

INTERNATIONAL COOPERATION WITH THE NANSEN PROGRAMME  
COOPÉRATION INTERNATIONALE AVEC LE PROGRAMME NANSEN

GCP/INT/730/NOR

**Report of the**

---

**WORKSHOP ON THE AGE ESTIMATION OF SARDINE  
AND SARDINELLA IN NORTHWEST AFRICA**

**Casablanca, Morocco, 4–9 December 2006**

**Rapport de la**

---

**L'ATELIER SUR L'ESTIMATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE  
ET DE LA SARDINELLE EN AFRIQUE DU NORD-OUEST**

**Casablanca, Maroc, 4-9 décembre 2006**



Copies of FAO publications can be requested from:

Sales and Marketing Group

Communication Division

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Rome, Italy

E-mail: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

Fax: +39 06 57053360

Web site: <http://www.fao.org>

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

Groupe des ventes et de la commercialisation

Division de la communication

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Rome, Italie

Courriel: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

Télécopie: +39 06 57053360

Site Web: <http://www.fao.org>

INTERNATIONAL COOPERATION WITH THE NANSEN PROGRAMME      GCP/INT/730/NOR  
COOPÉRATION INTERNATIONALE AVEC LE PROGRAMME NANSEN

Report of the  
WORKSHOP ON THE AGE ESTIMATION OF SARDINE AND SARDINELLA  
IN NORTHWEST AFRICA

Casablanca, Morocco, 4–9 December 2006

Rapport de  
L'ATELIER SUR L'ESTIMATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE ET DE LA SARDINELLE  
EN AFRIQUE DU NORD-OUEST

Casablanca, Maroc, 4-9 décembre 2006

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

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

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

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

ISBN 978-92-5-005868-9

All rights reserved. Reproduction and dissemination of material in this information product for educational or other non-commercial purposes are authorized without any prior written permission from the copyright holders provided the source is fully acknowledged. Reproduction of material in this information product for resale or other commercial purposes is prohibited without written permission of the copyright holders.

Applications for such permission should be addressed to:

Chief Electronic Publishing Policy and Support Branch  
Communication Division  
FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

or by e-mail to:

copyright@fao.org

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au:

Chef de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière  
de publications électroniques  
Division de la communication,  
FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie

ou, par courrier électronique, à:

copyright@fao.org

© FAO 2007

## PREPARATION OF THIS DOCUMENT

The Workshop on the Age Estimation of Sardine and Sardinella in Northwest Africa was held in Casablanca, Morocco, from 4 to 9 December 2006. The Workshop is one of a series of activities aimed at harmonizing the age interpretation of sardine and sardinella in the subregion.

The general objective of the Workshop was to standardize the sardine and sardinella age-reading methodologies and ensure common interpretation of the established age-reading criteria.

The activity was organized by FAO under Project GCP/INT/730/NOR “International Cooperation with the Nansen Programme: Fisheries Management and Marine Environment” funded by the Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) and executed in close cooperation with the Institute of Marine Research (IMR), Bergen, Norway. The National Institute of Fisheries Research (INRH) in Casablanca hosted the Workshop and was responsible for the local arrangements.

FAO is grateful to the Workshop participants who contributed to the first draft of this report. The final editing was made by Cristina Morgado, Ana Maria Caramelo and Merete Tandstad. Special thanks are due to Marie-Thérèse Magnan, Stephen Cofield, Sacha Lomnitz and Françoise Schatto for their assistance with the finalization of this document.

## PRÉPARATION DE CE DOCUMENT

L'Atelier sur l'estimation de l'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest s'est réuni à Casablanca, Maroc, du 4 au 9 décembre 2006. L'Atelier est une des activités ayant pour but d'harmoniser l'interprétation de l'âge de la sardine et de la sardinelle dans la sous-région.

L'objectif général de l'Atelier était de standardiser les méthodes de lecture d'âge de la sardine et de la sardinelle et d'assurer une interprétation commune des critères établis de lecture d'âge.

L'activité a été organisée par la FAO dans le cadre du projet GCP/INT/730/NOR “Coopération internationale avec le Programme Nansen. Gestion des pêches et environnement marin”, financée par l'Agence norvégienne de coopération pour le développement (NORAD) et réalisé en étroite collaboration avec l'Institut de recherche marine (IMR), Bergen, Norvège. L'Institut national de recherche halieutique (INRH) à Casablanca a accueilli l'Atelier et était responsable de l'organisation locale.

La FAO est reconnaissante aux participants de l'Atelier qui ont contribué à la préparation du premier projet de ce rapport. L'édition finale a été faite par Cristina Morgado, Ana Maria Caramelo et Merete Tandstad. Nous sommes reconnaissants à Marie-Thérèse Magnan, Stephen Cofield, Sacha Lomnitz et Françoise Schatto pour l'assistance apportée à la finalisation de ce document.

### **Distribution :**

Participants in the Workshop/Participants à l'Atelier  
 FAO Regional Fishery Officers/Fonctionnaires des pêches  
 des Bureaux régionaux de la FAO  
 FAO Fisheries and Aquaculture Department/Département des pêches  
 et de l'aquaculture de la FAO

FAO.

Report of the Workshop on the age estimation of sardine and sardinella in Northwest Africa. Casablanca, Morocco, 4–9 December 2006.

Rapport de l'Atelier sur l'estimation de l'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest. Casablanca, Maroc, 4-9 décembre 2006.

*FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 848. Rome, FAO. 2007. 107 p.

#### **ABSTRACT**

The Workshop on the Age Estimation of Sardine and Sardinella in Northwest Africa was organized in Casablanca, Morocco, from 4 to 9 December 2006.

The Workshop was funded by project GCP/INT/730/NOR “International Cooperation with the Nansen Programme. Fisheries Management and Marine Environment” and organized by FAO and the National Institute of Fisheries Research (INRH). Altogether 15 scientists from seven countries and FAO participated.

The Workshop reviewed and discussed the results of an otolith exchange that had been carried out in 2006 and which included both sardine and sardinella otoliths from different locations.

The final outcome of the meeting consisted of revised agreed guidelines for the preparation and interpretation of sardine and sardinella otoliths. A new otolith exchange was initiated just after the Workshop to consolidate results.

#### **RÉSUMÉ**

L'Atelier sur l'estimation de l'âge de la sardine et de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest a été organisé à Casablanca, Maroc, du 4 au 9 décembre 2006.

L'Atelier a été financé par le projet GCP/INT/730/NOR “Coopération internationale avec le Programme Nansen. Gestion des pêches et environnement marin” et organisé par la FAO et l'Institut national de recherche halieutique (INRH). Quinze scientifiques de sept pays et de la FAO y ont participé.

L'Atelier a analysé et discuté les résultats d'un échange d'otolithes qui avait été organisé en 2006 et qui comprenait des otolithes de sardine et de sardinelle en provenance de différents endroits.

Le résultat final de la réunion a consisté en des directives concertées révisées pour la préparation et l'interprétation des otolithes de sardine et de sardinelle. Un nouvel échange d'otolithes a été commencé tout de suite après l'Atelier pour consolider les résultats.

## CONTENTS

	Page
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
1.1 Terms of reference.....	1
1.2 Participants .....	1
<b>2. THE 2006 SARDINE AND SARDINELLA OTOLITH EXCHANGE</b> .....	2
2.1 Material .....	2
2.2 Methods.....	3
2.3 Results and discussion.....	4
<b>3. THE 2006 SARDINE AND SARDINELLA OTOLITH WORKSHOP</b> .....	6
3.1 Material .....	6
3.2 Methods.....	6
3.3 Results and discussion.....	6
<b>4. GUIDELINES FOR SARDINE AND SARDINELLA AGE ESTIMATION</b> .....	7
<b>5. RECOMMENDATIONS</b> .....	8

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	11
1.1 Termes de référence.....	11
1.2 Participants .....	11
<b>2. ÉCHANGE 2006 D'OTOLITHES DE SARDINES ET DE SARDINELLES</b> .....	12
2.1 Matériel .....	12
2.2 Méthode .....	13
2.3 Résultats et discussion.....	14
<b>3. L'ATELIER 2006 DES OTOLITHES DE SARDINE ET DE SARDINELLE</b> .....	16
3.1 Matériel .....	16
3.2 Méthode .....	17
3.3 Résultats et discussion.....	17
<b>4. GUIDE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE ET DE LA SARDINELLE</b> .....	18
<b>5. RECOMMANDATIONS</b> .....	19
<b>REFERENCES/RÉFÉRENCES</b> .....	20

## APPENDIXES/ANNEXES

I List of participants/Liste des participants .....	21
II FAO 2006 sardine exchange – <i>Sardina pilchardus</i> .....	23
II FAO 2006 échange de sardine – <i>Sardina pilchardus</i> .....	27
III FAO 2006 sardinella exchange – <i>Sardinella aurita</i> .....	59
III FAO 2006 échange de sardinelle – <i>Sardinella aurita</i> .....	62
IV FAO 2006 workshop on sardine reading .....	89
IV FAO 2006 atelier sur la lecture de la sardine.....	91
V FAO 2006 workshop on sardinella reading .....	97
V FAO 2006 atelier sur la lecture de la sardinelle.....	99
VI Ring deposition/Déposition d'anneaux.....	107





## 1. INTRODUCTION

Different methods of information structured by ages are very important for modern analytical stock assessment as these follow individual age, and thus can be used to analyse the effect of changes in relative exploitation patterns on the stocks and consequently can provide better knowledge of the ecosystem and provide basis for better management advice to the administration of the countries.

Some problems and discrepancies in the age determination of small pelagic species in the Northwest Africa region were detected and in consequence several initiatives have been undertaken in the region in recent years to address and seek solutions to these, these initiatives included:

An age-reading workshop for sardine (*Sardina pilchardus*) was organized by FAO/NANSEN Programme in cooperation with the Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Kaliningrad, Russian Federation, from 28 to 31 August 2001 (FAO, 2002).

A Workshop on the age reading of sardinella was organized by the FAO/NANSEN Programme in cooperation with the Centre for Oceanographic Research Dakar-Thiaroye (CRODT) in Dakar, Senegal, from 4 to 7 February 2003, and a second workshop on sardinella age reading was organized by FAO/NANSEN Programme in cooperation with the Instituto Español de Oceanografía (IEO) in Tenerife/Canary Islands (Spain) from 8 to 12 December 2003 (FAO, 2007).

All these workshops were preceded by an exchange of otoliths organized by FAO.

During the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN survey carried out between 13 and 27 November, 2004 from Cape Blanc to Cape Juby one of the objectives of the survey was the preparation of otoliths and the interpretation of rings for sardine (*Sardina pilchardus*), round sardinella (*Sardinella aurita*) and flat sardinella (*Sardinella maderensis*) (FAO, 2005).

Finally an exchange of *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* otoliths was initiated in 2005 with otoliths from the region and covering the entire year 2004. Following the exchange a workshop was organized by FAO/NANSEN Programme in cooperation with the National Institute of Fisheries Research (INRH), Morocco, from 4 to 10 December 2006.

The objective of the workshop was to standardize the Northwest African sardinella and sardine age-reading methodologies and to ensure common interpretation of the established age-reading criteria.

The workshop was funded by project GCP/INT/730/NOR: “International Cooperation with the Nansen Programme. Fisheries Management and Marine Environment” and organized by FAO and the National Institute of Fisheries Research (INRH). Altogether 15 scientists from seven countries and FAO participated. The chairperson of the group was Merete Tandstad, FAO, Rome.

### 1.1 Terms of reference

The terms of reference of the Workshop were:

1. To test and improve the precision of current sardinella and sardine ageing procedures.
2. To discuss existing otolith preparation methodologies in order to develop a standard for the subregion.
3. To improve existing ageing methods.
4. To revise the sardinella and sardine age-reading criteria.
5. To stimulate regional collaboration.

### 1.2 Participants

Abdoulaye Wagué*	Mauritania
Ahmed Diagne*	Mauritania
Ahmed El Youssoufi*	Morocco
Ana Maria Caramelo	FAO
Cristina Morgado	Portugal
Famara Darboe	Gambia

Hicham El Ouazzani	Morocco
Jaber Laaydi	Morocco
Khadija Amenzoui *	Morocco
Maria Teresa Garcia Santamaria*	Spain
Merete Tandstad (Chairperson)	FAO
Nikolay Timoshenko*	Russian Federation
Mor Sylla *	Senegal
Sabina Mendy*	Gambia
Siham Mnia	Morocco

\* Readers participating in the 2006 otolith exchange.

The list of participants is provided in Appendix I.

## 2. THE 2006 SARDINE AND SARDINELLA OTOLITH EXCHANGE

Before starting the 2006 sardine and sardinella otoliths exchange, a guideline describing the procedures to collect and prepare the otolith samples was circulated among all the participants by e-mail. This document was based on the agreed guidelines at previous sardine and sardinella workshops (FAO, 2002, 2005, 2007)

Twelve readers from six different research institutes in Morocco, Mauritania, The Gambia, Senegal, Spain and the Russian Federation were involved in the exchange (Table 2.1).

**Table 2.1:** Sardine and sardinella exchange readers

Reader	Code	Country	Institute	Species read
Maria Teresa Santamaria	R1	Spain	IEO – Canaries	Sardine Sardinella
Olga Mishenko and Luiza Scherbich	R2	Russian Fed.	AtlantNIRO	Sardine
Ahmed El Youssoufi	R3	Morocco	INRH	Sardine Sardinella
Khadija Amenzoui	R4	Morocco	INRH	Sardine Sardinella
Ahmed Diagne	R5	Mauritania	IMROP	Sardine Sardinella
Wagué Abdoulaye	R6	Mauritania	IMROP	Sardine Sardinella
Mor Sylla	R7	Senegal	CRODT	Sardine Sardinella
Juldeh Jallow and Sabina Mendy	R8	Gambia	Fisheries Dep.	Sardine Sardinella
Nicolay Timoshenko	R9	Russian Fed.	AtlantNIRO	Sardinella
Zoya Cheseva	R10	Russian Fed.	AtlantNIRO	Sardinella

### 2.1 Material

#### *Sardina pilchardus*

The *Sardina pilchardus* otolith exchange was initiated with three collections of otoliths, however, only two were circulated among the eight readers (Table 2.1).

The three collections consisted of:

1. **AtlantNIRO collection from the Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO), Russian Federation.** The AtlantNIRO collection consisted of 50 otoliths collected in 2004 from all months except April, May and June. The total length of individuals ranged from 10.3 to 27.2 cm.

2. **Safi collection from the National Institute of Fisheries Research (INRH), Morocco.** The Safi Collection comprised 393 otoliths from the 2004 landings at Safi port from all months except September. The total length of individuals ranged from 15.2 to 23.7 cm.
3. **Laâyoune collection from the National Institute of Fisheries Research (INRH), Morocco.** The Laâyoune collection comprised 500 otoliths from 2004 landings at Laâyoune port. This collection was not suitable for the exchange due to the poor condition of the otoliths, such as: not well mounted, most of them broken and some inverted, etc. It was therefore decided not to include this collection in the 2006 otoliths exchange.

### *Sardinella aurita*

The *Sardinella aurita* exchange was initiated with three collections of otoliths which were circulated among the eight readers (Table 2.1)

1. The AtlantNIRO collection consisted of 14 otoliths from research vessel surveys in Mauritania and between Cap Blanc and 26° N) in 2004. The total length of individuals ranged from 10.4 to 47.5 cm.
2. The Mauritania collection consisted of 485 otoliths from the sampling of commercial catches from January to August 2004. The total length of individuals ranged from 20.4 to 39.5 cm.
3. The Senegal collection consisted of 258 otoliths from the sampling of the artisanal fishery catches from January and April to October 2004 with a total length of individuals ranged from 11.2 to 39.7 cm.

## 2.2 Methods

The analysis of the age readings exchange results was performed using methods developed by Eltink *et al.* (2000). This analysis is based on a reference age when there are no validated ages available, which is the case for sardinella and sardine in Northwest Africa. As reference age the modal age was chosen according to the experience level of the participants. Each reader's results were compared with the reference age – the best approach available in the absence of knowledge of the true age.

### *Sardina pilchardus*

The reference age assumed for age reading comparison purposes was the modal age of readers R1 and R2 from Spain and the Russian Federation respectively. These two readers are experienced as they are regularly involved in this type of activity and responsible for the preparation of sardine age-length keys (ALK) used in stock assessment in their respective countries. Readers R1 and R2 also showed good agreement in the 2001 FAO Sardine Otoliths Workshop (FAO, 2002).

Otoliths with no age readings by one or both of the reference readers (R1 and R2) were excluded from the analysis. Otoliths with age reading differences from the two reference readers of more than 1 year were also excluded. In cases with no mode but with an age difference of 1 year the reference age assumed was the rounded mean age of the two reference readers.

Of the 50 otoliths of the AtlantNIRO collection, four otoliths were excluded from the analysis. One otolith had an age difference between the two reference readers of 2 years and three otoliths were read just by one reader.

Of the 393 otoliths of the Safi collection, 79 otoliths were excluded from the analysis. There were 10 otoliths with no age readings by the two reference readers, 55 otoliths with only age readings by one of the reference readers and 14 otoliths with age attribution differences from the two reference readers of more than one year. Only 314 otoliths from this collection were hence considered in the analysis.

### *Sardinella aurita*

The reference age was assumed as the modal age based on all readers, since there was no indication of expertise in this species' age estimation.

All the otoliths without mode were excluded from the subsequent analysis. Of the 485 otoliths of the Mauritania collection only 279 were considered in the analysis. Of the 278 otoliths from the Senegal collection, 202 were considered in the analysis. All otoliths from the AtlantNIRO collection had a modal age.

## 2.3 Results and discussion

The complete analysis of results is given in Appendix II (*Sardina pilchardus*) and Appendix III (*Sardinella aurita*). A summary of the main results of the otoliths exchange is provided below.

### *Sardina pilchardus*

#### AtlantNIRO collection

The analysis of the 46 otoliths considered from the AtlantNIRO collection showed that only 5 had more than 80 percent agreement (Table II.3, Appendix II). The reference readers (R1 from Spain and R2 from the Russian Federation) had a percentage of agreement higher than 90 percent, while the results of readers from Morocco (R3 and R4) show a percentage agreement greater than 65 percent (Table II.9). The percentage of agreement for non-experienced readers' was lower than 40 percent and the mean relative bias of all ages for this readers' group was around -1 year. For age 0, 1 and 2, and for older ages the relative bias is lower than 1, indicating age underestimation.

The Figure II.4, Appendix II represents the mean length at age by reader for the most representative ages. Good agreement is observed between the experienced readers R1, R2, R3 and R4. Mean length at age is in the same range as those obtained in the 2001 FAO Sardine Workshop (FAO, 2002) for expert readers. Non-experienced readers (R5, R6, R7 and R8) show higher mean length at age, as a result of age underestimation and the mean length at age is not in accordance with sardine growth studies (Goñi, 1979; Santamaría and López Abellán, 2001).

The percentage of agreement and the age reading precision for the AtlantNIRO collection are 56.9 percent and 64.0 percent, respectively (Table II.9).

#### Safi collection

Of the 314 otoliths considered in the analysis, 96 had more than 80 percent agreement (Table II.12, Appendix II). All the otoliths with high agreement correspond to ages 1 and 2 years old. The percentage of agreement is higher than 70 percent for readers R1, R2 and R3. The mean relative bias of all ages is low for readers R1, R2, R3 and R4. The non-experienced readers R5, R6, R7 and R8 underestimate the ages older than two years by more than one year and the same readers R5, R6, R7 and R8 show lower mean length at age. These readers' results indicate a problem in sardine ageing interpretation.

### Comparisons between the two sardine collections

Table 2.3.1 summarizes the main results of the two collections. The AtlantNIRO collection presents a high percentage of agreement and lower CV, despite the wide length range.

**Table 2.3.1:** Age readings results of the Safi and AtlantNIRO collection

Collection	No. of otoliths	Length range (cm)	CV (percent)	Agreement (percent)
AtlantNIRO	46	10.3–27.7	56.9	64.0
SAFI	314	16.0–23.7	28.9	62.9

Figure II.7, Appendix II presents the mean length at age by reader of each collection (AtlantNIRO and Safi). For older ages the mean length at age is higher for the AtlantNIRO collection. Several aspects can explain these mean length discrepancies observed between collections:

1. Otoliths quality. If otoliths do not have clear annual ring patterns age underestimation can occur.
2. Geographic differences of samples. If otoliths are from different stocks or even different locations, fish can present different growth rates (Tserpes and Tsimenides, 1991)

### *Sardinella aurita*

#### AtlantNIRO collection

Of the 14 otoliths considered from the AtlantNIRO collection, no otoliths have a percentage of agreement higher than 80 percent (Table III.2, Appendix III). The readers R4 and R5 show the lower CV and the higher

percentage of agreement. The percentage of agreement is higher than 70 percent for readers R3, R4, R5 and R9. Readers R7 and R8 show relative bias greater than one year, for fishes older than 2 years which could be indicative of an age underestimation.

Figure III.2 and Table III.4, Appendix III represent the mean length at age of the AtlantNIRO Sardinella collection. The mean length at age 0 is very different between readers. Two groups of readers can be considered one with mean length at age 0 around 18.7 cm and another with a mean length at age 0 of around 11.6 cm. This discrepancy is reflected in all the others ages.

The percentage agreement and the age reading precision in the AtlantNIRO collection are 61.8 percent and 39.6 percent, respectively.

#### Mauritania collection

Table III.6, Appendix III present the age reading results of sardinella otoliths from the Mauritania collection. Of the 279 otoliths, only 94 had a percentage of agreement higher than 80 percent. The percentage of agreement of all readers is around 70 percent. Reader R5 shows the lower CV and the higher percentage of agreement. Reader R1 overestimates age 1, R6 underestimates age 3. Reader R7 shows a tendency to overestimate the ages. Table III. 9 and Figure III.4 Appendix III present the mean length at age by reader. The mean length at age 0 and 1 is very different between readers. Only readers R1 and R7 have a mean length that increases with age.

#### Senegal collection

Table III.11, Appendix III presents the sardinella age readings results of the otoliths considered from the Senegal collection. Of the 202 otoliths considered, 48 otoliths have a percentage of agreement higher than 80 percent. Five otoliths have age 0, 36 have age 1, 6 have age 6 and 1 otolith has age 3. Reader R10 shows the lower CVs, but also the lower percentage of agreement at age 1. The readers R1 and R10 overestimate age 1 and readers R3, R5 and R6 seem to underestimate ages 3 and 4.

The mean length at age by reader is presented in Table III.14, Appendix III. All readers have at least one mean length at age lower than the corresponding length for the following age. The mean length at age is more similar between readers compared to the other collections. Reader R7 is the only one to have mean length at age that follows the age increase. The percentage of agreement and the age reading precision are 68.2 and 39.2 percent, respectively.

#### **Comparisons between the three sardinella collections**

Table 2.3.2 summarizes the main results of the Sardinella collections that were used in the exchange. The Mauritania collection presents a high percentage of agreement and lower CV. This fact can be related to the absence of small individuals in this sample (minimum length of 20.4 cm).

**Table 2.3.2:** Results of the age readings for the AtlantNIRO, Mauritania and Senegal collections

Collection	No. of otoliths	Length range (cm)	CV (percent)	Agreement (percent)
AtlantNIRO	14	11.6–37.5	39.6	61.6
Mauritania	279	20.4–39.5	27.3	71.9
Senegal	202	11.2–39.7	39.2	68.2

Figure III.7 Appendix III presents the mean length at age of each collection for readers that had read the three collections. Readers R1, R2, R5 and R8 present the same length at age 1. For older ages the mean length at age is higher for the AtlantNIRO collection. Readers R3, R4 and R7 present higher mean length at age 1, and lower for the other ages. For all readers, the mean length at age of the Mauritania collection is higher than the other collections. This tendency could be related to the geographic difference of the samples and consequently a different growth rate, similar to the sardine collection.

### 3. THE 2006 SARDINE AND SARDINELLA OTOLITH WORKSHOP

The workshop was divided into two parts. The first two days were for discussion of the age estimation of sardine and the following two were for sardinella. The last two days were to discuss and decide on the guidelines for sardine and sardinella age estimation and to develop future recommendations for future work. Table 3.1 presents sardine and sardinella readers and respective code used in the analysis.

**Table 3.1:** Sardine and sardinella readers and respective code used in the analysis

Reader	Code	Country	Institute
Maria Teresa Santamaria	R1	Spain	IEO – Canarias
Ahmed El Youssoufi	R3	Morocco	INRH
Amenzoui Khadija	R4	Morocco	INRH
Hicham El Ouazzani	R11	Morocco	INRH
Jaber Laaydi	R12	Morocco	INRH
Ahmed Diagne	R5	Mauritania	IMROP
Abdoulaye Wagué	R6	Mauritania	IMROP
Mor Sylla	R7	Senegal	CRODT
Famara Darboe	R13	Gambia	Fisheries Dep.
Sabina Mendy	R14	Gambia	Fisheries Dep
Nikolay Timoshenko	R9	Russian Fed.	AtlantNIRO

#### 3.1 Material

A total of five binocular microscopes were used for the independent age reading. Three of them had a micrometric scale in the ocular to allow ring measurements.

##### *Sardina pilchardus*

The independent age reading at the workshop comprised a total of 24 otoliths from the exchange (11 from the AtlantNIRO collection and 13 from the Safi collection) and the fish length range was 16.2 to 26.2 cm. The chosen otoliths all had clear ring patterns.

##### *Sardinella aurita*

A sample of 20 otoliths, 11 from Laâyoune and 9 collected on board the R/V DR. FRIDTJOF NANSEN during the November 2006 survey was selected for the age readings at the workshop.

#### 3.2 Methods

For each species, after the presentation of the age reading exchange results, readers participated in a plenary discussion. After this joint discussion, readers performed an individual age reading in order to check if readers had understood the agreed criteria. Several otoliths were analysed by all readers to have consensual age estimation. The month of catch was provided and readers were asked to attribute a degree of reliability to each age estimation. Issues such as first *annulus* identification, nature of the edge and decreasing ring width were considered. Since the quality of the microscopes was not the same and in order to avoid microscope effects, all readers rotated around all the microscopes.

After the individual readings, the otolith was projected on a screen and readers were asked to explain their own age interpretation and the criteria applied. Subsequently, all the rules used for sardine and sardinella age estimation were discussed and common criteria were agreed.

Since the identification of the first *annulus* was one of the main problems identified during the plenary discussion, during the independent age reading, readers were asked to measure first *annulus* radius (from the nucleus to the edge of the first annual translucent ring).

#### 3.3 Results and discussion

The complete analysis of results is given in Appendix IV (*Sardina pilchardus*) and Appendix V (*Sardinella aurita*). A summary of the main results is provided below.

### *Sardina pilchardus*

The reference age assumed for the analysis was the mode for readers R1, R3 and R9. Of the 24 otoliths examined, two were not considered due to an absence of a mode estimated between the three reference readers (R1, R3 and R9) and further two of these otoliths were excluded from the analysis as they showed an age estimation difference of two years. The majority of readers show no bias between them, indicating an improvement in age reading precision (Figure IV.1, Appendix IV). The total percentage of agreement was 54.3 percent with a coefficient of variance (CV) of 34.2 percent. The age reading results are presented in Table IV.2, Appendix IV. The mean length at age by reader is presented in Table IV.4, Appendix IV. The mean length at age of readers R1, R3 and R4 is very similar. Non-experienced readers (R5, R6, R7, R11, R12, R13 and R14) do not show an increasing mean length with age. Figure IV.1, Appendix IV presents the mean age recorded  $\pm 2$  stdev of each age reader and all readers combined plotted against the reference age for the sardine workshop readings. The estimated mean age corresponds to modal age, if the estimated mean age is on the 1:1 equilibrium line (solid line).

The majority of the readers involved in the workshop show a good agreement in sardine age reading. The plenary discussions on projected otolith images undertaken before the workshop readings was very useful. This discussion allowed readers to better understand the age reading interpretation.

### *Sardinella aurita*

The reference age assumed for the analysis was reader R1 because she is an experienced reader of Clupeid age.

The percentage of agreement and the age readings precision are 61.7 and 69.0 percent, respectively. Of the 20 otoliths, three otoliths had more than 80 percent agreement, one of age 0 and two of age 2. Reader R3 had a very high precision (low CV and high percentage of agreement).

Less experienced readers showed a tendency to overestimate young ages and underestimate age 4. Figure V.1, Appendix V presents age bias plots: mean age recorded  $\pm 2$  stdev of each age reader and all readers combined are plotted against the reference age for the sardinella workshop readings.

Compared with the exchange results the majority of the workshop readers have less bias. R1 shows no bias due to the fact she was used as the reference. The low bias of reader R3 is evident.

Considering the inter-reader bias, two groups can be detected. Readers R1, R3, R4, R9, R11 and R12 have no sign of bias between them. Readers R5, R6 and R14 have also no sign of bias between them. The majority of readers from one group have a possibility or a certainty of bias with readers from the other group. Results on age reader's bias relative to modal age for *Sardinella aurita* are presented in Figure V.2, Appendix V.

Figure V.2, Appendix V shows the first ring measurements of the 11 otoliths by reader. The majority of readers assign the first ring to the one with a total radius between 20 and 35 units of the micrometric graduation (16 $\times$  magnification). Readers that in the plenary discussion showed difficulties in first ring identification (R5, R6, R7, R13 and R14) considered, in some cases, a false ring as the first annual ring.

## General conclusions

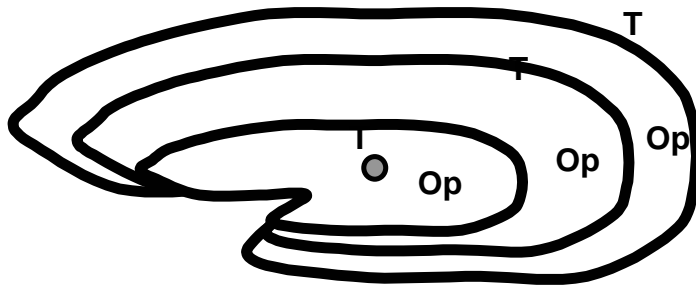
The majority of the readers involved in the workshop showed an improvement in the sardinella age interpretation. In spite of this improvement, less experienced readers still tended to overestimate younger ages and underestimate ages older than 2 years. The first ring measurement is a very useful tool to assess the correct first ring identification. Less experienced readers show a tendency to consider as the first *annulus* a false ring that appears before the true *annulus*. This false *annulus* has a radius smaller than 20 unities and should not be considered in the ageing process. The plenary discussion with otoliths images undertaken before the workshop readings was very useful, allowing readers to better understand the age reading interpretation.

## 4. GUIDELINES FOR SARDINE AND SARDINELLA AGE ESTIMATION

Scientists involved in fish age estimation should bear in mind all factors related to both the life cycle of the species studied (spawning season, etc.) and the otolith ring pattern:

1. The date of birth adopted is the 1<sup>st</sup> January.
2. One year is equivalent to a consecutive opaque and translucent ring (=annulus).

3. In the age estimation process, the position of the first annulus should be the major point of the agreement procedure. The basic characteristic to take into account for the first annual ring is continuity around the entire otolith body.
4. Measure of first annual ring:
  - a) For **sardinella** the width of the first annual ring varies depending on the month of “birth” (date of spawning).
  - b) For **sardine** a study in Zone C showed that generally the first annual ring appears between 19 and 30 units of measurement (1mm = 20 units at magnification 16×) depending on the month of birth. In some cases it was observed that sardines of 6-11 cm in total length caught during the year with 2-5 translucent rings had the age of 60-220 days and these rings cannot be considered as annual but only as false.
5. Ring width decreases mainly after the first two years of life.
6. If sardine/sardinella is caught during the year with an opaque zone on the otolith edge the age assigned is equal to the number of *annuli*.
7. If sardine/sardinella is caught in the first quarter with a translucent ring on the otolith edge the age assigned is equal to the number of *annuli* observed.
8. If sardine/sardinella is caught in the second quarter with a translucent ring on the otolith edge two situations can occur:
  - c) big translucent increment that started settling the previous year. In this case the age assigned is equal to the number of *annuli* observed.
  - d) translucent ring at edge is very narrow meaning that the formation of this ring started that year and should not be considered. This is best observed in the first two years.
9. If sardine/sardinella is caught in the third and fourth quarters with a translucent ring on the otolith edge the age assigned will be equal to the number of *annuli* observed minus 1.



**First quarter :**

3 translucent zones = age class 3

**Second quarter :**

3 translucent zones = age class 3

**If the translucent ring on the edge is very narrow:**

3 translucent zones – 1 = age class 2

**Third and fourth quarter:**

3 translucent zones -1 = age class 2

Example of age interpretation (Op – opaque; T – translucent)

## 5. RECOMMENDATIONS

A sampling programme with at least 10 individuals from each length class per month (January to December) should be carried out every year. The sampling should include the small and larger individuals. Biological information (total length, weight, sex, maturity stage, etc.) should be collected for each individual.

1. The pairs of whole otoliths should be mounted (as soon as possible after extraction) on black slides in a synthetic resin (Eukitt®). The otoliths should be studied under a stereomicroscope using reflected light.
2. The otoliths should not be left too long in any solutions.
3. The monthly evolution of the “edge” of the otoliths should be observed in all specimens and especially for smaller fish.



4. The readers should start by measuring the first annulus and the total radius of the otolith and always on micrometric units with a magnification of 16X.
5. The reliability (scale 4- very reliable to 1- completely uncertain) of the age reading should be stated by all the readers. The otoliths with reliability 1 and 2 should not be considered in the Age-Length Key (ALK).
6. An exchange of *Sardinella aurita* otoliths from R/V DR. FRIDTJOF NANSEN and Laâyoune should be initiated immediately after this Workshop.
7. An exchange of *Sardina pilchardus* otoliths from Safi, Laâyoune and Dakhla should be initiated immediately after this Workshop.
8. At least two people from each country should separately read the otoliths in the exchange and the individual results sent to FAO/FIMF.
9. A Workshop should take place in February 2008 to assess the 2007 results and study the agreement between countries in age reading (Laâyoune).



## 1. INTRODUCTION

Pour analyser l'effet des changements dans les modes d'exploitation sur les stocks et disposer, par conséquent, d'une meilleure connaissance de l'écosystème ainsi que de meilleurs conseils de gestion à adresser aux administrations des pays, il est nécessaire d'avoir plusieurs types d'informations structurées par âges pour suivre les cohortes d'individus et appliquer des modèles d'évaluation analytique plus précis.

Certains problèmes et écarts dans la détermination de l'âge chez les espèces de petits pélagiques en Afrique du Nord-Ouest ont été relevés et différentes initiatives ont été entreprises dans la région ces dernières années pour chercher des solutions, comme suit:

Un atelier de lecture de l'âge de la sardine (*Sardina pilchardus*) a été organisé par le Programme FAO/NANSEN en coopération avec l'Institut de recherche scientifique atlantique des pêches marines et de l'océanographie (AtlantNIRO), Kaliningrad, Fédération de Russie, du 28 au 31 août 2001 (FAO, 2002).

Un atelier consacré à la lecture de l'âge de la sardinelle a été organisé par le Programme FAO/NANSEN en coopération avec le CRODT à Dakar, Sénégal, du 4 au 7 février 2003 et un second atelier consacré à la lecture de l'âge de la sardinelle par le Programme FAO/NANSEN en coopération avec l'Institut espagnol d'océanographie (IEO) à Ténériffe, Îles Canaries, (Espagne) du 8 au 12 décembre 2003 (FAO, 2007).

Tous les ateliers ont été précédés par un échange d'otolithes organisé par la FAO.

Au cours des campagnes du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN effectuées entre le 13 et le 27 novembre 2004 du Cap Blanc au Cap Juby, l'un des objectifs était la préparation d'otolithes et l'interprétation des anneaux de la sardine (*Sardina pilchardus*), de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) et de la sardinelle plate (*Sardinella maderensis*) (FAO, 2005).

Enfin, un échange d'otolithes de *Sardinella aurita* et *Sardina pilchardus* a débuté en 2005 avec des otolithes couvrant l'ensemble de l'année de la région. À la suite de l'échange, un atelier a été organisé en coopération avec l'Institut national de recherche halieutique (INRH), Maroc, du 4 au 10 décembre 2006.

Le but de l'atelier était d'uniformiser la méthodologie de la lecture de l'âge de la sardine et de la sardinelle d'Afrique du Nord-Ouest et de garantir une interprétation commune des critères de lecture de l'âge en vigueur.

L'atelier a été financé par le projet GCP/INT/730/NOR: "Coopération internationale avec le Programme Nansen. Gestion des pêches et environnement marin" et organisé par la FAO et l'Institut national de recherche halieutique (INRH). Quinze scientifiques de sept pays et de la FAO y ont participé. La présidente du groupe était Merete Tandstad, FAO, Rome.

### 1.1 Termes de référence

Termes de référence de l'atelier:

1. Tester et améliorer la précision des procédures existantes pour la détermination de l'âge de la sardine et de la sardinelle.
2. Débattre au sujet des méthodes existantes de préparation des otolithes de façon à développer un standard pour la sous région.
3. Améliorer les méthodes existantes de la détermination de l'âge.
4. Réviser les critères de lecture de l'âge de la sardine et de la sardinelle.
5. Stimuler la collaboration régionale.

### 1.2 Participants

Abdoulaye Wagué*	Mauritanie
Ahmed Digne*	Mauritanie
Ahmed El Youssoufi*	Maroc
Ana Maria Caramelo	FAO
Cristina Morgado	Portugal
Famara Darboe	Gambie

Hicham El Ouazzani	Maroc
Jaber Laaydi	Maroc
Khadija Amenzoui *	Maroc
Maria Teresa Garcia Santamaria*	Espagne
Merete Tandstad (Présidente)	FAO
Nikolay Timoshenko*	Fédération de Russie
Mor Sylla *	Sénégal
Sabina Mendy*	Gambie
Siham Mnia	Maroc

\* Lecteurs participant à l'échange d'otolithes en 2006.

La liste des participants est fournie en Annexe I.

## 2. ÉCHANGE 2006 D'OTOLITHES DE SARDINES ET DE SARDINELLES

Avant de commencer l'échange 2006 d'otolithes de sardines et de sardinelles, un guide décrivant les procédures à suivre pour collecter et préparer les échantillons d'otolithes avait circulé parmi les participants via courriel. Ce document avait pour base les dispositions établies d'un commun accord lors des précédents ateliers sur la sardine et la sardinelle (FAO, 2002, 2005, 2007)

Douze lecteurs de six instituts de recherche différents (du Maroc, de Mauritanie, de Gambie, du Sénégal, d'Espagne et de la Fédération de Russie) ont participé en 2006 à l'échange (Tableau 2.1).

**Table 2.1:** Lecteurs de l'échange de sardines et de sardinelles

Lecteur	Code	Pays	Institut	Espèce lue
Maria Teresa Santamaria	R1	Espagne	IEO – Canaries	Sardine Sardinelle
Olga Mishenko and Luiza Scherbich	R2	Fédération de Russie	AtlantNIRO	Sardine
Ahmed El Youssoufi	R3	Maroc	INRH	Sardine Sardinelle
Khadija Amenzoui	R4	Maroc	INRH	Sardine Sardinelle
Ahmed Diagne	R5	Mauritanie	IMROP	Sardine Sardinelle
Wagué Abdoulaye	R6	Mauritanie	IMROP	Sardine Sardinelle
Mor Sylla	R7	Sénégal	CRODT	Sardine Sardinelle
Juldeh Jallow and Sabina Mendy	R8	Gambie	Dép. des pêches	Sardine Sardinelle
Nicolay Timoshenko	R9	Fédération de Russie	AtlantNIRO	Sardinelle
Zoya Cheseva	R10	Fédération de Russie	AtlantNIRO	Sardinelle

### 2.1 Matériel

#### *Sardina pilchardus*

L'échange d'otolithes de *Sardina pilchardus* a débuté avec trois collections d'otolithes, cependant seulement deux collections furent mises en circulation entre les huit lecteurs (voir Tableau 2.1).

Les trois collections sont les suivantes:

1. **La collection de l'AtlantNIRO provenant de l'Institut de recherche scientifique atlantique des pêches marines et de l'océanographie (AtlantNIRO), Fédération de Russie.** La collection de

l'AtlantNIRO comptait 50 otolithes collectés en 2004. Tous les mois étaient représentés exception faite des mois d'avril, de mai et de juin. La longueur totale des individus était comprise entre 10,3 et 27,2 cm.

2. **La collection de Safi provenant de l'Institut national de recherche halieutique (INRH), Maroc.** La collection de Safi comptait 393 otolithes provenant des débarquements 2004 au port de Safi au cours de toute l'année, exception faite du mois de septembre. La longueur totale des individus était comprise entre 15,2 et 23,7 cm
3. **La collection de Laâyoune provenant également de l'INRH.** La collection de Laâyoune comptait 500 otolithes provenant des débarquements 2004 au port de Laâyoune. Cette collection n'était pas satisfaisante pour l'échange à cause des conditions médiocres des otolithes (mal montés, un grand nombre cassés, certains inversés, etc.). Aussi a-t-il été décidé de ne pas inclure cette collection dans l'échange d'otolithes 2006.

### *Sardinella aurita*

L'échange de *Sardinella aurita* a débuté avec trois collections d'otolithes qui ont circulé parmi les huit lecteurs (voir Tableau 2.1).

1. La collection de l'AtlantNIRO comptait 14 otolithes provenant des campagnes du navire de recherche en Mauritanie et entre Cap Blanc et 26° N) en 2004. La longueur totale des individus était comprise entre 10,4 et 47,5 cm.
2. La collection de Mauritanie comptait 485 otolithes provenant de l'échantillonnage de captures commerciales de janvier à août 2004. La longueur totale des individus était comprise entre 20,4 et 39,5 cm.
3. La collection du Sénégal comptait 258 otolithes provenant de l'échantillonnage de captures commerciales de janvier et d'avril à août. La longueur totale des individus était comprise entre 11,2 et 39,7 cm.

## 2.2 Méthode

L'analyse des résultats de l'échange des lectures d'âge a été réalisée en utilisant des méthodes développées par Eltink *et al.* (2000). Cette analyse est basée sur un âge de référence quand il n'y a pas d'âge validé disponible (comme c'est le cas pour la sardine et la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest). Selon l'expérience des lecteurs, l'âge modal a été choisi comme âge de référence. Les résultats des différents lecteurs sont comparés avec l'âge de référence. Il s'agit de la meilleure approche disponible en l'absence de toute connaissance du «vrai» âge.

### *Sardina pilchardus*

L'âge de référence retenu pour les comparaisons de lecture d'âge était l'âge modal des lecteurs R1 et R2 respectivement d'Espagne et de la Fédération de Russie. Responsables de la préparation des clés d'identification âge-longueur (ALK) utilisées dans l'évaluation des stocks de leurs pays respectifs, ces deux lecteurs sont expérimentés et régulièrement impliqués dans ce type d'activités. Les lecteurs R1 et R2 ont également présenté un bon pourcentage d'accord lors de l'atelier sur les otolithes de sardine 2001 (FAO, 2002).

Les otolithes sans lecture d'âge de l'un ou des deux lecteurs de référence (R1 et R2) ont été exclus des analyses. Les otolithes avec des différences dans la lecture d'âge supérieures à 1 an chez les deux lecteurs de référence ont également été exclus. Dans les cas sans mode mais avec une différence d'âge de 1 an, l'âge de référence retenu était l'âge moyen arrondi des deux lecteurs de référence.

Sur les 50 otolithes de la collection de l'AtlantNIRO, quatre otolithes ont été exclus des analyses. Un otolithe présentait une différence d'âge de deux ans entre les deux lecteurs de référence et trois otolithes n'étaient lus que par l'un de ces deux lecteurs.

Sur les 393 otolithes de la collection de Safi, 79 otolithes ont été exclus des analyses. Dix otolithes ne présentaient pas de lecture d'âge de la part des deux lecteurs de référence, 55 avaient une lecture d'âge par seulement l'un d'entre eux et 14 otolithes des différences d'attribution d'âge supérieures à un an entre eux. Seuls 314 otolithes de cette collection avaient donc été pris en considération dans l'analyse.

### *Sardinella aurita*

L'âge de référence a été retenu comme âge modal basé sur tous les lecteurs à partir du moment où il n'y avait pas d'indication d'expertise pour la détermination de l'âge de cette espèce.

Les otolithes sans mode ont été exclus de l'analyse. Ainsi, sur les 485 otolithes de la collection de Mauritanie, seuls 279 ont été pris en compte et, sur les 278 otolithes de la collection du Sénégal, 202 ont été pris en compte. Tous les otolithes de la collection de l'AtlantNIRO ont un âge modal.

## 2.3 Résultats et discussion

L'analyse complète des résultats est fournie dans l'Annexe II (*Sardina pilchardus*) et dans l'Annexe III (*Sardinella aurita*). Un résumé des principaux résultats de l'échange d'otolithes est fourni ci-après.

### *Sardina pilchardus*

#### Collection de l'AtlantNIRO

Sur les 46 otolithes pris en compte à partir de la collection de l'AtlantNIRO, seuls 5 obtiennent plus de 80 pour cent d'accord (Tableau II.3, Annexe II). Les lecteurs de référence (R1 d'Espagne et R2 de la Fédération de Russie) présentent un pourcentage d'accord supérieur à 90 pour cent alors que les résultats des lecteurs du Maroc (R3 et R4) présentent un pourcentage d'accord supérieur à 65 pour cent d'accord (Tableau II.9). Le pourcentage d'accord des lecteurs non expérimentés est inférieur à 40 pour cent et le biais relatif moyen de tous les âges pour ce groupe de lecteurs est d'environ -1 an. Pour les âges 0, 1 et 2 ainsi que pour les âges supérieurs, le biais relatif est inférieur à 1 ce qui indique un âge sous-estimé.

La Figure II.4, Annexe II, représente la longueur moyenne à l'âge des lecteurs pour les âges les plus représentatifs. On observe un bon pourcentage d'accord entre les lecteurs expérimentés R1, R2, R3 et R4. La longueur moyenne à l'âge est du même ordre que celle obtenue en 2001 au cours de l'atelier FAO sur la sardine (FAO, 2002) par les lecteurs experts. Les lecteurs non expérimentés (R5, R6, R7 et R8) présentent de plus grandes longueurs moyennes à l'âge qui sont le résultat d'une sous-estimation d'âge et la longueur moyenne à l'âge obtenue n'est pas en accord avec les études de croissance de la sardine (Goñi, 1979; Santamaría et López Abellán, 2001).

Le pourcentage d'accord et la précision des lectures d'âge de la collection de l'AtlantNIRO sont respectivement de 56,9 pour cent et 64,0 pour cent (Tableau II.9).

#### Collection de Safi

Sur les 314 otolithes pris en compte dans l'analyse, 96 avait plus de 80 pour cent d'accord (Tableau II.12, Annexe II). Tous les otolithes avec un pourcentage d'accord élevé correspondent aux âges 1 et 2. Le pourcentage d'accord est supérieur à 70 pour cent pour les lecteurs R1, R2 et R3. Le biais relatif moyen de tous les âges est faible pour les lecteurs R1, R2, R3 et R4. Les lecteurs non expérimentés R5, R6, R7 et R8 sous-estiment de plus de 1 an les âges supérieurs à 2 ans et présentent de plus petites longueurs moyennes à l'âge. Ces résultats des lecteurs indiquent un problème d'interprétation de l'âge de la sardine.

### Comparaisons entre les deux collections de sardines

Le Tableau 2.3.1 résume les principaux résultats des deux collections. La collection de l'AtlantNIRO présente un pourcentage d'accord élevé et un plus faible CV malgré une large gamme de longueurs.

**Tableau 2.3.1:** Résultats des lectures d'âge des collections de l'AtlantNIRO et de Safi

Collection	Nb. d'otolithes	Longueur moyenne (cm)	CV (%)	Pourcentage d'accord
AtlantNIRO	46	10,3–27,7	56,9	64,0
SAFI	314	16,0–23,7	28,9	62,9

La Figure II.7, Annex II présente la longueur moyenne à l'âge par lecteur pour chaque collection (AtlantNIRO et Safi). Pour les âges plus élevés, la longueur moyenne à l'âge est supérieure pour la collection de l'AtlantNIRO. Différents aspects peuvent expliquer ces disparités des longueurs moyennes observées entre les collections:

1. Qualité des otolithes. Si les otolithes ne présentent pas de modèles clairs des anneaux annuels, une sous-estimation de l'âge peut apparaître.
2. Différences géographiques des échantillons. Si les otolithes proviennent de localisations ou de stocks différents, les poissons peuvent présenter des taux de croissance différents (Tserpes et Tsimenides, 1991).

### *Sardinella aurita*

#### Collection de l'AtlantNIRO

Sur les 14 otolithes pris en compte provenant de la collection de l'AtlantNIRO, aucun otolithe n'obtient un pourcentage d'accord supérieur à 80 pour cent (Tableau III.2, Annexe III). Les lecteurs R5 et R4 présentent le CV le plus bas et le pourcentage d'accord le plus élevé. Le pourcentage d'accord est supérieur à 70 pour cent pour les lecteurs R3, R4, R5 et R9. Les lecteurs R7 et R8 présentent un biais relatif supérieur à 1 an pour les poissons de plus de 2 ans qui pourrait indiquer une sous-estimation de l'âge.

La Figure III.2 et le Tableau III.4, Annexe III, présentent la longueur moyenne à l'âge des sardinelles de la collection de l'AtlantNIRO. La longueur moyenne à l'âge 0 est très différente entre les lecteurs. Deux groupes de lecteurs peuvent être considérés, le premier avec une longueur moyenne à l'âge 0 d'environ 18,7 cm et le second avec une longueur moyenne au même âge autour de 11,6 cm.

Le pourcentage d'accord et la précision des lectures d'âge de l'ensemble de la collection de l'AtlantNIRO sont respectivement de 61,8 et 39,6 pour cent.

#### Collection de Mauritanie

Le Tableau III.6, Annexe III, présente les résultats de lecture d'âge d'otolithes de sardinelles de la collection de Mauritanie. Sur les 279 otolithes, seulement 94 ont un pourcentage d'accord supérieur à 80 pour cent. Le pourcentage d'accord de tous les lecteurs est d'environ 70 pour cent. R5 présente le CV le plus bas et le pourcentage d'accord le plus élevé. Le lecteur R1 surestime l'âge 1, R6 sous-estime l'âge 3. Le lecteur R7 a tendance à surestimer tous les âges. Le Tableau III.9 et la Figure III.4, Annexe III, présentent la longueur moyenne à l'âge par lecteur. La longueur moyenne aux âges 0 et 1 est très différente entre les lecteurs. Seuls les lecteurs R1 et R7 ont une longueur moyenne qui augmente avec l'âge.

#### Collection du Sénégal

Le Tableau III.11, Annexe III, présente les résultats de lecture d'âge d'otolithes de sardinelles de la collection du Sénégal. Sur les 202 otolithes pris en considération, 48 ont un pourcentage d'accord supérieur à 80 pour cent. Cinq otolithes sont d'âge 0, 36 d'âge 1, 6 d'âge 6 et 1 d'âge 3. Le lecteur R10 présente non seulement le CV le plus bas mais aussi le pourcentage d'accord le plus bas à l'âge 1. Les lecteurs R1 et R10 surestiment l'âge 1 et les lecteurs R3, R5 et R6 semblent sous-estimer les âges 3 et 4.

La longueur moyenne à l'âge par lecteur est présentée dans le Tableau III.14, Annexe III. Tous les lecteurs ont au moins une longueur moyenne à l'âge inférieure à la longueur correspondante pour l'âge qui suit. La longueur moyenne à l'âge est davantage similaire entre les lecteurs par rapport aux autres collections. Le lecteur R7 est le seul qui présente une longueur moyenne à l'âge qui suit la croissance de l'âge. Le pourcentage d'accord et la précision des lectures d'âge sont respectivement de 68,2 et 39,2 pour cent.

### **Comparaisons entre les trois collections de *Sardinella***

Le Tableau 2.3.2 résume les principaux résultats des collections de *Sardinella* utilisées pour l'échange. La collection de Mauritanie présente un fort pourcentage d'accord et un faible CV. Cela peut être mis en relation avec l'absence de petits individus dans cet échantillon (longueur minimum de 20,4 cm).

**Tableau 2.3.2:** Résultats des lectures d'âge des collections de l'AtlantNIRO, de Mauritanie et du Sénégal

Collection	Nb. d'otolithes	Longueur moyenne (cm)	CV (%)	Pourcentage d'accord
AtlantNIRO	14	11,6–37,5	39,6	61,6
Mauritanie	279	20,4–39,5	27,3	71,9
Sénégal	202	11,2–39,7	39,2	68,2

La Figure III.7 Annexe III présente la longueur moyenne à l'âge pour chaque lecteur ayant lu les trois collections. Les lecteurs R1, R2, R5 et R8 fournissent la même longueur à l'âge 1. Pour les âges suivants, la longueur moyenne à l'âge est supérieure pour la collection de l'AtlantNIRO. Les lecteurs R3, R4 et R7 présentent une longueur moyenne plus grande à l'âge 1, et inférieure pour les autres âges. Pour tous les lecteurs, la longueur moyenne à l'âge de la collection de Mauritanie est supérieure aux autres collections. Cette tendance peut être mise en relation avec les différences géographiques des échantillons et, par conséquent, différents taux de croissance comme pour la collection de sardines.

### 3. L'ATELIER 2006 DES OTOLITHES DE SARDINE ET DE SARDINELLE

L'atelier a été divisé en deux parties. Les deux premiers jours furent consacrés à la discussion sur la détermination de l'âge des sardines et les deux suivants à la même question pour les sardinelles. Les deux derniers jours ont été consacrés aux débats et aux décisions au sujet de guides pour l'estimation de l'âge des sardines et des sardinelles ainsi que pour de futures recommandations. Le Tableau 3.1 présente les lecteurs de sardines et de sardinelles et leur code respectif utilisé dans l'analyse

**Tableau 3.1:** Lecteurs de l'échange de sardines et de sardinelles et code respectif utilisé dans l'analyse

Lecteur	Code	Pays	Institut
Maria Teresa Santamaria	R1	Espagne	IEO – Îles Canaries
Ahmed El Youssoufi	R3	Maroc	INRH
Amenzoui Khadija	R4	Maroc	INRH
Hicham El Ouazzani	R11	Maroc	INRH
Jaber Laaydi	R12	Maroc	INRH
Ahmed Diagne	R5	Mauritanie	IMROP
Abdoulaye Wagué	R6	Mauritanie	IMROP
Mor Sylla	R7	Sénégal	CRODT
Famara Darboe	R13	Gambie	Dép. des pêches
Sabina Mendy	R14	Gambie	Dép. des pêches
Nikolay Timoshenko	R9	Féd. de Russie	AtlantNIRO

#### 3.1 Matériel

Cinq microscopes binoculaires ont été utilisés pour la lecture indépendante de l'âge. Trois d'entre eux disposaient d'une échelle micrométrique dans l'objectif qui permet de mesurer l'anneau.

##### *Sardina pilchardus*

Lors de l'atelier, la lecture indépendante de l'âge comptait un total de 24 otolithes provenant de l'échange (11 de la collection de l'AtlantNIRO et 13 de celle de Safi) et la distribution des longueurs était comprise entre 16,2 cm et 26,2 cm. Les otolithes sélectionnés avaient tous des anneaux clairs.

##### *Sardinella aurita*

Un échantillon de 20 otolithes, 11 provenant de Laâyoune et 9 collectés à bord du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN lors de la campagne scientifique de novembre 2006, a été sélectionné pour les lectures d'âge lors de l'atelier.

#### 3.2 Méthode

Pour chaque espèce, après la présentation des résultats des échanges de lecture d'âge, les lecteurs ont participé à une discussion plénière. Après cette discussion en commun, les lecteurs ont réalisé une lecture d'âge individuelle pour vérifier s'ils avaient bien saisi les critères établis. Plusieurs otolithes ont été analysés par tous les lecteurs de façon à obtenir une estimation consensuelle de l'âge. Le mois de capture des poissons était connu et il a été demandé aux lecteurs d'attribuer un degré de fiabilité à chaque estimation de l'âge. Des sujets comme l'identification du premier *annulus*, la nature du «bord» et la diminution de la largeur des anneaux ont été prises en compte. Tous les lecteurs se sont succédés devant tous les microscopes de façon à éviter les effets de chaque appareil dus à la qualité différente de ces derniers.



Après les lectures individuelles, l'otolithe a été projeté sur un écran et il a été demandé aux lecteurs d'expliquer leurs interprétations personnelles de l'âge et les critères appliqués. Ensuite, toutes les règles adoptées pour la détermination de l'âge de la sardine et de la sardinelle ont été débattues et des critères communs ont été établis.

Comme l'identification du premier *annulus* était un des principaux problèmes détectés lors de la discussion plénière, il a été demandé aux lecteurs de mesurer le premier rayon de l'*annulus* (du noyau au bord du premier anneau translucide) au cours de la lecture indépendante de l'âge.

### 3.3 Résultats et discussion

L'analyse complète des résultats est fournie dans l'Annexe IV (*Sardina pilchardus*) et dans l'Annexe V (*Sardinella aurita*). Un résumé des principaux résultats est fourni ci-après.

#### *Sardina pilchardus*

L'âge de référence retenu pour l'analyse était l'âge modal des lecteurs R1, R3 et R9. Sur les 24 otolithes examinés, deux n'ont pas été pris en considération en raison d'une absence de mode estimé par les trois lecteurs de référence (R1, R3 et R9). Deux autres de ces otolithes avaient une différence d'estimation de l'âge de 2 ans et ont été exclus de l'analyse. La majorité des lecteurs ne présente pas de biais entre eux, ce qui indique une amélioration de la précision dans la lecture d'âge (Figure IV.1, Annexe IV). Le pourcentage total d'accord était de 54,3 pour cent avec un CV de 34,2 pour cent. Les résultats des lectures d'âge sont présentés dans le Tableau IV.2, Annexe IV. La longueur moyenne à l'âge des lecteurs R1, R3 et R4 est très similaire. Les lecteurs non expérimentés (R5, R6, R7, R11, R12, R13 et R14) ne présentent pas une progression de la longueur moyenne avec l'âge. Les résultats concernant le biais des lecteurs par rapport à l'âge modal sont présentés dans la Figure IV.1, Annexe IV. La Figure IV.1, Annexe IV: âge moyen enregistré  $\pm 2$  stdev de chaque lecteur d'âge et de tous les lecteurs confondus par rapport à l'âge de référence (lectures de l'atelier de sardine). L'âge moyen estimé correspond à l'âge modal s'il se trouve sur la ligne d'équilibre 1:1 (ligne droite).

La majorité des lecteurs ayant participé à l'atelier présente un bon accord sur la lecture d'âge de la sardine. Entreprise avant les lectures de l'atelier, la discussion plénière à partir d'images d'otolithes a été très utile. Cette discussion a permis aux lecteurs de mieux comprendre l'interprétation de la lecture d'âge.

#### *Sardinella aurita*

L'âge de référence adopté pour les analyses était celui de la lectrice R1 expérimentée dans la lecture d'âge des clupéidés.

Le pourcentage total d'accord et le CV sont respectivement de 61,7 et 69,0 pour cent. Sur les 20 otolithes, 3 obtiennent plus de 80 pour cent d'accord, un d'âge 0 et de 2 d'âge 2. Le lecteur R3 obtient aussi une très grande précision (CV faible et pourcentage d'accord élevé).

Les lecteurs moins expérimentés tendent à surestimer l'âge des jeunes individus et à sous-estimer l'âge 4. La Figure V.1 Annexe V présente les graphiques de biais d'âge: âge moyen enregistré  $\pm 2$  stdev de chaque lecteur et de tous les lecteurs confondus par rapport à l'âge de référence (lectures de l'atelier sur la sardinelle).

Par rapport aux résultats de l'échange, la majorité des lecteurs de l'atelier présentent moins de biais. La lectrice R1 ne présente pas de biais étant donné qu'elle est prise comme référence. Le faible biais du lecteur R3 est évident.

En considérant le biais entre les lecteurs, deux groupes peuvent être individualisés. Les lecteurs R1, R3, R4, R9, R11 et R12 ne présentent pas de signe de biais entre eux. Les lecteurs R5, R6 et R14 ne présentent pas non plus de signe de biais entre eux. La majorité des lecteurs d'un groupe a une possibilité ou une certitude de biais avec les lecteurs de l'autre groupe. Les résultats concernant le biais des lecteurs par rapport à l'âge modal pour la *Sardinella aurita* sont présentés dans la Figure V.2 Annexe V.

La Figure V.2, Annexe V présente la mesure du premier anneau de 11 otolithes par lecteur. La majorité des lecteurs assigne le premier anneau à celui dont le rayon total est compris entre 20 et 35 unités de la graduation micrométrique (agrandissement 16 $\times$ ). Les lecteurs qui ont manifesté des difficultés pour l'identification du premier anneau lors de la discussion plénière (R5, R6, R7, R13 et R14) ont considéré, dans certains cas, un premier faux anneau comme étant l'anneau annuel.

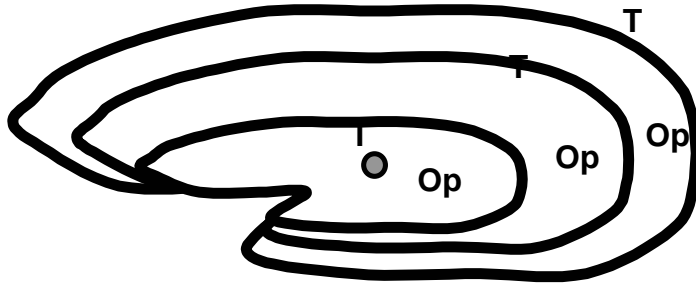
## Conclusions générales

La majorité des lecteurs impliqués dans l'atelier présente un progrès dans la lecture d'âge de la *Sardinella*. Malgré ce progrès, les lecteurs moins expérimentés tendent à surestimer les jeunes individus et à sous-estimer les âges supérieurs à 2 ans. La mesure du premier anneau est une tâche très utile pour proposer une identification correcte du premier anneau. Les lecteurs moins expérimentés ont tendance à considérer le premier *annulus* comme un faux anneau apparu précédemment. Ce faux anneau a un rayon inférieur à 20 unités et ne doit pas être pris en considération dans le processus de détermination de l'âge. Entreprise avant les lectures de l'atelier, la discussion plénière entre les lecteurs à partir d'images d'otolithes a été très utile. Elle a permis aux lecteurs de mieux comprendre l'interprétation de la lecture d'âge.

## 4. GUIDE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA SARDINE ET DE LA SARDINELLE

Les scientifiques impliqués dans la détermination de l'âge des poissons devraient avoir à l'esprit tous les facteurs liés à l'ensemble du cycle de vie de l'espèce étudiée (époque de ponte, etc.) et le modèle de l'anneau de l'otolithe.

1. La date de naissance retenue est le 1er janvier.
2. Un an équivaut à la succession d'un anneau opaque et d'un anneau translucide (= *annulus*).
3. Dans le processus de détermination de l'âge, la position du premier *annulus* devrait être le point principal du processus d'accord. La caractéristique de base à prendre en compte pour le premier anneau annuel est la continuité de l'ensemble du corps de l'otolithe.
4. Mesure du premier anneau annuel:
  - a) Pour la **sardinelle**, la largeur du premier anneau annuel varie selon le mois de «naissance» (date de ponte).
  - b) Pour la **sardine**, une étude dans la zone C a montré que le premier anneau annuel apparaît entre 19 et 30 unités micrométriques (1 mm = 20 unités, agrandissement 16x) selon le mois de naissance. Dans certains cas, il a été observé que les sardines d'une longueur totale de 6 à 11 cm, capturées au cours de l'année et présentant de 2 à 5 anneaux translucides ont un âge de 60 à 220 jours. Ces anneaux ne peuvent pas être considérés comme annuels mais seulement comme de faux anneaux.
5. La largeur de l'anneau décroît surtout après les deux premières années de vie.
6. Si les sardines et les sardinelles sont capturées durant l'année avec une zone opaque sur le bord de l'otolithe, l'âge qui leur est assigné est égal au nombre d'*annuli*.
7. Si les sardines et sardinelles sont capturées durant le premier trimestre avec un anneau translucide sur le bord de l'otolithe, l'âge qui leur est assigné est égal au nombre d'*annuli* observés.
8. Si les sardines et les sardinelles sont capturées durant le deuxième trimestre avec un anneau translucide sur le bord de l'otolithe, deux situations apparaissent:
  - a) une grande augmentation de l'anneau translucide mis en place l'année précédente. Dans ce cas, l'âge qui leur est assigné est égal au nombre d'*annuli* observés.
  - b) l'anneau translucide dont un «bord» est très étroit ce qui signifie que la formation de cet anneau a débuté l'année même et ne devrait pas être pris en considération. Cela s'observe mieux au cours des deux premières années.
9. Si les sardines et les sardinelles sont capturées durant les troisième et quatrième trimestres avec un anneau translucide sur le bord de l'otolithe, l'âge qui leur est assigné est égal au nombre d'anneaux observés moins 1.

**Premier trimestre:**

3 zones translucides = classe d'âge 3

**Deuxième trimestre:**

3 zones translucides = classe d'âge 3

**Si l'anneau translucide sur le bord est très étroit:**

3 zones translucides -1 = classe d'âge 2

**Troisième et quatrième trimestres:**

3 zones translucides -1 = classe d'âge 2

Exemple d'interprétation de l'âge (Op – opaque ; T – translucide).

## 5. RECOMMANDATIONS

Un programme d'échantillonnage avec au moins 10 individus de chaque classe de longueur par mois (de janvier à décembre) devrait être réalisé chaque année. L'échantillonnage devrait comprendre les petits individus et les plus grands. L'information biologique (longueur totale, poids, sexe, état de maturité, etc.) devrait être rassemblée pour chaque individu.

1. Les paires d'otolithes complets devraient être montées (aussi vite que possible après leur extraction) sur des lames noires en résine synthétique (Eukitt®). Les otolithes devraient être étudiés au moyen d'un stéréomicroscope en utilisant une lumière réfléchie.
2. Les otolithes ne devraient pas être laissés trop longtemps dans une quelconque solution.
3. L'évolution mensuelle du «bord» des otolithes devrait être observée chez tous les individus et particulièrement chez les poissons les plus petits.
4. Les lecteurs doivent commencer en mesurant le premier *annulus* et le rayon total de l'otolithe en unités micrométriques avec un agrandissement de 16×.
5. La fiabilité (selon une échelle allant de 4, très fiable, à 1, totalement incertain) de la lecture de l'âge doit être établie par tous les lecteurs. Les otolithes avec une fiabilité 1 et 2 ne doivent pas être pris en compte dans la clé d'identification âge-longueur (ALK).
6. Un échange d'otolithes de *Sardinella aurita* provenant du N/R DR. FRIDTJOF NANSEN et de Laâyoune devrait démarrer immédiatement après l'atelier.
7. Un échange d'otolithes de *Sardina pilchardus* provenant de Safi, Laâyoune et Dakhla devrait démarrer immédiatement après l'atelier.
8. Au moins deux représentants de chaque pays devraient lire séparément les otolithes de l'échange et les résultats individuels envoyés à FAO/FIMF.
9. Un atelier devrait être organisé en février 2008 pour évaluer les résultats de 2007 et étudier l'accord entre les pays dans la lecture d'âge (Ténériffe).

## REFERENCES/RÉFÉRENCES

- Eltink, A.T.G.W., Newton, A.W., Morgado, C., Santamaria, M.T.G. & Modin, J.** 2000. Guidelines and tools for age reading comparisons –version 1 October 2000. EFAN Report 3-2000, 75p.
- FAO.** 2002a. Report of the sardine (*Sardina pilchardus*) otolith workshop. Kaliningrad, Russian Federation, 28–31 August 2001. Rapport de l'atelier sur l'otolithe de sardine (*Sardina pilchardus*) – Kaliningrad, Fédération de Russie, 28-31 août 2001. *FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches*. No. 685. Rome, FAO. 59p.
- FAO.** 2002b. 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.** 2005. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Nouadhibou, Mauritania, 25 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. 785. Rome, FAO. 180p.
- FAO.** 2007. 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. 177p.
- Goñi, R.** 1979. Estudio del crecimiento de *Sardina pilchardus* (Walb.) por lectura directa y retrocálculo mediante escalimetría de escamas en ejemplares capturados en la costa NW de África entre lo 27 °N y 29 °N. Theses of Navarra University, 126 p.
- Santamaría, M.T.G.** 2006. Sampling and age reading of *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* on board R/V DR. FRIDTJOF NANSEN (13–27 November 2004). GCP/INT/730/NOR. FAO Technical Document No. 4.
- Santamaría, M.T.G. & López Abellán, L.** 2001. Age and growth of the West African sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), Working Group Document presented to the Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa, Nouadhibou, Mauritania, 24–31 March 2001.
- Tserpes, G. & Tsimenides, N.** 1991. Evaluation of growth rate differences in populations of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) from the Aegean and Ionian seas. *Cybium* 15(1): 15-22.