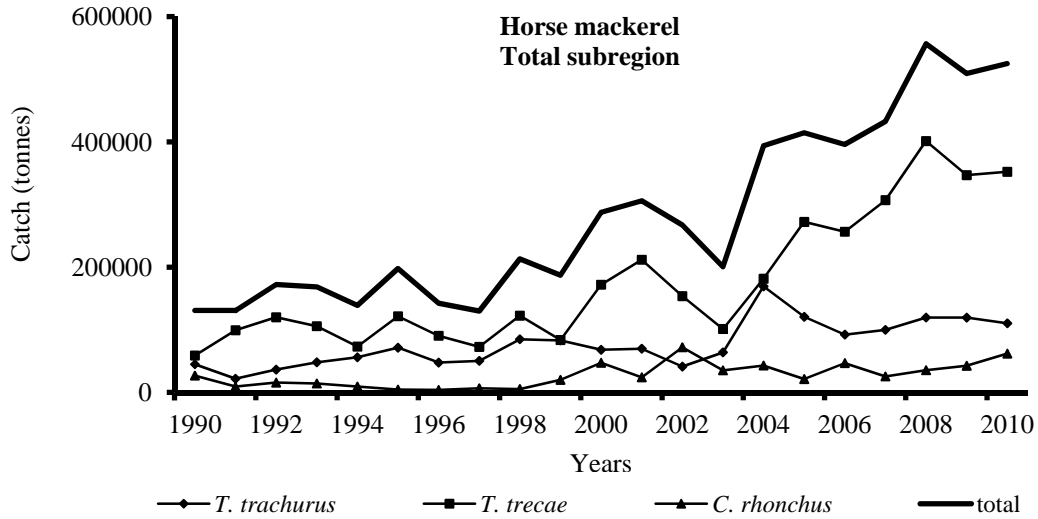
**Figure 3.5.1c (cont.):** Length distributions of landings of *Sardinella aurita* in Senegal (2003–2010)/Distributions par taille des débarquements de *Sardinella aurita* au Sénégal (2003-2010)



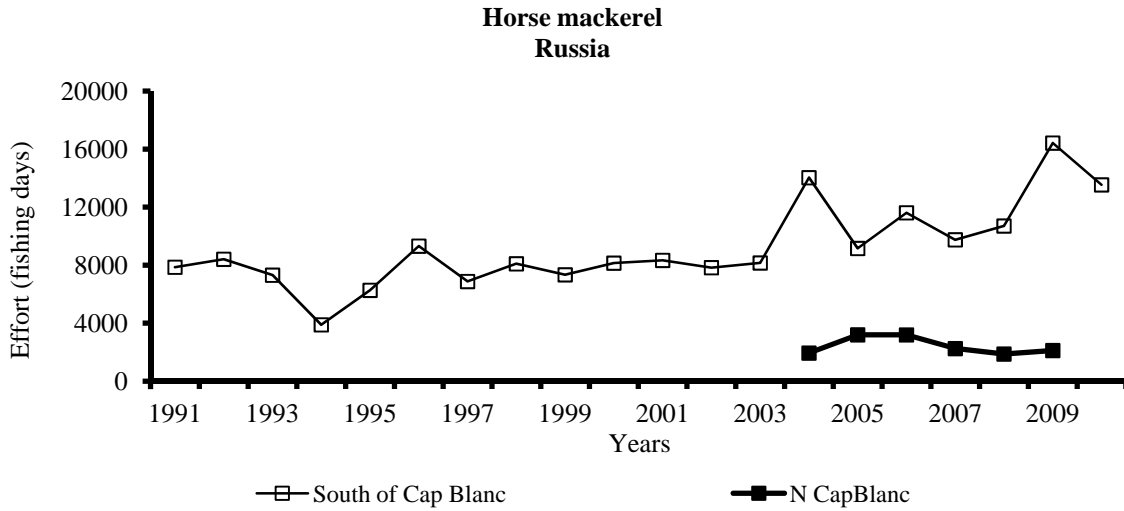
**Figure 3.6.2:** Observed and predicted abundance indices for *Sardinella aurita* using CPUE estimates from EU fleet and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour *Sardinella aurita* en utilisant les estimations de CPUE des navires UE et les diagnostics du modèle



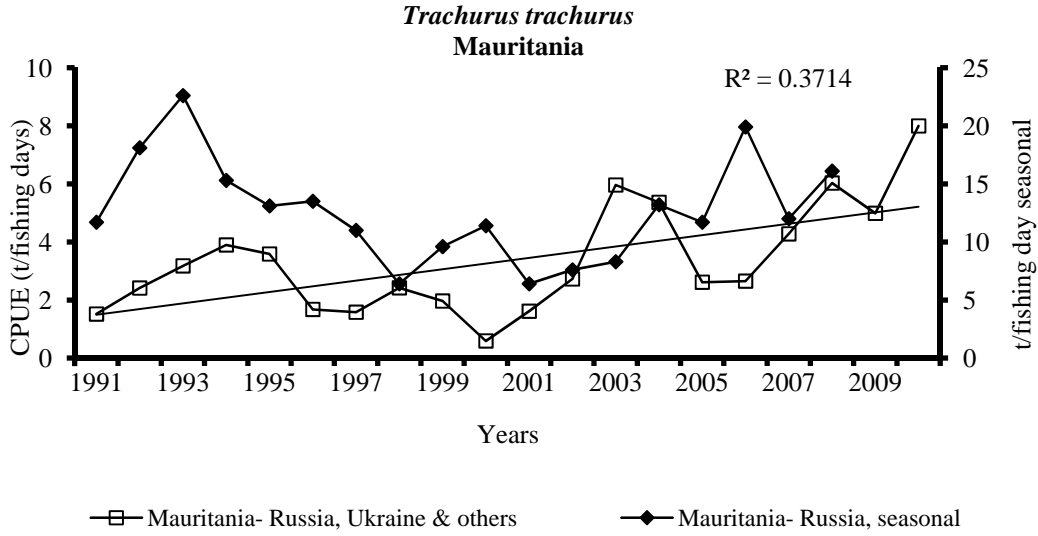
**Figure 3.6.3:** Observed and predicted abundance indices for *Sardinella* spp. using CPUE estimates from EU fleet and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour *Sardinella* spp.en utilisant les estimations de CPUE des navires UE et les diagnostics du modèle



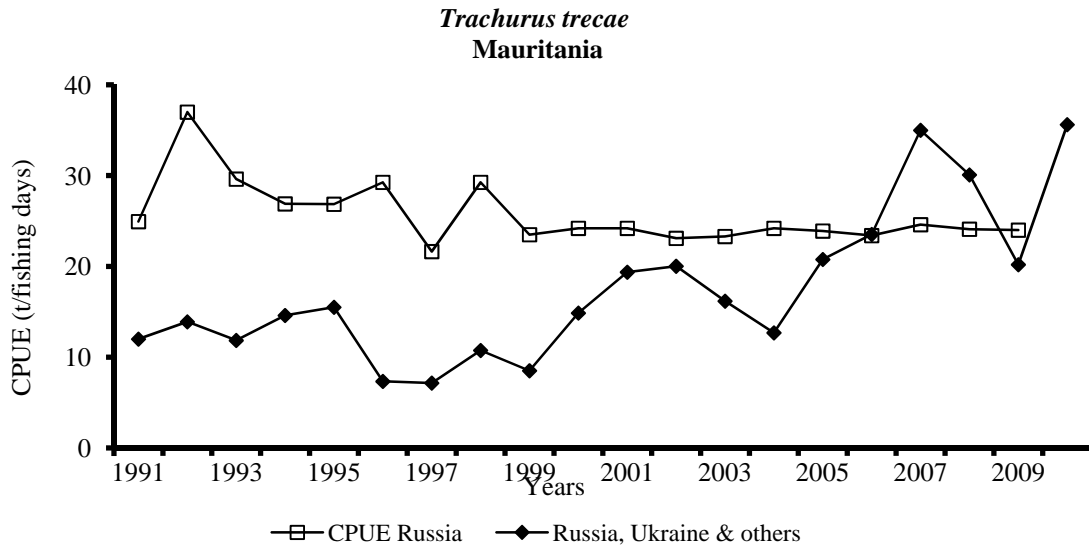
**Figure 4.2.1:** Total catches (tonnes) of horse mackerel in the subregion by species and year (1990–2010)/Captures totales (tonnes) de chinchards dans la sous-région par espèce et par année (1990-2010)



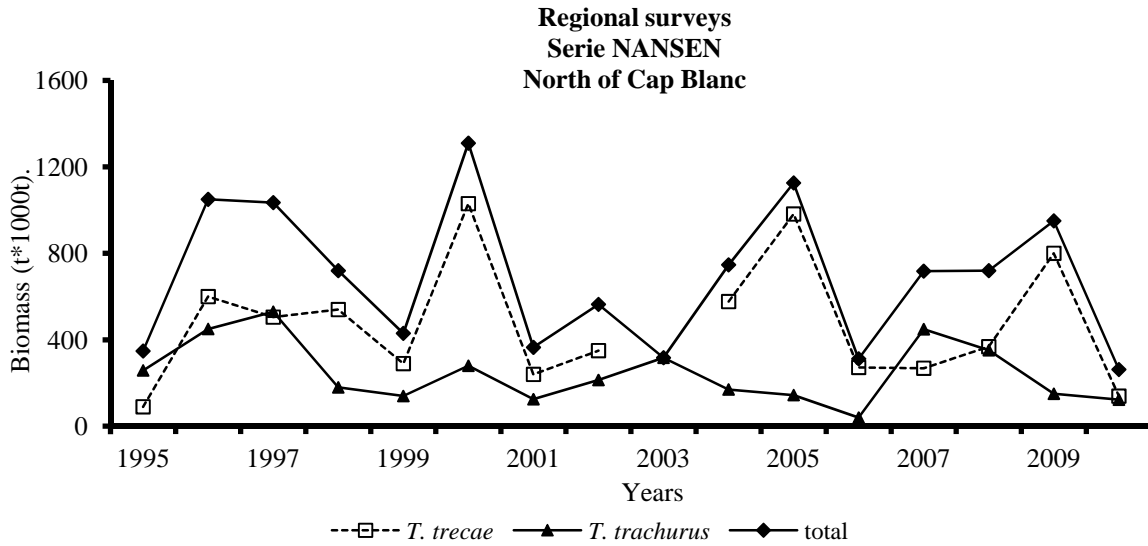
**Figure 4.2.2:** Effort (fishing days) of the Russian fleet in Mauritania and north of Cap Blanc (1990–2010)/Effort (jours de pêche) de la flottille russe en Mauritanie et au nord du Cap Blanc (1990-2010)



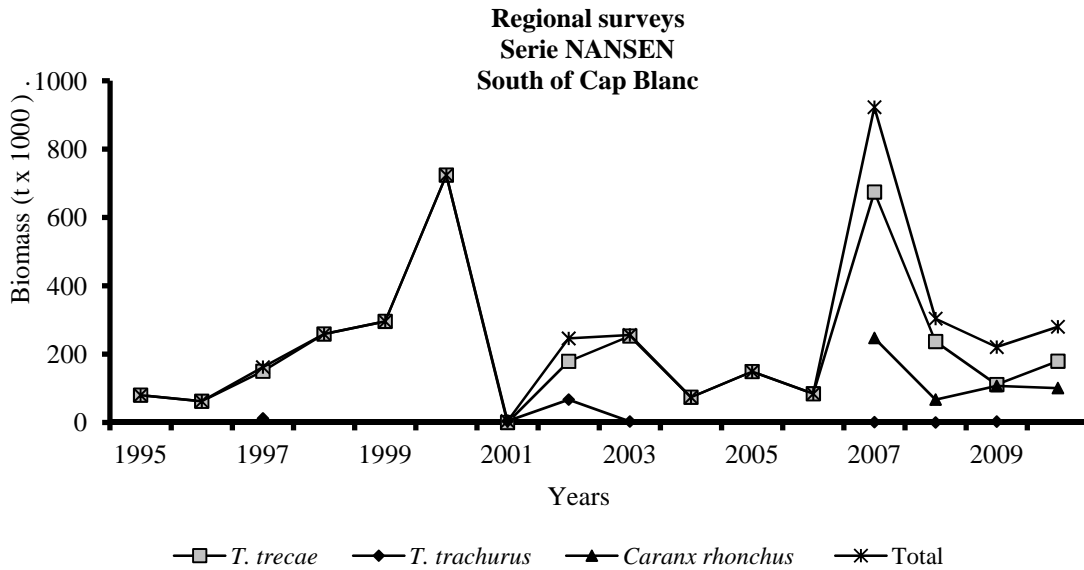
**Figure 4.3.1a:** CPUE (tonnes/Russian fishing days) of *Trachurus trachurus*, Mauritania (1990–2010)/CPUE (tonnes/jours de pêche Russie standardisés) de *Trachurus trachurus*, Mauritanie (1990-2010)



**Figure 4.3.1b:** CPUE of *Trachurus trecae*, in Mauritania (1990–2010) by Russian fleet/ CPUE de *Trachurus trecae*, en Mauritanie (1990-2010) de la flottille russe

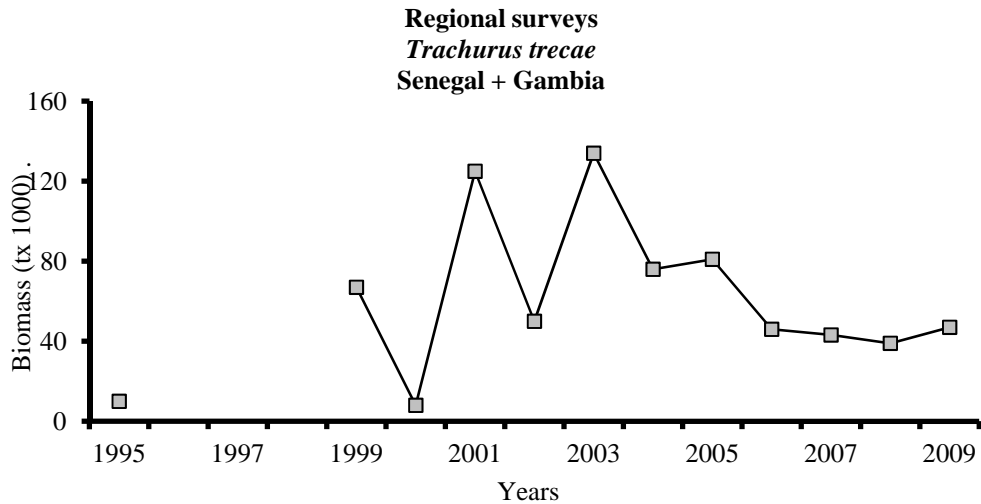


**Figure 4.3.2a:** Biomass estimates of *Trachurus trachurus* and *T. trecae* (1995–2006) for the zone north of Cap Blanc, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V AL AMIR (2007–2010) corrected/Estimations de la biomasse de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (1995-2006) pour la zone au nord du Cap Blanc, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et N/R AL AMIR (2007-2010) corrigée

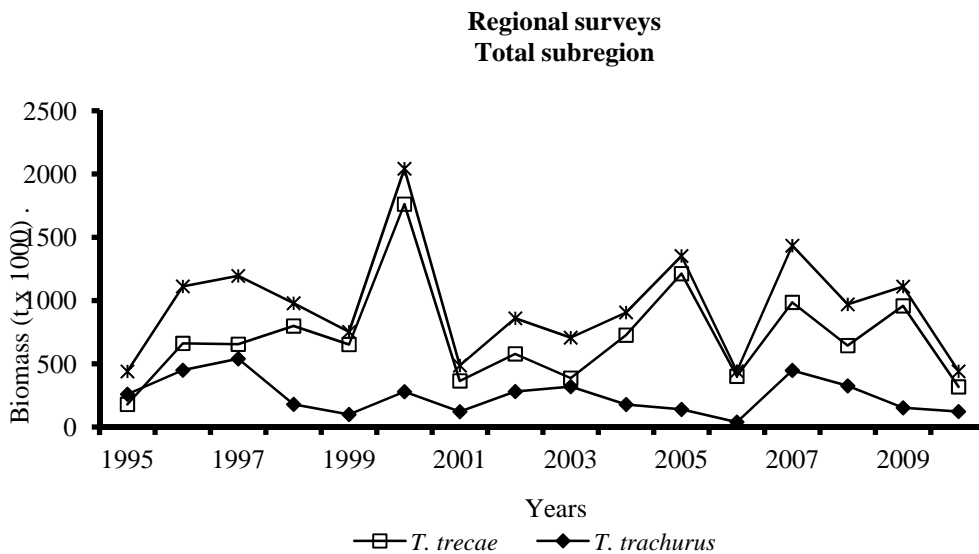


**Figure 4.3.2b:** Biomass estimates of carangids (1995–2006) for Mauritania, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V AL-AWAM (2007–2010)/Estimations de la biomasse des chinchards (1995-2006) en Mauritanie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.-déc.) et N/R AL-AWAM (2007-2010)

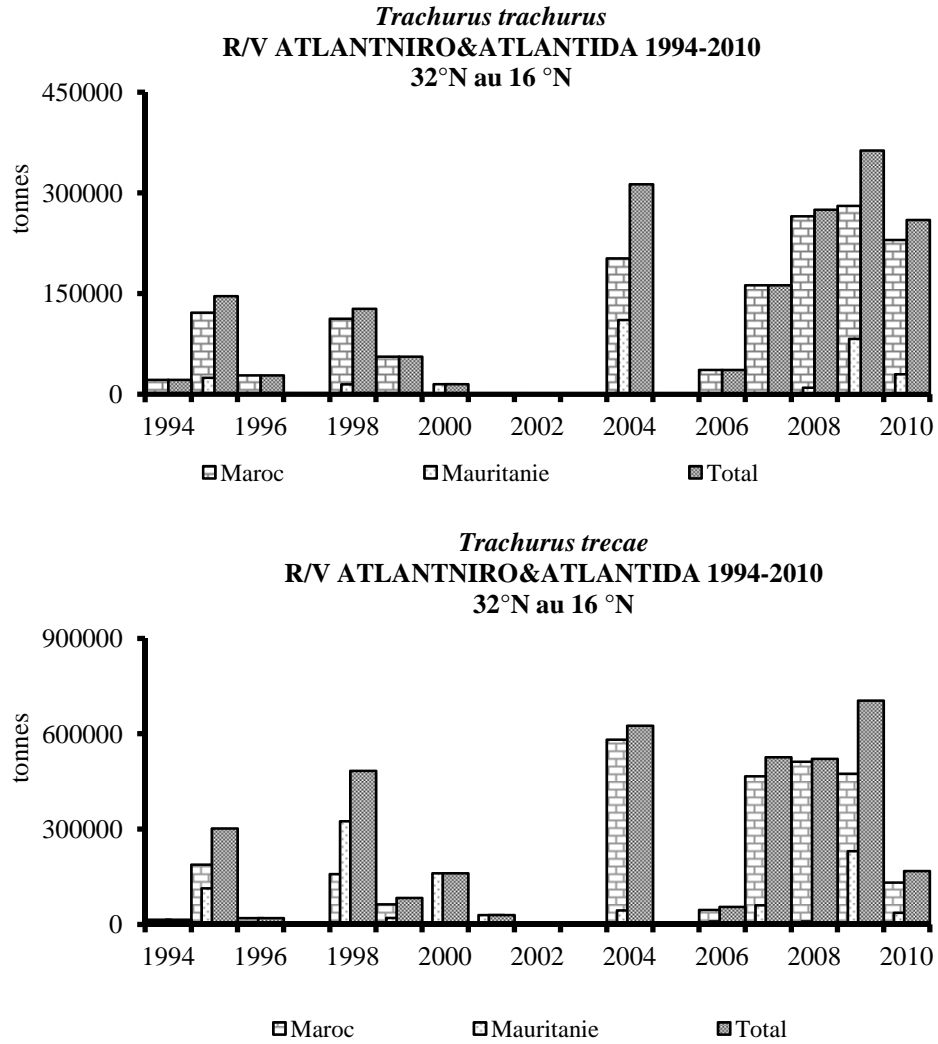




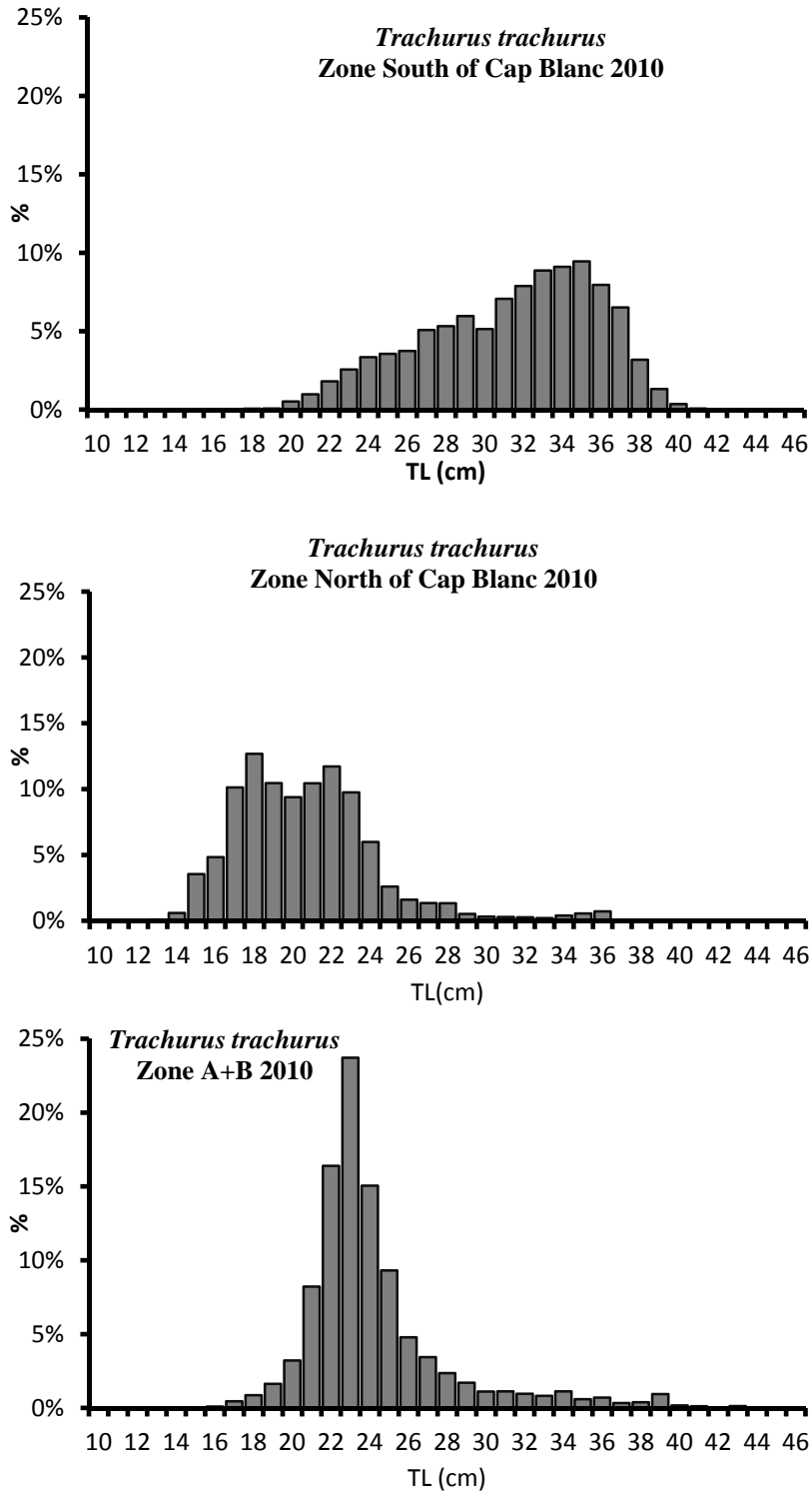
**Figure 4.3.2c:** Biomass estimates of *Trachurus trecae* (1995–2006) for Senegal and Gambia, R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and R/V ITAF DEM 2007–2009, \*in 2009 and 2010 no survey in Senegal–Gambia  
Estimations de la biomasse de *Trachurus trecae* (1995–2006) au Sénégal et en Gambie, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.–déc.) et N/R ITAF DEME 2007–2009, \*en 2009 et 2010 pas de campagne au Sénégal et en Gambie



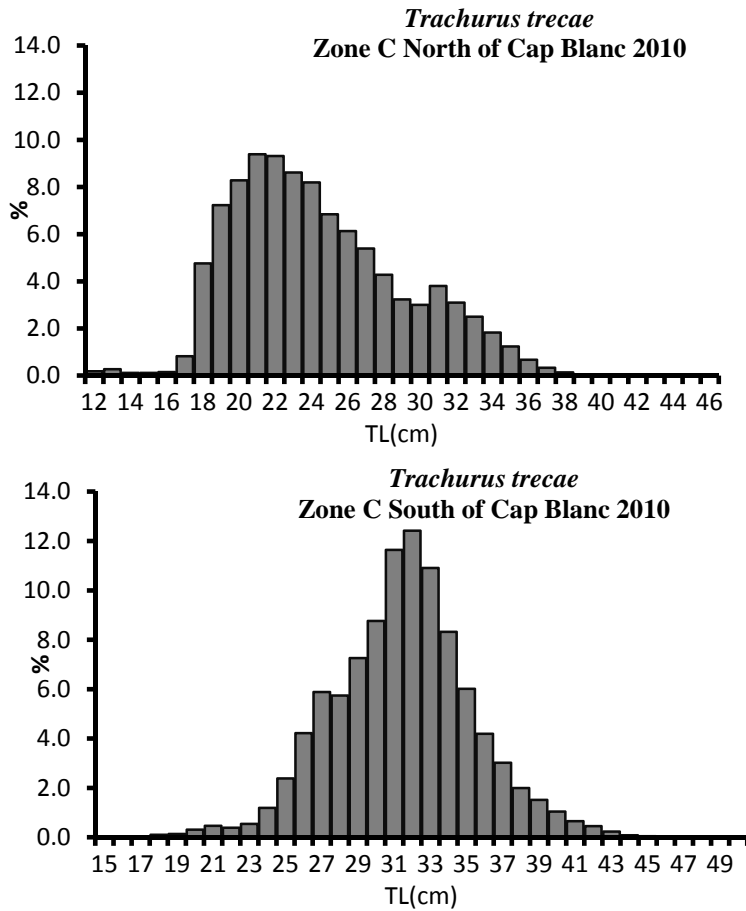
**Figure 4.3.2d:** Biomass estimates of *Trachurus trecae* and *T. trachurus* (1995–2006) for total subregion by R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (Nov.–Dec.) and national R/Vs for 2007–2008 corrected and 2009 estimates by the other R/Vs 2010 without estimations/Estimations de la biomasse de *Trachurus trecae* et *T. trachurus* (1995–2006) pour toute la sous-région, N/R DR. FRIDTJOF NANSEN (nov.–déc.) et navires de recherche nationaux 2007–2008 corrigée et 2009 estimation à partir des autres N/R et 2010 sans estimation



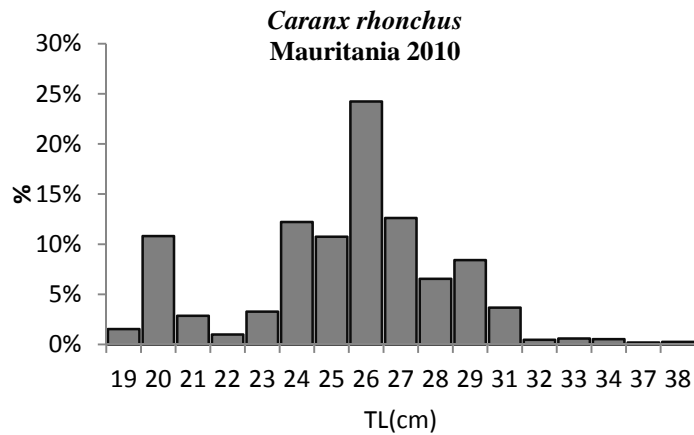
**Figure 4.3.2e:** Biomass estimates of carangids (1994–2010) by R/V ATLANTNIRO and ATLANTIDA from 32°N to 16°N/Estimations de la biomasse des chinchards (1994-2010) de 32°N à 16°N, N/R ATLANTNIRO et ATLANTIDA



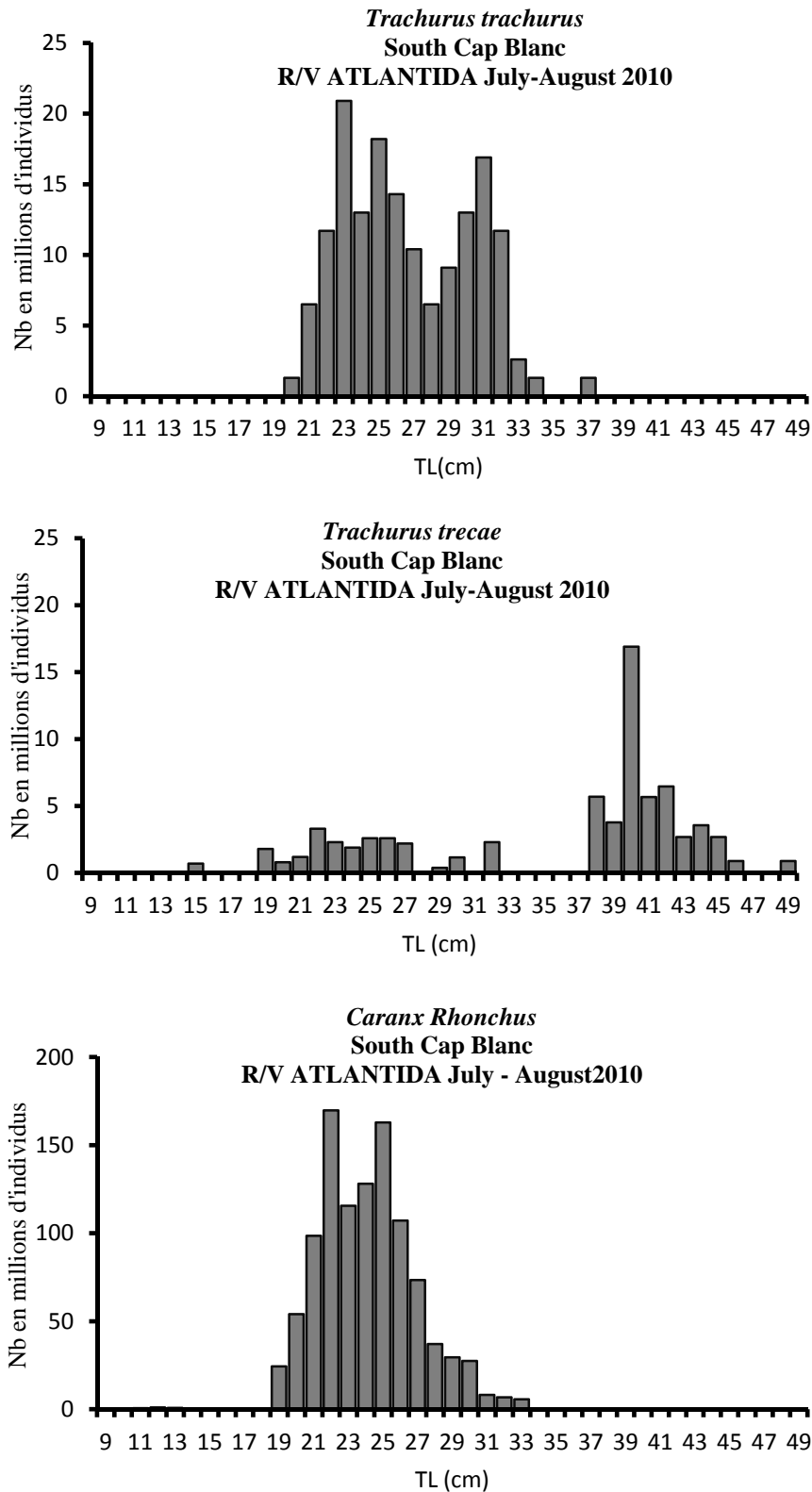
**Figure 4.5.1a:** Catch length distribution in percentage of *Trachurus trachurus* from Russian fleet in Zone C in 2010/Composition en taille des captures de *Trachurus trachurus* de la flottille russe en pourcentage en 2010 dans la zone C



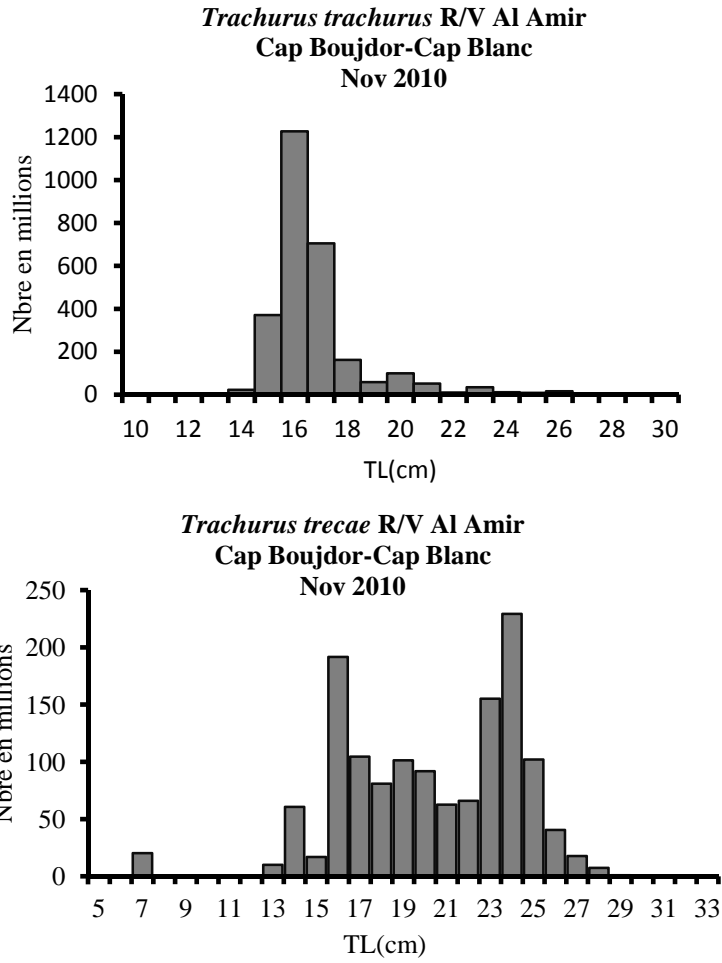
**Figure 4.5.1b:** Length distribution of catches in percentage of *Trachurus trecae* from Russian fleet in Zone C in 2010/Composition par tailles des captures de *Trachurus trecae* de la flottille russe en pourcentage en 2010 dans la zone C



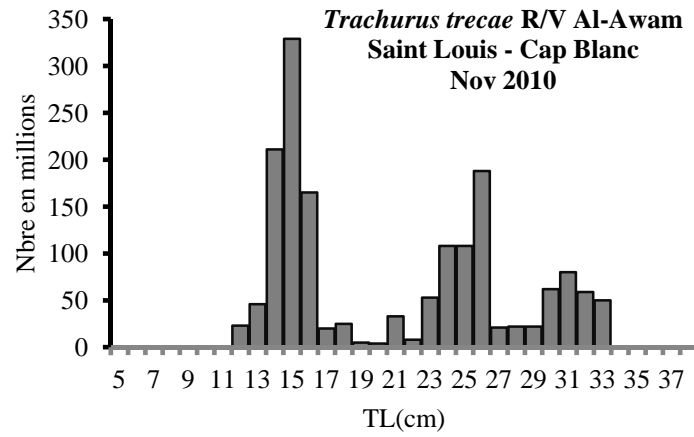
**Figure 4.5.1c:** Length distribution of catches in percentage of *Caranx rhonchus* from Russian fleet in Zone C in 2010/Composition par tailles des captures de *Caranx rhonchus* de la flottille russe en pourcentage en 2010 dans la zone C



**Figure 4.5.1d:** Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae* in July 2010 by R/V ATLANTIDA/Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae* en juillet 2010 par le N/R ATLANTIDA

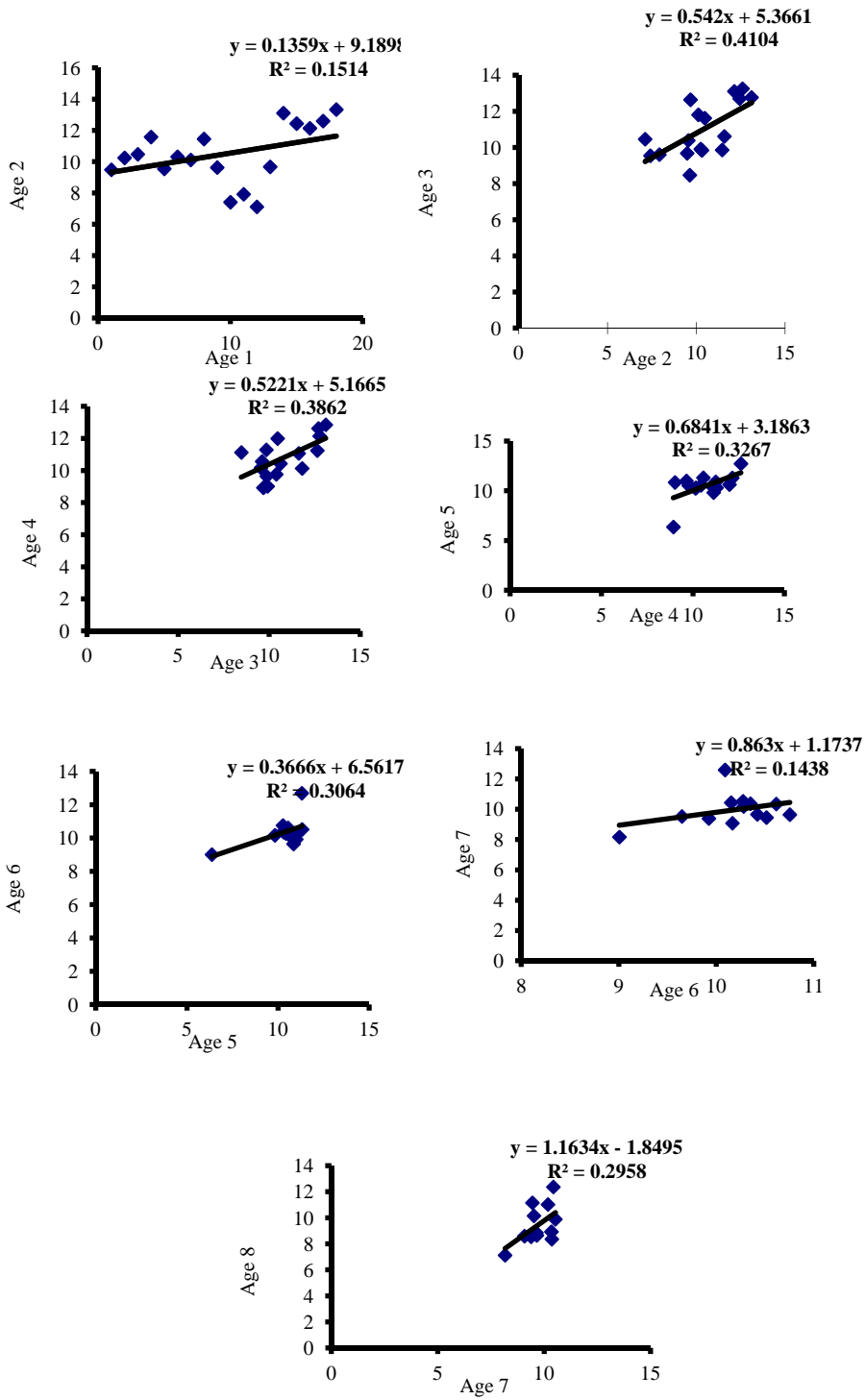


**Figure 4.5.1e:** Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trachurus* and *T. trecae* (November 2010), R/V AL AMIR ABDALLAH/Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trachurus* et *T. trecae* (novembre 2010), N/R AL AMIR ABDALLAH



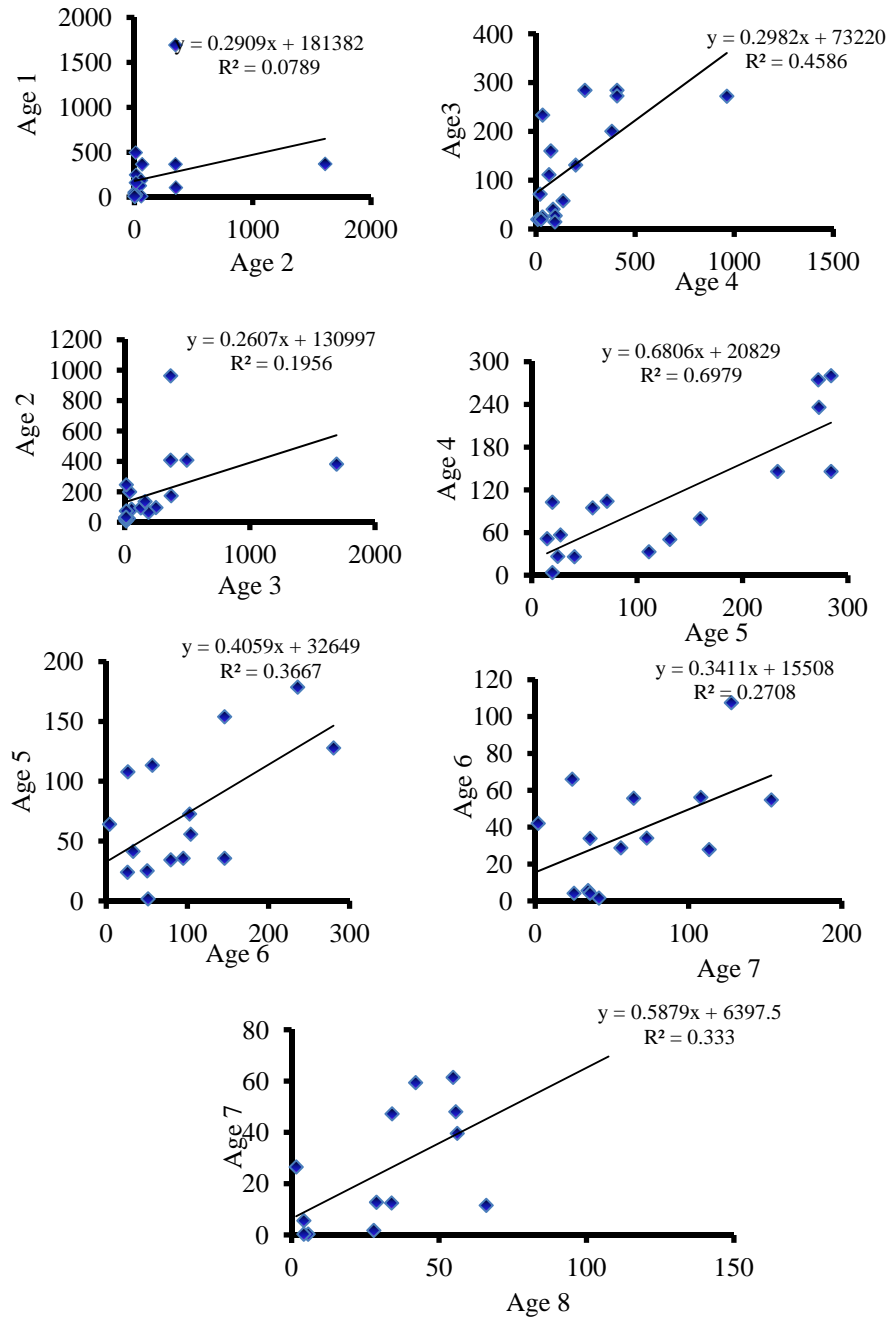
**Figure 4.5.1f:** Length composition (in millions of individuals) for *Trachurus trecae* (November 2010), R/V AL-AWAM Composition par tailles (en millions) de *Trachurus trecae* (novembre 2010), N/R AL-AWAM

*Tr. trachurus*

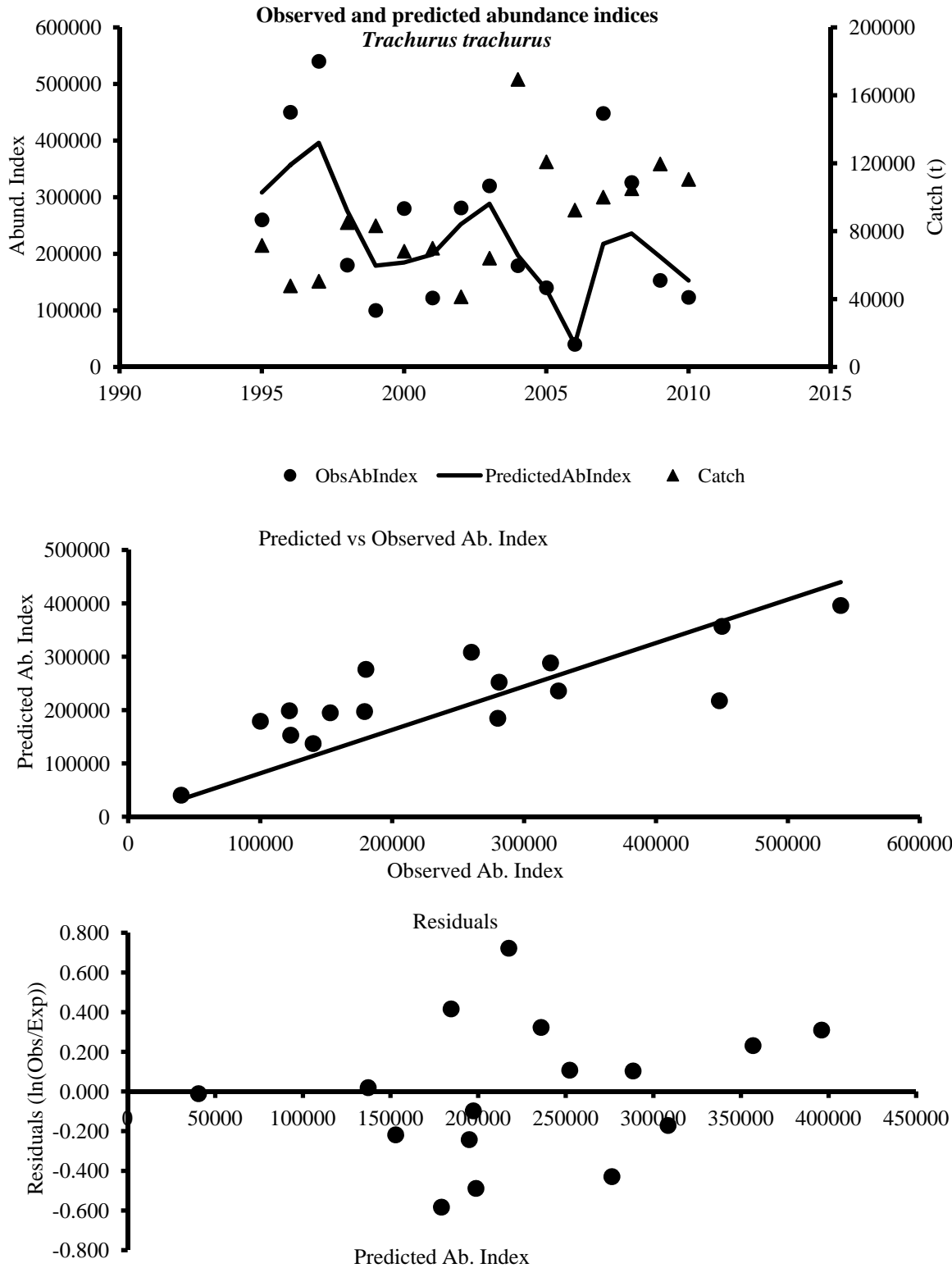


**Figure 4.6.1:** Exploratory analyses of the age data for *Trachurus trachurus* in 2010/  
 Analyses exploratoires des données d'âge de *Trachurus trachurus* in 2010

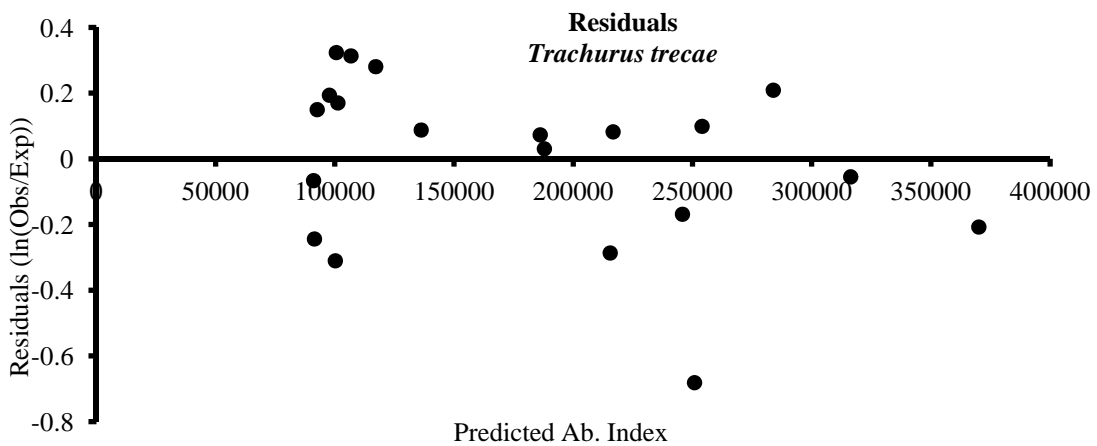
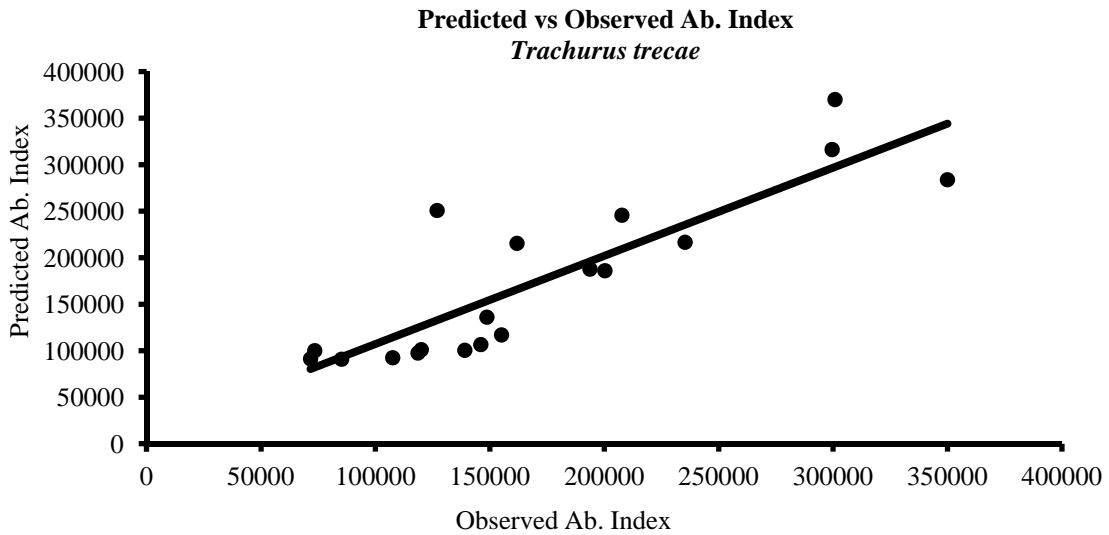
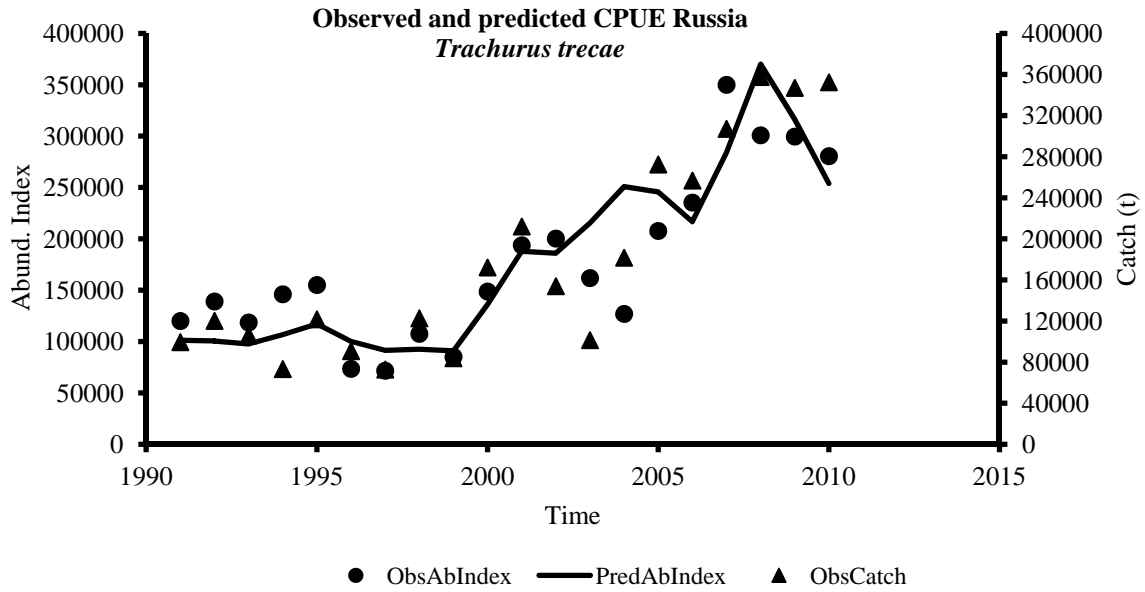




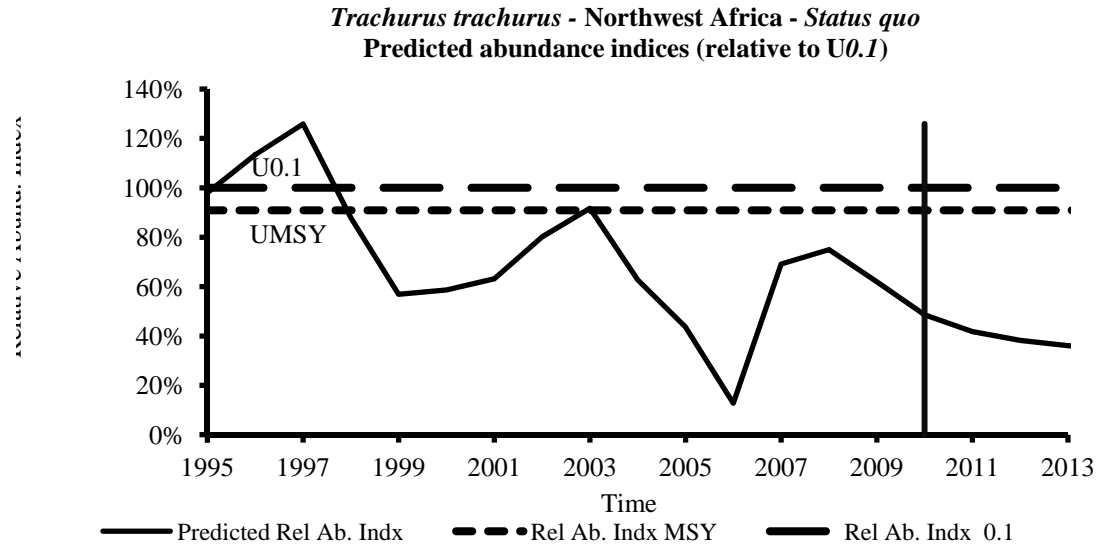
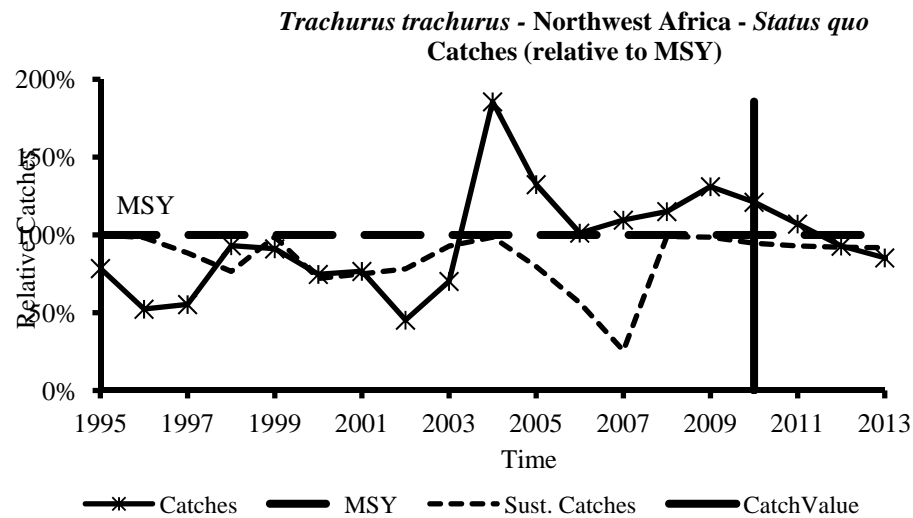
**Figure 4.6.2:** Exploratory analyses of the age data for *Trachurus trecae*  
Analyses exploratoires des données d'âge de *Trachurus trecae*



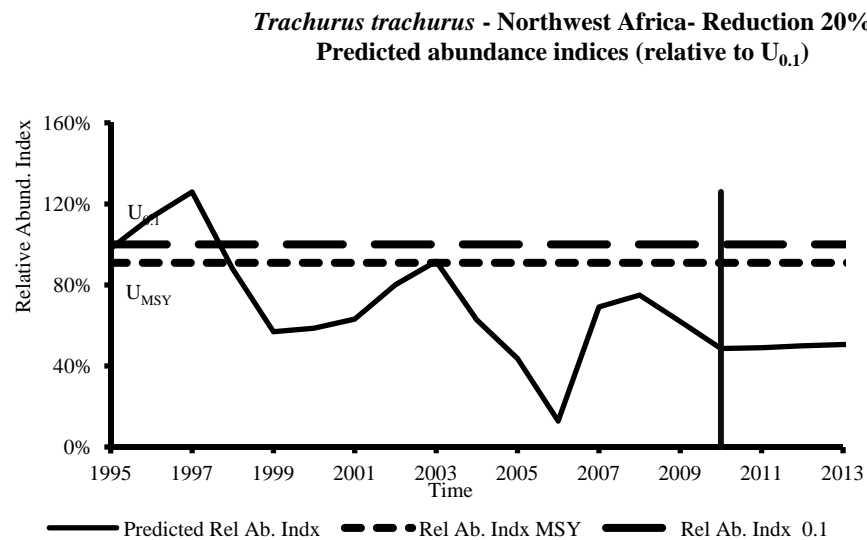
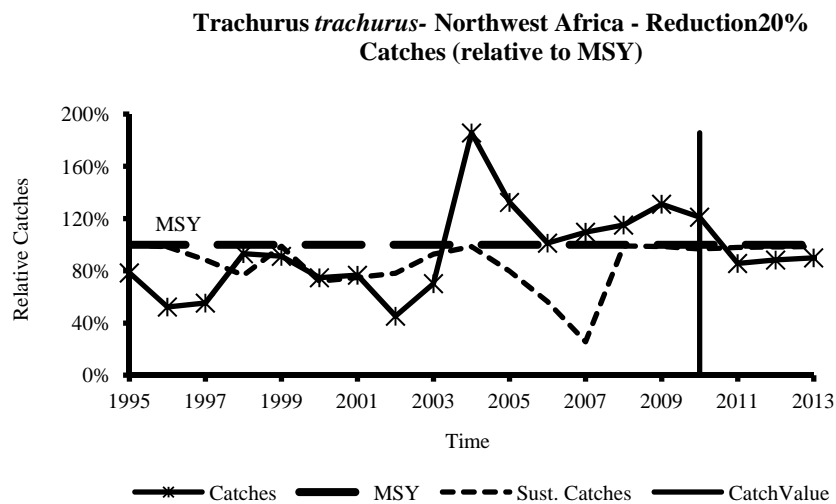
**Figure 4.6.3:** Observed and predicted abundance indices for *T. Trachurus* using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and coordinated national surveys and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour *T. Trachurus* en utilisant les estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN, les campagnes de recherche nationales coordonnées et les diagnostics du modèle



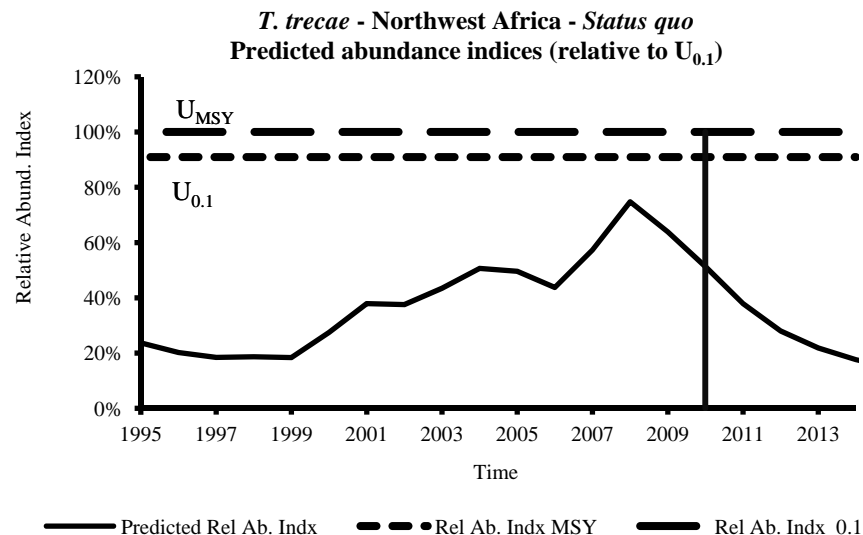
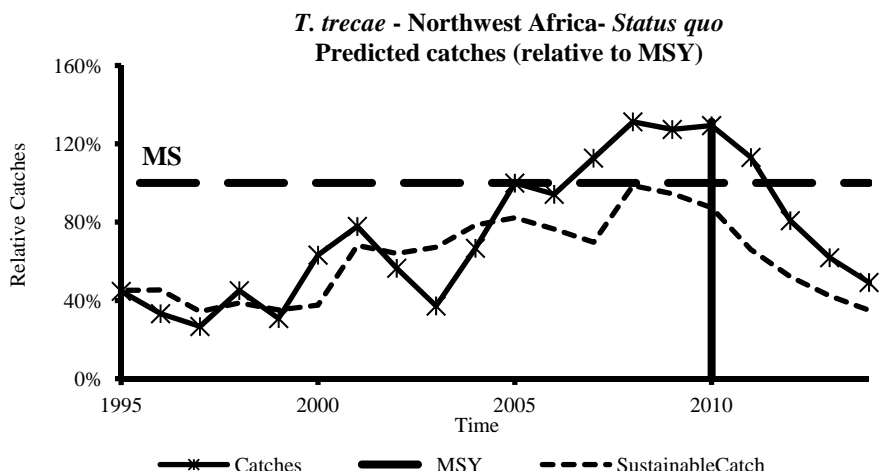
**Figure 4.6.4:** Observed and predicted abundance indices for *T. trecae* using biomass estimates from Russian CPUE series and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour *T. trecae* en utilisant les estimations de biomasse de la série russe et les diagnostics du modèle



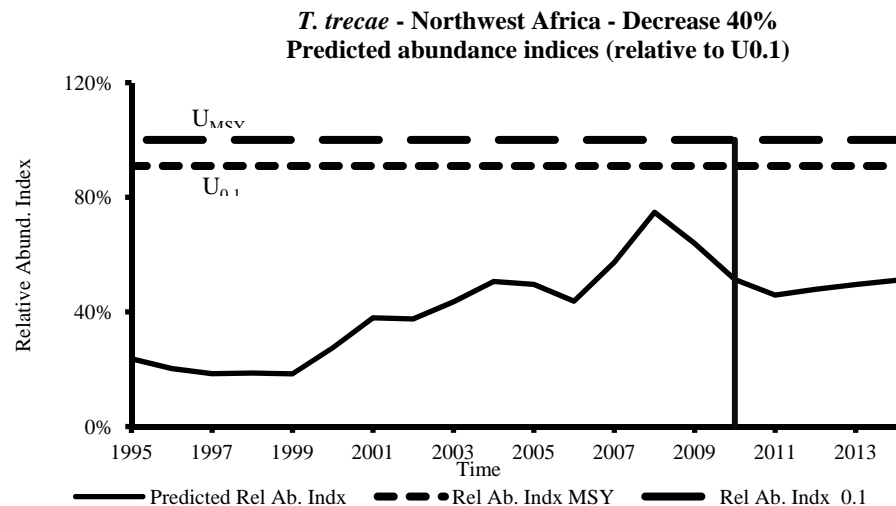
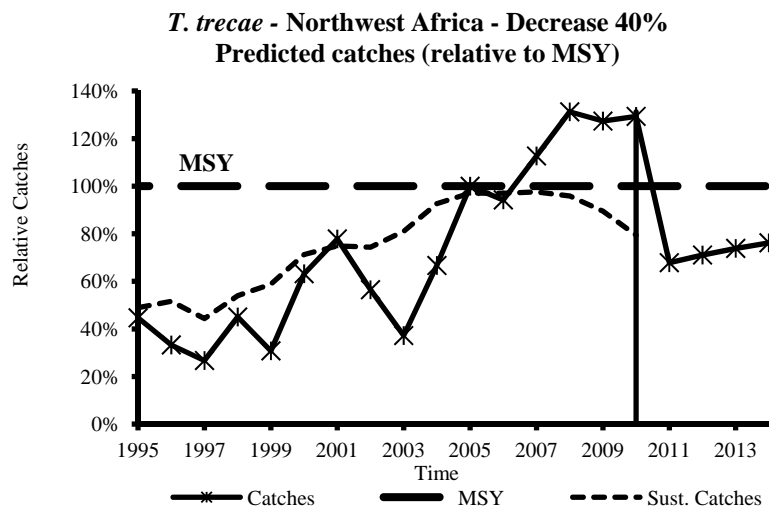
**Figure 4.7.1a:** Projected trends in catches and abundance of *T. trachurus* – Scenario I (*Status quo*)/Prédiction des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trachurus* – Scénario I (*Status quo*)



**Figure 4.7.1b:** Projected trends in catches and abundance of *T. trachurus* – Scenario II (20% decrease in effort)/Projection des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trachurus* – Scénario II (diminution de 20% de l'effort)

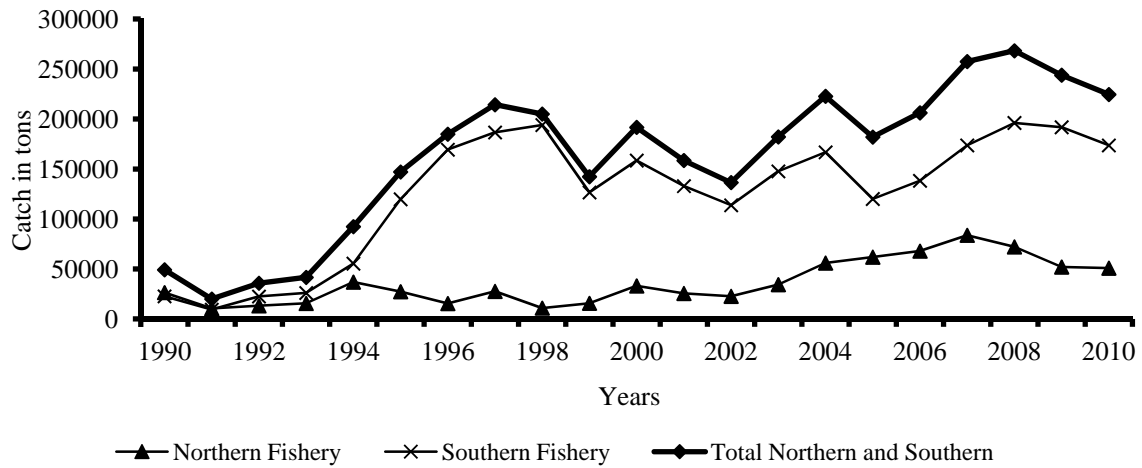


**Figures 4.7.2a:** Projected trends in catches and abundance of *T. trecae* – Scenario I (*Status quo*)/Projection des tendances dans les captures et de l’abondance pour *T. trecae* – Scénario I (*Status quo*)



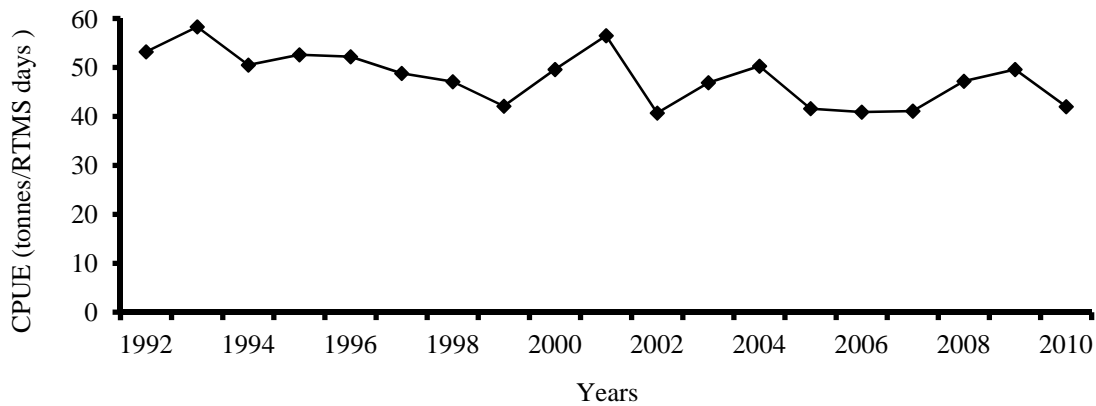
**Figure 4.7.2b:** Predicted trends in catches and abundance of *T. trecae* – Scenario II (40% decrease in effort)/Projection des tendances dans les captures et de l’abondance pour *T. trecae* – Scénario II (diminution de 40% de l’effort)

*Scomber japonicus*



**Figure 5.2.1:** Total catches (tonnes) of *Scomber japonicus* in the subregion by fishery and year (1990–2010)/Captures totales (en tonnes) de *Scomber japonicus* dans la sous-région par pêche et par année (1990-2010)

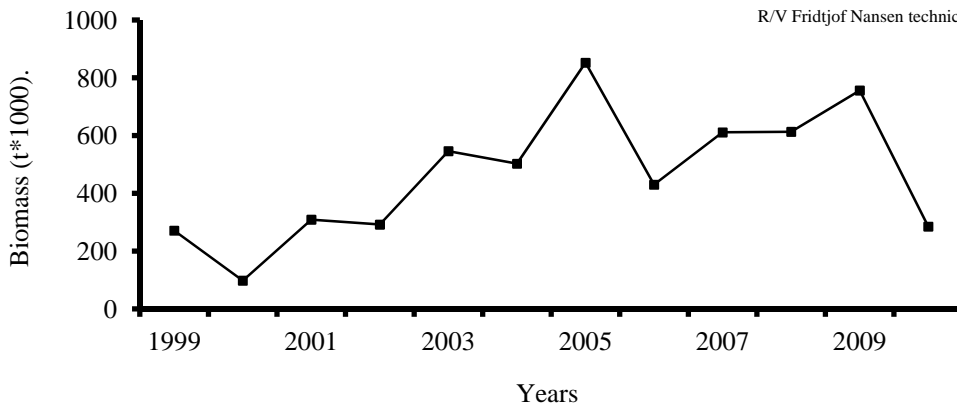
**Stock North and South**  
*Scomber japonicus*



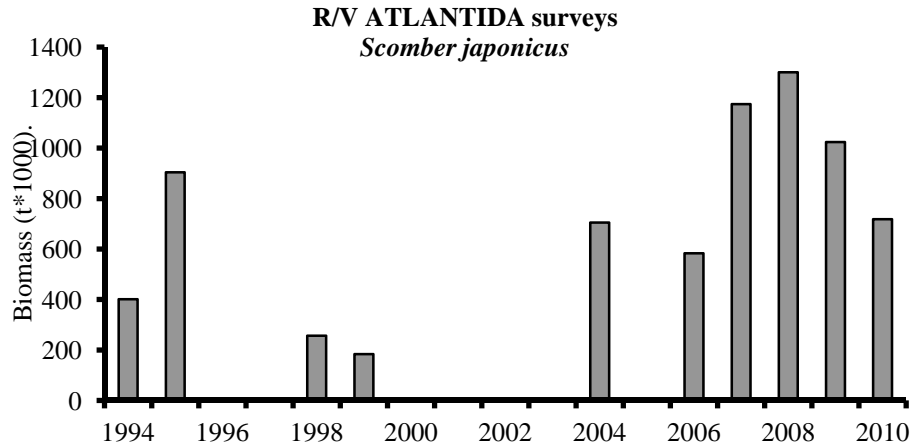
**Figure 5.3.1:** Standardized CPUE from Russian fleet of *Scomber japonicus* (tonnes/RTMS day)/CPUE standardisées de la flottille russe de *Scomber japonicus* (tonnes/jours RTMS)

**Regional surveys (Nov.-Dec.)**  
*Scomber japonicus*

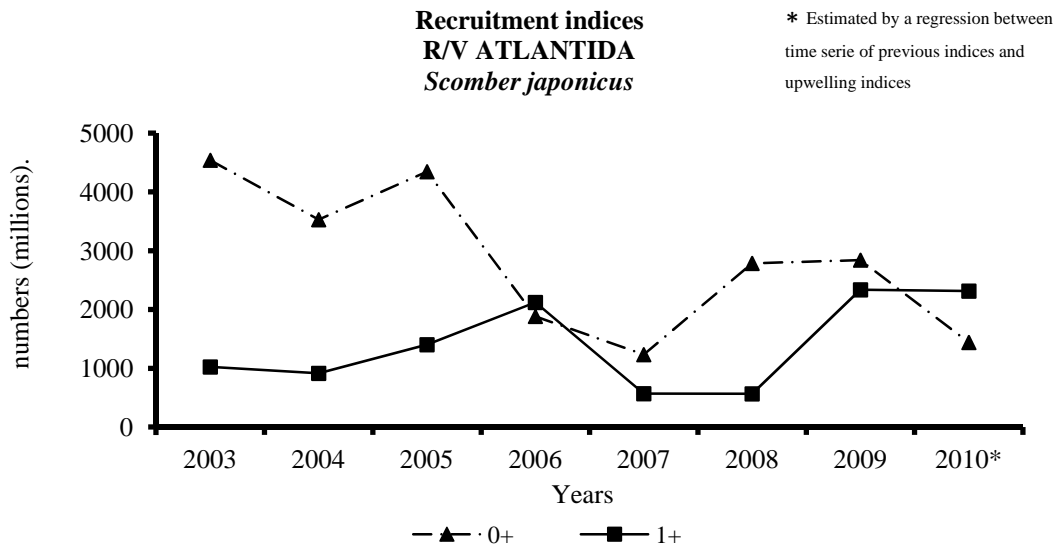
2005 partially estimated by R/V Al Amir My Abdellah with a correcting multiplicative factor (1,265) after a R/V Fridtjof Nansen technical brake



**Figure 5.3.2a:** Biomass estimates of *Scomber japonicus* by the regional surveys/Estimations de la biomasse du *Scomber japonicus* à partir des campagnes de recherche régionales

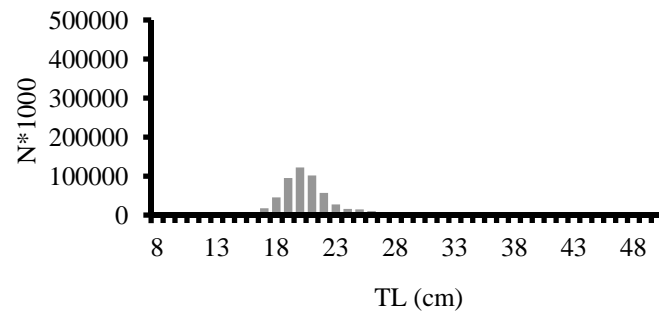


**Figure 5.3.2b:** Biomass estimates of *Scomber japonicus* from the R/V ATLANTIDA surveys/Estimations de la biomasse du *Scomber japonicus* à partir des campagnes du N/R ATLANTIDA

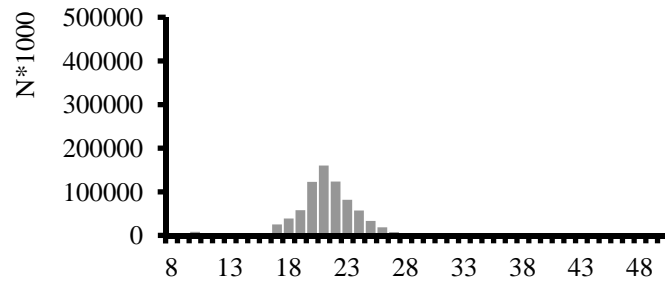


**Figure 5.3.2c:** Recruitment indices of *Scomber japonicus* from the R/V ATLANTIDA surveys (November–January)/Estimations des indices de recrutement du *Scomber japonicus* à partir des campagnes de recrutement du N/R ATLANTIDA (novembre-janvier)

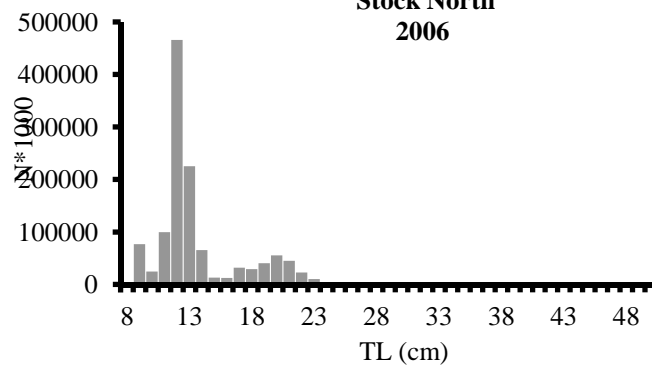
*Scomber japonicus*  
Stock North  
2004



*Scomber japonicus*  
Stock North  
2005

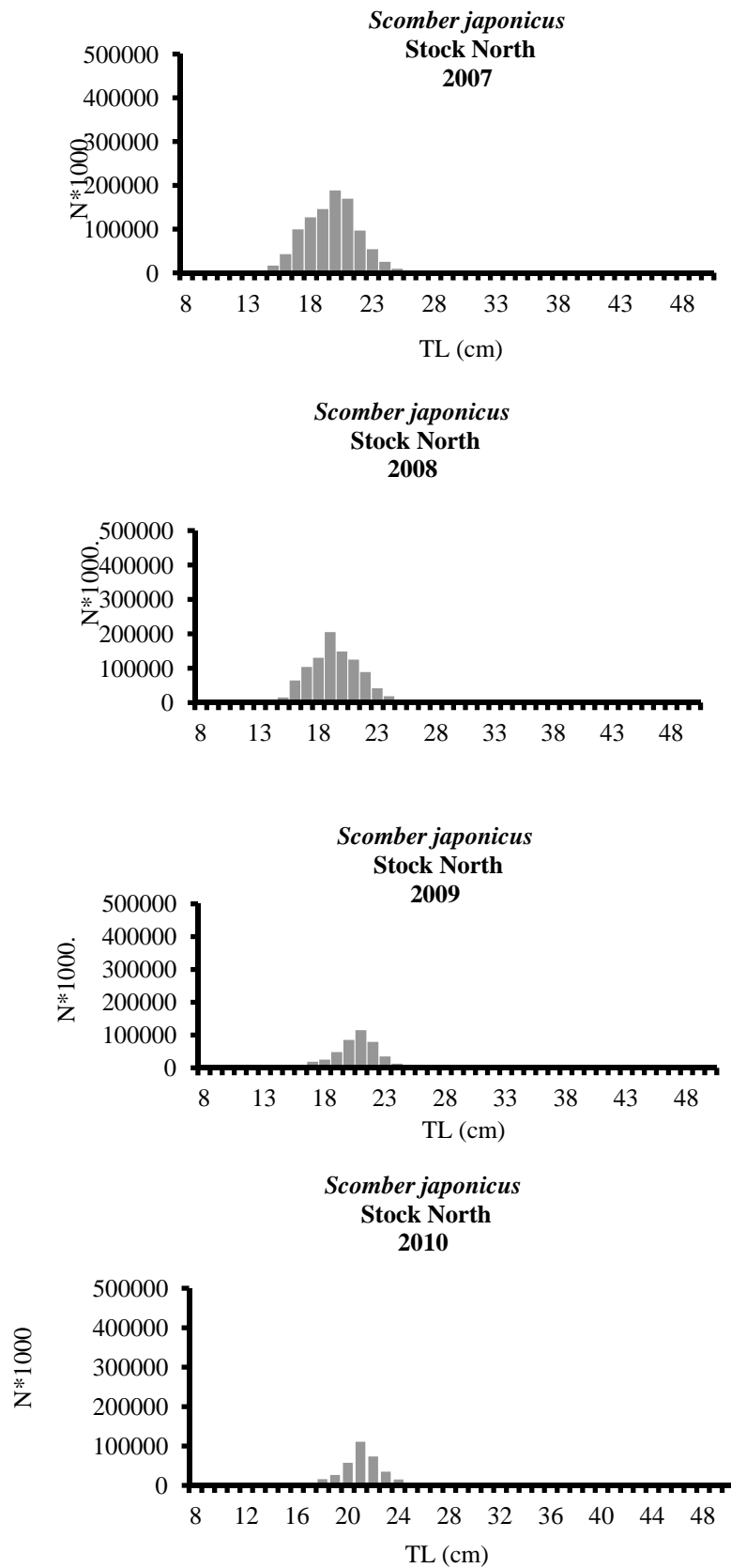


*Scomber japonicus*  
Stock North  
2006

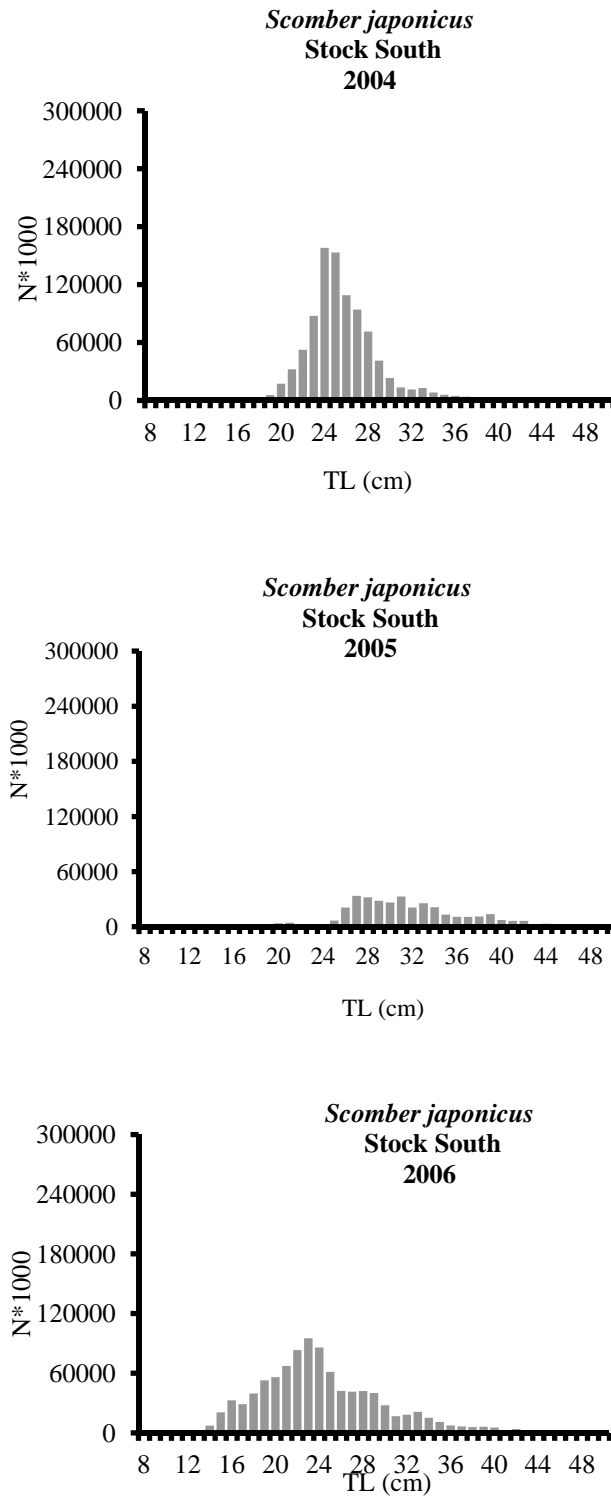


**Figure 5.5.1a:** Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the northern stock/  
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock nord

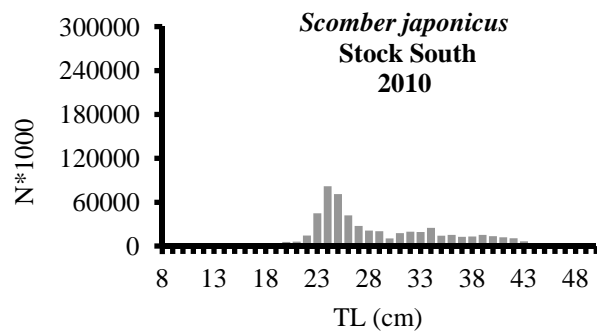
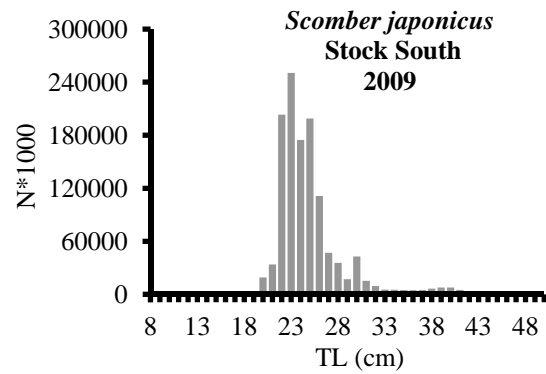
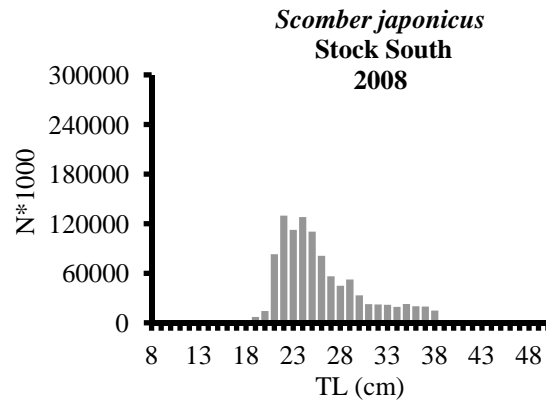
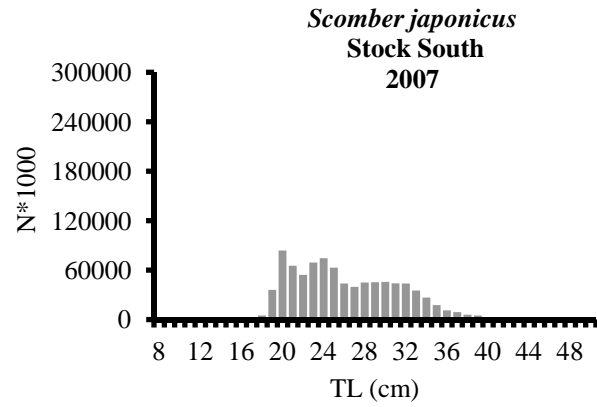




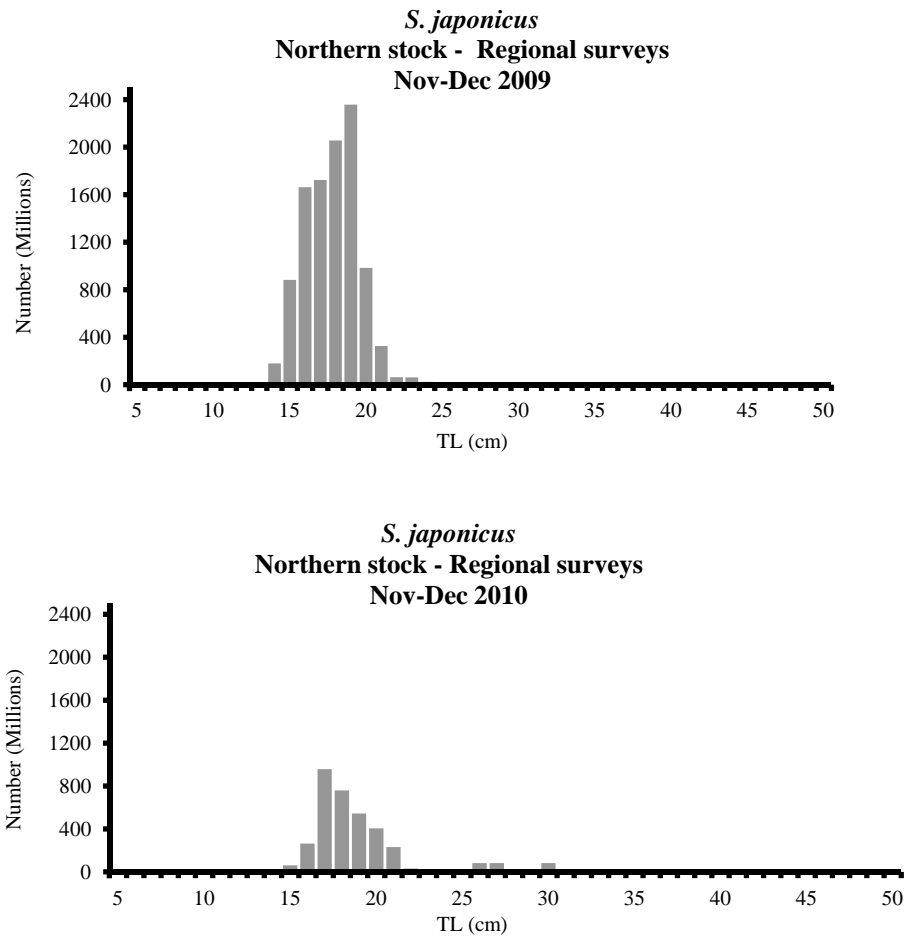
**Figure 5.5.1a (cont.):** Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the northern stock/  
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock nord



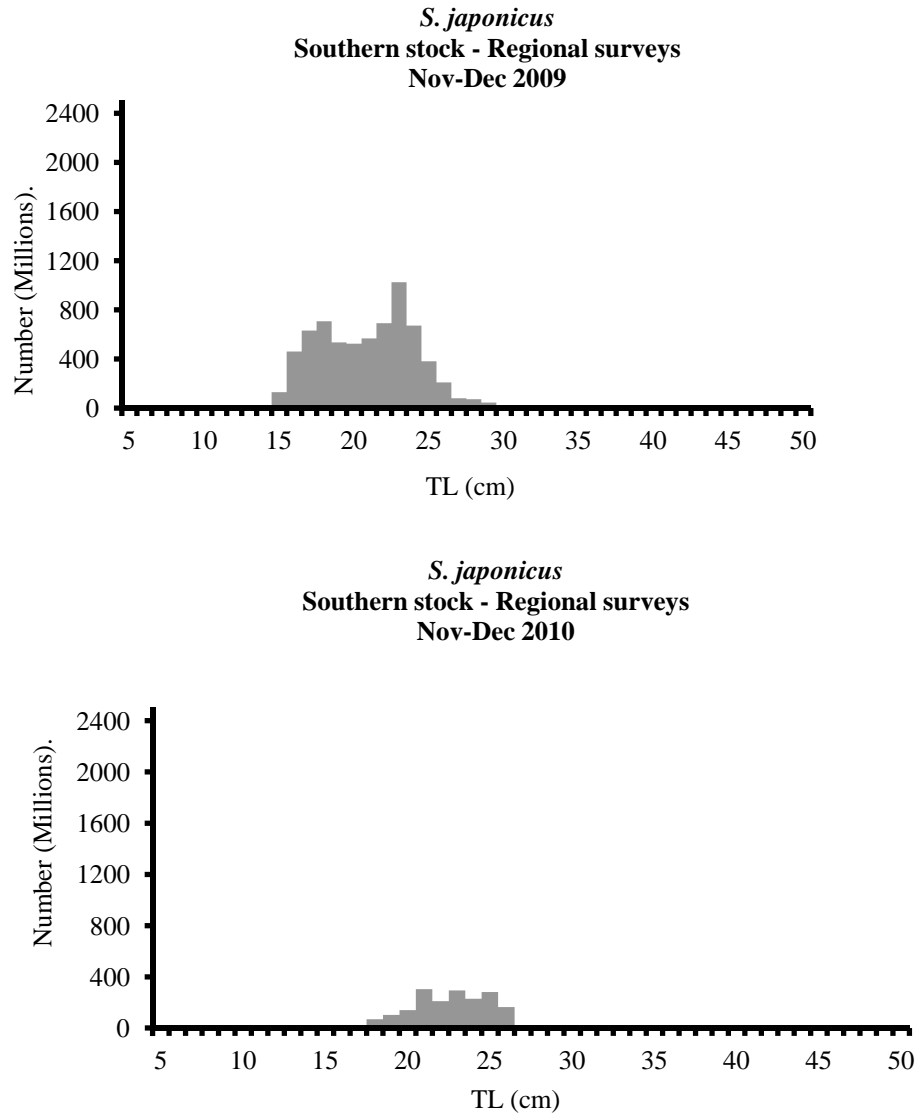
**Figure 5.5.1b:** Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the southern stock/  
Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock sud



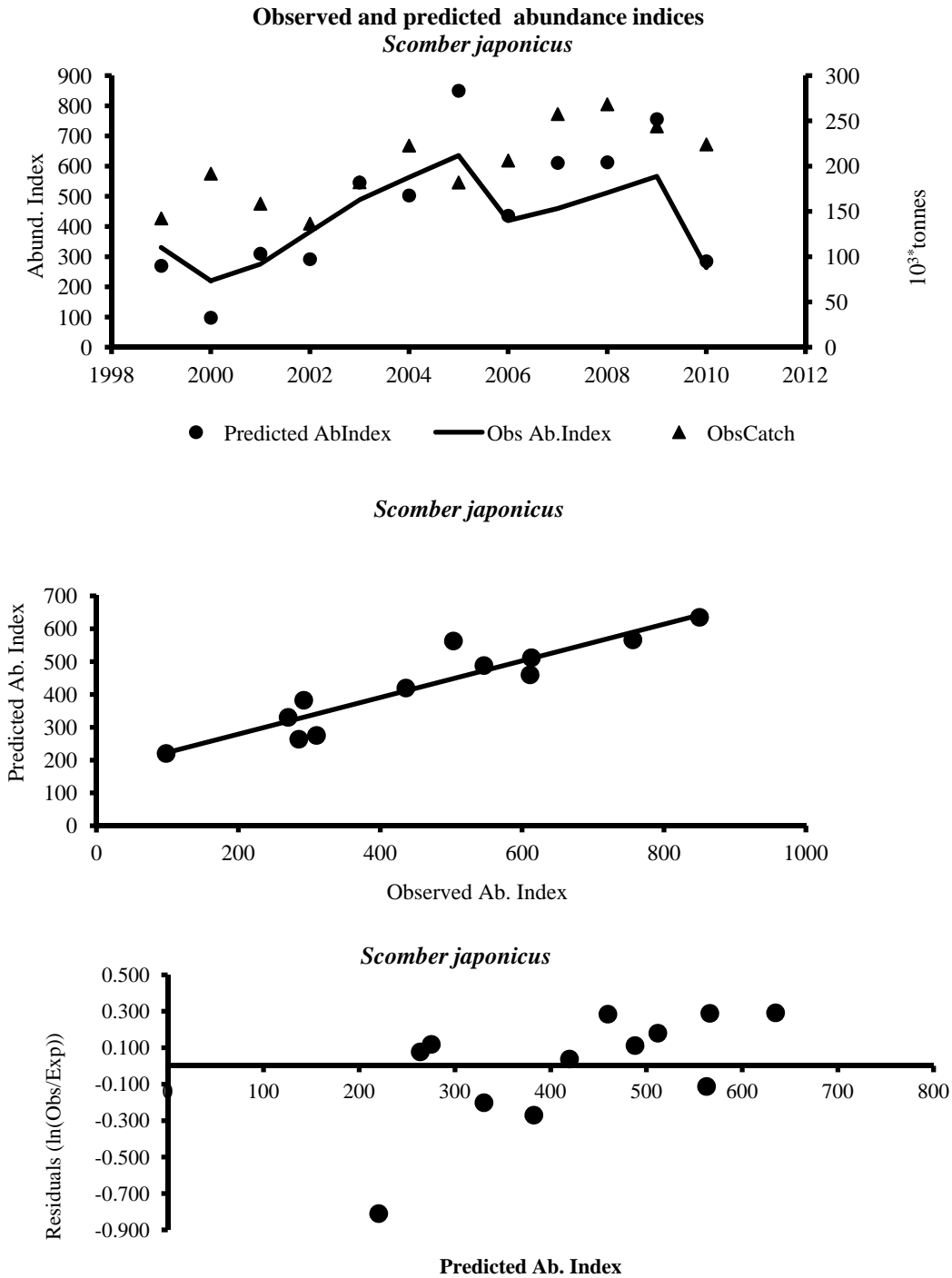
**Figure 5.5.1b (cont.):** Length composition of landings of *Scomber japonicus* in the southern stock/Composition des tailles dans les débarquements de *Scomber japonicus* dans le stock sud



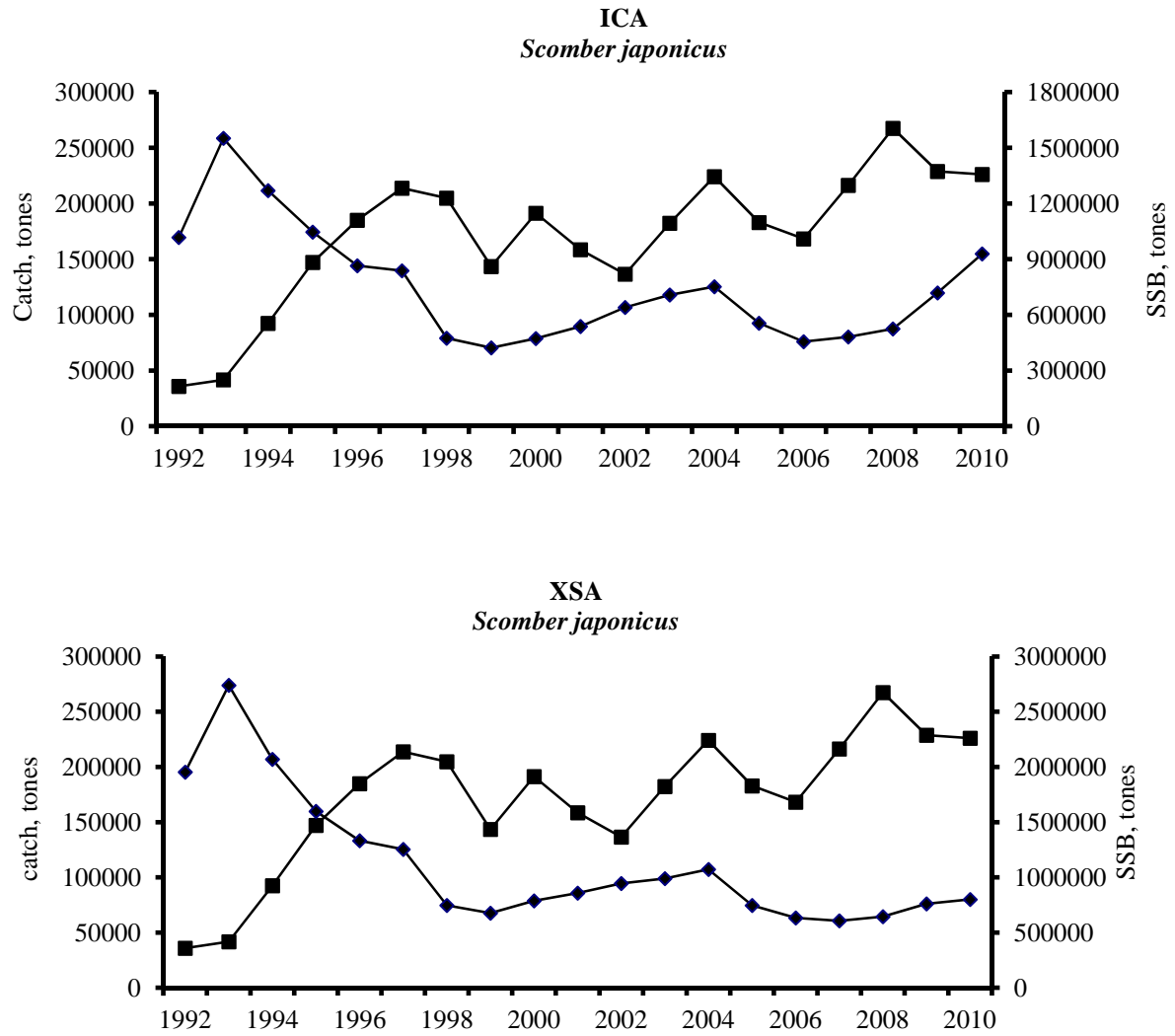
**Figure 5.5.2a:** Length composition of *Scomber japonicus* in the northern stock from the coordinated surveys (in millions of fish)/Composition des tailles de *Scomber japonicus* dans le stock nord à partir des campagnes coordonnées (en millions de poissons)



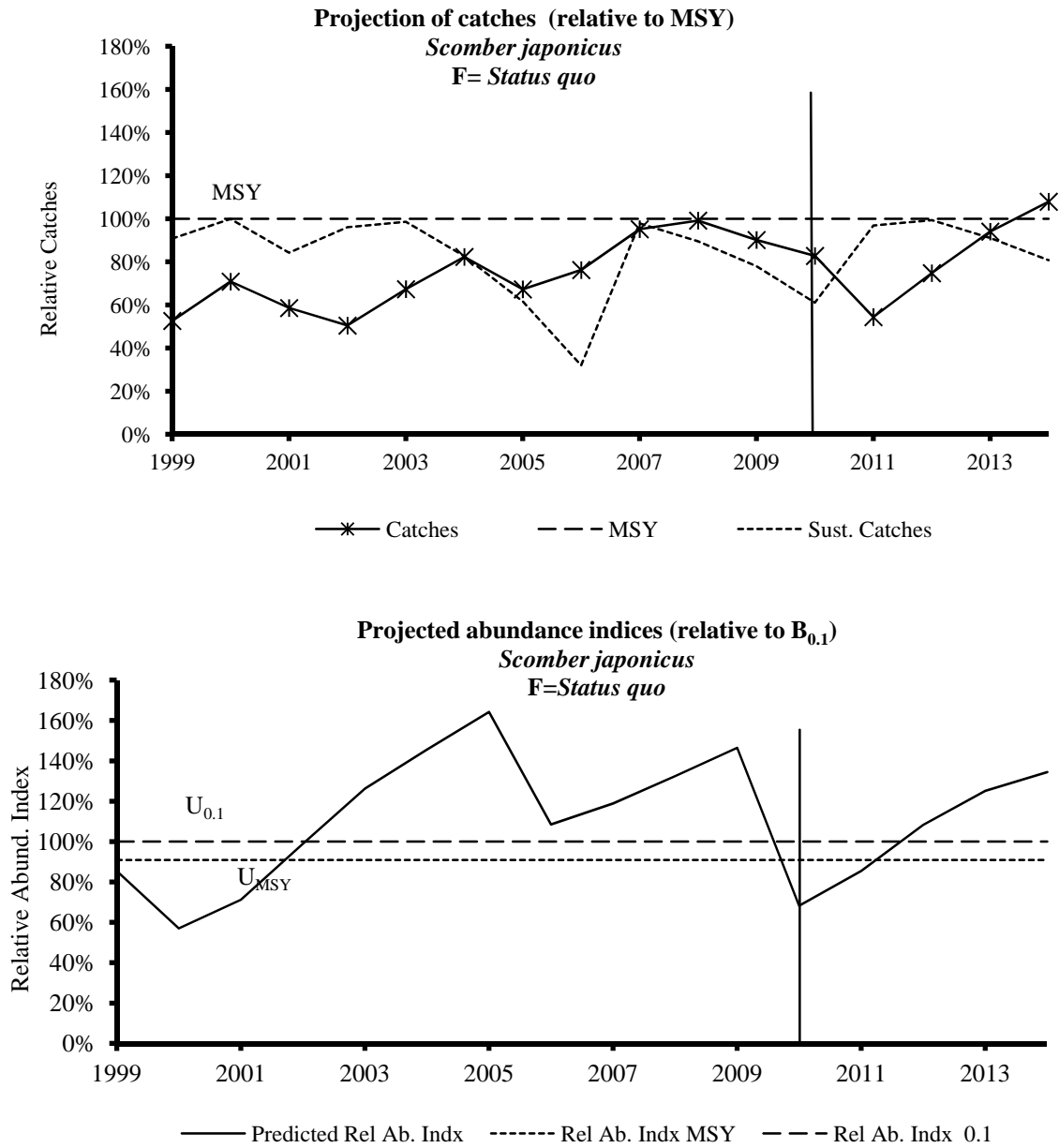
**Figure 5.5.2b:** Length composition of *Scomber japonicus* in the southern stock from the coordinated surveys (in millions of fish)/Composition des tailles de *Scomber japonicus* dans le stock sud à partir des campagnes coordonnées (en millions de poissons)



**Figure 5.6.2:** Observed and predicted abundance indices for *Scomber japonicus* using biomass estimates from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and coordinated national surveys and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observés et prévus pour *Scomber japonicus* à partir des estimations de biomasse du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et des campagnes de recherche nationales coordonnées ainsi que des diagnostics du modèle

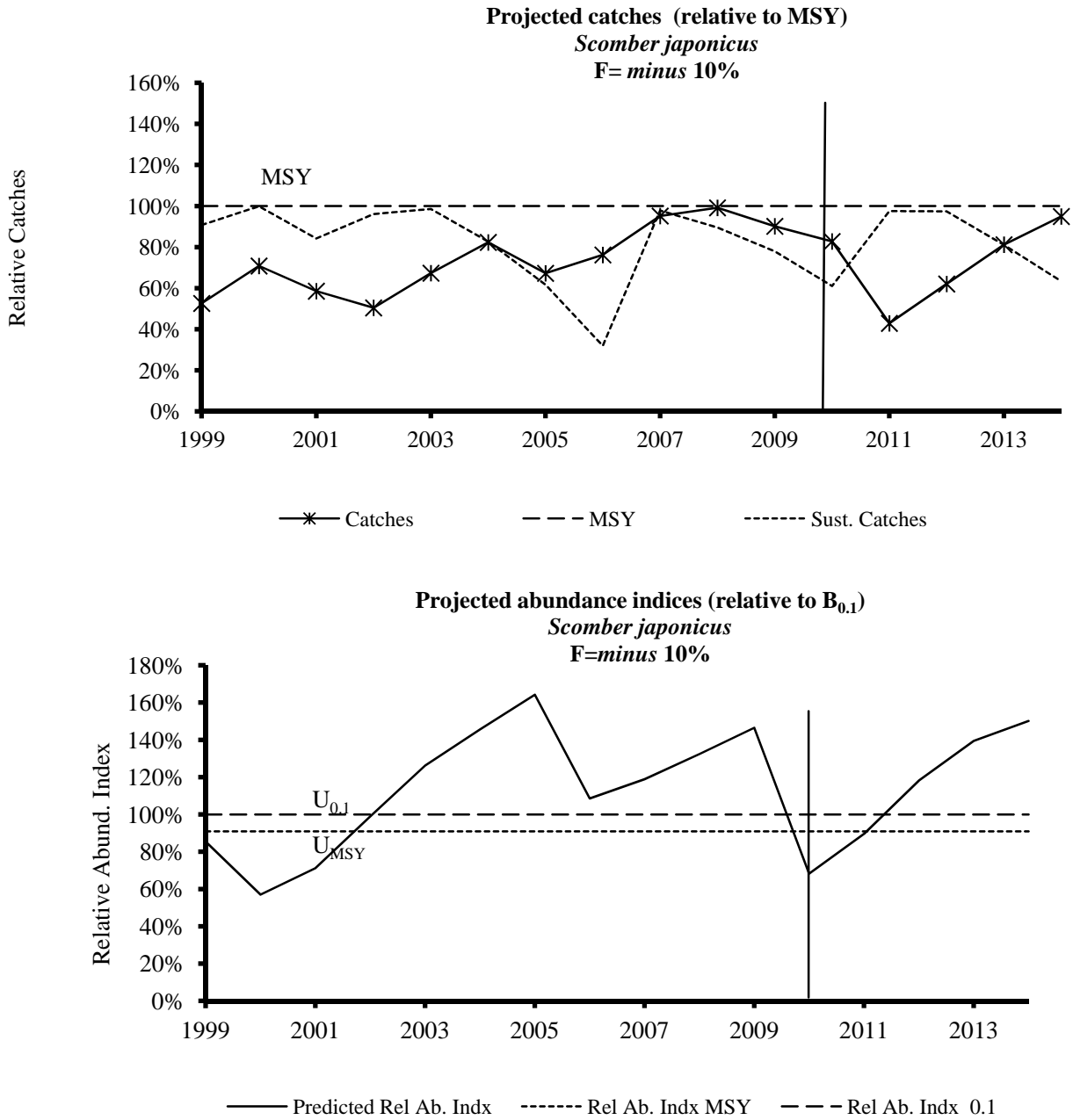


**Figure 5.6.3:** Observed catches and predicted Spawning Stock Biomass (SSB) for *Scomber japonicus* using the models ICA and XSA/Captures observées et Biomasse du stock reproducteur (BSR) prévue pour *Scomber japonicus* en utilisant les modèles ICA et XSA

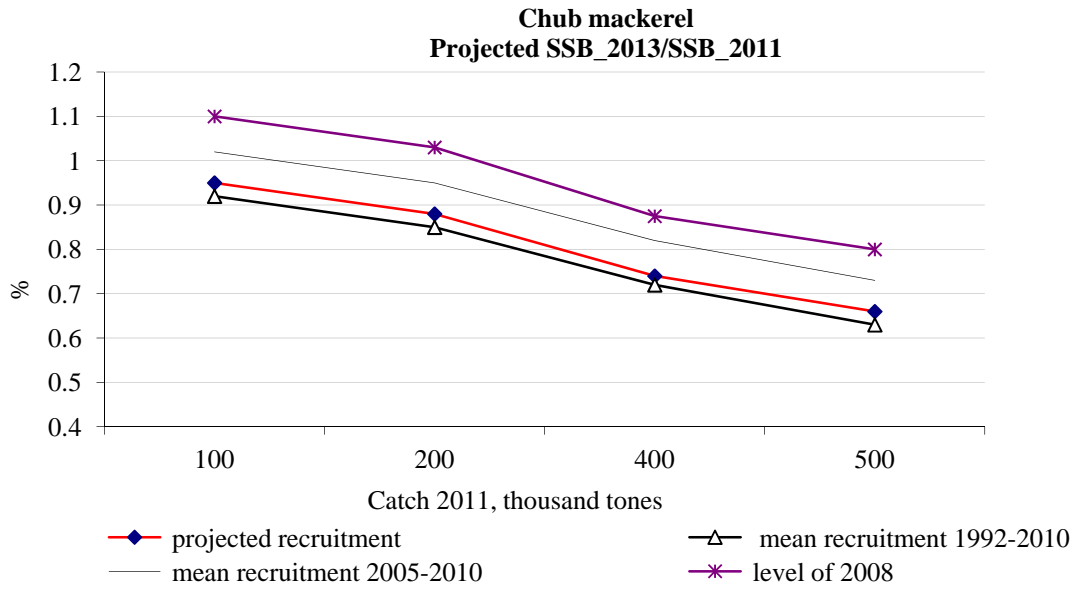


**Figure 5.7.1a:** Predicted catches and abundance of *Scomber japonicus* in the northern and southern stock – Scenario I (*Status quo*)/Prédictions des captures et de l'abondance de *Scomber japonicus* dans le stock nord et sud – Scénario I (*Status quo*)

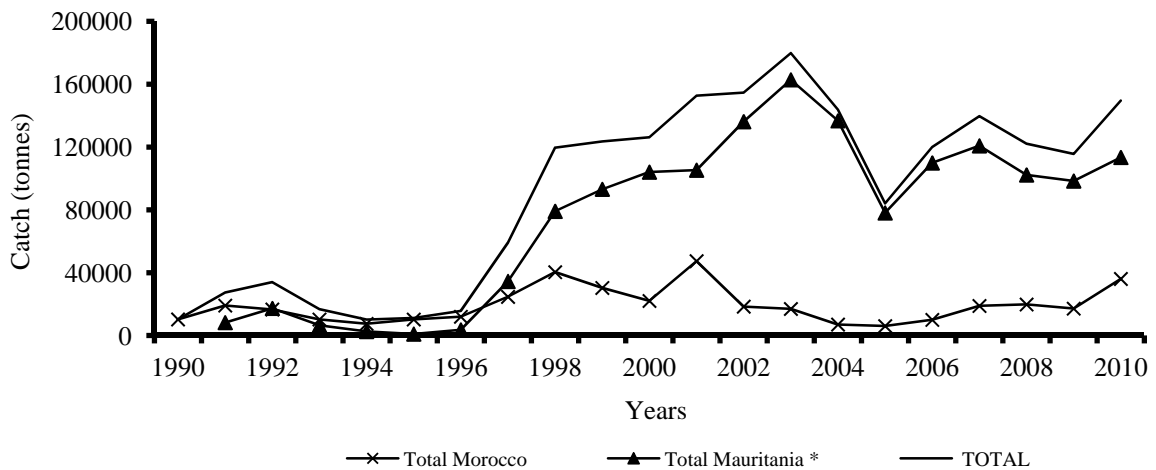




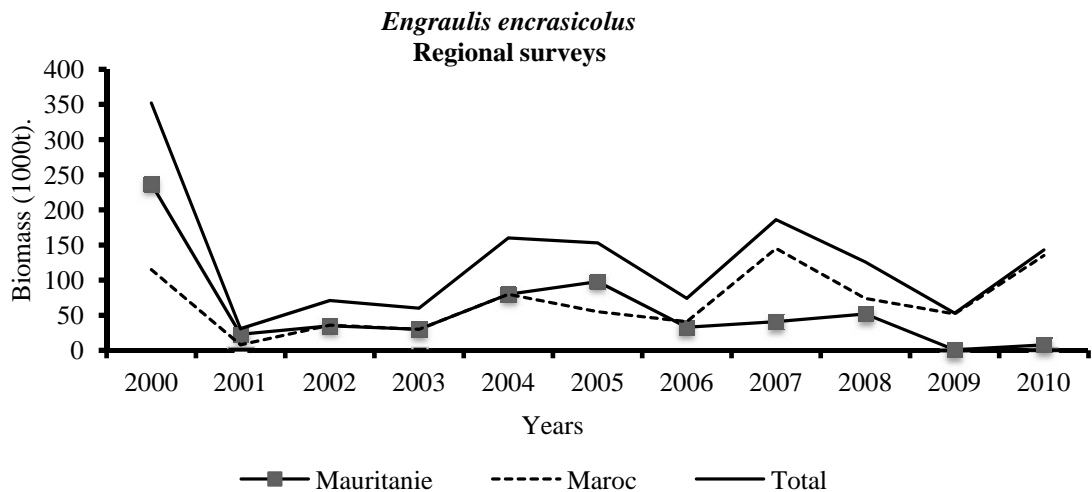
**Figure 5.7.1b:** Predicted catches and abundance of *Scomber japonicus* in the northern and southern stock – Scenario II (10% reduction)/Prédictions des captures et de l’abondance de *Scomber japonicus* dans le stock nord et sud – Scénario II (10% de réduction)



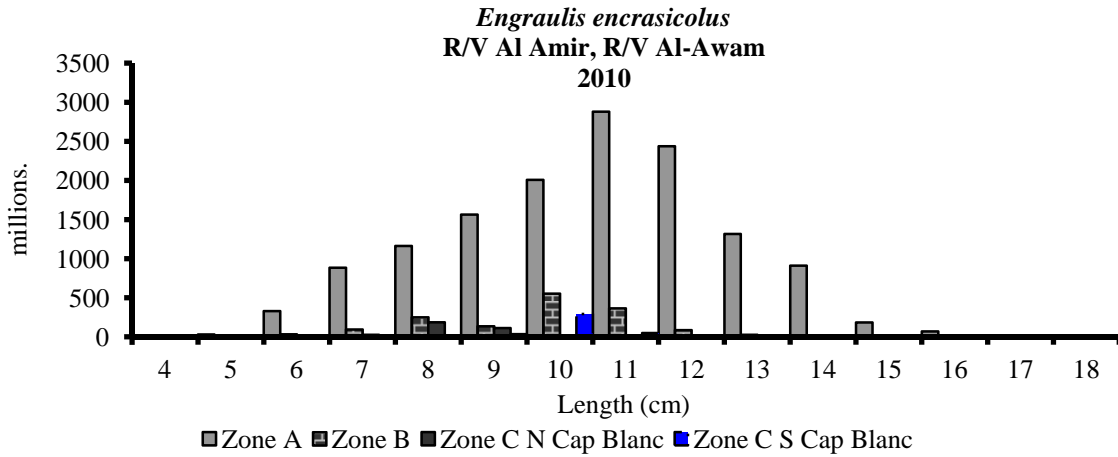
**Figure 5.7.2:** Chub mackerel management scenarios according to various catches and recruitments in 2010–2011 by ICA/Scénarios de gestion du maquereau en fonction des diverses captures et du recrutement en 2010-2011 par l'ICA

*Engraulis encrasicolus*

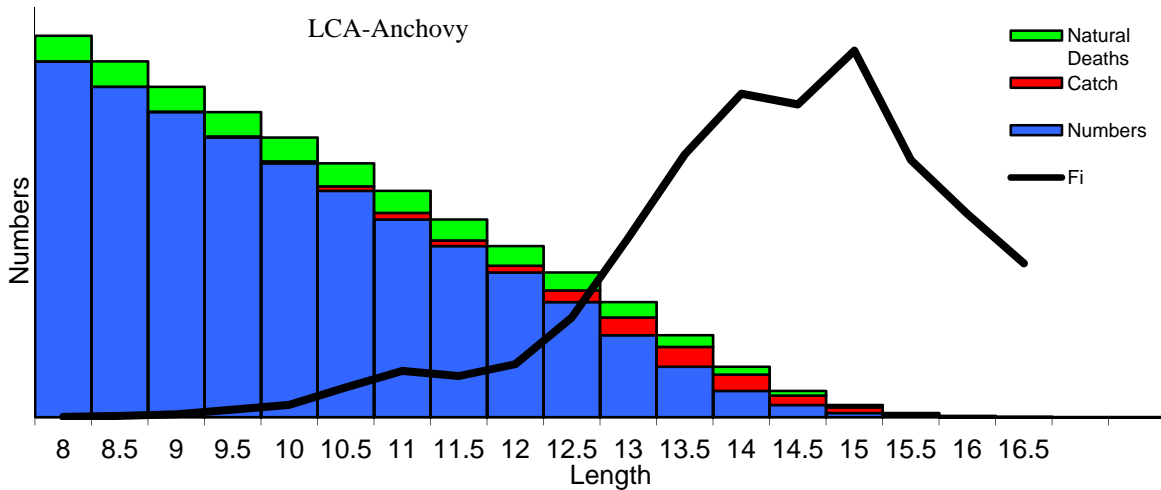
**Figure 6.2.1:** Total catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* in the subregion by country and year (1990–2010)/Captures totales (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région par pays et année (1990-2010)



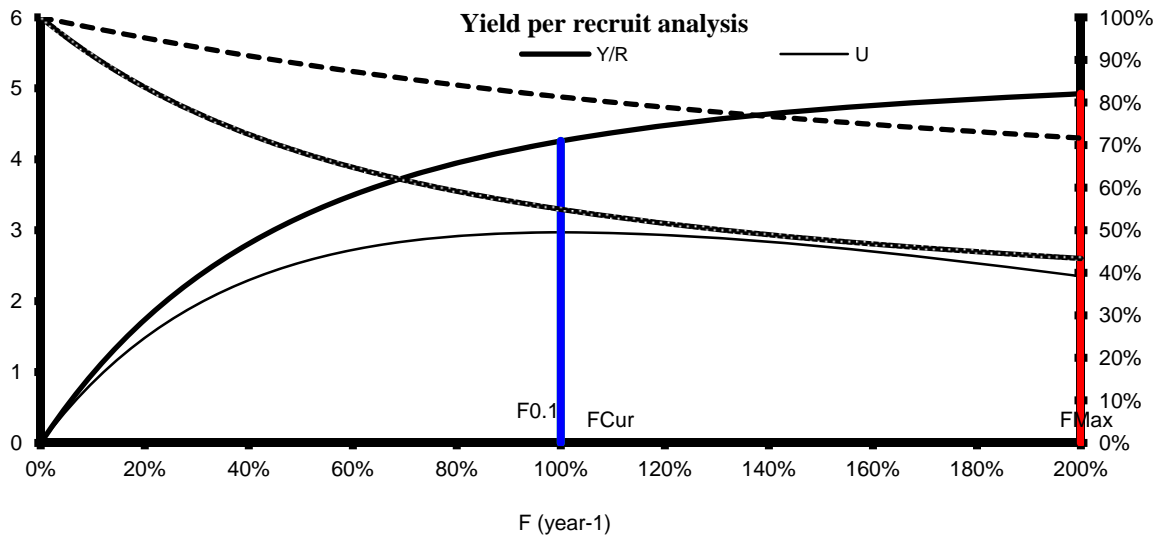
**Figure 6.3.1:** Biomass estimates of *Engraulis encrasicolus* (2000–2010) for Mauritania and Morocco from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and regional surveys (local research vessels)/Estimations de la biomasse d'*Engraulis encrasicolus* (2000-2010) en Mauritanie et au Maroc par le N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et les campagnes de recherche régionales (navires de recherche locaux)



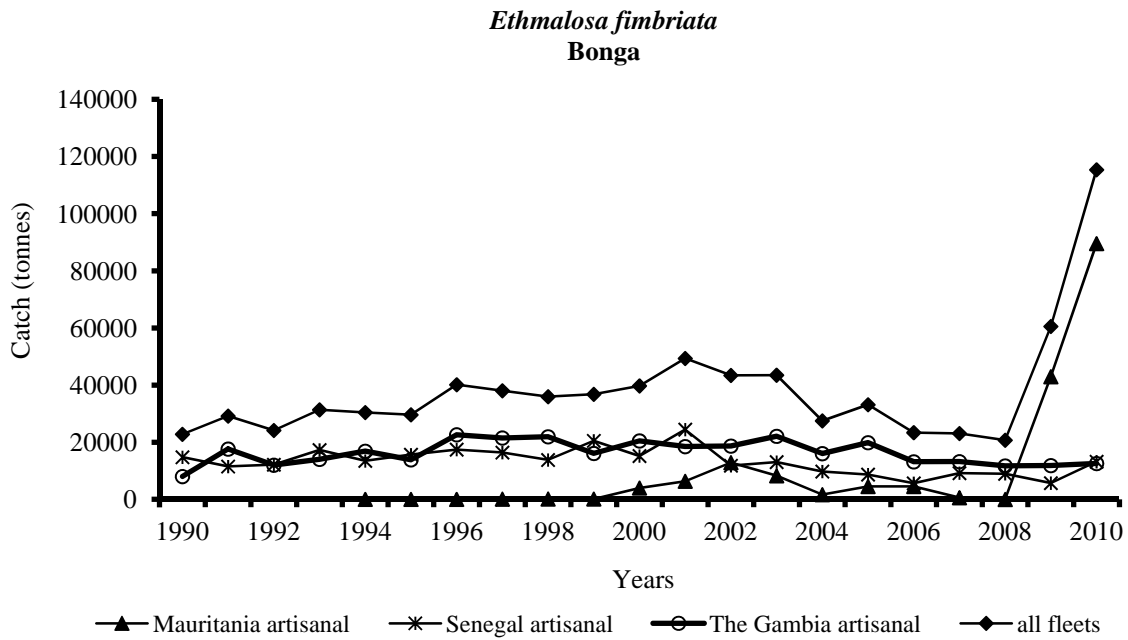
**Figure 6.5.2:** Length frequency and total number estimates for *Engraulis encrasicolus* in the subregion in 2010 (R/V AL AMIR, R/V AL-AWAM)/Estimations de la taille et du nombre d’individus d’*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région en 2010 (N/R AL AMIR, N/R AL-AWAM)



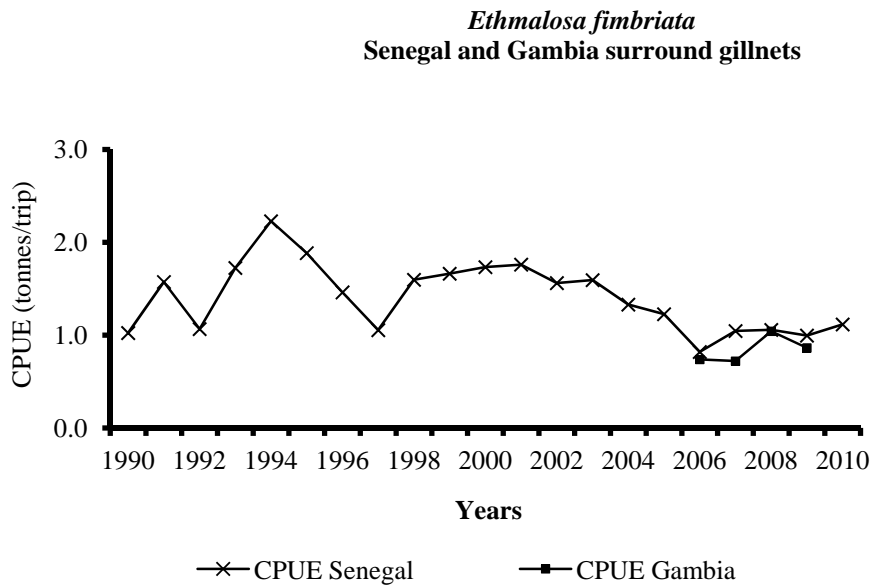
**Figure 6.7.1:** *Engraulis encrasicolus*. Number of survivors at beginning of year, catch in number during the year, number of natural deaths and fishing mortality during the period of analysis 2008–2009/*Engraulis encrasicolus*. Nombre de survivants au début de l’année, captures en nombre pendant l’année, nombre de morts naturelles et mortalité par pêche au cours de la période d’analyse 2008-2009



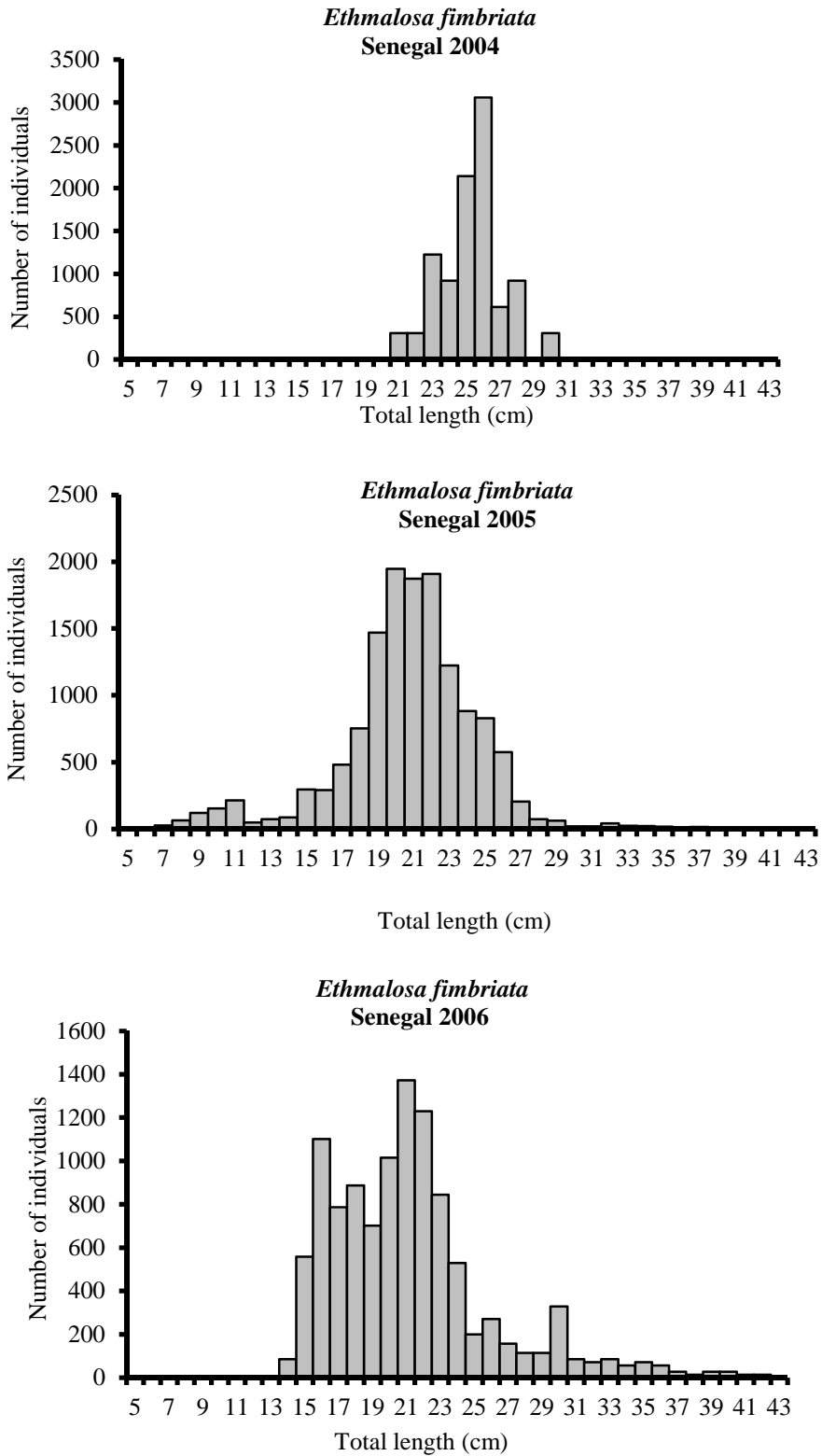
**Figure 6.7.2:** *Engraulis encrasicolus*. Yield per recruit analysis/*Engraulis encrasicolus*. Analyse du rendement par recrue



**Figure 7.2.1:** Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2010) by country, fleet and year/  
Captures (en tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2010) par pays, flottille et année

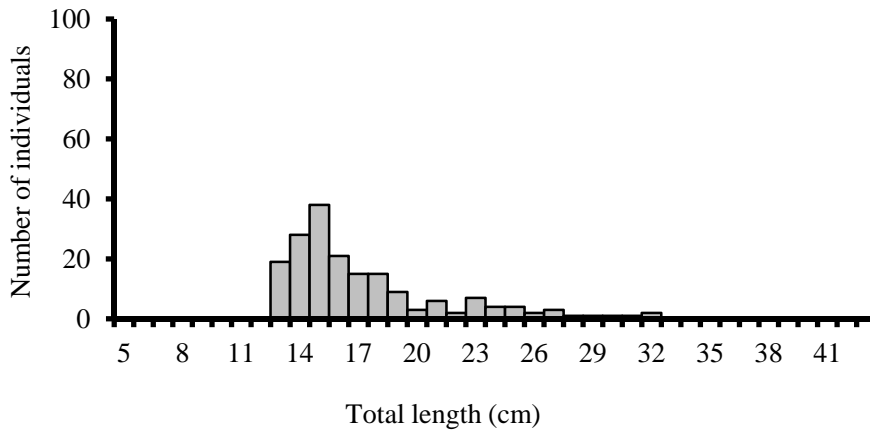


**Figure 7.3.1:** CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* (1990–2010) of Senegalese and Gambian surrounding gillnets/CPUE (tonnes/sorties) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2010) des filets maillants tournant sénégalais et gambiens

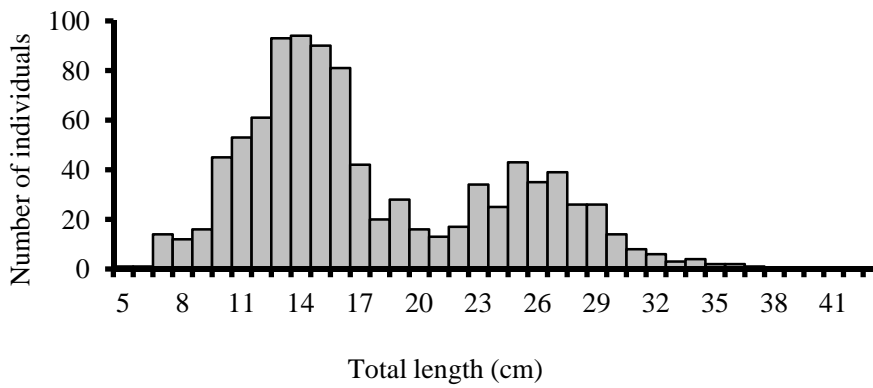


**Figure 7.5.1:** Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Senegal in 2004–2009/  
Composition en taille d'*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal (2004-2009)

*Ethmalosa fimbriata*  
Senegal 2008

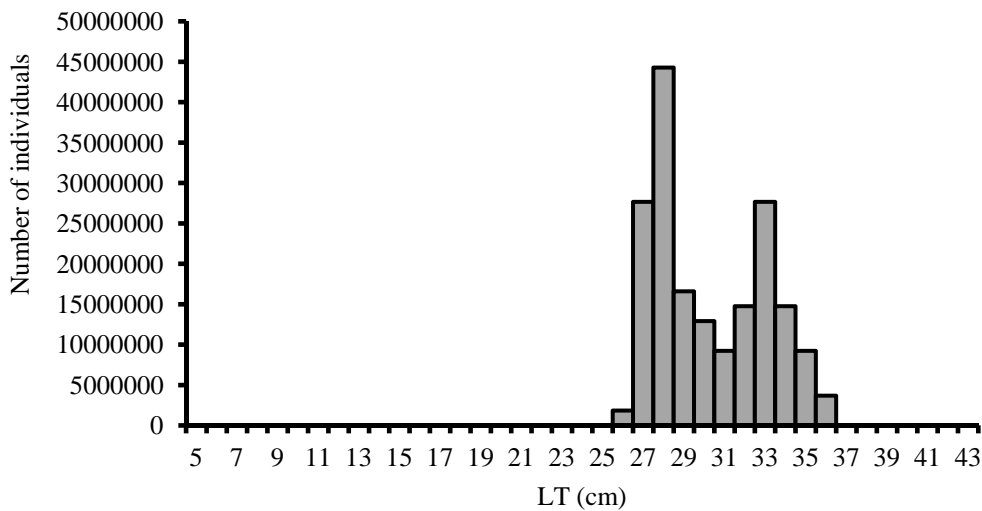


*Ethmalosa fimbriata*  
Senegal 2009



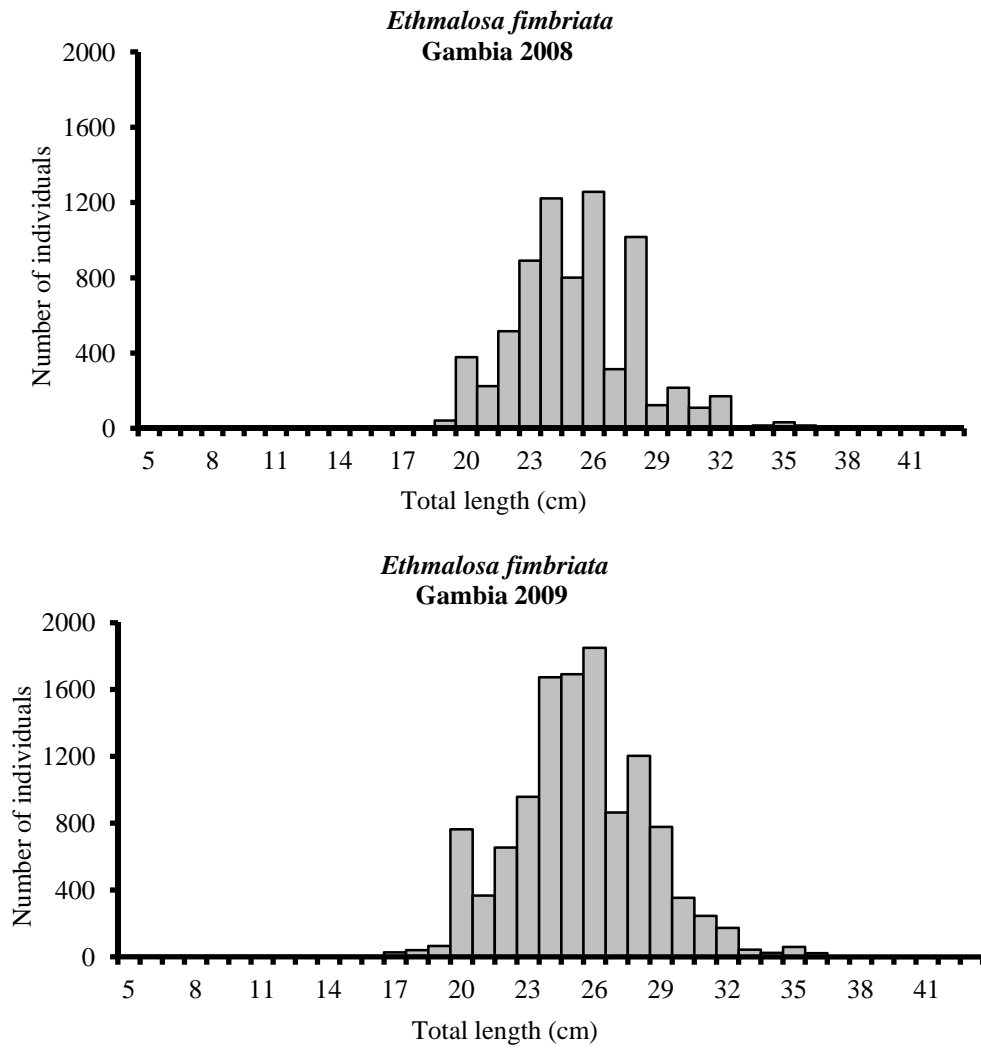
**Figure 7.5.1 (cont.):** Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Senegal (2004–2009)/  
Composition en taille d’*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal (2004-2009)

Mauritania 2010

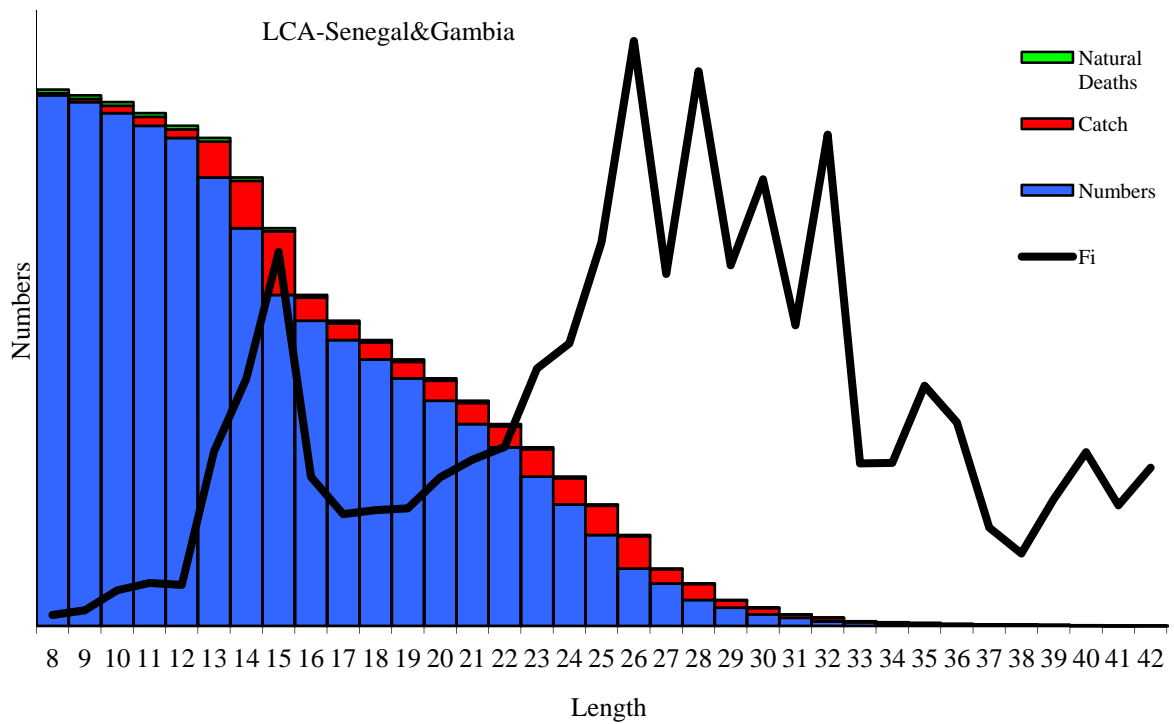
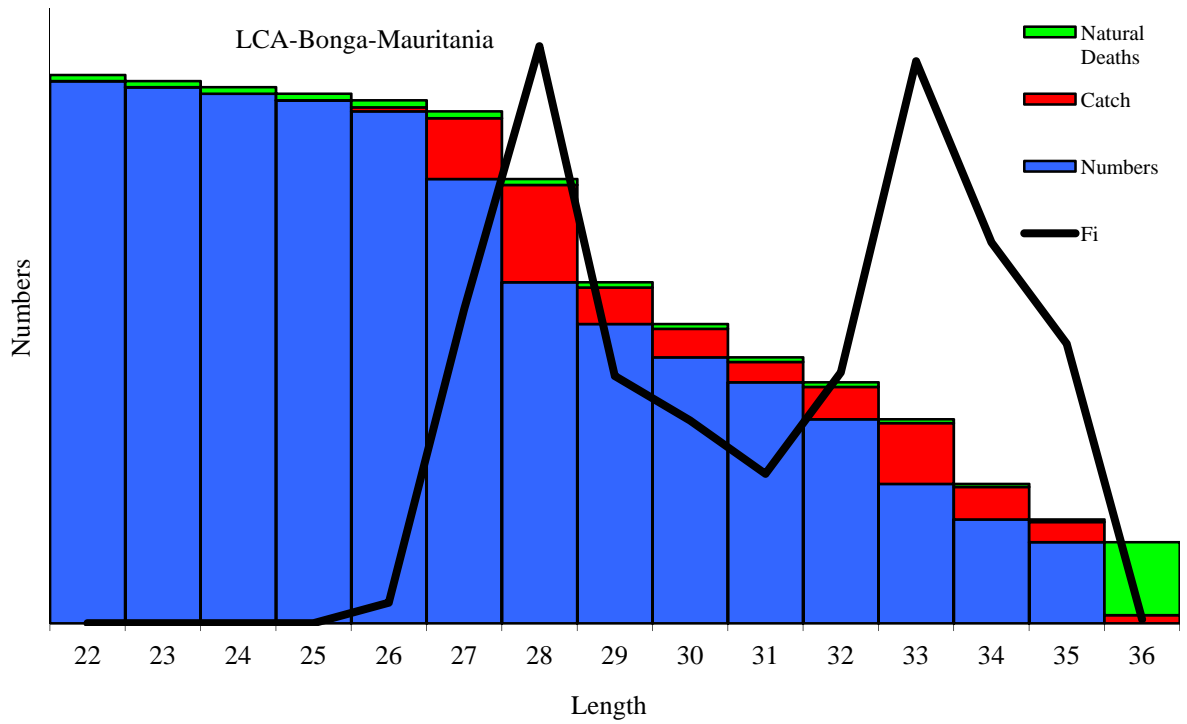


**Figure 7.5.2 :** Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Mauritania in 2010/Composition  
en taille d’*Ethmalosa fimbriata* en Mauritanie en 2010

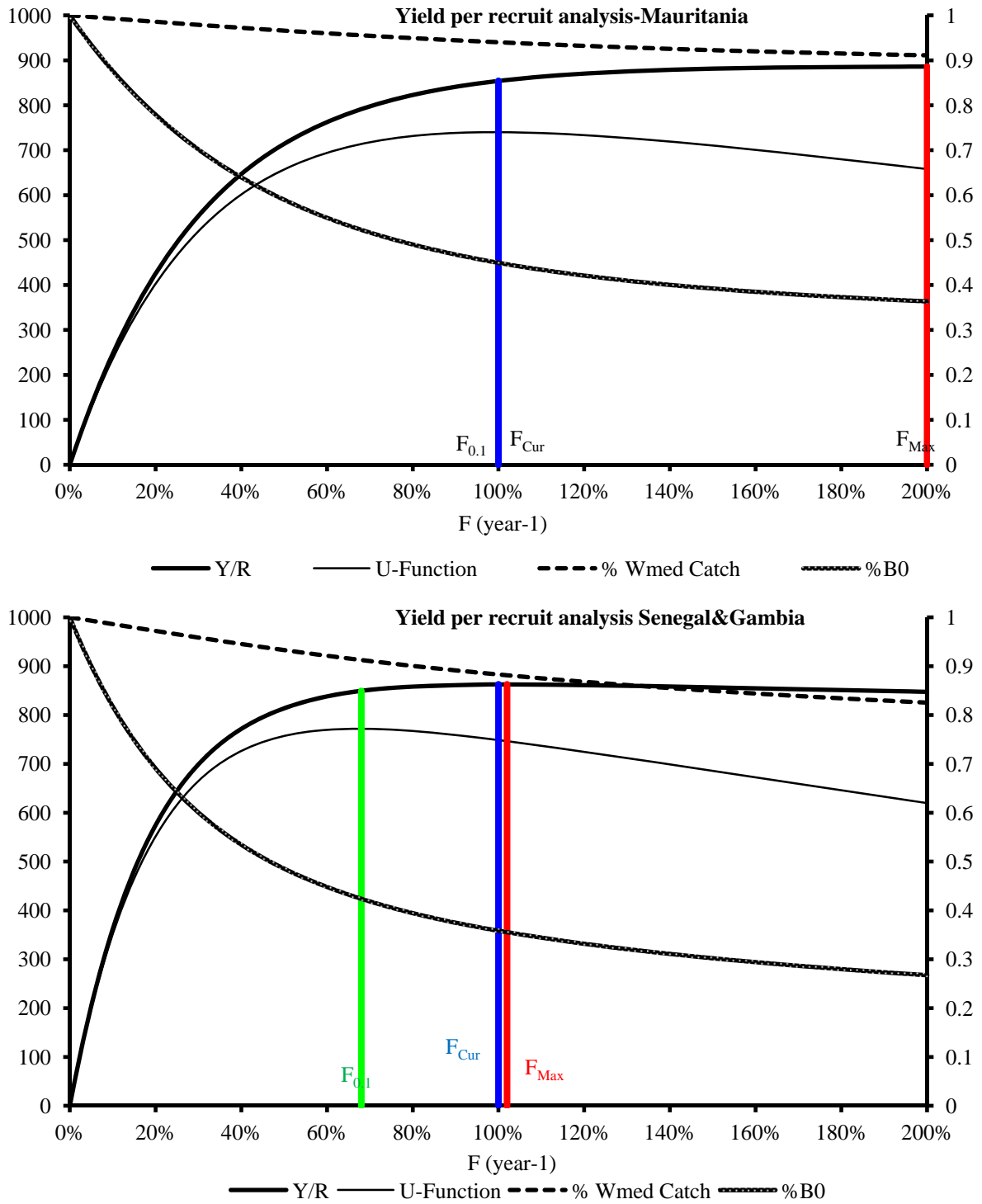




**Figure 7.5.3:** Length composition of *Ethmalosa fimbriata* in Gambia (2008–2009)/  
Composition en taille d’*Ethmalosa fimbriata* en Gambie (2008-2009)



**Figure 7.7.1:** Bonga. LCA- Number of survivors at beginning of year, catch in number during the year, number of natural deaths and fishing mortality during the 2008–2010 period of analysis/Bonga. LCA-Nombre de survivants au début de l’année, captures en nombre pendant l’année, nombre de morts naturelles et mortalité par pêche au cours de la période d’analyse 2008-2010



**Figure 7.7.2:** Bonga (*Engraulis encrasicolus*). Yield per recruit analysis/Bonga (*Engraulis encrasicolus*).  
Analyse du rendement par recrue



**APPENDIX/ANNEXE I**  
**List of participants/liste des participants**

<b>Name/ nom</b>	<b>Organization/ organisme</b>	<b>Address/ adresse</b>	<b>Country/ pays</b>	<b>Phone/ tél.</b>	<b>E-mail/ courriel</b>
Caramelo, Ana Maria	FAO-Consultant	Rua Particular à Alameda das Linhas de Torres, Nº2 1750-214 Lisboa	Portugal	+351 217587189	ana.caramelo@sapo.pt / ana.caramelo@fao.org
Charouki, Najib	INRH-Casablanca	2, Rue Tiznit, Casablanca	Morocco	+212 22 220249	charouki@hotmail.com / charouki@inrh.org.ma
Chfiri, Hamid	INRH-C/R Agadir	BP 5221 Q.I. Agadir	Morocco	+212528822942 +212528825868	chfiri_h@yahoo.fr chfiri@menara.ma
Corten, Ad	Special Advisor- IMROP	De Waterdief 52 1911 JT Uitgeest	The Netherlands	+31 251 313280	adcorten@yahoo.co.uk
Kifani, Souad	INRH-Casablanca	2, rue Tiznit, Casablanca	Morocco	+21222268192	kifani@inrh.org.ma
Lakhnigue, Aziza	INRH-Casablanca	2, rue Tiznit, Casablanca	Morocco	+21222268192	aziza_lakhnigue@hotmail.com
Ould Isselmou, Cheikh Baye	IMROP	BP 22, Nouadhibou	Mauritania		baye_braham@yahoo.fr
Pascual Alayón, Pedro José	Instituto Español de Oceanografía, Canary Islands, Spain	Car. General San Andrés nº 45 38120 Santa Cruz de Tenerife	Spain	+34 922549400/ 01	pedro.pascual@ca.ieo.es
Sambe, Birane	FAO/CCLME	Sicap Amitié 3, Dakar	Senegal	+221 33 824 4530	Birane.Sambe@fao.org
Ould Mohamed El Moustapha, Ahmedou	IMROP	BP 22, Nouadhibou	Mauritania		mmahmedou@yahoo.fr ahmedou_mdm@yahoo.fr
Tandstad, Merete	FAO	Department of Fisheries and Aquaculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome	Italy	+3906 57052019	merete.tandstad@fao.org
Timoshenko, Nikolay.	AtlantNIRO	DM Donskoy 5 Kaliningrad 236000 Russian Federation	Russian Federation	+74012 225554	timoshenko@atlant.baltnet.ru
Ndiaga Thiam	CRODT	PO Box 2241 Dakar	Senegal	+221 832 8265	ndthiam@yahoo.fr



APPENDIX/ANNEXE II – PART 1

Biomass dynamic model with environmental effects  
User instructions

by Pedro de Barros

1) General instructions

a) Data entry

Data and initial parameter estimates should be entered only in the cells coloured green (Figure 1). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model. Data must be entered for all the data columns coloured green, and also for initial values of the parameters. Additionally, the model control settings may be entered (in the cells coloured orange – Figure 1). If these control settings are not changed, they may be left at their default values.

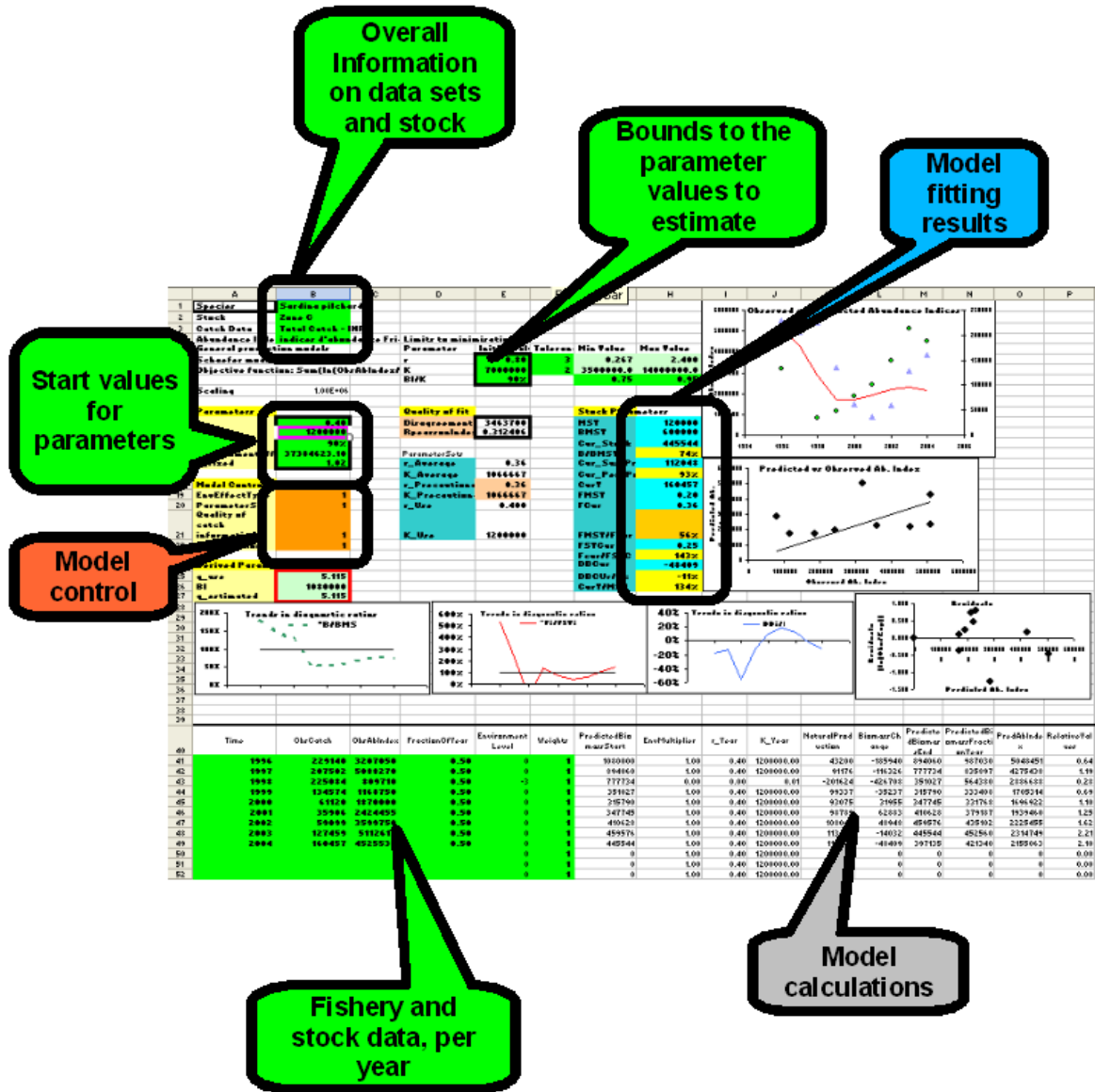


Figure 1. The main areas in the model worksheet

***b) Defining the parameters to be estimated non-linearly (using Solver)***

The non-linear estimation procedures suffer from a number of limitations, of which the most important is probably that the estimates obtained will depend on the start values defined. Therefore, one should try to keep the number of parameters to be estimated non-linearly to the minimum possible values.

As a minimum, one must estimate  $r$  and  $K$  by fitting the model to the data using the solver algorithm.

When defining the parameters to estimate, one should as much as possible set constraints (maximum and minimum values) so that the algorithm is limited to reasonable values, defined by the researchers. Use the spreadsheet area of Minimum and Maximum values to define these.

**2) Detailed instructions**

***Entering data***

The following data MUST be entered in the appropriate cells of the worksheet (Figure 2):

**i) Years of the data (Year)**

All years from the first to the last in the data set should be entered, consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year.

**ii) Total catch per year (ObsCatch)**

Total catch is REQUIRED for ALL years in the data series. The model will fail if catch data is missing for any of the years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column should be filled like the one for year.

**iii) Abundance index (ObsAbIndex)**

This column should be filled like the previous ones. However, if there is no abundance index for a given year, this can be left blank. The model will still run correctly without a few years of data of Abundance indices (if there are many, however, the reliability of results will be doubtful).

**iv) Timing of the abundance index (FractionOfYear)**

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ( $0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$ ). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

**v) Environment level**

This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column can be left at their default values of 0.





A start value for  $K$  is usually more difficult, but a value consistent with the remaining parameters can also be found using a simple reasoning, as follows;

- 1- "Guess" the value of average stock Biomass during the period included in the assessment, ( $B_{\text{Guess}}$ );
- 2- Calculate the average value of the Abundance Index used in the same period, ( $AI_{\text{Average}}$ ). Make sure to include only real values of the abundance index, and to ignore any missing values;
- 3- Calculate a first estimate for the catchability coefficient  $q$ , as  $q_{\text{Guess}} = AI_{\text{Average}} / B_{\text{Guess}}$ ;
- 4- Calculate a first estimate of the stock Biomass at the start of the series, ( $B_{\text{Start}}$ ), using the value of the abundance Index at the start of the series, ( $AI_{\text{Start}}$ ), and the first estimate of the catchability coefficient  $q$ ,  $q_{\text{Guess}}$ , as  $B_{\text{Start}} = AI_{\text{Start}} / q_{\text{Guess}}$ ;
- 5- The first estimate of  $K$  ( $K_{\text{Guess}}$ ) is then given by  $K_{\text{Guess}} = B_{\text{Start}} / (BI / K_{\text{Guess}})$

This procedure is implemented in the worksheet "InitialValues", within the workbook supplied (Figure 3).

6						
7	AblIndexFirst	3207060				
8	BI/K	90%	This is arbitrated and depends on external information about wha			
9						
10	AverageBiomass	3000000	"Guessed" from external information			
11	AverageAblIndex	3089571	From real supplied data			
12	CatchabilityGuess	1.029857				
13	BiomassFirst	3114073				
14	K_Guess	3460082				
15						

Figure 3. Estimation of the initial value for  $K$  implemented in the worksheet "InitialValues"

#### b) Setting limits to the estimation

When using non-linear estimation, it is advisable to set limits to the values the parameters may take. To do this, enter the appropriate values in the "tolerance" column for the estimation of  $r$  and  $K$ . If  $BI/K$  is to be estimated by the model, the upper and lower limits should be entered directly. Whenever the initial values for the parameters are modified, the values in cells InitialValues should be set to the same values entered in the cells used for the model parameters (Figure 4)

Initial Value	Tolerance	Min Value	Max Value
1.00	4	0.250	4.000
4993858	6	832309.6	29963145.4
90%		0.75	0.95

Figure 4. Process of defining the limits to the estimation in the model worksheet

#### c) Model control

In its current version, the model implementation allows the user to choose 3 main aspects of the calculation, (1) the type of environmental effect (simple multiplicative or exponential), (2) to estimate or not the catchability coefficient ( $q$ ) and (3) the set of parameters to use for calculating the reference points and the current status of the stock relative to these reference points.

18	<b>Model Control</b>	
19	EnvEffectType	1
20	ParameterSet	1
21	Quality of catch information for last few years	1
22	q_Estimation	1

Figure 5. Cells of the spreadsheet used to control the options in the calculations of the model

### i) Choice of environmental effect type:

The model includes two different formulations for the effect of the environment level on the  $r$  and  $K$  parameters of each year.

To select the type of environmental effect, set the value in cell EnvEffectType (Figure 5) to one of the following values:

0 – No effect

1 – Additive formulation:  $EM=1+(EE*|EL|^{SIGN(EL)})$

2 - Exponential formulation:  $EM=e^{(EE*EL)}$

EM: Environmental multiplier

EE: Environmental effect: Measures the overall intensity of the environmental effect. Usually estimated by Solver as a part of the fitting routines;

EL: Environmental level: Indicator of level of environment, for each year (normally, will be deviations from the average).

### ii) Use of $q$

The user may choose to estimate the catchability coefficient  $q$ , or set it as fixed.

To select whether to estimate or to use the fixed value, set the value in cell **q\_Estimation** (Figure 5) to one of the following values:

0 – Use the fixed value set for the start

1 – Estimate the catchability coefficient

The user should **never** include  $q$  as one more parameter to be estimated by Solver. If it is meant to be estimated, it should be estimated using the linear approximation given in the worksheet (just set q\_estimation to 1).

### iii) Estimation of current (in the last year of data) Biomass

Even if the absolute Biomass values are not used directly (and they may be misleading, given the degree of uncertainty involved in their estimation), they are necessary to estimate the F-values, since these are calculated as  $F=B/Y$ .

The stock Biomass in the last year of data, that is used as a main element in calculating the current status of the stock or the fishery, may be calculated in one of two ways: Either taken directly from the model, as the Biomass value predicted by the model, or using the observed abundance index for that year, and the estimated  $q$ , to calculate  $B=U/q$ .

The choice of the best option is not straightforward. However, if the quality of the total catch data in the last few years is low, this will affect strongly the reliability of the Biomass estimates from the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall  $q$ . To achieve this, set **Quality of catch information for last few years** (Figure 5) to 0 (bad quality). Otherwise, set it to 1, to use the Biomass estimates from the model.

Notes: The quality referred to here is not of the LAST catch data point (it has no effect) but rather the few years before the last.

#### iv) Variable $r$ and $K$ (depending on environment level of each year)

When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of  $r$  and  $K$  are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. To define the option to use, set the value in cell “Parameter set” (Figure 5) to one of the following values:

- 1 – Overall  $r$  (estimated by the fitting procedure, independent of the environmental effects used in the fitting);
- 2 – Average value of the  $r$ -values estimated for each year in the data series (using the environmental levels for each year);
- 3 (or other value): Precautionary option – the smallest of the two previous values.

#### d) *Running the model (estimating the parameters)*

This is usually done using the “Solver” tool in Excel.

Call the tool (Figure 6).

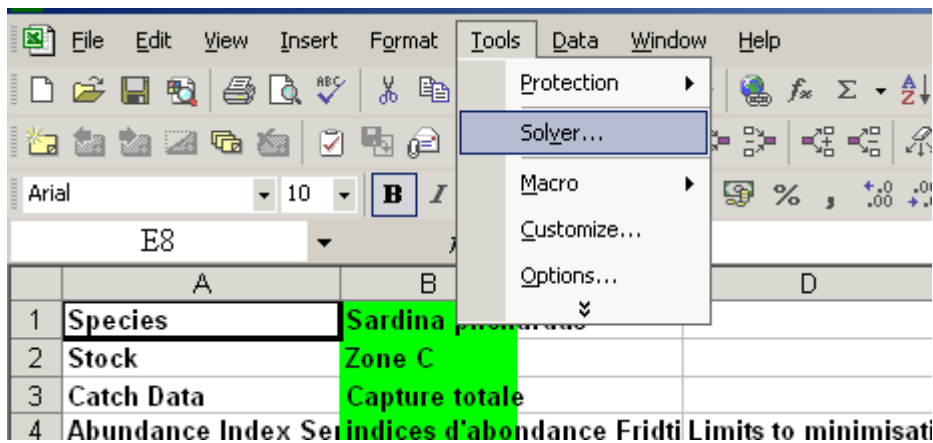


Figure 6. Starting the solver routine, for parameter estimation

Define the cell whose value is to be minimized Target cell (Objective Function) – Figure 7, and the cells that are to be manipulated for achieving this (By changing cells). You may choose all 4 parameters  $r$ ,  $K$ ,  $BI/K$  and EnvironmentEffect (if an environment effect is being estimated), or only a subset of these. You should not set the model to estimate  $q$ , as this is usually not defined enough by the data. Set also, as much as possible, the constraints – use the constraints area in the spreadsheet. Do not set constraints for the Environment effect.

General production models		Parameter	Initial Value	Tolerance	Min Value	Max Value
Schaefer model		r	1.00	4	0.250	4.000
Objective function: $\text{Sum}(\ln(\text{ObsAbIndex}/\text{ExpAb K}))$		K	4993858	6	832309.6	29963145.4
Scaling		B/K	90%		0.75	0.95
Parameters		Quality of fit		Stock Parameters		
r	0.84	Disagreement	140956.323	MSY	1517298	
K	7230314	RpearsonIndex	0.94691469	BMSY	3615157	
B/K	90%					
EnvironmentEffect	37384623.10					
q_fixed	1.02					
Model Control						
EnvEffectType	1					
ParameterSet	1					
Quality of catch information for last few years	1					
q_Estimation	1					
Derived Parameters						
q_use	0.643					
BI	6507283					
q_estimated	0.643					

**Solver Parameters**

Set Target Cell: Objective

Equal To:  Max  Min  Value of: 0

By Changing Cells: r\_K, EnvironmentEffect

Subject to the Constraints:

- K <= \$H\$7
- K >= \$G\$7
- r\_ <= \$H\$6
- r\_ >= \$G\$6

Buttons: Solve, Close, Options, Reset All, Help

Figure 7. Setting the parameters for the solver routine.

After pressing “Solve”, the following dialog should be seen.

**Solver Results**

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution  
 Restore Original Values

Reports: Answer, Sensitivity, Limits

Buttons: OK, Cancel, Save Scenario..., Help

Figure 8. Dialog indicating the successful completion of the model fitting procedure

After pressing the OK button, the diagnostics can be assessed.

### 3) Diagnostics of fit

Like any model fitted to data, it is essential to assess the quality of the fit of the model to the particular data set used in each run. The model will almost always produce an estimate, but the reliability of the model fitting that produced these estimates should always be checked before accepting the results. There may be several reasons why a production model may not fit well a particular data set. Some of the most common ones are;

- Lack of contrast in the data
- “One-Way trip”
- Abundance index does not represent the whole stock
- Catch data are not representative of all catches, but come from only a part of the fleet, or are fixed estimates

To help assess the quality of this fit, a few indicators are provided.

**a) Objective function**

The actual value of the objective function (Figure 9) is the first measurement of the goodness-of-fit of the model. High values indicate a better fit. However, it is difficult to evaluate exactly what is “high”, and this is thus not usual as a diagnostics statistic.

Quality of fit	
Disagreement	1498416.332
RpearsonIndex	0.848396537

Figure 9. Cells holding the values of the objective function of the model fit, and of the Pearson linear correlation coefficient  $r$ .

**b) Pearson linear regression coefficient between the predicted and observed abundance indices**

This coefficient (Figure 9) will not detect a non-linear relation but will measure how closely the predicted abundance indices follow the observed ones. High values should be aimed for.

**c) Plot of Predicted vs Observed Abundance Indices**

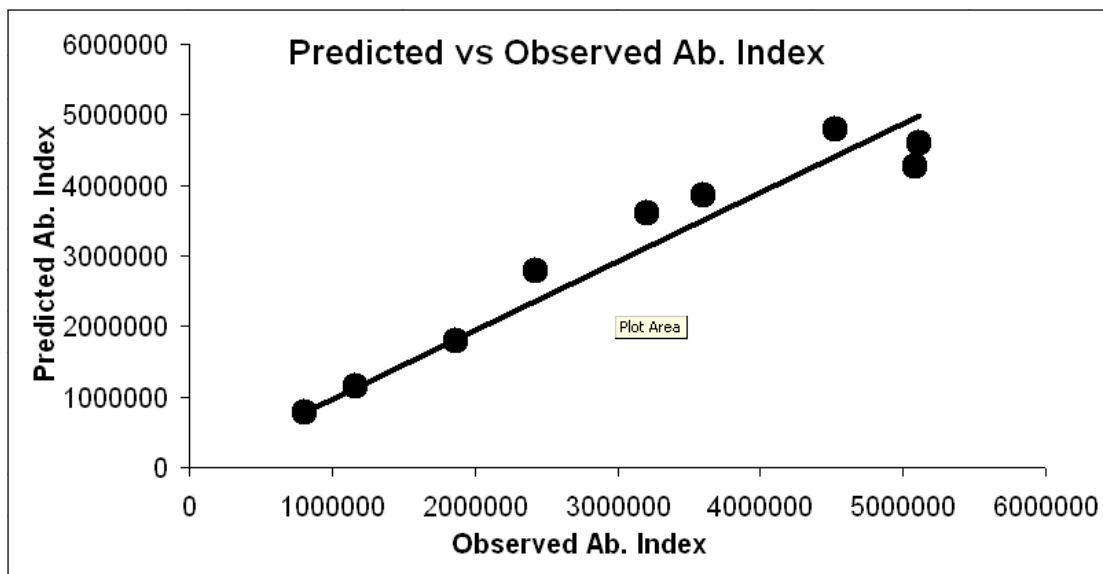


Figure 10. Plot of the relation between the predicted and the observed abundance indices. This plot can be used to detect severe deviations from the linear relationship between the observed abundance indices and those predicted by the model

This plot presents, in a graphical way, the relation between the Abundance Index observed (or given to the model) and the Abundance index estimated by the model, on the basis of the estimated biomass. The desirable characteristics for this plot is a linear relation between the predicted and observed indices, with slope 1.

Undesirable characteristics include:

- a flat plot (no relation between predicted and observed);
- A non-linear relation (cyclic, asymptotic or curved relation)

d) *Residual plot*

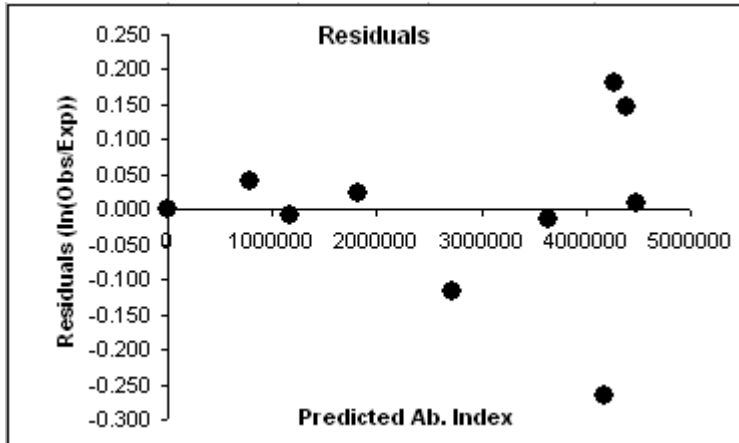


Figure 11. Plot of residuals used to assess if there are indications of any lack of fit in the adjustment of the model to the data

The residual plot is used to evaluate whether there are trends in the deviations between the observed and predicted abundance indices data. As long as the residuals are reasonably well-dispersed, with no patterns, there is usually no reason to concern. Unusually large or small residuals concentrated at a given range of the predicted abundances, however, should be looked into carefully, as they may indicate a model misspecification, or problems with the data

e) *Trends in Biomass Indices and total catch data*

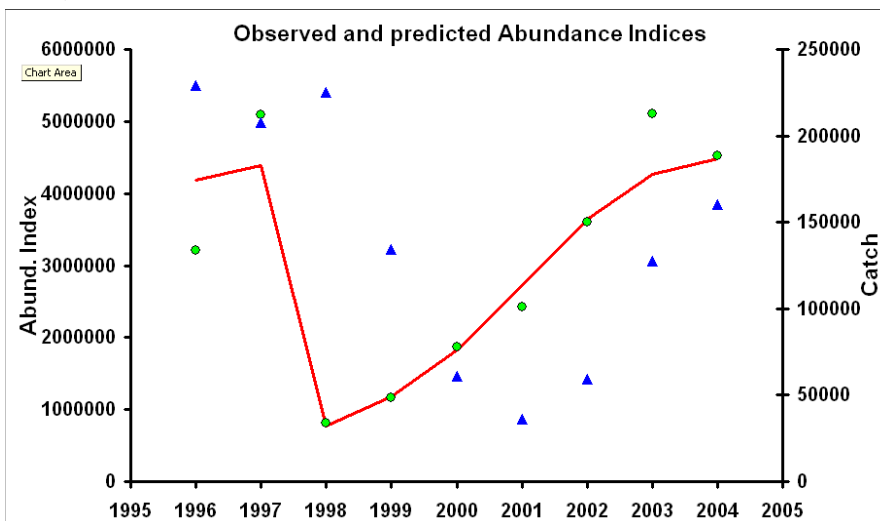


Figure 12. Plot of the trends in observed and estimated abundance indices, as well as of the reported catches, for each year in the period analysed.

The model is based on the assumptions that stock biomass tends to grow to a maximum level that can be sustained by the environment, and that this growth is decreased by the catches taken from it. So, generally speaking, stock biomass trends should reflect the catches taken from it. A year with very high catches should see a reduction in stock biomass the following year, and vice-versa, a year with low catches should be followed by an increase in stock biomass.

Therefore, checking the plot of catches and stock abundance indices for these patterns gives a first indication of the reliability of the fit of the model to the data. A pattern where similar catch levels at similar Biomass levels are followed by both increases and decreases in biomass will in general

indicate a contradiction between the data and the model. This may indicate several difficulties with the data, of which the most common are incomplete or inaccurate catch data, or abundance indices that do not represent the whole stock (e.g. they miss the larger adults or the juveniles). In some cases, however, a sudden change in the reaction of the stock to exploitation may also indicate that there was an environmental change or pulse that modified the average biomass growth rate of the stock (e.g. exceptional conditions that lead to a peak in recruitment). If the change in environmental conditions can be demonstrated by other, external data (e.g. similar anomalies arising simultaneously in several stocks, or Sea Surface Temperature data, or precipitation indices) then this can be included in the model by the introduction of an Environment level, for that year, that will account for the positive or negative changes in the growth conditions (intrinsic rate of increase and carrying capacity) observed or assumed for that year.

#### 4) Interpretation of results

Once the model is satisfactorily fitted to the data, it is important to interpret the results from this fit. The model implementation provides several auxiliary ways to view and interpret the data.

##### a) *Current (last year) situation*

Usually, stock assessment scientists and managers are most concerned with the status of the stock in the last year of data. So, the model implementation computes several numerical and graphical diagnostics of the condition of the stock and the fishery in the last year (Figure 13).

Stock Parameters	
MSY	120000
BMSY	600000
Cur_Stock	445544
B/BMSY	74%
Cur_SustProd	112048
Cur_PercProd	93%
CurY	160457
FMSY	0.20
FCur	0.36
FMSY/FCur	56%
FSYCur	0.25
FCur/FSYCur	143%
DBCUR	-48409
DBCUR/Bcur	-11%
CurY/MSY	134%

Figure 13. Summaries of the status of the stock and the fisheries in the last year of data

Of the different indices presented, the ones highlighted in yellow are the ones most important for the stock diagnostics, and of these, special importance is given to the ratios B/BMSY and FCUR/FSYCur.

The first of these ratios indicates the current status of the stock biomass relative to the Biomass that would provide the Maximum sustainable yield, and provides an indication of the current stock status relative to a target stock status. In most situations, one would want the stock to be slightly above BMSY, i.e., with a B/BMSY ratio slightly above 1.

The second indicates the value of the yield currently being extracted from the stock, relative to the yield the same stock can provide while keeping its abundance constant for next year, i.e. to the



sustainable yield of the stock. Values of this ratio below 1 indicate that the stock biomass will tend to grow, while values above 1 indicate a situation leading to a decline in stock biomass.

To ease the interpretation of the results for the last year of data, the estimated stock Biomass for the last year of data and the corresponding catch are presented relatively to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield and to the Sustainable Yield, respectively, in the plot in the chart sheet "CurrentSituation" (Figure 14).

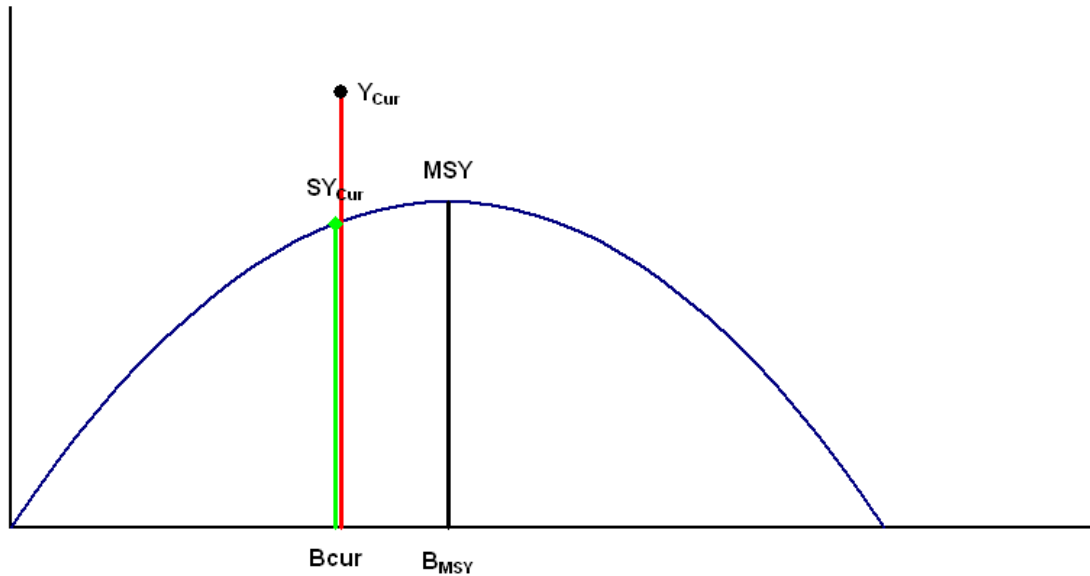


Figure 14. Graphical presentation of the status of the stock and the fishery in the last year of available data, relative to the Reference Points estimated for the stock

### *b) Time-patterns*

Besides the situation in the last year of data, it may be useful to assess the trends in these indices along the period analysed. All these indices are calculated for each year in the main spreadsheet, but for ease of presentation and interpretation they are also presented graphically (Figure 15).

Three main indicators are presented:

a) Ratio  $B_i/B_{MSY}$ . This ratio indicates whether the estimated stock biomass, in any given year, is above or below the Biomass producing the Maximum Sustainable Yield;

b) Ratio  $F_i/F_{SYi}$ . This ratio indicates whether the estimated fishing mortality coefficient, in any given year, is above or below the fishing mortality coefficient producing the sustainable yield in that year. Values below 100% indicate that the catch taken is lower than the natural production of the stock, and thus that stock biomass is expected to increase the following year, while values above 100% indicate a situation where fishing mortality exceeds the stock natural production, and thus where stock biomass will decline.

c) Ratio  $DB_i/B_i$ . This ratio indicates the change in estimated Biomass relative to current Biomass (in any given year). Positive values indicate a year of increase in Biomass, while negative values reflect years of declining biomass.

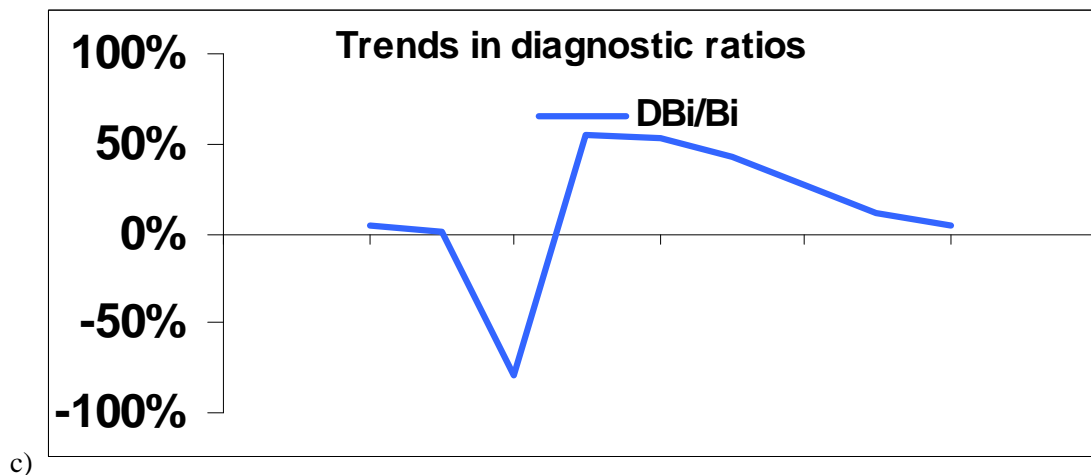
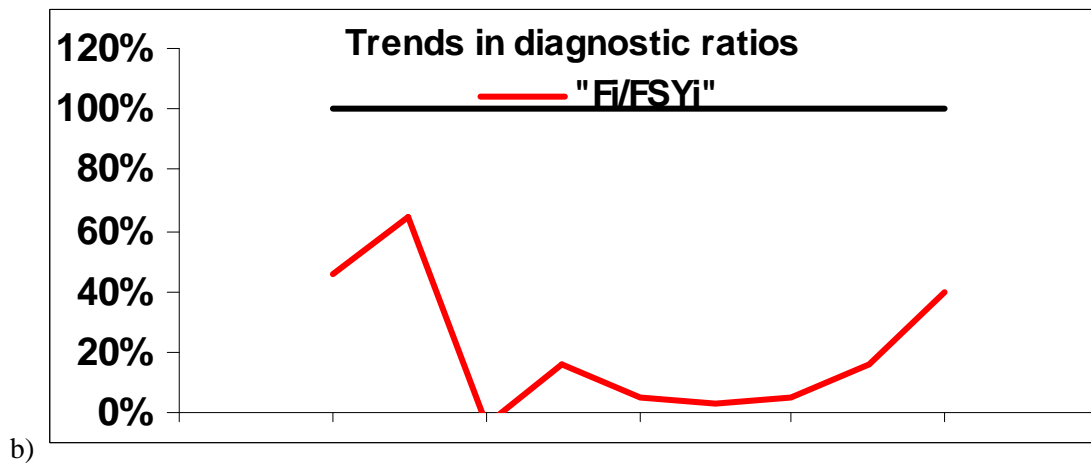
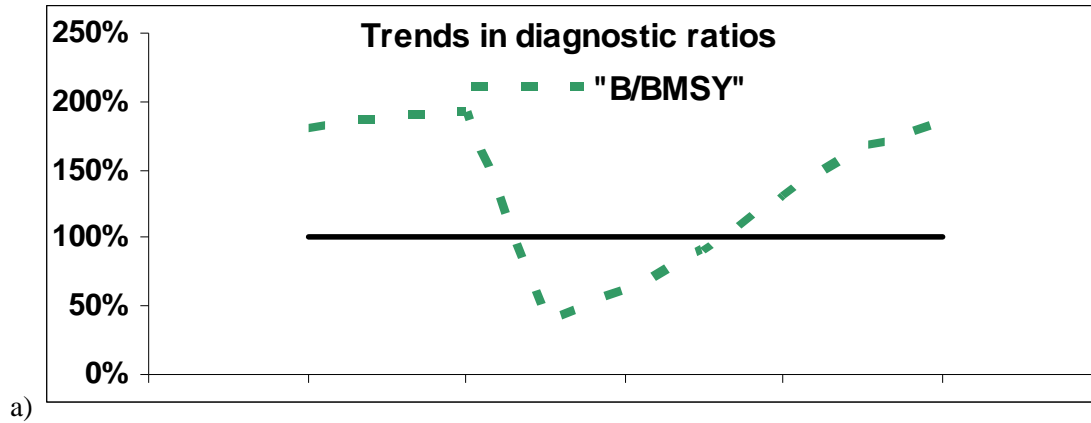


Figure 15. Graphical presentation of the evolution of the main stock status diagnostics along the period included in the analysis. a) Ratio  $B_i/B_{MSY}$ ; b) Ratio  $F_i/F_{SYi}$ ; c) Ratio  $DB_i/B_i$ .

## APPENDIX/ANNEX II – PART 2

### Projections of future yields and stock abundance using dynamic surplus production models - General concepts and implementation as excel spreadsheets

by Pedro de Barros

#### 1. INTRODUCTION

##### *a) Management measures available to fisheries managers*

Fisheries managers have at their disposal a wide array of management measures that are usually classified into three groups, (a) input control measures; (b) output control measures and (c) technical measures. Input and output control measures aim to control the overall fishing level, i.e., the total mortality applied to the stock, while technical measures intend to control the way how this total mortality is distributed by the different size- or age-groups of the stock.

Input control measures include all the management measures that limit the fishing effort applied to the fishery, and include limitations of fishing licences, of total number of fishing days, or any other similar measures;

Output control measures are those measures that limit the total catch removed from the stock, usually as total biomass removed, but sometimes also as numbers of individuals. Limitations of Total Allowable Catch (TAC) are the most common form of these measures.

Finally, technical measures include those measures like mesh size limitations, minimum landing sizes, or closed areas and seasons.

The advantages and disadvantages of different management measures are discussed by several reference books, like e.g. Hilborn and Walters (1992) or Hogarth *et al.* (2006).

##### *b) Projections in the fish stock assessment process*

The fish stock assessment process includes in general at least four main steps, besides the data collection steps:

1. Deciding the best model to represent the dynamics of the stock and the fisheries, based on (i) the characteristics of the stock and the fishery, (ii) the management measures considered, and (iii) the data available on the fishery and the catches;
2. Estimating the parameters of the model (fitting the model to the data available) and calculating, where possible, the Biological Reference Points (BRP's);
3. Assessing the current status and the historical trends of the stock and the fishery (in Biomass, Fishing Mortality, Average Size or any other indicator of stock status) relative to the BRP's chosen to manage the stock;
4. Evaluating the likely consequences, for the stock and the fishery, of alternative management options. This most often involves projecting the development of the stock and of the catches, as well as of other statistics of the stock and the fishery, under different options for management or future scenarios.

The projection of stock and fishery status under different assumptions regarding the dynamics of the stock and the management measures applied is an essential step in the provision of management advice, as it allows managers to evaluate the likely consequences, for the stock and the fishery, of the different management options at their disposal.

Projections can be done for the long-term, medium-term or short-term. Each of these has different purposes and properties that must be considered carefully when deciding which ones to carry out.

Long-term projections, also called equilibrium projections, are used to assess the average long-term relation between the main indicators of stock and fishery status on one hand and fishing level, or other quantities defining a fishery, on the other. They require the assumption that all conditions are kept constant for a time-period at least as long as the life-span of the target species, and do not depend on the current state of the stocks, which is not taken into account. Also, they do not include time as a variable. As such, they can not be used to assess management measures that vary with time (e.g. a policy of decreasing TAC progressively), nor do they allow one to predict the status of stocks or fisheries at any defined point in time. These projections are mostly used to estimate the values of Biological Reference Points, estimate desirable states of the fisheries and compare the long-term merits of alternative management measures.

Short-term projections, on the other hand, are usually made for a period of 1-2 years after the current year/period. They depend strongly on the current state of the stock and the fishery, and assess their evolution at different times after the current moment/time. Because they consider time explicitly, they can be used to assess the effects of management measures varying with time, and to predict the status of the stocks and fisheries at different points in time within the time-frame they consider.

Finally, mid-term projections are usually made for a period of 3-10 years from current time. They use the same equations as short-term projections, prolonging them for a longer period. They can thus be used for the same purposes as short-term projections. As they extend farther from the current year, however, they become more and more dependent on the assumptions of the model, and less on the estimates of current stock and fishery status. As such, particular care must be exercised when interpreting the results of such projections. This effect is more marked the shorter the life-span of the stocks being analysed, since with long-lived species the individuals currently present in the stock will influence its total abundance for a longer number of years.

Both long-term and short-term projections can be carried out based on production or structural models. However, only projections based on structural (age-, length- or stage-structured models) can be used to assess the effect of technical measures.

When the data available for a fishery are only total catch and effort, or catch and abundance indices, only production models can be used, and thus the only management measures that can be assessed are those based on input or output control.

When using and fitting Production Models, like the Schaefer logistic model, the estimation of the parameters leads in almost all cases to carrying out a long-term projection, since the average long-term response of the stock and the fishery to changes in fishing level are direct functions of the stock parameters.

Carrying out short-term and medium-term projections, however, requires carrying forward the dynamic version of the models, under different assumptions for the catches taken from the stock, as a consequence of different input or output control management measures. Even though the equations used for this forward projection of the stock and the fishery are the same as used for the population model of the fitting version, it is usual to separate the task of fitting the model to data (i.e. estimating its parameters) from the task of using the estimated parameters to analyse the consequences of different management measures. This is mostly because the calculations used to fit the models using

the dynamic version of these models require intensive computations, and it is thus usually desired to keep the corresponding programmes as simple and light as possible.

It should be noted that projections, either long-term or short-term, should not be taken for predictions of actual stock abundance or catch values. As such, they should not be used to actually predict stock abundance or catch at any period. Rather, they should be used to assess the relative merits of alternative competing management options, and as such inform better the process of deciding which management measures are more likely to drive the stock and the fishery in the direction desired by managers.

## **2. WORKBOOKS FOR PROJECTIONS USING THE PRODUCTION MODELS**

The spreadsheets used for fitting the dynamic version of the Schaefer logistic model are not meant for doing projections. In fact, the need of running numerical optimization routines for the estimation of the parameters implies that one should avoid very complicated sheets.

Accordingly, a new workbook was prepared, to run projections based on the data available and the parameters estimated for the stock and the fishery. It should be noted that this sheet should not be used for estimating parameters, but rather to analyse the likely consequences of different management options (set as changes in effort or total catch relative to current levels) on the future trends in catches and stock abundance.

This workbook is meant for doing deterministic projections, i.e., projections where the results are always the same for a given set of (a) initial conditions (stock size at the start of the projection period) (b) stock dynamics parameters and (c) stock exploitation strategy (TAC or Fishing Effort control).

## **3. POSSIBLE ANALYSES**

The model implementation in the workbook can run projections with the following main characteristics:

- a) Dynamic projections based on the Schaefer model;
- b) Deterministic projections. Running a simulation with the same data and parameters will always produce the same results. Accordingly, this workbook will not produce stochastic simulations, and thus cannot be used for running e.g. risk analysis;
- c) The stock dynamics are based on the Schaefer model parameters provided to the model;
- d) The start point of the simulations is the stock status estimated by the model for the last year of available data;

It should be noted that because the simulation is based on a surplus production model, the workbook can not be used to simulate management strategies based on technical measures.

*a) Management strategies simulated*

The implementation of the model can currently simulate the following management strategies:

**i) Constant exploitation strategies**

In this kind of projection, it is assumed that the exploitation strategy (either total catch or total fishing mortality) is constant for all years being projected. The management measures under this type of can be defined as (1) TAC fixed at the same constant level for all years in the projection or (2) fishing mortality fixed at the same constant level for all years in the projection.

**(1) Constant TAC**

In this type of projection/simulation, total catch is fixed at the TAC level established by management from the first to the last year of the projection. It is assumed that there are no enforcement/declaration problems, so that the catch actually taken corresponds exactly to the TAC specified. For simplification, the TAC is given as a percentage of the average catch in the reference period (a period of the last 1 to 5 years of available data).

**(2) Constant fixed total fishing mortality**

This projection mode corresponds to a management option of fixing total effort, in the assumption that there is no change in catchability, and therefore that fishing mortality is effectively proportional to fishing effort. The actual management measures that will achieve this control of total fishing mortality are not specified, but the simulation assumes that fishing mortality is effectively controlled. For simplification, the fishing mortality for the projection is given as a percentage of the fishing mortality estimated for the last year of data available.

**ii) Variable exploitation strategies**

In this set of strategies, managers can allow for varying TAC or fishing mortality at each year in the projection time. This requires specifying the TAC or the fishing mortality (both as values relative to the average values in the reference period) for each time-period covered by the projection. Otherwise, the projection proceeds as for the case of the constant TAC or fishing mortality strategies.

An important issue to remember when defining the management strategy to simulate is how catch is related to stock abundance. When using TAC management control, the total catch taken each year is fixed externally. This catch does not depend on stock abundance or other aspects of stock status. When an effort control strategy is chosen, however, the total fishing effort exerted on the stock each year is fixed. In this system, total catch is determined by the effort applied to the average stock abundance during the year, and thus depends on stock abundance.

**4. ORGANIZATION/STRUCTURE OF THE WORKBOOK**

The workbook is divided into several sheets that correspond to different parts of the operation of the simulation:

*a) Data Input and projection control*

The input of the stock and fisheries data, as well as the definition of the conditions for the projection, is separate from the calculations or the presentation of output. This way, it is possible to allow the users to specify the input data and parameters, as well as the conditions for the simulation, in a simpler setup than if this input was joined with the calculations. All input and control parameters are entered into the same sheet, sheet "Input".

**i) Sheet “Input”**

This sheet is used to enter the model parameters estimated for the stock, historical data available for the stock and the fishery, and for defining the conditions for the projections. The following information is entered into this sheet:

- a) Historical data
- b) Stock model parameters
- c) Model control parameters
- d) Projection control parameters

**b) Calculations**

The calculations for the historical part of the model are separated from those of the projection part. This is done for logical reasons, but also to allow dimensioning separately each of the components of the calculations. Two sheets are used to do these calculations. Sheet “ObservedPast” holds all calculations for the historical part of the model, while sheet “Projected” contains the calculations for the projection part. These data are joined together in a sheet “DataPlots” that organizes the data into a single set, for the plots.

**c) Output**

The output is presented mostly in graphical form, in the plot sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the estimated and projected trends in stock abundance and catches are presented as values relative to adequate reference points. So, abundance is represented by the value of the estimated abundance index as a percentage of the value of this abundance index at the target biomass  $B_{0.1}$ , while catches are presented as a percentage of MSY.

**ii) Sheet “Data Plots”**

This sheet contains the calculations for the plots of catches and stock abundance. It is not meant to be modified by the user, and it is protected to avoid accidental modifications to the workbook.

**5. OPERATING INSTRUCTIONS****a) Setting overall options**

The presentation of the data from the workbook relies on some Visual Basic procedures. Therefore, for the workbook to function properly, it is necessary to configure Excel in order to allow running macros. The following procedure should be used:

Open Excel with a blank worksheet

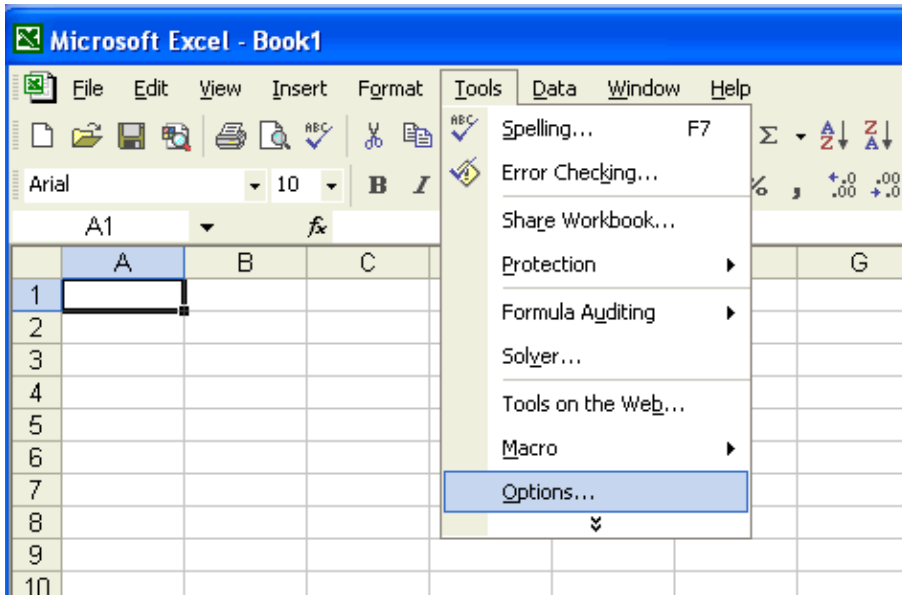


Figure 1- Selection of the “Options” dialogue

Under the menu item “Tools”, choose “Options”  
Then in the “Security” tab click on “Macro security”

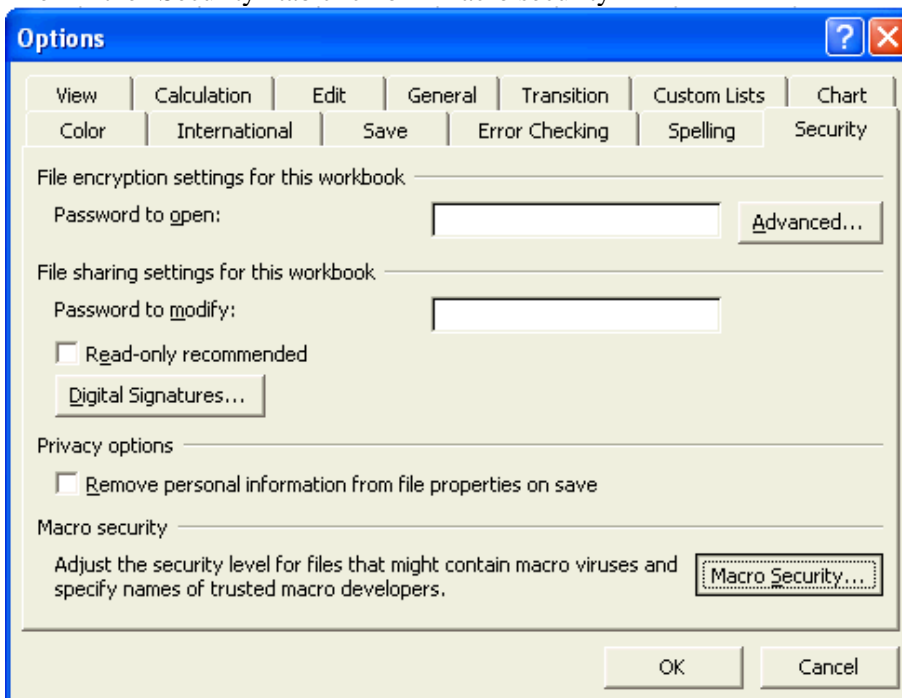


Figure 2. The “Security” tab under the “Options” dialogue

In the “Security Level” tab, choose “Medium” (Figure 3). This setting will allow you to permit running the macros in the worksheet without compromising the overall security of your computing environment.



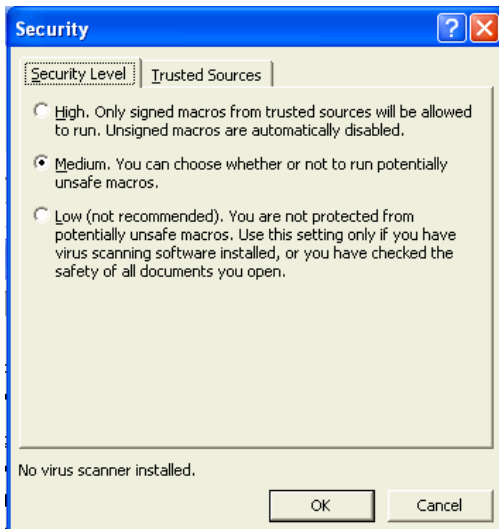


Figure 3. Setting the macro security level to “Medium”.

When opening the workbook, a warning message will appear, asking whether to allow the macros to run (Figure 4). Choose “Enable Macros” in this dialogue, and the sheet will load properly.

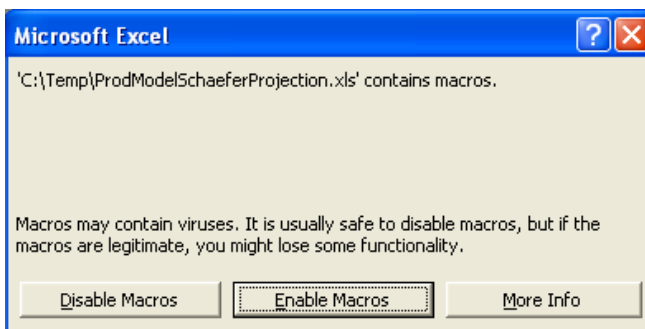


Figure 4. Dialogue that should appear when opening this workbook

Note: Under newer versions of Microsoft Excel, the procedure may be different from the one described above. In all cases, however, it will be necessary to set the macro security level to a level allowing selected macros to run, with previous user approval.

#### ***b) Data Entry***

All data (for the historical period) and parameter estimates should be entered in the worksheet “Input”.

Data and parameter estimates (that may have been estimated by fitting the model to data using the fitting workbook) should be entered only in the cells coloured green (Figure 5). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model.

The parameters for the projection, including the number of years to project, and the values of catch or fishing effort to simulate (relative to the current “base” values) should also be set in this sheet.

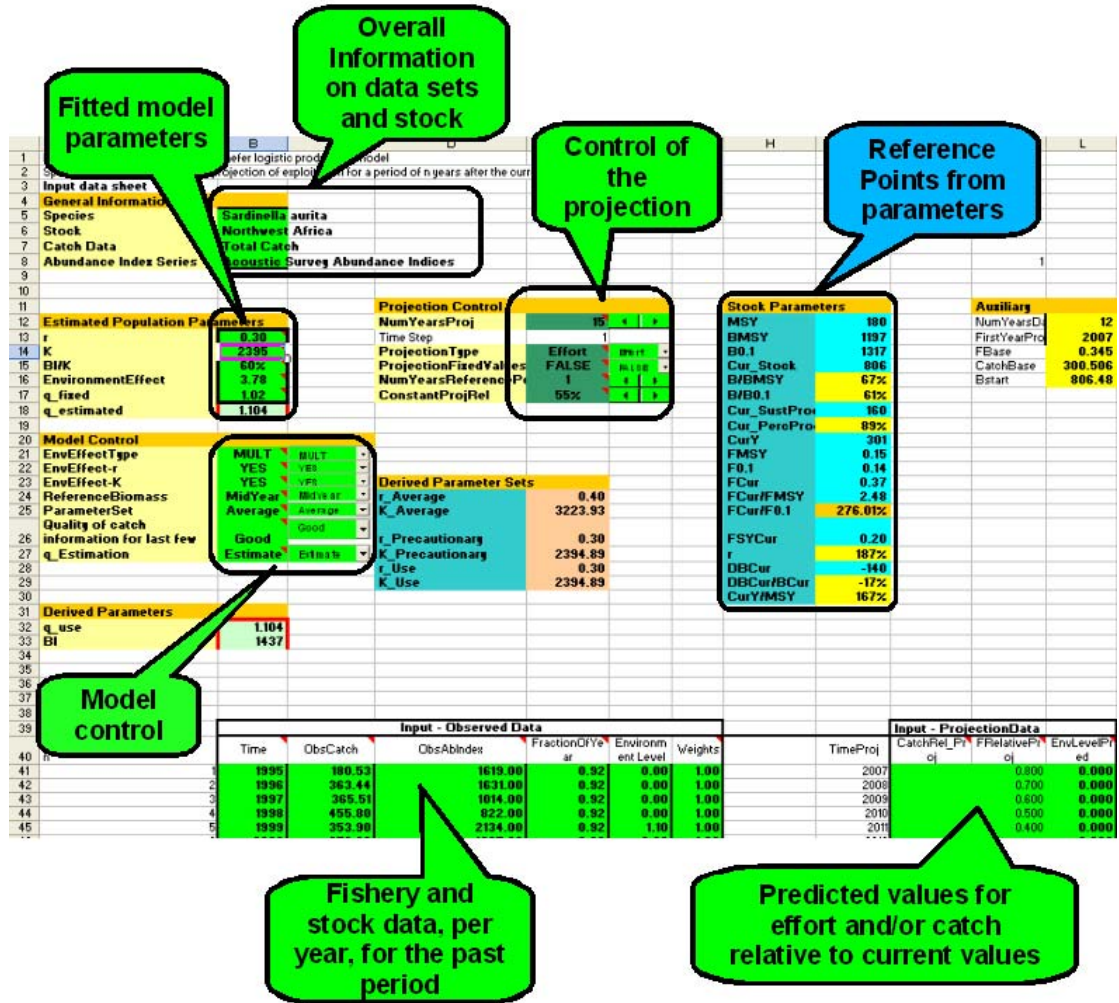


Figure 5. The main areas in the worksheet for model input and projection control

i) Entering historical data

The data for the historical period should be entered first (Figure 6). These data correspond to the data available to fit the model, and should be entered exactly as used for the fitting process. They will be used to replicate the estimated trends of catch and stock abundance in the historical period, and establish the base conditions to which the projection values are related.

Input - Observed Data						
Time	ObsCatch	ObsAbIndex	FractionOfYear	Environment Level	Weights	
1995	180.00	1500.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1996	353.00	1631.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1997	430.00	1014.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1998	500.00	822.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1999	400.00	2134.00	0.92	1.00	0.000	1.000
2000	356.00	190.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2001	298.00	1800.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2002	280.00	1499.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2003	345.00	1546.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2004	264.00	3423.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2005	305.00	3000.00	0.92	0.00	0.000	1.000

Figure 6. Section of the worksheet to enter the historical data

The settings in this section should be set exactly to the same values entered when fitting the model (estimating the parameters).

**(1) Years of data (Time)**

All years from the first to the last in the historical data set should be entered, consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year. Note that the worksheet uses the number of consecutive non-empty cells in this column to define the time interval of the historical part of the modelling, and failing to fill this properly will result in inadequate calculations.

**(2) Total Catch per year (ObsCatch)**

Total catch is REQUIRED for ALL years in the historical data series. The model will fail if catch data is missing for any of these years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column should be filled like the one for year;

**(3) Abundance Index (ObsAbIndex)**

This column should be filled like the previous ones. It will contain an Index of stock abundance for as many years as possible, of the series of years considered. Only one index series can be entered, because it is considered impossible, or at least unreliable, to combine adequately several index series without detailed information on each of them. If it is desired to include information on more than one abundance index, these should be combined in a separate analysis that should take into account the relative reliability of each of the indices.

**(4) Timing of the abundance index (FractionOfYear)**

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ( $0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$ ). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

**(5) Environment Level**

This column contains an index of “relative environmental quality” for each year in the data series. This index should reflect, as much as possible, the overall quality of the environment for stock growth relative to the “average” years. Years considered as “average” should have the value “0” for this index, while years more favourable than the average will have a positive value, and years less favourable will have negative values. This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column should be left at their default value of 0.

**(6) Weights**

This column will include the weights given to each estimate of the abundance index in the fitting procedure. These weights should be proportional to the reliability of the different estimates. This may mean that they should be proportional to the variance of the estimates, if this is available, but they may be used simply to downweigh some particularly troublesome or doubtful points. In some cases, there are doubts about the reliability or the representativeness (compared with the rest of the series) of one or a few of the abundance indices used (e.g. if there is a year with less complete coverage, or with uncommon distribution conditions). In these cases, the corresponding value of the abundance index will not be as reliable as the remaining of the series. These points can be given less weight in the

fitting of the model, by setting a value less than **1** in the corresponding row of the column Weights. The weights are not used in the projection sheet, but should be entered, to establish a record to the fitting procedure used to obtain the current parameter estimates.

#### Notes:

The number of consecutive non-empty cells in column Year is used to define the number of years in the data to fit. Therefore, only years for which catch data is available must be entered, and all cells below these must be empty (use “Clear contents”);

In the calculated columns (to the right of the column “Weights”) the rows below the last year of data should NOT be deleted. The worksheet will ignore those below the last year of data. Deleting these rows will force one to rebuild them when a new data point is entered.

#### ii) Estimated stock parameters

The values estimated for the main stock parameters should be entered in the section headed “Estimated Population Parameters” (Figure 7). Values must be entered for **r** (intrinsic rate of growth), **K** (Carrying capacity, or Virgin Biomass) and **BI/K** (Stock Biomass at the start of the data series, as a proportion of the Virgin Biomass. The estimated value of the constant of proportionality between the estimated biomasses and the corresponding abundance indices, **q** (sometimes called the catchability coefficient) should also be set. If an environment effect was used for fitting the model, the value of the estimated coefficient should also be entered in the appropriate cell.

It should be noted that the value of the parameters in this section should be set exactly to the same values estimated from fitting the model to the historical data.

Estimated Population Parameters	
r	0.14
K	4270
BI/K	50%
EnvironmentEffect	7.97
q_fixed	1.02
q_estimated	0.363

Figure 7. Spreadsheet area for entering the population parameters

#### iii) Model fitting control

The parameters of model fitting (figure 8) should also be entered in the appropriate section of the input sheet.

Model Control		
EnvEffectType	MULT	MULT
EnvEffect-r	YES	YES
EnvEffect-K	YES	YES
ReferenceBiomass	StartYear	StartYear
ParameterSet	Average	Average
Quality of catch information for last few years	Good	Good
q_Estimation	Fixed	Fixed

Figure 8. Spreadsheet area for entering the model control parameters

- 1) Type of Environment Effect: Select how the environment level affects the model parameters **r** and **K**. Select NONE (no effect), MULT (Multiplicative effect) or EXP (Exponential effect);
- 2) Environment Effect on **r**: Set to YES if the environment is assumed to affect the growth capacity of the stock (**r**);

- 3) Environment Effect on K: Set to YES if the environment is assumed to affect the maximum (virgin) stock Biomass (K);
- 4) Reference Biomass: Specifies whether the Biomass natural growth rate is assumed to depend on Biomass at the start of the year or at mid-year;
- 5) Parameter set: Specify which set of parameters to use for estimating the Biological Reference Points. When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of  $r$  and  $K$  are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. Three options are available: Fixed- Use the overall  $r$  and  $K$  parameters estimated by the model fitting; Average – Use the average of the year-specific  $r$  and  $K$  calculated for the series of years; Precautionary – Use the smallest of the two previous sets. It should be noted that all these sets will be equal if there is no Environment Effect;
- 6) Quality of catch information for the last years. Set to Good, if these data are reliable, or Poor otherwise. This parameter will influence the estimation of the abundance on the last year of data. If the catch data during the last years is considered good, the abundance on this last year is that calculated by the Schaefer model; However, if the quality of the total catch data in the last few years is poor, this will affect strongly the reliability of the Biomass estimates from the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall coefficient of proportionality  $q$ , as  $B=U/q$ ;
- 7)  $q$  estimation: Set to Fixed if the coefficient of proportionality  $q$  should be fixed (set to the value given by the user or estimated numerically); Set to Estimate if  $q$  should be estimated linearly from the series of estimated abundances and abundance indices;

The settings in this section should be set exactly to the same values/options used when fitting the model to the historical data. This way, the historical part of the fitted model will reproduce exactly the fitting procedure, and the projection will reflect the average conditions observed during the period used to fit the model.

#### iv) Projection control

To run the projection simulation, it is necessary to define the main aspects of this simulation,

Projection Control		
NumYearsProj	15	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>
Time Step	1	
ProjectionType	Effort	<input type="button" value="Effort"/> ▾
ProjectionFixedValues	FALSE	<input type="button" value="FALSE"/> ▾
NumYearsReferencePeriod	1	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>
ConstantProjRel	88%	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>

Figure 9. Spreadsheet section used to control the options for the projections

The settings in this section define the options available for running the projections.

- 1) Number of years to project: This option simply defines the number of years (from the year immediately after the last year in the historical data series) to use for the projection;
- 2) Projection type: Set to Effort if it is intended to simulate a management strategy based on limitation of fishing mortality (effort); Set to Catch if the projection is based on a TAC-based management strategy;
- 3) Use Fixed Values: Set to TRUE if fixed Catch or Fishing Mortality values (in percentage of current values) are given for each year of the projection; Set to FALSE if a constant TAC or Fishing Mortality (both given as a percentage of the corresponding average value in the reference period) is used instead;
- 4) Number of Years in Reference Period: Number of years (in the end of the data series) to use as the Reference Period for the calculations of the relative changes in Catch or Fishing Mortality;
- 5) Constant value (in % of the values in the reference period) of the values of Catch or Fishing Mortality (depending on the projection type chosen) for the projection, if a Constant TAC or Fishing Mortality is chosen for the projection;

#### a) Output

The model outputs the projections of stock abundance and total catch for all years in the period covered by the projections.

In all cases, these are presented as values relative to the reference points adopted ( $B_{0.1}$  and MSY). The main tools offered to analyse these projections are the plots in sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the current year, and thus the separation between the historical and the projected periods is indicated by a vertical line, allowing a better visualisation of the two periods that must be interpreted separately.

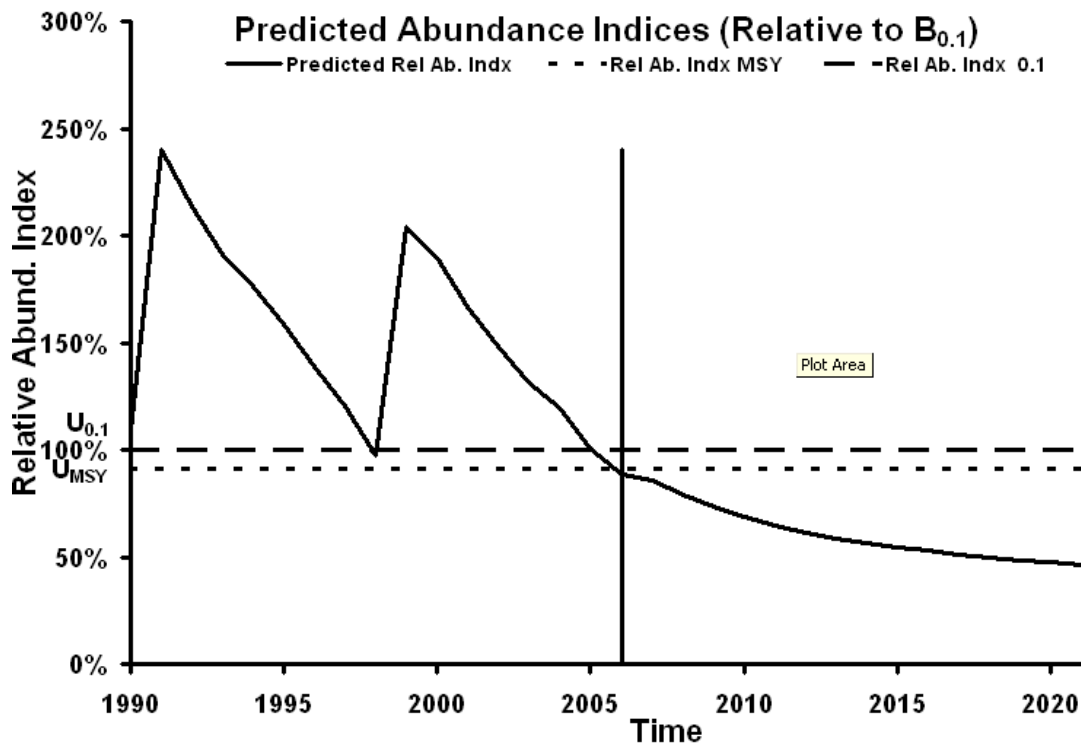


Figure 10. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected Abundance Indices (Relative to  $U_{0.1}$ )

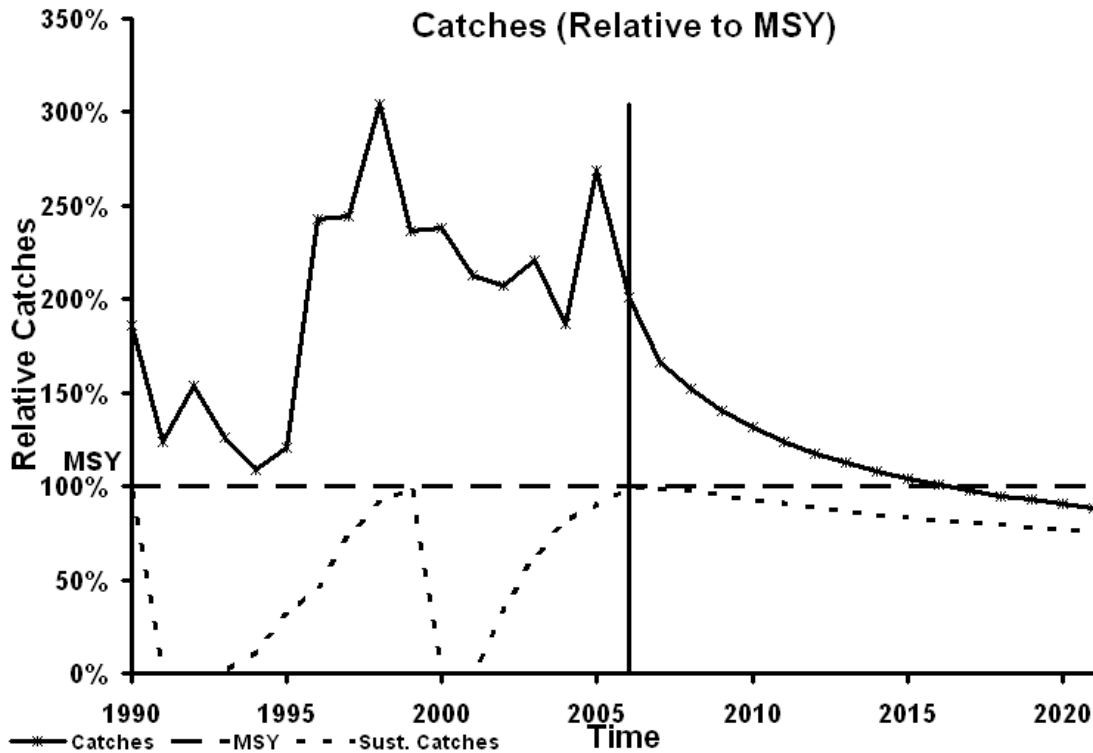


Figure 11. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected catches (Relative to MSY)

### 6) Editing the Workbook

With the exception of the cells shown in green on sheet “Input”, it is assumed that the user will not need to edit any part of the workbook. Therefore, most of the sheets are protected, to avoid accidentally modifying the formulas or the structure of the workbook. However, if any user wants to modify any sheet, it is enough to select “Unprotect sheet” from the menu item “Protection” (Figure 12). Users are urged to make a copy of the workbook before doing this, however, as they might accidentally modify the formulas or the structure of the workbook.

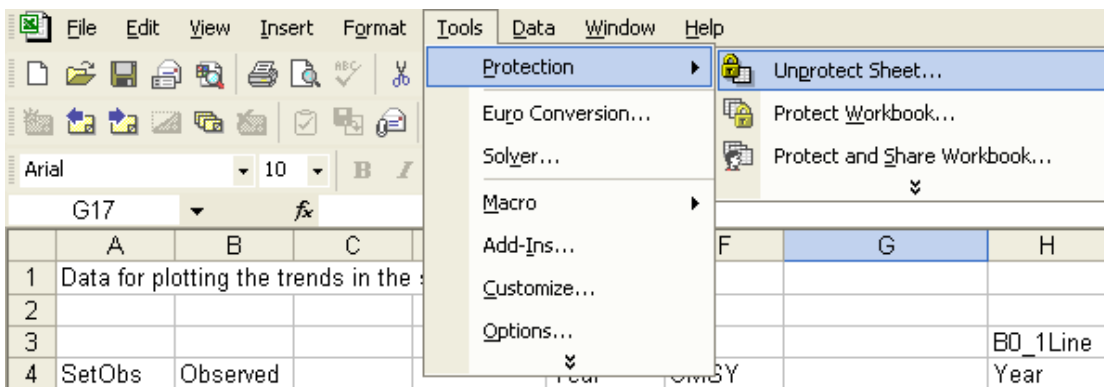


Figure 12. Procedure for unprotecting the worksheet “DataPlots”

## 7) Interpretation of results

The interpretation of the projection results should be done with caution. As mentioned in the introduction, projections are not forecasts, and should not be used as such.

## REFERENCES

- Hilborn, R. & Walters, C.J.** 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Hoggarth, D.D., Abeyasekera, S., Arthur, R.I., Beddington, J.R., Burn, R.W., Halls, A.S., Kirkwood, G.P., McAllister, M., Medley, P., Mees, C.C., Parkes, G.B., Pilling, G.M., Wakeford, R.C. & Welcomme, R.L.** 2006. Stock assessment for fishery management. A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 487. Rome, Italy. 261p. Includes a CD-ROM.



**APPENDIX/ANNEXE III**  
**Group leaders/Chefs de groupe**

Group leaders and members of the Working Group are responsible for the following:

- the organization of the work within her/his group;
- assure timely submittal in pre-agreed format (EXCEL) of all tables and figures for the report and make sure that the tables are correct;
- timely submission of text for report;
- presentation of trends, assessment results, conclusions and recommendations of subgroup in plenary sessions;
- act as focal person during the editing process;
- ensure that the final version of the text for her/his section is OK for printing when the final draft of the report is circulated to the group members before printing;
- focal point for the organization of data for the next meeting.



The eleventh meeting of the FAO Working Group on the Assessment of small pelagic fish off Northwest Africa was held in Casablanca, Morocco from 24 to 28 May 2011. 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.

Total catch of small pelagic fish for the 1990–2010 period has been fluctuating with an average of around 1.8 million tonnes, although with an overall general increasing trend since 1994. Although important changes were observed in the abundance and exploitation level for some of the stocks, the overall general situation in 2010 with respect to the state of the different stocks was found to be similar to that of 2009, with the exception of the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) which this year was considered overexploited. The Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) remains overexploited and the Small Pelagic Working Group recommends a decrease in catch and effort on the horse mackerels stocks to ensure sustainable harvesting of these stocks. The catches of round sardinella (*Sardinella aurita*) are high for the last three years, probably associated with a very good recruitment of year class 2005. The estimated abundance index for 2009 was also high. However given the uncertainties associated with last year's abundance indices, the lack of evidence of another good year class since 2005 and the high observed catches in recent years which exceed what the stock can sustain in the long term, the Working Group continues to be concerned about round sardinella stock and still considers it as overexploited. The Working Group reiterates its recommendation to reduce effort on this species and to respect the previously recommended catch levels.

The sardine stock in Zone A + B is again considered overexploited and the Working Group therefore maintains its recommendation from the previous three years that the catch should not exceed 400 000 tonnes. Sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C is not fully exploited. However, the stock structure and abundance should be closely monitored by fishery independent methods, and care must be taken in the management of sardine in Zone C. Mackerel (*Scomber japonicus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) are both considered fully exploited. In the case of anchovy, the Working Group recommends that the effort should not exceed the current level while for mackerel it was recommended that the catch should not exceed 200 000 tonnes. Previous assessments have considered bonga (*Ethmalosa fimbriata*) as a single stock at the subregional level. However, recent changes in the exploitation of this species in Mauritania with the subsequent large catches make it difficult to assess this species at the sub-regional level. As a precautionary measure, it was recommended not to increase fishing effort in 2011.

La onzième 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 Casablanca, Maroc du 24 au 28 mai 2011. Le Groupe a examiné l'état actuel des ressources de petits pélagiques en Afrique nord-occidentale et fait des projections sur le développement ainsi que sur les niveaux futurs d'effort et de capture. Des conseils concernant l'état des stocks sont donnés par rapport aux points de référence convenus, points  $F_{0.1}$ ,  $F_{MSY}$ ,  $B_{0.1}$  et  $B_{MSY}$  et sur la base des projections pour les cinq prochaines années.

Les captures totales de petits poissons pélagiques pour la période 1990-2010 ont fluctué avec une moyenne d'environ 1,8 millions de tonnes, avec toutefois une tendance globale à l'augmentation générale depuis 1994. Bien que des changements importants ont été observés dans les niveaux d'abondance et d'exploitation pour une partie des stocks, la situation globale générale en 2010 par rapport à l'état des différents stocks a été jugée similaire à celle de 2009, à l'exception du chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) qui cette année a été considéré comme surexploité. Le chinchard de Cunène (*Trachurus trecae*) reste surexploité et le Groupe de travail des petits pélagiques recommande une diminution de la capture et de l'effort pour assurer la durabilité de ces stocks. Les captures de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) sont élevées ces trois dernières années, probablement en raison d'un bon recrutement en 2005. L'indice d'abondance estimé en 2009 est également élevé. Cependant, en raison des incertitudes au sujet des indices d'abondance de la dernière année, de l'absence de preuves d'une autre bonne classe d'âge depuis 2005 et des captures élevées des dernières années qui dépassent ce que le stock peut soutenir sur le long terme, le Groupe de travail continue d'être préoccupé par le stock de sardinelle ronde dans la région et le considère toujours comme surexploité. Le Groupe de travail réitère sa recommandation visant à réduire l'effort sur cette espèce et de respecter les niveaux de capture précédemment recommandés. Le stock de sardine dans la zone A+B est de nouveau considéré comme surexploité et le Groupe de travail maintient donc les recommandations des trois années précédentes, à savoir que les prises ne devraient pas dépasser 400 000 tonnes.

La sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone C n'est pas pleinement exploitée. Toutefois, la structure du stock et de l'abondance doit être suivie de près par des méthodes indépendantes de la pêche, et des précautions doivent être prises pour la gestion de la sardine dans la zone C. Le maquereau (*Scomber japonicus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) sont tous deux considérés comme pleinement exploités. Dans le cas de l'anchois, le Groupe de travail recommande que l'effort ne dépasse pas le niveau actuel alors que, pour le maquereau, il a été recommandé que les prises ne devraient pas dépasser 200 000 tonnes. Les évaluations antérieures ont considéré le bonga (*Ethmalosa fimbriata*) comme un seul stock au niveau sous-régional. Cependant, des changements récents dans l'exploitation de cette espèce en Mauritanie avec les fortes captures qui en découlent rendent difficile l'évaluation de cette espèce au niveau sous-régional. Par mesure de précaution, il a été recommandé de ne pas augmenter l'effort de pêche en 2011.

ISBN 978-92-5-007424-5 ISSN 20706987



9 789250 074245

I3135Bi/1/11.12