



**Food and Agriculture Organization
of the United Nations**

**Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture**

NFIS/R1370 (Bi)

FAO
Fisheries and
Aquaculture Report
Rapport sur les
pêches et l'aquaculture

ISSN 2070-6987

FISHERY COMMITTEE FOR THE EASTERN CENTRAL ATLANTIC (CECAF)
COMITÉ DES PÊCHES POUR L'ATLANTIQUE CENTRE-EST (COPACE)

Report of the

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

Virtual meeting, 21–25 June 2021

Rapport de

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

Réunion virtuelle, 21-25 juin 2021

FISHERY COMMITTEE FOR THE EASTERN CENTRAL ATLANTIC (CECAF)

COMITÉ DES PÊCHES POUR L'ATLANTIQUE CENTRE-EST (COPACE)

Report of the

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

Virtual meeting, 21–25 June 2021

Rapport de

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

Réunion virtuelle, 21-25 juin 2021

Required citation/Citation requise:

FAO. 2023. *Report of the Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish of Northwest Africa, Virtual Meeting, 21–25 June 2021/ Rapport de groupe de travail sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale, Réunion virtuelle, 21-25 juin 2021*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1370/FAO, Rapport sur les pêches et l'aquaculture n° 1370. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2467b>

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.

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. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que la FAO approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

ISBN 978-92-5-137012-4

© FAO, 2023



Some rights reserved. This work is made available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>). / Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à la disposition du public selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 Organisations Intergouvernementales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>).

Under the terms of this licence, this work may be copied, redistributed and adapted for non-commercial purposes, provided that the work is appropriately cited. In any use of this work, there should be no suggestion that FAO endorses any specific organization, products or services. The use of the FAO logo is not permitted. If the work is adapted, then it must be licensed under the same or equivalent Creative Commons licence. If a translation of this work is created, it must include the following disclaimer along with the required citation: "This translation was not created by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO is not responsible for the content or accuracy of this translation. The original [Language] edition shall be the authoritative edition."

Disputes arising under the licence that cannot be settled amicably will be resolved by mediation and arbitration as described in Article 8 of the licence except as otherwise provided herein. The applicable mediation rules will be the mediation rules of the World Intellectual Property Organization (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>) and any arbitration will be conducted in accordance with the Arbitration Rules of the United Nations Commission on International Trade Law (UNCITRAL).

Third-party materials. Users wishing to reuse material from this work that is attributed to a third party, such as tables, figures or images, are responsible for determining whether permission is needed for that reuse and for obtaining permission from the copyright holder. The risk of claims resulting from infringement of any third-party-owned component in the work rests solely with the user.

Sales, rights and licensing. FAO information products are available on the FAO website (www.fao.org/publications) and can be purchased through publications-sales@fao.org. Requests for commercial use should be submitted via: www.fao.org/contact-us/licence-request. Queries regarding rights and licensing should be submitted to: copyright@fao.org.

Selon les termes de cette licence, cette œuvre peut être copiée, diffusée et adaptée à des fins non commerciales, sous réserve que la source soit mentionnée. Lorsque l'œuvre est utilisée, rien ne doit laisser entendre que la FAO cautionne tels ou tels organisation, produit ou service. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si l'œuvre est adaptée, le produit de cette adaptation doit être diffusé sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si l'œuvre est traduite, la traduction doit obligatoirement être accompagnée de la mention de la source ainsi que de la clause de non-responsabilité suivante: «La traduction n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ni de l'exactitude de la traduction. L'édition originale [langue] est celle qui fait foi.»

Tout litige relatif à la présente licence ne pouvant être résolu à l'amiable sera réglé par voie de médiation et d'arbitrage tel que décrit à l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire contenue dans le présent document. Les règles de médiation applicables seront celles de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>) et tout arbitrage sera mené conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI).

Matériel attribué à des tiers. Il incombe aux utilisateurs souhaitant réutiliser des informations ou autres éléments contenus dans cette œuvre qui y sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est requise pour leur réutilisation et d'obtenir le cas échéant la permission de l'ayant-droit. Toute action qui serait engagée à la suite d'une utilisation non autorisée d'un élément de l'œuvre sur lequel une tierce partie détient des droits ne pourrait l'être qu'à l'encontre de l'utilisateur.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être obtenus sur demande adressée par courriel à: publications-sales@fao.org. Les demandes visant un usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les questions relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org

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.

Due to the global pandemic situation of COVID-19 in 2020, the twentieth meeting of the Working Group that was originally intended for the third quarter of 2020 had to be canceled. In late 2020, the Chair and FAO agreed to hold two digital meetings in 2021 for the Working Group: the first to take place from 22–26 February 2021 online, with the aim to update portions of the report with 2019 data and 2020 data if available. The portions updated (text, datasheets, figures, and tables) were catch and landings, fishing effort, catch per unit of effort (CPUE), and sampling intensity by species and by country, recent developments in each fishery by country (evolution of fishing, market prices, new legislation, and a description of how the COVID-19 pandemic affected their fisheries), and biological sampling if available. The second digital meeting was held from 21–25 June 2021 and participants worked on the stock assessments for each subgroup. As before, the chapters, tables, and figures were also updated with the assessment information. The FAO Regional Office for Africa and the EAF-Nansen Programme supported the digital organization of the meeting. Altogether, 17 scientists from five countries participated in both meetings. Mr Cheikh Baye-Braham (IMROP) Chaired the two meetings. A first editing of the report was made by the participants of the Working Group. Final technical editing was done by Cheikh Baye-Braham, Ana Maria Caramelo, Tarub Bahri, and Jessica Fuller.

PRÉPARATION DE CE DOCUMENT

Un groupe de travail permanent de la FAO composé de scientifiques des États côtiers et de pays ou d'organisations jouant un rôle actif dans les pêcheries pélagiques d'Afrique du Nord-Ouest a été créé en mars 2001. L'objectif général du groupe de travail est d'évaluer l'état des ressources pélagiques du nord-ouest de l'Afrique et formuler des recommandations sur les options de gestion et d'exploitation de la pêche visant à assurer une utilisation optimale et durable des ressources halieutiques en petits pélagiques au profit des pays côtiers.

En raison de la situation pandémique mondiale de la covid-19 en 2020, la vingtième réunion du groupe de travail qui était initialement prévue pour le troisième trimestre 2020 a dû être annulée. Fin 2020, le président et la FAO ont convenu de tenir deux réunions numériques en 2021 pour le groupe de travail: la première se tiendra du 22 au 26 février 2021 en ligne, dans le but de mettre à jour des parties du rapport avec les données 2019 et les données 2020 si disponible. Les parties mises à jour (texte, fiches, figures et tableaux) étaient les captures et débarquements, l'effort de pêche, la capture par unité d'effort (CPUE) et l'intensité d'échantillonnage par espèce et par pays, les évolutions récentes de chaque pêcherie par pays (évolution de la pêche, prix du marché, nouvelle législation, et une description de la façon dont la pandémie de la covid-19 a affecté leurs pêcheries) et l'échantillonnage biologique, le cas échéant. La deuxième réunion numérique s'est tenue du 21 au 25 juin 2021 et les participants ont travaillé sur les évaluations des stocks pour chaque sous-groupe. Comme auparavant, les chapitres, les tableaux et les figures ont également été mis à jour avec les informations d'évaluation. Le Bureau régional de la FAO pour l'Afrique et la programme EAF-Nansen a soutenu l'organisation numérique de la réunion. Au total, 17 scientifiques de cinq pays ont participé aux deux réunions. M. Cheikh Baye-Braham (IMROP) a présidé les deux réunions. Une première édition du rapport a été faite par les participants du Groupe de travail. Le montage technique final a été effectué par Cheikh Baye-Braham, Ana Maria Caramelo, Tarub Bahri et Jessica Fuller.

ABSTRACT

The twentieth session of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic fish off Northwest Africa was postponed until 2021 due to the global pandemic situation in 2020. The 2021 meeting was divided into two digital sessions and updated the assessments to 2020 (or 2019, if no 2020 data were available). A separate digital meeting was convened to discuss 2019 surveys for the region from the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and review the progress of research using the data collected from these surveys. In the first digital meeting from 22–26 February 2021, the Working Group updated catch and landings, fishing effort, CPUE, and sampling intensity by species and by country, recent developments in each fishery by country (evolution of fishing, market prices, new legislation, and a description of how the COVID-19 pandemic affected their fisheries), and biological sampling if available. The second digital meeting, held from 22–25 June 2021, conducted the stock assessments for the following species: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *S. maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trecae*, *T. trachurus*, and *Caranx rhonchus*), chub mackerel (*Scomber colias*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*), and bonga (*Ethmalosa fimbriata*), in the region between the southern border of the Republic of Senegal and the northern Atlantic border of the Kingdom of Morocco. The Canary Islands data were analysed but not included in the assessment methods since the dataset is very small. The advice for the stocks is in general given in relation to the agreed target and limit reference points ($F_{0.1}$, $B_{0.1}$, F_{MSY} , and B_{MSY}) and on the basis of the projections for the next four or five years. The structure of the report is in general the same as that of the previous Working Group reports. A separate section is devoted to each of the main groups of species. 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. Additional information on the different analysis and choices made by the Working Group has been included, when this was deemed necessary. Total catch of the main small pelagic fish in the region saw a slight decrease in catches from 2.8 million tonnes in 2019 to 2.6 million tonnes in 2020. The average total catch for the period 1990–2020 has been fluctuating with an average of around 2 million tonnes, while the average for the last five years (2016–2020) was 2.7 million tonnes. Sardine dominated the catch at 48 percent of the total catch (1.2 million tonnes in 2020), followed by chub mackerel (16 percent; 380 000 tonnes in 2020), *S. maderensis* (13 percent; 336 000 tonnes in 2020), Cunene horse mackerel (9 percent; 226 tonnes in 2020), *S. aurita* (8 percent; 197 000 tonnes in 2020), bonga (58 000 tonnes in 2020), and anchovy (50 000 tonnes in 2020). The Working Group determined that sardine is not fully exploited, *S. aurita* and bonga are overexploited, and horse mackerel, chub mackerel, and anchovy are full exploited. Assessments could not be made for *S. maderensis* or Cunene horse mackerel.

RÉSUMÉ

La vingtième session du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest a été reportée à 2021 en raison de la situation pandémique mondiale en 2020. La réunion de 2021 a été divisée en deux sessions numériques et a mis à jour les évaluations jusqu'en 2020 (ou 2019, si aucune donnée 2020 n'était disponible). Une réunion numérique distincte a été convoquée pour discuter les campagnes effectuées en 2019 par N/R *Dr Fridtjof Nansen* dans la région et examiner les progrès de recherches à l'aide des données collectées à partir de ces campagnes. Lors de la première réunion virtuelle du 22 au 26 février 2021, le groupe de travail a mis à jour les données des captures et de débarquements, l'effort de pêche, la CPUE et l'intensité d'échantillonnage par espèce et par pays, les développements récents dans chaque pêcherie par pays (évolution de la pêche, prix du marché, nouvelles législations et une description de la façon dont la pandémie de la covid-19 a affecté leurs pêcheries) et l'échantillonnage biologique, le cas échéant. La deuxième réunion en ligne, tenue du 21 au 25 juin 2021, a mené les évaluations des stocks des espèces suivantes: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelle (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), chinchard (*Trachurus trecae*, *T. trachurus* et *Caranx rhonchus*), le maquereau (*Scomber colias*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et le bonga (*Ethmalosa fimbriata*), dans la région comprise entre la frontière sud de la République du Sénégal et la frontière nord-Atlantique du Royaume du Maroc. Les données des îles Canaries ont été analysées mais n'ont pas été incluses dans les méthodes d'évaluation car l'ensemble de données était très petit. L'avis pour les stocks est en général donné par rapport aux points de référence cibles et limites convenus ($F_{0.1}$, $B_{0.1}$, F_{MSY} et B_{MSY}) et sur la base des projections pour les quatre ou cinq prochaines années. La structure du rapport est en général la même que celle des rapports précédents des groupes de travail. Une section distincte est consacrée à chacun des principaux groupes d'espèces. Pour chacun d'entre eux, des informations standardisées sont fournies 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 de gestion et les recherches futures. Des informations supplémentaires sur les différentes analyses et choix effectués par le Groupe de travail ont été incluses, lorsque cela a été jugé nécessaire. Les captures totales des principaux petits poissons pélagiques de la région ont légèrement diminué, passant de 2,8 millions de tonnes en 2019 à 2,6 millions de tonnes en 2020. La capture totale moyenne pour la période 1990-2020 a fluctué avec une moyenne d'environ 2 millions tonnes, tandis que la moyenne des cinq dernières années (2016-2020) était de 2,7 millions de tonnes. La sardine a dominé les captures avec 48 pour cent des captures totales (1,2 million de tonnes en 2020), suivie du maquereau (16 pour cent; 380 000 tonnes en 2020), sardinelle plate (13 pour cent; 336 000 tonnes en 2020), le cheval de Cunene maquereau (9 pour cent; 226 tonnes en 2020), la Sardinelle ronde (8 pour cent; 197 000 tonnes en 2020), bonga (58 000 tonnes en 2020) et anchois (50 000 tonnes en 2020). Le groupe de travail a conclu que la sardine n'est pas pleinement exploitée, que la sardinelle ronde et le bonga sont surexploités et que les deux espèces chinchard (noir et atlantique), et l'anchois sont pleinement exploités. Aucune évaluation n'a pu être effectuée pour la sardinelle plate et le maquereau Cunene.

CONTENTS

PREPARATION OF THIS DOCUMENT	iii
PRÉPARATION DE CE DOCUMENT	iii
ABSTRACT	iv
RÉSUMÉ.....	v
1. INTRODUCTION	1
1.1. Terms of reference	1
1.2. Participants.....	2
1.3. Definition of working area.....	2
1.4. Structure of the report	2
1.5. Follow-up on the 2019 Working Group recommendations on future research.....	3
1.6. Overview of catches and recent developments	3
1.7. Overview of regional surveys	12
1.8. Planning Group for the coordination of acoustic surveys	13
1.9. Main environmental events	13
1.9.1. Environmental/climatic influence on small pelagics.....	13
1.10. Methodology and software	15
1.10.1. Testing of alternative methods	15
1.10.2. Catch at maximum sustainable yield (CMSY).....	16
1.10.3. Length-Based Mortality Estimates.....	16
1.10.4. Projections	17
1.10.5. Reference points for management recommendations.....	17
2.SARDINE	18
2.1. Stock identity.....	18
2.2. Fisheries.....	18
2.3. Abundance indices	19
2.3.1. Catch per unit of effort	19
2.3.2. Acoustic surveys.....	20
2.4. Sampling of commercial fisheries.....	21
2.5. Biological data	22
2.6. Assessment.....	23
2.7. Projections.....	26
2.8. Management recommendations.....	26
2.9. Future research	27
3.SARDINELLA	28
3.1. Stock Identity.....	28
3.2. Fisheries.....	28
3.3. Abundance indices	29
3.3.1. Catch per unit of effort	29
3.3.2. Acoustic surveys.....	29
3.4. Sampling of commercial fisheries.....	30
3.5. Biological data	31
3.6. Assessment.....	32
3.7. Projections.....	33
3.8. Management recommendations.....	33
3.9. Research recommendations.....	34

4.HORSE MACKEREL	35
4.1. Stock identity.....	35
4.2. Fisheries.....	35
4.3. Abundance indices	36
4.3.1. Catch per unit of effort	36
4.3.2. Acoustic surveys.....	37
4.4. Sampling of commercial fisheries.....	37
4.5. Biological data	38
4.6. Assessment.....	39
4.7. Projections.....	42
4.8. Management recommendations.....	42
4.9. Future research	43
 5.CHUB MACKEREL.....	 44
5.1. Stock identity.....	44
5.2. Fisheries.....	44
5.3. Abundance indices	48
5.3.1. Catch per unit of effort	48
5.3.2. Acoustic surveys.....	49
5.4. Sampling of the commercial fisheries	52
5.5. Biological data	54
5.6. Assessment.....	57
5.7. Projections.....	61
5.8. Management recommendations.....	62
5.9. Future research	62
 6.ANCHOVY.....	 64
6.1. Stock identity.....	64
6.2. Fisheries.....	64
6.3. Abundance indices	66
6.3.1. Catch per unit of effort	66
6.3.2. Acoustic surveys.....	66
6.4. Sampling of commercial fisheries.....	67
6.5. Biological data	68
6.6. Assessment.....	69
6.7. Projections.....	70
6.8. Management recommendations.....	70
6.9. Future research	70
 7.BONGA	 72
7.1. Stock identity.....	72
7.2. Fisheries.....	72
7.3. Abundance indices.....	73
7.3.1. Catch per unit of effort.....	73
7.3.2. Acoustic surveys.....	73
7.4. Sampling of the commercial fisheries	73
7.5. Biological data	73
7.6. Assessment.....	74
7.7. Projections.....	75
7.8. Management recommendations	75
7.9. Future research	75

8.GENERAL CONCLUSIONS	77
8.1. State of stocks and fisheries.....	77
9.FUTURE RESEARCH	84

FRANÇAIS

1.INTRODUCTION	88
1.1. Termes de référence	88
1.2. Participants.....	89
1.3. Définition de la zone d'activité.....	89
1.4. Structure du rapport	89
1.5. Suivi des recommandations du Groupe de travail 2019 sur les recherches futures	90
1.6. Vue d'ensemble des captures	90
1.7. Vue d'ensemble des campagnes régionales.....	100
1.8. Groupe de travail acoustique	101
1.9. Principaux phénomènes environnementaux	101
1.9.1. Influence environnementale/climatique sur les petits pélagiques.....	101
1.10. Méthodologie et logiciel.....	103
1.10.1. Test de méthodes alternatives	104
1.10.2. Capturer au rendement maximal durable (CMSY).....	104
1.10.3. Estimation de la mortalité basée sur la longueur	104
1.10.4. Les projections	105
1.10.5. Points de référence pour les recommandations de gestion.....	105
2.SARDINE	106
2.1. Identité du stock.....	106
2.2. Les pêches	106
2.3. Indices d'abondance.....	107
2.3.1. Capture par unité d'effort.....	107
2.3.2. Campagnes acoustiques	108
2.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	110
2.5. Données biologiques	111
2.6. Évaluation.....	112
2.7. Projections.....	115
2.8. Recommandations d'aménagement	115
2.9. Recherche future.....	116
3.SARDINELLES	117
3.1. Identité du stock.....	117
3.2. Les pêcheries.....	117
3.3. Indices d'abondance.....	118
3.3.1. Capture par unité d'effort.....	118
3.3.2. Campagnes acoustiques	119
3.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	119
3.5. Données biologiques	120
3.6. Évaluation.....	121
3.7. Projections.....	123
3.8. Recommandations de gestion	123

3.9.	Recommandations de recherche	123
4.	CHINCHARDS	124
4.1.	Identité du stock.....	124
4.2.	Les pêcheries	124
4.3.	Indices d'abondance.....	126
4.3.1.	Capture par unité d'effort.....	126
4.3.2.	Campagnes acoustiques	126
4.4.	Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	126
4.5.	Données biologiques	127
4.6.	Évaluation.....	128
4.7.	Projections.....	131
4.8.	Recommandations d'aménagement	132
4.9.	Recherche future.....	132
5.	MAQUEREAU	133
5.1.	Identité du stock.....	133
5.2.	Les pêcheries	133
5.3.	Indices d'abondance.....	137
5.3.1.	Capture par unité d'effort.....	137
5.3.2.	Campagnes d'évaluations acoustiques	138
5.4.	Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	141
5.5.	Données biologiques	144
5.6.	Évaluation.....	147
5.7.	Projections.....	152
5.8.	Recommandations d'aménagement	153
5.9.	Recherche future.....	153
6.	ANCHOIS	155
6.1.	Identité du stock.....	155
6.2.	Les pêcheries	155
6.3.	Indices d'abondance.....	157
6.3.1.	Capture par unité d'effort.....	157
6.3.2.	Campagnes acoustiques	157
6.4.	Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	159
6.5.	Données biologiques	159
6.6.	Évaluation.....	160
6.7.	Projection	161
6.8.	Recommandations d'aménagement	161
6.9.	Recherche future.....	162
7.	ETHMALOSE	163
7.1.	Identité du stock.....	163
7.2.	Les pêcheries	163
7.3.	Indices d'abondance.....	164
7.3.1.	Capture par unité d'effort.....	164
7.3.2.	Campagnes acoustiques	164
7.4.	Échantillonnage des pêcheries commerciales.....	164
7.5.	Données biologiques	164
7.6.	Évaluation.....	165
7.7.	Projections.....	166

7.8.	Recommandations d'aménagement	166
7.9.	Recherches futures.....	166

8.CONCLUSIONS GÉNÉRALES 168

8.1.	État des stocks et de la pêche	168

9.RECOMMANDATIONS 176

TABLES/TABLEAUX..... 180

Table/tableau 1.6.1: Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	181
Table/tableau 2.2.1a: Catches (tonnes) of <i>sardina pilchardus</i> (1990–2020) by zone, fleet, and year/captures (tonnes) de <i>sardina pilchardus</i> (1990-2020) par zone, flottille, et année.	187
Table/tableau 2.2.1b: Effort of <i>Sardina pilchardus</i> by zone, fleet and year/Effort de <i>Sardina pilchardus</i> par zone, flottille et année.	192
Table/tableau 2.4.1: Sampling intensity of <i>sardina pilchardus</i> in 2020/intensité d'échantillonnage de <i>sardina pilchardus</i> en 2020.	197
Table/tableau 2.5.1a: INRH (Morocco) age composition of sardine for 2020, Zone A+B (in thousands of individuals)/INRH (Maroc) composition par âge de la sardine pour 2020, Zone A+B (en milliers d'individus).	199
Table/tableau 2.5.1b: Age composition of sardine in 2020 from Russian Federation samples, Zone C (in thousands of individuals)/composition par âge de la sardine en 2020 à partir d'échantillons Russes, Zone C (en milliers d'individus).....	200
Table/tableau 2.5.1c: Catch-at-age (thousands of individuals) of <i>Sardina pilchardus</i> in Zone A+B / Capture par âge (en milliers d'individus) de <i>Sardina pilchardus</i> en Zone A+B.	202
Table/tableau 2.5.1d: Mean weight-at-age (kg) of <i>Sardina pilchardus</i> in Zone A+B / Poids moyen par âge (kg) de <i>Sardina pilchardus</i> dans la Zone A+B.	203
Table/tableau 2.5.1e: Catch-at-age (thousands of individuals) of <i>Sardina pilchardus</i> in Zone C/Capture par âge (en milliers d'individus) de <i>Sardina pilchardus</i> en Zone C.	204
Table/tableau 2.5.1f: Mean weight-at-age (kg) of <i>Zardina pilchardus</i> in Zone C/Poids moyen par âge (kg) de <i>Sardina pilchardus</i> dans Zone C (note: 1983–1995, p. 16 FAO (1997). *Data based on Spanish information/Donnees basees sur des informations Espagnoles.	205
Table/tableau 2.5.1g: Mean length (cm) of <i>Sardina pilchardus</i> for Zone A+B and Zone C, by age class/Longueur moyenne (cm) de <i>Sardina pilchardus</i> pour la zone A+B et la Zone C, par classe d'age. ...	206
Table/tableau 2.5.1i: Length composition (TL cm) of <i>Sardina pilchardus</i> for the Canary Islands (2015–2020)/Composition en longueur (TL cm) de <i>Sardina pilchardus</i> pour les Îles Canaries (2015-2020).	207
Table/tableau 3.2.1a: Catches (tonnes) of <i>Sardinella aurita</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de <i>Sardinella aurita</i> par zone, flottille et année.	208
Table/tableau 3.2.1b: Catches (tonnes) of <i>Sardinella maderensis</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de <i>Sardinella maderensis</i> par zone, flottille et année.	211
Table/tableau 3.2.2: Fishing effort of <i>Sardinella</i> /Effort de pêche des Sardinelle.	214
Table/tableau 3.4.1a: Sampling intensity of <i>Sardinella aurita</i> in 2020/Intensité d'échantillonnage de <i>Sardinella aurita</i> en 2020.	218
Table/tableau 3.4.1b: Sampling intensity of <i>Sardinella maderensis</i> in 2020/Intensité d'échantillonnage de <i>Sardinella maderensis</i> en 2020.	221
Table/tableau 4.2.1a: Catches (tonnes) of <i>Trachurus trachurus</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de <i>Trachurus trachurus</i> par zone, flottille et année.	223
Table/tableau 4.2.1b: Catches (tonnes) of <i>Trachurus trecae</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de <i>Trachurus trecae</i> par zone, flottille et année.	226
Table/tableau 4.2.1c: Catches (tonnes) of <i>Caranx rhonchus</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de <i>Caranx rhonchus</i> par zone, flottille et année.....	232

Table/tableau 4.4.1: Sampling intensity of <i>Trachurus trachurus</i> /Intensité d'échantillonnage de <i>Trachurus trachurus</i> .	236
Table/tableau 4.4.2: Sampling intensity of <i>Trachurus trecae</i> /Intensité d'échantillonnage de <i>Trachurus trecae</i> .	237
Table/tableau 4.4.4: Sampling intensity of <i>Caranx rhonchus</i> /Intensité d'échantillonnage de <i>Caranx rhonchus</i> .	238
Table/tableau 4.4.4: Sampling intensity of <i>Trachurus picturatus</i> /Intensité d'échantillonnage de <i>Trachurus picturatus</i> .	239
Table/tableau 4.6.1a: Age composition of <i>Trachurus trachurus</i> (Russian Federation age-length-key) in CECAF North/Composition par âge de <i>Trachurus trachurus</i> (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.	239
Table/tableau 4.6.1b: Age composition of <i>Trachurus trecae</i> (Russian Federation age-length-key) in CECAF north/Composition par âge de <i>Trachurus trecae</i> (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.	241
Table/tableau 5.2.1: Catch (tonnes) of <i>Scomber colias</i> by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de <i>Scomber colias</i> par zone, flottille et année.	243
Table/tableau 5.3.1: CPUE of <i>Scomber colias</i> , catch (tonnes) and effort (fishing days) standardized to units of rtms (Russian Federation) and t/positive trips of purse seiners from Morocco/CPUE de <i>Scomber colias</i> , capture (tonnes) et effort (jours de pêche) standardisés aux unités de rtms (la Fédération de Russie) et t/sorties positives des senneurs du Maroc.	248
Table/tableau 5.4.1: Sampling intensity of <i>Scomber colias</i> by country (zone) and fleet/Intensité d'échantillonnage de <i>Scomber colias</i> par pays (zone) et flottille.	249
Table/tableau 5.5.2a: Catch-at-age (thousands of individuals) of <i>Scomber colias</i> /Capture par âge (milliers d'individus) de <i>Scomber colias</i> .	252
Table/tableau 5.5.2b: Mean weight-at-age (kg) of <i>Scomber japonicus</i> /Poids moyen par classe d'âge (kg) de <i>Scomber japonicus</i> .	255
Table/tableau 5.6.3a: Chub mackerel fishing mortalities and residuals per year, as estimated in ICA final run/Mortalités par pêche et résiduels par an résultant des analyses avec ICA.	256
Table/tableau 5.6.3b: Chub mackerel. Fishing mortalities and residuals per year from XSA final run/mortalités par pêche et résiduels par an résultant des analyses avec XSA.	257
Table/tableau 5.7.2: <i>Scomber colias</i> . Short term projections. Spawning stock biomass and catch in tonnes/ <i>Scomber colias</i> . Prévision à court terme. Biomasse et capture du stock reproducteur en tonnes.	258
Table/tableau 6.2.1: Catches (tonnes) of <i>Engraulis encrasicolus</i> by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) d' <i>Engraulis encrasicolus</i> par zone, flottille et année.	259
Table/tableau 6.3.2a: Biomass estimates (tonnes) of <i>Engraulis encrasicolus</i> with R/V Al-Awam/Estimations de la biomasse (tonnes) d' <i>Engraulis encrasicolus</i> avec le N/R Al-Awam.	262
Table/tableau 6.3.2b: Biomass estimates (tonnes) of <i>Engraulis encrasicolus</i> with R/V Al-Amir Moulay Abdallah/Estimations de la biomasse (tonnes) d' <i>Engraulis encrasicolus</i> avec le N/R Al-Amir Moulay Abdallah.	263
Table/tableau 6.4.1: Sampling intensity of <i>Engraulis encrasicolus</i> by country (zone) and fleet/Intensité d'échantillonnage d' <i>Engraulis encrasicolus</i> par pays (zone) et flottille.	264
Table/tableau 6.5.2a: Length composition of <i>Engraulis encrasicolus</i> in Morocco Zone North by Spanish fleet/Composition de taille d' <i>Engraulis encrasicolus</i> au Maroc Zone Nord pour les bateaux Espagnols.	266
Table/tableau 6.5.2b: Length composition of <i>Engraulis encrasicolus</i> in Morocco Zone North by Morocco fleets/Composition de taille d' <i>Engraulis encrasicolus</i> au Maroc Zone Nord pour les bateaux Marocains.	267
Table/tableau 6.5.2c: Length frequency of <i>Engraulis encrasicolus</i> in Morocco Zone A by Moroccan fleets/Fréquence de taille d' <i>Engraulis encrasicolus</i> au Maroc Zone A pour les bateaux Marocains.	268
Table/tableau 6.5.2d: Length frequency of <i>Engraulis encrasicolus</i> in Morocco Zone B by Moroccan fleets/Fréquence de taille d' <i>Engraulis encrasicolus</i> au Maroc Zone B pour les bateaux Marocains.	269
Table/tableau 6.5.3: Biological parameters <i>Engraulis encrasicolus</i> by zone and year/Paramètres biologiques de l'anchois <i>Engraulis encrasicolus</i> par zone et par année.	270

Table/tableau 7.2.1: Catches (tonnes) of <i>Ethmalosa fimbriata</i> by zone, fleet and year/Captures (tonnes) d' <i>Ethmalosa fimbriata</i> par zone, flottille et année.....	271
Table/tableau 7.3.1: Effort and CPUE (tonnes/trips) of <i>Ethmalosa fimbriata</i> of surrounding gillnets/Effort et CPUE (tonnes/sorties) d' <i>Ethmalosa fimbriata</i> des filets maillants tournants.....	275

FIGURES..... 278

Figure 1.6.1a: Catches in the sub-region with sardine and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes).	279
Figure 1.6.1b: Catches in the sub-region by species and by year, without sardine (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes).	279
Figure 1.6.1c: Catches of sardine in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de sardine dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	280
Figure 1.6.1d: Catches of <i>Sardinella aurita</i> by country (weight in tonnes)/Captures de <i>Sardinella aurita</i> par pays (poids en tonnes).	280
Figure 1.6.1e: Catches of <i>Sardinella maderensis</i> by country (weight in tonnes)/Captures de <i>Sardinella maderensis</i> par pays (poids en tonnes).	281
Figure 1.6.1f: Catches of Horse Mackerel in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de maquereau dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	281
Figure 1.6.1g: Catches of Chub Mackerel in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de maquereau dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	282
Figure 1.6.1h: Catches of anchovy in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures d'anchois dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	282
Figure 1.6.1i: Catches of bonga in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures d'ethmalose dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).	283
Figure 1.6.1j: Catches (1990-2020) in Morocco by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Maroc par espèce et par année (poids en tonnes).	283
Figure 1.6.1k: Catches (1990-2020) in Mauritania by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Mauritanie par espèce et par année (poids en tonnes).	284
Figure 1.6.1l: Catches (1990-2020) in Senegal by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Sénégal par espèce et par année (poids en tonnes).	284
Figure 1.6.1m: Catches (1990-2020) in the Gambia by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de la Gambie par espèce et par année (poids en tonnes).	285
Figure 2.2.1a: Sardine catch by country and fleet/Captures de sardines par pays et par flottille.	286
Figure 2.3.1a: CPUE (1990-2020) of <i>Sardina pilchardus</i> by fishery in Zone A+B (tonnes/fishing day)/CPUE (1990-2020) de <i>Sardina pilchardus</i> par pecherie dans la Zone A+B (tonnes/jours de pêche).	286
Figure 2.3.1b: CPUE (1990-2020) of <i>Sardina pilchardus</i> by fishery in Zone C (tonnes/fishing day)/CPUE (1990-2020) de <i>Sardina pilchardus</i> par pecherie dans la Zone C (tonnes/jours de pêche).	287
Figure 2.3.2: Biomass estimates of sardine (1995-2019) for Zone A+B and Zone C from R/V <i>Dr Fridtjof Nansen</i> and regional research vessels (in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de la sardine (1995-2019) pour la Zone A+B et la Zone C du N/R <i>Dr Fridtjof Nansen</i> et des navires de recherche regionaux (en milliers de tonnes).	287
Figure 2.5.1a: Length composition of catches for the period 2015-2020 in Zone North/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 dans la Zone Nord.	288
Figure 2.5.1b: Length composition of catches for the period 2015-2020 in Zone A+B/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 dans la Zone A+B.	289
Figure 2.5.1c: Length composition of catches for the period (2015-2019) in Zone C/Composition en longueur des captures pour la période (2015-2019) dans la Zone C.	290
Figure 2.5.1d: Length composition of catches for the period 2015-2020 in the Canary Islands/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 aux îles Canaries.	291
Figure 2.5.1e: Length composition of <i>Sardina pilchardus</i> from R/V <i>Al Amir Moulay Abdellah</i> for Cap Cantin-Cap Boujdour in 2019/Composition en longueur de <i>Sardina pilchardus</i> du N/R <i>Al Amir Moulay Abdellah</i> pour Cap Cantin-Cap Boujdour en 2019.	292

Figure 2.5.1f: Length composition of <i>Sardina pilchardus</i> from R/V Al Amir Moulay Abdellah for Cap Boujdour-Cap Cantin in 2019/Composition en longueur de <i>Sardina pilchardus</i> du N/R Al Amir Moulay Abdellah pour Cap Boujdour-Cap Cantin en 2019	292
Figure 2.6.1a: Observed and predicted abundance indices for <i>Sardina pilchardus</i> Zone A+B using estimates from 2019 and diagnostics of model fit/Indices d'abondance observee et prevue pour <i>Sardina pilchardus</i> Zone A+B a l'aide d'estimations de 2019 et des diagnostics de l'ajustement du modele.	293
Figure 2.6.1b: Observed and predicted abundance indices for <i>Sardina pilchardus</i> Zone C using estimates from 2019 and diagnostics of model fit/Indices d'abondance observee et prevue pour <i>Sardina pilchardus</i> Zone C a l'aide d'estimations de 2019 et de diagnostics de l'ajustement du modele.	294
Figure 2.7.1a: Predicted catches and abundance of sardine in Zone A+B-status quo scenario/Captures et abondance prevues de sardine dans la Zone A+b - scenario de statu quo.	295
Figure 2.7.1b: Predicted catches and abundance of Zone C - status quo scenario/Captures et abondance prevues de la Zone C - scenario de statu quo.	296
Figure 3.2.1a: Total catch of <i>Sardinella aurita</i> (1990-2020) in all regions/Capture totale de <i>Sardinella aurita</i> (1990-2020) dans toutes les régions.	297
Figure 3.2.1b: Total catch of <i>Sardinella maderensis</i> (1990-2020)* in all regions/Capture totale de <i>Sardinella maderensis</i> (1990-2020)* dans toutes les regions. *Senegal did not provide data for 2018/le Senegal n'ayant pas fourni de donnees pour 2018.	297
Figure 3.2.1c: Total catch of <i>Sardinella</i> spp. In the whole of the region*/Capture totale de <i>Sardinella</i> spp. Dans toute la région*. *Senegal did not provide data for 2018/le Senegal n'ayant pas fourni de donnees pour 2018.	298
Figure 3.2.2a: Fishing effort of <i>Sardinella</i> spp. by fleet and year/Effort de pêche de <i>Sardinella</i> spp. par flottille et année.	298
Figure 3.2.2b: Fishing effort of <i>Sardinella</i> spp. by fleet and year/Effort de peche de <i>Sardinella</i> spp. par flottille et annee.	299
Figure 3.2.2c: Fishing effort of <i>Sardinella</i> spp. by fleet and year/Effort de peche de <i>Sardinella</i> spp. par flottille et annee.	299
Figure 3.2.2d: Fishing effort of <i>Sardinella</i> spp. by fleet and year/Effort de peche de <i>Sardinella</i> spp. par flottille et annee.	300
Figure 3.2.2e: Fishing effort of <i>Sardinella</i> spp. by fleet and year/Effort de peche de <i>Sardinella</i> spp. par flottille et annee.	300
Figure 3.2.2f: Total fishing effort of <i>Sardinella</i> spp./Effort de peche total de <i>Sardinella</i> spp.	301
Figure 3.3.1a: CPUE of <i>sardinella</i> spp. by the offshore fleet in Mauritania (trawlers from the European Union and other foreign countries)/CPUE de <i>Sardinella</i> spp. par la flottille hauturiere en Mauritanie (chalutiers de l'Union européenne et d'autres pays etrangers).	301
ANNEXES	335
ANNEX I: Length Cohort Analysis.....	336
ANNEXE I: Analyse de cohortes par longueur.....	343
ANNEX II: Length-based Yield per Recruit Analysis.....	351
ANNEXE II: Analyse du rendement par recrue basée sur la longueur	359
ANNEX III: Exploratory assessments of <i>Sardinella aurita</i> using data-limited methods	367
ANNEXE III: Évaluations exploratoires de <i>Sardinella aurita</i> à partir de méthodes à données limitées	383
ANNEX IV: Exploratory assessments of small pelagic fish in the Canary Islands using data-limited methods.....	399
ANNEXE IV : Analyses exploratoires de l'application de méthodes à données limitées pour l'évaluation des petits poissons pélagiques dans les Îles Canaries.....	432

1. INTRODUCTION

The twentieth meeting of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa was held digitally from 21–25 June 2021. Due to the COVID-19 pandemic, the twentieth meeting was postponed from 2020 until this year. The meeting was also divided into two separate sessions to accommodate the online format. A first meeting of the working group met from 22–26 February 2021 to present and prepare the data needed for the assessments. The assessment work was conducted during the second session from 21–25 June 2021. 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. An interim meeting was held from 9–11 June 2021, also digitally, to discuss regional acoustic survey planning and results from the 2019 survey of the R/V *Dr Fridtjof Nansen*. A presentation of the discussion from this interim meeting was given to the Working Group on 21 June 2021.

From 21–25 June, the Working Group assessed the following species: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* and *Caranx rhonchus*), chub mackerel (*Scomber colias*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*), and bonga (*Ethmalosa fimbriata*) in the region between the southern border of the Republic of Senegal and the northern Atlantic border of the Kingdom of Morocco. The Canary Islands data were analysed but not included in the assessment methods since the dataset was very small.

The meeting was organized and funded by FAO and the EAF-Nansen programme in collaboration with the Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP). Altogether, 17 scientists from five countries, the European Union and FAO participated. The chair of the Group was Cheikh Baye-Braham (IMROP).

1.1. Terms of reference

The terms of reference of the Working Group are:

Part 1: Internet communication

1. Exchange of catch data, fishing effort, sampling intensity, and biological data by country as well as survey data, if available.
2. Updating the existing database: catch, fishing effort, sampling intensity and biological data by country as well as survey data, if available.
3. Analyses of catch, fishing effort and biological data for the period 1990–2020 (for each sub-section 1 to 5 of the species).
4. Drafting of a section on the fishery and recent developments by country for the years 2020 and 2021 (for each sub-section 1 to 5 of the species, if possible).

Part 2: Working Group

1. Discuss the results of analyses of catches, fishing effort and biological data, as well as recent developments in the small pelagic fishery prepared during the internet communication.
2. Discussion of evaluation methods, including new methods and possible new approaches to be used.
3. Updated stock assessments and projections for various sardine, sardine, horse mackerel, mackerel, bonga and anchovy stocks.
4. Discussion of assessments and formulation of management advice for each resource/stock.
5. Finalization of the evaluations, projections and management recommendations sections.

1.2. Participants

BENBANI, Abdelbasset	the Kingdom of Morocco/INRH
BENSBAL, Jilali	the Kingdom of Morocco/INRH
BRAHAM, Cheikh Baye (CHAIR)	the Islamic Republic of Mauritania/IMROP
CHEMRA, Dedde	the Islamic Republic of Mauritania/IMROP
CHURIN, Dmitry	Russian Federation /AtlantNIRO
EL MGHOUCHI, Karim	the Kingdom of Morocco/INRH
FADILI, Mohamed	the Kingdom of Morocco/INRH
ISARCH, Eva Garcia	the Kingdom of Spain/IEO
JEYID, Mohamed Ahmed	the Islamic Republic of Mauritania/IMROP
JURADO, Alba	the Kingdom of Spain/IEO
MAJJIH, Zakaria	the Kingdom of Morocco/INRH
QUINZAN, Marta	the Kingdom of Spain/IEO
QUIRIJNS, Floor	the Kingdom of the Netherlands
ROCKMANN, Christine	European Commission
RODRIGUES, Eva Maria Hernandez	the Kingdom of Spain/IEO
SIDIBEH, Momodou	the Republic of the Gambia/Ministry of Fisheries
SOULEIMAN, Abdelkerim	the Islamic Republic of Mauritania/IMROP
SOW, Fambaye Ngom	the Republic of Senegal/CRODT
TIMOSHENKO, Nikolay	Russian Federation /AtlantNIRO
BAHRI, Tarub	FAO
FULLER, Jessica	FAO
GUEYE, Ndiaga	FAO
MCDONOUGH, Sakchai	FAO
TANDSTAD, Merete	FAO

1.3. Definition of working area

The working area for the Working Group is defined as the waters between the southern border of the Republic of Senegal and the northern Atlantic border of the Kingdom of Morocco, including the Canary Islands (the Kingdom of Spain).

1.4. Structure of the report

The structure of the report is, in general, the same as that of the previous Working Group reports (FAO, 2002–2019). 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. Additional information on the different analyses and choices made by the Working Group has been included, when this was deemed necessary.

1.5. Follow-up on the 2019 Working Group recommendations on future research

The research recommendations made by the Working Group are key to improving the Working Group's stock assessments and it is therefore important to follow up on them. With regards to the acoustic surveys, the regional survey of the R/V *Dr Fridtjof Nansen* did not take place in 2020. Surveys by national vessels is limited to the Moroccan area. No national survey was carried out in the other areas. The survey data is used as the basis for the stock assessments carried out by the Working Group.

Other recommendations from last year have not been followed. The correction of effort data from the Senegalese artisanal fishery has not been made and studies on the age and growth of sardinella have not been initiated. Last year's recommendations are therefore reiterated for this year.

With regards to the sampling intensity in the region, the Working Group notes an improvement in the area with the presence of projects to support monitoring in certain countries, particularly in the Islamic Republic of Mauritania where monitoring was weak in 2018 and 2019. It is noted that the objective of this project is to cover all segments of the fleet during all quarters. Regarding the reading of the age of the main species, only the Russian Federation currently conducts this type of research on a regular basis, while the Kingdom of Morocco has resumed the age readings for sardine on a continuous basis. In this context, the Working Group noted with satisfaction this improvement in sampling in the region. It is important to maintain the level of sampling carried out to improve the assessments of round and flat sardinella. The availability of good data, quantitative assessments and accurate management recommendations are important for the assessment and management of different stocks.

The priority research areas for 2021–2022 are presented in Chapter 9 and specific recommendations for each species are given in the respective sections.

1.6. Overview of catches and recent developments

Table 1.6.1 shows the catch of the main small pelagic species studied in the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa from 1990 to 2020.

The decreasing trend in total catch observed from 2010 to 2013 was reversed in 2014 (figure 1.6.1a and figure 1.6.1b). A slight decrease in total catch of the main small pelagic fish in the subregion was observed from 2014 to 2015, from around 2.5 million tonnes in 2014 to around 2.4 million tonnes in 2015, constituting a 5 percent decrease. Total catch then increased 13 percent in 2016 only to remain stable between 2016 and 2017 at around 2.7 million tonnes. In 2018, the total catch of small pelagic fish could not be estimated with precision because the 2018 data from the Republic of Senegal was not available to the Working Group due to a problem in the database. The total catch for 2019, recalculated to include the Republic of Senegal (who did not participate in the 2019 meeting), was around 2.8 million tonnes. This total decreased slightly by 7 percent to reach around 2.6 million tonnes in 2020. The average total catch for the period 1990–2020 has been fluctuating with an average of around 2 million tonnes, while the average for the last five years (2016–2020) was 2.7 million tonnes.

Sardine (*Sardina pilchardus*) remains the dominant species, constituting about 48 percent of the overall catch of the main small pelagic species in 2020. Catches of sardine decreased by 13 percent from 2019 to 2020, with around 1.4 million tonnes in 2019 and 1.2 million tonnes in 2020 (figure 1.6.1c).

The other dominant species group is the *Sardinella* spp. (*S. aurita* and *S. maderensis*), which together constituted 21 percent of total catch of the main small pelagic fish species in 2020. While round sardinella (*S. aurita*) catches decreased 25 percent from around 260 000 tonnes in 2019 to 197 000 tonnes in 2020 (figure 1.6.1d), flat sardinella (*S. maderensis*) catches increased by 89 percent

from 178 000 tonnes in 2019 to 336 000 tonnes in 2020 (figure 1.6.1e). This increase for flat sardinella (*S. maderensis*) is mostly attributed to the large increase in catches for the Islamic Republic of Mauritania (176 percent) and the Republic of Senegal (44 percent) between 2019 and 2020. Catch levels for round sardinella (*S. aurita*) have fluctuated but remained relatively level until 2018 when a continued decrease was observed. Catch levels for flat sardinella (*S. maderensis*), while typically lower, surpassed round sardinella catch starting in 2018 and has since observed an upward trend. The average catch for round sardinella (*S. aurita*) for the whole time series (1990–2020) is around 377 000 tonnes, with the average last five years hovering around 350 000 tonnes. The average catch for flat sardinella (*S. maderensis*) for the whole time series (1990–2020) is around 152 000 tonnes, with the average for the last five years around 219 000 tonnes.

Round sardinella (*S. aurita*) is normally the second-most important species for the region in terms of catch. However, this trend reversed significantly in 2020 with the chub mackerel (*Scomber colias*) comprising 16 percent of all caught species, followed by flat sardinella (*S. maderensis*) at 13 percent, Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) at 9 percent, and finally round sardinella (*S. aurita*) at 8 percent.

Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) is the most important species of horse mackerel reported in the catches, constituting about 9 percent (approximately 226 000 tonnes) of the total catch of the main small pelagic fish in 2020 (figure 1.6.1f). This is a decrease of about 8 percent from the 2019 catch levels of 245 000 tonnes. Catches have averaged around 188 000 tonnes from 1990–2020, with the average of the last five years around 229 000 tonnes. Catches of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) increased around 8 percent from 75 000 tonnes in 2019 to 82 000 tonnes in 2020 (figure 1.6.1f), which corresponds to the average catch for the whole time series (1990–2020) of 82 000 tonnes. This long-term average is significantly less than the average of the last five years of around 105 000 tonnes, which is impacted by the significant increase of catches from 2014–2017. The third species in this group, the false scad (*Caranx rhonchus*), increased significantly at 94 percent from 12 000 tonnes in 2019 to 24 000 tonnes in 2020 (figure 1.6.1f). The 2020 catch levels correspond to the long-term average of the species (24 000 tonnes from 1990–2020), but the five-year average of the species is around 15 000 tonnes.

Chub mackerel (*Scomber colias*) have shown a generally increasing trend since 1990, with a peak in catches in 2019 at 546 000 tonnes (figure 1.6.1g). Catch levels then decreased by 30 percent in 2020 (380 000 tonnes). The average catch for the period 1990–2020 was estimated around 211 000 tonnes, and the average for the last five years was 439 000 tonnes.

The total catch of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in 2020 was around 50 000 tonnes, which is a significant increase of 156 percent from 20 000 tonnes in 2019 (figure 1.6.1h). The long-term average catch of the species (1990–2020) is around 78 000 tonnes, and the average for the last five years (2016–2020) is 29 000 tonnes.

The catch of bonga (*Ethmalosa fimbriata*) in 2018 comprised of 2 percent of the total catch of the main small pelagic fish for the subregion. Total catch of bonga for 2020 was 58 000 tonnes, which is an increase of 68 percent from 35 000 tonnes in 2019 (figure 1.6.1i). The long-term average for bonga (1990–2020) is 46 000 tonnes, while the average for the last five years (2016–2020) was around 62 000 tonnes.

The Kingdom of Morocco

Overall, total catches for the Kingdom of Morocco fluctuated quite a bit with an average of around 1 million tonnes catch for all species for the whole time series (1990–2020). This is slightly less than the average for the last five years (2016–2020) at around 1.3 million tonnes. Total catch decreased around 12 percent from 1.4 million tonnes in 2019 to 1.2 million tonnes in 2020. Catch trends for the Kingdom of Morocco are found in figure 1.6.1j.

The sardine (*S. pilchardus*) remains the dominant species in the Kingdom of Morocco, making up 72 percent of total catches of small pelagics for 2020. Catches of this species have fluctuated over time, with an average catch of around 750 000 tonnes between 1990 and 2020. The general trend increased from 2011–2016, before falling in 2017 and 2020. Catches fell 14 percent from approximately 1 million tonnes in 2019 to 884 000 tonnes in 2020. The average catch of sardines over the last five years (2016–2020) is approximately 985 000 tonnes.

The Chub mackerel (*Scomber colias*) represents about 20 percent of the total catch for small pelagics in 2020 in The Kingdom of Morocco. Catches of this species have also fluctuated during the period considered since 1990 with a general upward trend since 2012, however there was a 21 percent decline in total catch from 2019 (304 000 tonnes) to 2020 (240 000 tonnes). The average catch for this species in the last five years (2016–2020) is 261 000 tonnes compared to 146 000 tonnes for the period 1990–2020.

Catches of round sardinella (*Sardinella aurita*) have fluctuated since the late 1990s. Total catches increased from 1 400 tonnes in 2004 to 94 000 tonnes in 2013. From 2013 to 2015, catches decreased to only 10 000 tonnes in 2016. In 2017, the catch increased slightly to 32 000 tonnes before declining in 2018 to 17 000 tonnes. Catches further declined significantly to around 5 000 tonnes in 2019 and declined another 74 percent from to 1 200 tonnes in 2020. The average catch over the last five years (2016–2020) is now around 11 000 tonnes, compared to the average catch for the whole time series (1990–2020) of 33 000 tonnes. No catch for flat sardinella (*S. maderensis*) in the Kingdom of Morocco has been recorded since 2016.

The Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) represented around 4 percent of total catch for the Kingdom of Morocco in 2020 and catches for Cunene horse mackerel (*T. trecae*) were negligible compared to other species. Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) increased 5 percent from 2019 catches (46 000 tonnes) to 48 000 tonnes in 2020. The five-year average (2016–2020) for the species is around 53 000 tonnes, which is higher than the average for the whole time series (1990–2020) at 45 000 tonnes. Catches for Cunene horse mackerel (*T. trecae*) decreased by 71 percent from 2019 (300 tonnes) to 2020 (90 tonnes). The average for the last five years (2016–2020) is also less (17 000 tonnes) than the average for the time series (1990–2020) at 21 000 tonnes. Catches of false scad (*Caranx rhonchus*) have not been reported for the Kingdom of Morocco since 2016.

Anchovy catches (*Engraulis encrasicolus*) comprise around 4 percent of the total catch for the Kingdom of Morocco. The species catch showed a general upward trend from 2004 to 2012, reaching 52 000 tonnes in 2012. Catches decreased to around 27 000 tonnes in 2016 and fluctuated around there until there was a 160 percent increase in catch from 2019 (19 000 tonnes) to 2020 (50 000 tonnes). The average anchovy catch for the last five years (2016–2020) is around 27 000 tonnes, which is slightly higher than the average for the whole time series (1990–2020) at 23 000 tonnes.

With the outbreak of COVID-19 at the beginning of March 2020, the Kingdom of Morocco applied a series of measures. These included, among others: three months of strict confinement, the closure of businesses providing services deemed non-essential, and the limitation of inter-urban travel. In this context, the fishing sector, in particular the artisanal and coastal segments, were officially called upon to continue their activities as they were considered essential for food security and the supply of the industry.

Despite the disruptions felt in early 2020, the fishing sector has maintained its activities as part of the production sectors essential to ensure food security. Thus, all the fishing infrastructures continued to function (ports, fish halls, wholesale markets). This decision was accompanied by several intervention measures aimed at strengthening access controls to ports for users and the implementation of several other preventive measures to limit the spread of the virus.

This situation has contributed to maintaining the total fishery production which only decreased by 6 percent in terms of quantity and 4 percent in value, unlike exports which improved by 9 percent in volume and 3 percent in value.

With regards to the small pelagic fishery, production fell by 13 percent, resulting from the fall in catches of sardines by 17 percent, and mackerel by 15 percent. This is also despite the increase in catches of anchovy by 158 percent and horse mackerel by 16 percent.

In terms of management, the order of the Minister of Agriculture, Maritime Fisheries, of rural development and of waters and forests relating to "the small pelagic fishery of the South Atlantic" was published in August 2020. This law made it possible, in addition to the measures already applied under the old decree, to promulgate new provisions concerning:

- The establishment of an annual individual quota for vessels of the refrigerated sea water (RSW) category (purse seiners and trawlers).
- The establishment of a 3 nautical mile (nm) zoning for purse seiners operating in the southern zone of Boujdour, to preserve juveniles of small pelagics and reduce incidental fishing.
- The establishment of a zoning of 8 nm and a zoning of 12 nm respectively for purse seiners and pelagic or semi-pelagic trawlers, with a gross tonnage greater than 150 units of tonnage practicing fresh or chilled fishing.
- The definition of the catch threshold for mullet species.

The Islamic Republic of Mauritania

Overall, total catches for the Islamic Republic of Mauritania increased steadily until 2010 when there was a decline; catches then continued to increase before beginning to decline again in 2018. The Islamic Republic of Mauritania maintained an average of around 645 000 tonnes catch for all species for the whole time series (1990–2020), which is significantly less than the average for the last five years (2016–2020) at around 1 million tonnes. Total catch decreased around 4 percent from 1.05 million tonnes in 2019 to 1.01 million tonnes in 2020. Catch trends for the Islamic Republic of Mauritania are found in figure 1.6.1k.

The dominant catches for the Islamic Republic of Mauritania are those for sardine (*Sardine pilchardus*), comprising 35 percent (350 000 tonnes) of the total catch (around 1 million tonnes) for 2020. Mauritanian catches for sardine remained relatively stable until 2018 and 2019 when there was a peak of 380 000 tonnes and 394 000 tonnes, respectively. However, catches then declined around 11 percent to 350 000 tonnes in 2020. The five year (2016–2020) average catch for sardine is around 274 000 tonnes, which is much higher than the average for the whole time series (1990–2020) at 84 000 tonnes.

Catches of flat sardinella (*Sardinella maderensis*) comprised around 19 percent of the total catch for 2020, while catches of round sardinella (*S. aurita*) were less at around 10 percent of the total catch for 2020. Catches of flat sardinella (*S. maderensis*) have been increasing steadily since 2014 and peaked in 2019 after two years of lower catches. There was a 176 percent increase in flat sardinella catches from 2019 (69 000 tonnes) to 2020 (190 000 tonnes). The five-year (2016–2020) average for *S. maderensis* is significantly higher at 104 000 tonnes than the average for the whole time series (1990–2020) at 40 600 tonnes. Catches of round sardinella (*S. aurita*) remained relatively stable throughout the time series until a decrease to 140 000 tonnes in 2019. Catches decreased a further 26 percent to 104 000 tonnes in 2020. The five-year average (2016–2020) for *S. aurita* is also higher at 220 000 tonnes than the average for the whole time series (1990–2020) at 190 000 tonnes.

Among the mackerel species caught in the Islamic Republic of Mauritania, Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) is the most caught species, comprising around 19 percent of the total catch for 2020. Atlantic horse mackerel (*T. trachurus*) and false scad (*Caranx rhonchus*) were caught in much lower percentages (3 percent and 2 percent, respectively). Catches of *T. trecae* have remained relatively stable

over the years, although there has been a decrease of 12 percent in catches from 2019 (217 000 tonnes) to 2020 (190 000 tonnes). The five-year (2016–2020) average for the species is slightly higher at 185 000 tonnes compared to the average for the whole time series (1990–2020) at 152 000 tonnes. Catches of *T. trachurus* also remained relatively stable over the years, however a decrease has been observed since 2016. This decrease was moderately reversed by 13 percent from 2019 (30 000 tonnes) to 2020 (34 000 tonnes). The five-year (2016–2020) average for the species is higher at 53 000 tonnes than the average for the whole time series (1990–2020) at 37 000 tonnes. Catches of *C. rhonchus* have always remained relatively low for the Islamic Republic of Mauritania, until there was a surprising 525 percent increase in catches from 2019 (2 500 tonnes) to 2020 (16 000 tonnes). The 2020 catch level is more similar to the average catch levels for the whole time series (1990–2020) at 17 000 tonnes, than the average for the last five year (2016–2020) at 5 000 tonnes.

Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) remains moderately significant for the Islamic Republic of Mauritania and comprises around 11 percent of the total catch for 2020. Catches for the species increased significantly in 2017, and this high trend remained until 2019 when there was a 42 percent decrease in catch from 2019 (195 000 tonnes) to 2020 (114 000 tonnes). Thus, the five-year average (2016–2020) for the species is significantly higher at 141 000 tonnes than the average for the whole time series (1990–2020) at 53 000 tonnes.

Anchovy (*E. encrasicolus*) are the species comprising the least of the total catches for 2020 (less than 1 percent). Anchovy catches have fluctuated significantly over the time series. Between 2013 and 2016, the catch of this species has declined continuously from nearly 3 000 tonnes in 2013 to a catch of about 1 380 tonnes in 2016. Catch levels remained around that level until a significant decrease in 2019 to 500 tonnes. The catches declined a further 6 percent to 480 tonnes in 2020. The five-year (2016–2020) average for Anchovy is significantly less at 1 000 tonnes than the average for the whole time series (1990–2020) at 57 000 tonnes.

Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) comprises around 1 percent of the total catch for 2020. Levels fluctuated until a significant decrease in 2019 (7 600 tonnes). Levels then recovered by 36 percent to 10 000 tonnes in 2020. The five-year average (2016–2020) for Bonga is 24 000 tonnes, which is a bit higher than the average for the whole time series (1990–2020) at 18 000 tonnes.

The fleets exploiting pelagic fish in the Mauritanian exclusive economic zone (EEZ) also differ in their size and their fishing strategies. Coastal canoe fishing is characterized by the use of seiner canoes. The number of purse seine canoes according to the framework survey in November 2019 reached around 264 seiners on the entire coast before experiencing a drop in 2020 to around 178 seiners.

The pelagic coastal fishing units are classified into three segments according to the criterion of length. The characteristic feature common to these three segments of coastal pelagic fishing is the prohibition of freezing systems on board. These segments are distinguished as follows:

- Segment 1: it is made up of length units of less than 26 m. This category includes canoes and boats that use seine nets.
- Segment 2: it includes units of length between 26–40 m using the purse seine.
- Segment 3: it includes coastal boats with a length of between 40 and 60 m. This category of fishing includes both purse seiners and trawlers.

In 2019, these units reached around 75 vessels, mainly made up of segment 3 vessels, the number of which reached 43 vessels. The largest number of boats is that of segment 3 with around 59 in 2018, including around twenty using simple pelagic trawls before experiencing a significant drop in 2020, especially for coastal trawlers which left the area after the zoning change in 2019

The offshore fleet is made up of large boats, the number of which reached 58 in 2019 before experiencing a drop in 2020 to reach 44 boats. In addition to this, the authorization in 2019 of

400 licenses to Senegalese artisanal fishers for a period of 3 months renewable during the year with the obligation to land in the Islamic Republic of Mauritania.

The activity of coastal vessels was affected in 2019 by the application of technical measures related to compliance with the mesh size set at 40 mm in the regulations. A break of a few months is observed during the second trimester. A temporary derogation is granted to purse seiners with the support of an observer program from August to December 2019. An authorization for the 28 mm mesh is granted with the need to review the drop of the seine which is important for all the seine studied. The length of the seine should be scaled with regulation of bycatch. This year is also characterized by the start of the activity of the port of Tanitt which currently ensures the landing of several artisanal and coastal units.

In 2020 and despite the restrictive measures of the pandemic, the activity of coastal and offshore vessels is continuous without any observed obstacle. Exports of small were increased in 2020 compared to the others in comparison with the other species which were affected by the closure of European markets. The quantity of flour increased in 2020 to reach 128,000 tonnes compared to the year 2019 when the quantity was around 100 000 tonnes.

The year 2020 is marked by considerable support for the monitoring of small pelagics with the promopêche and FIP projects, but also from the AGD financed by Mava. Indeed, this support has made it possible to broaden the coverage of the monitoring of landings made outside working hours and in landlocked sites, not covered in the past. This improvement in spatial and temporal coverage has been made possible thanks to the acquisition of quality work tools (tablets, measurement equipment, etc.), as well as the fuel for the rolling means dedicated specifically to ensuring fluidity and mobility. field teams and the establishment of a motivational incentive mechanism for investigators. These of measures have thus made it possible to considerably improve the collection of data on canoe fishing, both pelagic and demersal.

The Republic of Senegal

Overall, total catches for The Republic of Senegal fluctuated around the same levels until a peak in 2011. Since then, catches declined, although there was a 6 percent increase in total catch from 2019 (313 000 tonnes) to 2020 (331 000 tonnes). The Republic of Senegal maintained an average of around 310 000 tonnes catch for all species for the whole time series (1990–2020), which is close to the average for the last five years (2016–2020) at around 359 000 tonnes. Catch trends for the Republic of Senegal are found in figure 1.6.11.

In 2020, flat sardinella (*Sardinella maderensis*) was the most dominant species caught, comprising around 43 percent of the total catch. Round sardinella (*S. aurita*) followed in second place with a 26 percent proportion of total catch. Catches of flat sardinella (*S. maderensis*) remained relatively stable throughout the whole time series (1990–2020), with an average of 107 000 tonnes. This is less than the average for the last five years (2016–2020) at 121 000 tonnes. From 2019 to 2020, there was a 44 percent increase in annual catch (99 000 tonnes and 142 000 tonnes, respectively). Catches of round sardinella (*S. aurita*) also fluctuated and except for 1998–2004, and this past year, were normally higher than *S. maderensis*. The average catch for round sardinella for the whole time series (1990–2020) is 154 000 tonnes, which is slightly less than the average for the last five years (2016–2020) at 157 000 tonnes. Catches of *S. aurita* decreased 25 percent from 2019 (115 000 tonnes) to 2020 (85 000 tonnes).

Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) comprised 11 percent of the total catch for 2020, and false scad (*Caranx rhonchus*) made up 3 percent. *T. trecae* catch levels remained relatively stable throughout the whole time series (1990–2020) and averaged around 15 000 tonnes. This is lower compared to the average of the last five years (2016–2020) at 26 000 tonnes. Between 2019 and 2020, catch levels for Cunene horse mackerel increase 27 percent (28 000 tonnes and 36 000 tonnes, respectively). *C. rhonchus* catch levels also remained relatively stable throughout the whole time series (1990–2020) and averaged around 7 000 tonnes. However, this is significantly less than the average of the last five

years (2016–2020) at 11 000 tonnes. This is also despite the 13 percent decrease in catch levels from 2019 (10 000 tonnes) to 2020 (8 700 tonnes).

Chub mackerel (*Scomber colias*) catch levels decreased 41 percent between 2019 (46 000 tonnes) and 2020 (27 000 tonnes). The 2020 catch level is similar to the average of the last five years (2016–2020) at 24 000 tonnes, and higher than the average for the whole time series (1990–2020) at 11 000 tonnes.

Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) catch levels increased a little over 100 percent from 2019 (16 000 tonnes) to 2020 (32 000 tonnes). The 2020 catch level is higher than both the average catch level for the last five years (2016–2020) at 20 000 tonnes and the average catch for the whole time series (1990–2020) at 14 000 tonnes.

In the Republic of Senegal, small pelagics are mainly fished by artisanal units, with some contribution by larger industrial vessels. The sardinella fisheries in the Republic of Senegal are managed by a national plan (Sardinella Fisheries Development Plan) and additional participatory plans approved by the *Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime*. These additional plans include five participatory management plans for sardinella species, and two for Bonga. The Sardinella Fisheries Development Plan was endorsed by the National Consultative Council for Maritime Fisheries in 2013, but its implementation is still processing. However, in 2015 supplementary management measures were approved for the plan, which established the Maritime Fishing Code. This Code includes:

- Increasing the minimum catch size for most pelagic species.
- Increasing the mesh of nets (gillnets and purse seines).
- Prohibiting the use of ox trawls and coastal pelagic trawls between *Yoff* and the northern border of the Republic of the Gambia.

Local management initiatives were taken for:

- *Cayar*: a ban on the use of monofilament nets, prohibition of processing juvenile sardinella, and alternating fishing trips (e.g., only one trip per day for purse seines).
- *Saint Louis*: limiting the fish quantities landed, alternating fishing trips, and banning night-time landings of purse seines.
- *Mbour/Joal*: prohibition of processing juvenile sardinella and banning night-time fishing trips with artisanal fishing gear. This measure was also extended to *Hann* and *Kafoutine* in 2018.

In 2020, The Republic of Senegal has also created three new Community Marine Protected Areas, including the island of *Gorée*. *Gorée* island merges the municipalities of *Gorée*, *Dakar-Plateau*, *Hann/Bel-Air*, *Thiaroye sur Mer*, *Mbao*, and *Rufisque* (the main area for bait fishing). Since 2019, fishing licenses are under suspension have not been allocated or renewed.

Also in 2019, a one-day session with stakeholders was organized by the *Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime* to consult on the fishmeal and fishoil industries in The Republic of Senegal and their future prospects. Two main groups took part in the session:

- A group of female fish processors (the most marginalized group), fisherfolk, fishmongers, NGOs, and other professional organizations who radically oppose the installation of new fishmeal and fishoil factories in The Republic of Senegal.
- A second group of fisherfolk, fishmongers, local community representatives, and fishmeal and fishoil manufacturers who advocate for continuation and future sustainability of these industries.

The session concluded with some key recommendations:

- The application of legislative and regulatory provisions relating to the establishment of factories;
- Maintain and more strongly regulate the existing factories, and freeze licenses for new factories;
- Establish a quota system during the periods of abundance of small pelagic catches;
- Relocate existing factories that have negative impacts on neighboring communities;
- Ban the use of fresh fish as raw materials; and
- Advocate the Sub-Regional Fisheries Commission (CSRP) to improve coordination and collaboration among its member countries (The Republic of Senegal, the Islamic Republic of Mauritania, and the Republic of the Gambia) for the management of small pelagic fisheries and fishmeal production.

In December 2019, a new agreement was arranged between the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal for a three-month period that allows 400 Senegalese artisanal canoes to catch up to 50 000 tonnes of sardinella in Mauritanian waters, with the condition that these catches are landed in the Islamic Republic of Mauritania.

The Republic of the Gambia

Overall, total catches for the Republic of the Gambia remained stable with an average of around 23 000 tonnes for the whole time period (1990–2020), but experienced two peaks. The first was in 2013 at 36 000 tonnes, and the second was in 2017 at 43 000 tonnes. Since then, total catch has been decreasing although there was a very slight 8 percent increase in levels between 2019 (25 000 tonnes) and 2020 (27 000 tonnes). These levels are around the average total catch for the last five years (2016–2020) at 31 000 tonnes. Catch trends for the Republic of the Gambia are found in Figure 1.6.1m.

Catch data only exists for Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) for 2015–2018. Catches have not been reported for false scad (*Caranx rhonchus*) since 2016.

Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) comprises over half of the total catch for 2020 (60 percent) at 16 000 tonnes. This is a 41 percent increase from the 2019 catch levels (12 000 tonnes). The average catch for Bonga for the last five years (2016–2020) and the whole time series (1990–2020) are similar at 18 000 tonnes and 16 000 tonnes, respectively.

Round sardinella (*Sardinella aurita*) and flat sardinella (*S. maderensis*) also comprise significant portions of the total catch for 2020 (21 percent and 17 percent, respectively). Catches of round sardinella increased 83 percent from 2019 (3 000 tonnes) to 2020 (5 600 tonnes), while catches of flat sardinella decreased by 57 percent from 2019 (10 000 tonnes) to 2020 (4 400 tonnes). This high catch level for *S. maderensis* is likely attributed to peaks in 2013, 2017, and 2019, since the average catch for the last five years (2016–2020) is around 7 600 tonnes while the average for the whole time series (1990–2020) is lower at 3 200 tonnes. *S. aurita* also experienced a peak in catch levels in 2013, averaging around 4 300 tonnes for the last five years (2016–2020) and 2 100 tonnes for the whole time series (1990–2020).

The mackerels Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) and chub mackerel (*Scomber colias*) made up very little of the total catch (1.5 percent and less than 1 percent, respectively). Catch of *T. trecae* increased 153 percent between 2019 (155 tonnes) and 2020 (390 tonnes), while catch of *S. colias* increased an incredible 758 percent from 28 tonnes in 2019 to 240 tonnes in 2020. The five-year averages (2016–2020) for Cunene horse mackerel (600 tonnes) and chub mackerel (360 tonnes) are both higher than the long-term averages (1990–2020) of 400 tonnes and 220 tonnes, respectively.

On average the number of units of the artisanal fleet in the Republic of the Gambia in 2019 was about 1 600 canoes. The artisanal fishery has exclusive fishing rights to waters up to 9 nautical miles (nm) from the coastline. Vessels of 250 Gross Registered Tonnes (GRT) or less are allowed to fish between 9–12 nm, and there are no restrictions beyond the 12-mile limit. In 2018, there was an introduction of a semi-industrial fishery category, where vessels under 50 GRT are allowed to fish within 7 nm of the coastline.

Due to the impact of the COVID-19 Pandemic, artisanal fishers in the Republic of the Gambia could not sell their catch, which subsequently went to waste and resulted in grave economic losses for the fish operators fish processors. Fishmeal factories have scaled-down their operations, ordering many of the staff to stay at home. The industrial sector has also received fewer license requests for fish landings that meet the compulsory 10 percent of fish landings from non-local vessels to be distributed to the Gambian population. For the export sector, the closure of transportation routes has disrupted and broken the links between suppliers and consumers, especially for fish exports to regional and international markets. Thus, fisherfolk have been deprived of much-needed revenue in terms of foreign exchange earnings.

Fishing effort has fallen as demand has declined. The need to observed minimum social distance at sea prevents much activity from taking place, and the collapse in demand from restaurants, hotels and catering, and the restriction of open fish markets has severely impacted the local fishing sector. Some fishers have looked for alternative livelihoods, while others remained home in lockdown.

There is also a shortage of input supplies for fishers, such as ice, bait, gear, and access to shops and credit facilities. Some of these establishments are completely shut down or operate with minimal hours.

As a result of the Pandemic, there is a labour shortage in the most productive sector for the country. Foreign vessels also experienced delays or barriers to entry into Gambian waters from closed borders and checkpoints. Overall, unemployment in the Gambian fishing sector has increased.

However, fish data collection officers maintain their presence at major fish landing sites to collect catch and effort data, and 10-day surveys are conducted to monitor the production and effort of the artisanal fishery. With the funding support from a MAVA-AGD Small Pelagics project, a regional geo-referenced map for the management and protection of critical areas (hot spots) of small pelagics has been produced.

The Canary Islands (the Kingdom of Spain)

In the Canary Islands (29-27°N, 19-13°W, included in the FAO Division 34.1.2), fishery activity is mainly focused on tunas, with low activity in the EEZs of the northwest African countries, and the artisanal fishery. Concerning the latter, two types of activity are described: i) multi-gear for demersal species, and ii) purse seine fisheries for small pelagics. The small pelagic fishing fleet is variable so it can alternate with the tuna fishery. In 2020, the fleet was composed of 22 vessels with a gross tonnage of 10 t; 78.7 hp of power and 11 m of length in averages. The duration of each trip is one day of fishing. As part of the European Union Data Collection Framework project, the Instituto Español de Oceanografía (IEO), through the Centro Oceanográfico de Canarias, has been monitoring the landings by purse seiners fishing in the Canary Islands since the year 2013 as well as obtaining biological information of the most landed small pelagics species: mackerel (*Scomber colias*), horse mackerels (*Trachurus* spp.), round sardinellas (*Sardinella* spp.) and sardine (*Sardina pilchardus*). Length and biological samplings of commercial landings are carried out in Tenerife, where more than 70 percent of the total landings of small pelagic species in the archipelago are produced. Therefore, although partial registers exist, data for the Canary Islands are considered reliable only since 2013. Overall, total landings for the archipelago experienced a peak in 2017, with a steady decline since. Total catch decreased by 22 percent from 2019 (1 800 tonnes) to 2020 (1 400 tonnes). The five-year average (2016–2020) for the total catch is almost 2 000 tonnes. Catch trends for the Canary Islands can be found in Figure 1.6.1n.

Mackerels (*Trachurus* spp.) and chub mackerel (*Scomber colias*) comprise the largest proportions of the total catch for 2020, with 44 percent and 49 percent, respectively. Catch for *Trachurus* spp. increased 27 percent from 2019 (495 tonnes) to 2020 (630 tonnes). The five-year average (2016–2020) for the species is around 590 tonnes. Catch for *S. colias* decreased 38 percent from 2019 (1 150 tonnes) to 2020 (700 tonnes), with a five-year average of 930 tonnes.

Sardine (*Sardina pilchardus*) and sardinellas (*Sardinella* spp.) make up the remaining portions of the total catch for 2020 (3 percent and 4 percent, respectively). Landings decreased significantly from 2019 to 2020 for both species: 47 percent for sardine (from 80 tonnes to 42 tonnes), and 50 percent for sardinellas (from 110 tonnes to 55 tonnes). The five-year average (2016–2020) for sardine is 240 tonnes, and 200 tonnes for sardinellas.

Regarding the fishing effort, due to it is mixed fishery and the four species a targeted by purse/seiners, the CPUE were calculated considering only the days when each of the species was actually landed. In this sense, a clear decreasing trend has occurred for the clupeid species. However, both horse mackerels and chub mackerels, although showing wider or narrower oscillations, have had an overall increasing trend considering the time series. However, total annual landings of the purse-seine fleet have decreased noticeably, with a very similar evolution than the number of fishing days in which the fleet landed small pelagic fish, without taking into account which of them. In this sense, the COVID-19 pandemic crisis has dramatically affected the normal activity of the artisanal fleets in the Canary archipelago. The closure of the restaurants and borders has provoked a decrease in the market fish demand. Therefore, the official data corresponding to 2020 must be taken with caution, because they are strongly affected by socio-economic issues.

1.7. Overview of regional surveys

In 2017, a survey was conducted with the new R/V *Dr Fridtjof Nansen*, as part of a synoptic coverage of the pelagic resources and ecosystems off West Africa. While the 2017 survey off Northwest Africa was not conducted in the same period as the historical series used in the assessments, it provided important contributions to the data and further analysis revealed how the data could facilitate the work of the Working Group. Another survey was conducted in 2019. Due to the COVID-19 pandemic, the 2020 survey was cancelled for the region.

The 2019 survey of the R/V *Dr Fridtjof Nansen* survey of the pelagic resources in Northwest Africa included Leg 1.1 of the western Africa coverage for 2017 encompassed The Kingdom of Morocco to Cape Blanc.

The second leg, (Leg 1.2), conducted an experimental survey of the mesopelagic resources of the region, and the third and fourth legs (1.3 and 1.4) conducted pelagic surveys for the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal, respectively.

The first leg of the survey covered the region between Tangier and Cape Blanc from 7–27 May 2019 (Leg1.1). This was temporarily postponed so the vessel could conduct a survey on mesopelagic resources for West Africa from 26 May to 11 June (Leg 1.2), and for an unscheduled maintenance period of the vessel. The third leg for pelagic resources took place for the Islamic Republic of Mauritania from 27 June–9 July, and for The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia from 9–18 July (there was a break in service from 3–6 July to allow for a crew change on the vessel).

A common survey design was adopted in the entire region with parallel transects perpendicular to the coastline, 10 nm apart, and acoustic measurements of pelagic fish obtained on the shelf from 20–500 m bottom depth. At each degree latitude, a hydrographical transect was carried out to a depth of 1 000 m. Meteorological and hydrographic measurements were recorded routinely on these transects in addition to samples on ocean acidification parameters (pH and alkalinity), nutrients, phytoplankton, zooplankton, fish eggs and larvae and microplastics. Weather conditions were good for surveying during the entire period.

1.8. Planning Group for the coordination of acoustic surveys

The EAF-Nansen Program has given great impetus to the study of small pelagics in the northwest Africa region for many years, especially since the mid-1990s. The EAF-Nansen Program has also drawn its objectives are to strengthen the skills of the countries of the region in the field of acoustic surveys. To this end, joint surveys have been carried out between the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and the national research vessels and planning groups have been organized since 2001. The purpose of these planning groups was to coordinate acoustic surveys at the national level. Northwest Africa, including intercalibration with research vessels (*Al Amir* of The Kingdom of Morocco, *Al Awam* of the Islamic Republic of Mauritania and *Itaf Deme* of The Republic of Senegal) and serve as a forum for discussion of issues related to standardization of methods, research and training. The planning group then transmitted the results of the acoustic surveys to the FAO Working Group on Small Pelagic Assessment off Northwest Africa.

A one-day online meeting of the planning group was held on 11 June 2021, immediately following the meeting to discuss results from the 2019 *Nansen* survey. It was agreed that intercalibration exercises between the *Nansen* and R/Vs from The Republic of Senegal, the Islamic Republic of Mauritania, and The Kingdom of Morocco will be completed in Autumn 2021 during the next regional surveys. The Gambian R/V remains in dry dock for mechanical repairs.

1.9. Main environmental events

1.9.1. Environmental/climatic influence on small pelagics

In January 2018, the northern border of the Senegalese-Mauritanian Thermal Front (SMF) was south of the norm and located of 12°N. The southern boundary of SMF was also located south of its mean multiyear position at 0.2° (Figure 1.9.1a). The sea surface temperature (SST) deviation from the norm in this area was -0.5 -1°C. In February, the negative anomaly increased to -2.5°C in The Republic of Senegal, and the negative thermal zone spread to the whole area. This led to an even greater displacement of the southern border of SMF to the area of 9.8° N, which was 1.1° south of the norm. Since March, the front began a slight shift to the north, with a northern boundary at 11.5° N. The negative deviation of temperature was reduced to -0.5 °C.

In April, the frontal zone weakly retreated to the north, and its position was near of the long-term average position. The temperature deviation from the norm was -0.2 -0.8 °C. In May, the position of the front practically did not change, while usually it moves northwards at that time. It was associated with the spread of the negative SST anomaly to -2°C. The northern boundary of SMF was located at 12.6°N, far to the south of the multiyear norm. In June, the front shifted sharply to 17°N for the northern border. However, its position was still on 1.9° south of the norm. The SST deviation from the norm was -1.5 °C.

In July, the southern frontier of the front sharply shifted to 17.6 N. the northern one was located at 19 N. The deviation from the norm was -1°C, the whole coastal zone from 8 to 24 N occupied by a negative SST anomaly. In August, the front shifted closer to the multi-year position. However, the entire coastal zone remained in the negative SST zone. In September, the position of SMF remained almost unchanged. The deviation from the norm in the front area was -1°C.

In October, the front position lay within the multi-year norm. A weak positive SST anomaly (+0.2°C) was in a small area by Cape Blanc manifested. In November, the position of SMF has been changed dramatically. Both borders were significantly south of their average multi-year position. This is caused by an increase in the SST negative anomaly in the coastal zone, which reached -2.3°C. In December, SMF shifted to the south, its northern boundary lay at 16.5 N. Throughout the year, the region was

located in the negative area of SST (Figure 1.9.1b). Considering the average long-term aspect, 2018 was the coldest since 1981 (Figure 1.9.1c).

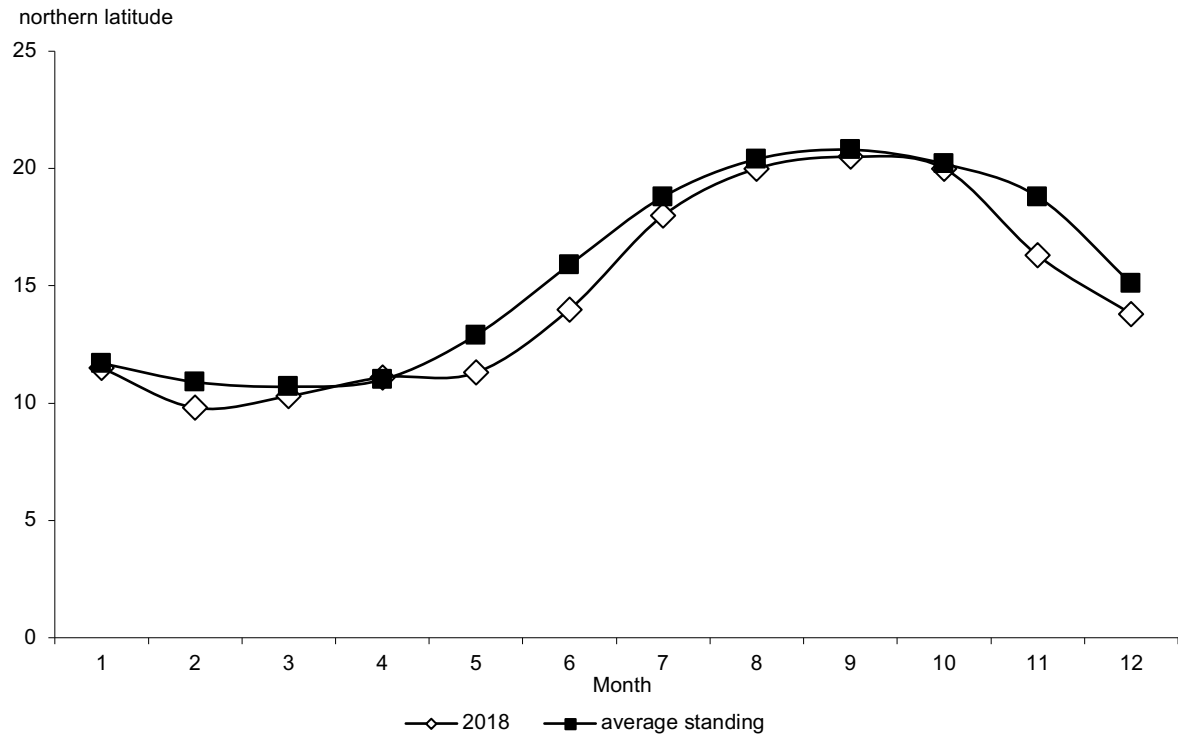


Figure 1.9.1a: The position of the southern boundary of the NFM (24°C) in 2018 and its average long-term position.

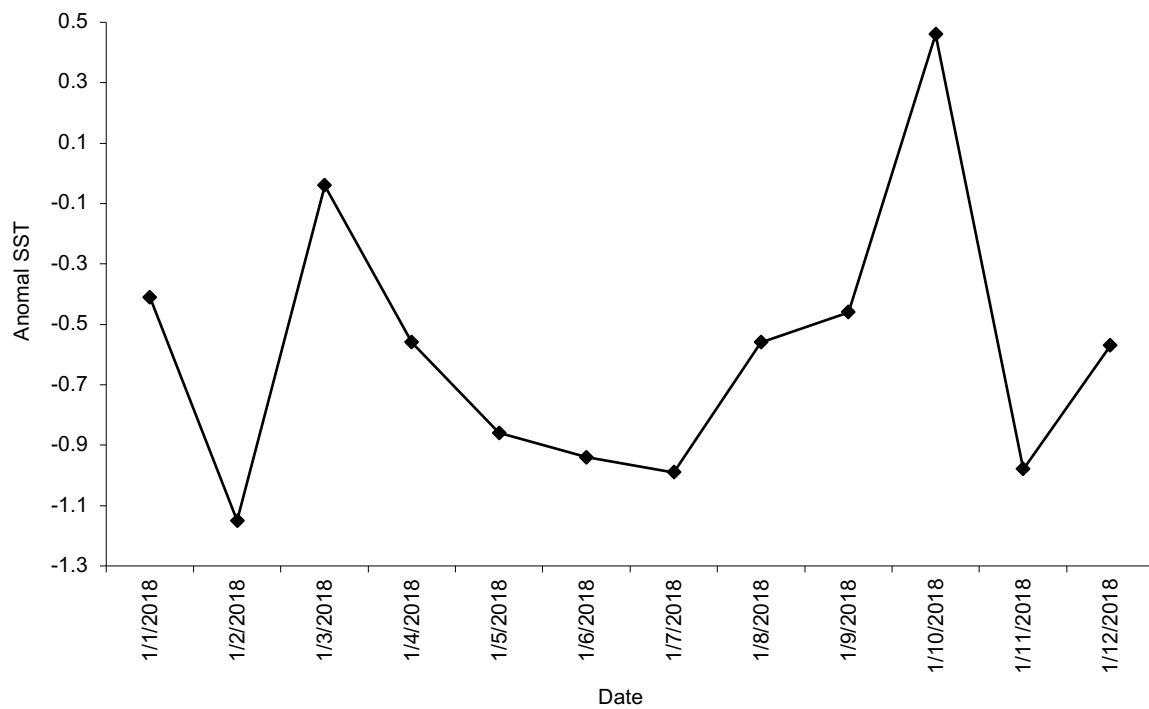


Figure 1.9.1b: Deviation SST from the norm averaged for the region of 15.5-21.5 N, -20.5-16.5 W. for 2018 (the norm is calculated for the period (1981–2017)).

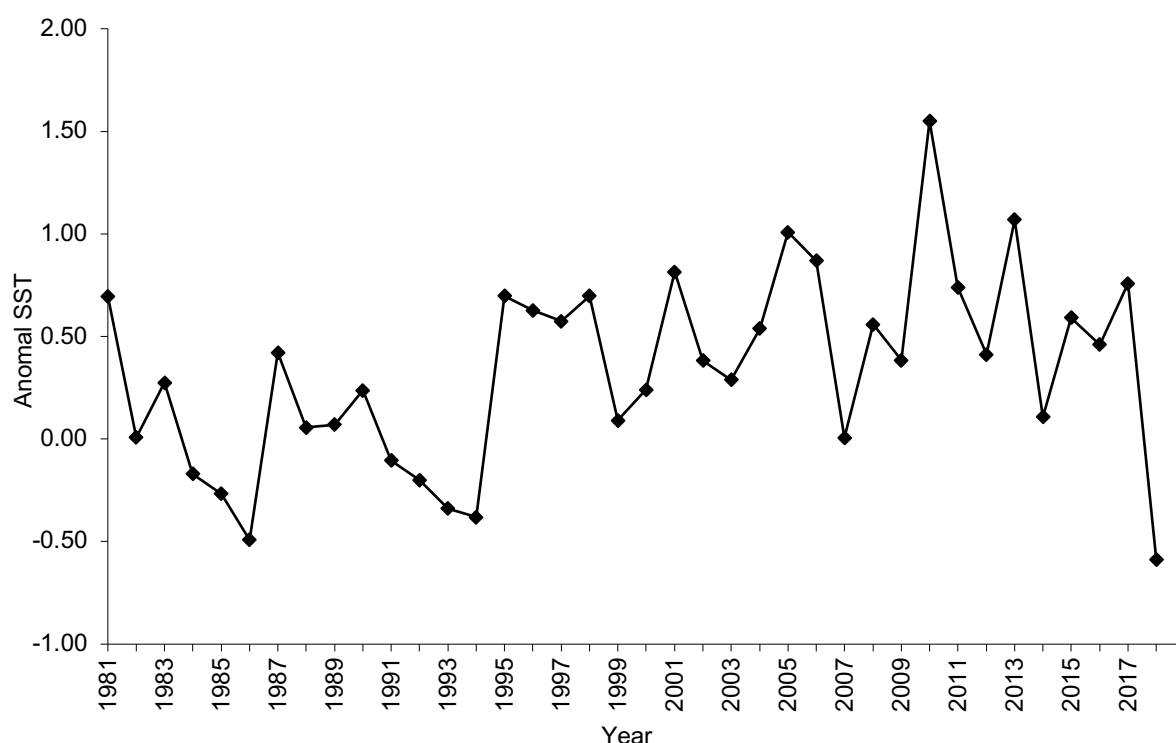


Figure 1.9.1c: SST deviation from the norm averaged for the region of 15.5-21.5 N, -20.5-16.5 W. for 1981–2018.

1.10. Methodology and software

Consistent with previous 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 optimiser built into Excel, Solver (FAO, 2012). This model was applied to sardine, horse mackerel and chub mackerel.

For some stocks (Sardine, Sardinella, Bonga, and Anchovy), a Length Cohort Analysis (Jones, 1984) was applied in order to estimate the current F-level and the relative exploitation pattern on the fishery over the last few years. A length-based Yield per Recruit Analysis (Thomson and Bell, 1934) was then run on these estimates, to estimate the Biological Reference Points F_{MAX} and $F_{0.1}$. Both the LCA and the Yield-per-Recruit Analysis were implemented as Excel spreadsheets (instructions to this spreadsheet are in Annex I and II).

For the mackerel stock, catch-at-age data from the Russian Federation fleet, that covered most of the reported catches, were available. The results of the analysis of correlation within cohorts was considered acceptable and the Working Group decided to proceed with applying the age-based methods, XSA (Shepherd, 1999) and ICA (Patterson and Melvin, 1995) as well as the dynamic production model.

1.10.1. Testing of alternative methods

Based on the recommendations from the technical review carried out in 2015, possible new assessment methods that could broaden the tools available to the Working Group have been tested since 2016.

As a result, several methods have been tested on different stocks. The models/approaches that have been tested include the catch at maximum sustainable yield (CMSY), catch curve analysis and length-based mortality estimates. In this current meeting a model called SPICIT was also tested for some stocks.

1.10.2. Catch at maximum sustainable yield (CMSY)

The CMSY model is described in Froese *et al.* (2016). Having qualities and characteristics similar to the conventional models of dynamic production, CMSY is based on the historical series of catches. The estimation of the parameters of the model, $\mathbf{r}$ and $\mathbf{K}$, is made possible by the incorporation of information on a range of known value *a priori* for these settings, as well as *a priori* knowledge of the status of the stock at the beginning and at the end of the evaluation period. The CMSY analysis results depend heavily on previous information which are provided to the model, and which therefore must be defined carefully.

1.10.3. Length-Based Mortality Estimates

As an alternative to length-cohort analysis, total mortality was derived using the Beverton and Holt (1956) length-based model:

$$\hat{Z} = \frac{k(L_{\infty} - \bar{L})}{(\bar{L} - L_c)}$$

Where $\mathbf{Z}$ is the total mortality rate, L_c is the length at which individuals are fully selected to the fishery and $\bar{L}$ is the mean of fish in the sample that are greater than L_c . The method is relatively robust to data-limited situations, because it relies on a representative estimate of mean length, rather than on precise representation of the length distribution, but it assumes ‘knife-edged’ selectivity (i.e., full vulnerability of fish larger than L_c) (Beverton and Holt, 1956)¹.

The SPICIT model

SPICIT is a state space model fitting a surplus production model in a statistical framework based on estimation by maximum likelihood. SPICIT uses small time steps (1/16 of the year) and is therefore considered in “continuous time”. A full description of the model can be found in Petersen and Berg (2017). SPICIT can be viewed as a model with two statistical parts.

First, the process part, which describes the dynamics of the stock and of the fishing mortality. The underlying population dynamics is represented by a Pella-Tomlinson equation, with an additional yearly random term having a standard deviation (*sdb*). This term is a process error, allowing for the biomass estimated in the model to depart from the Pella-Tomlinson equation. Such deviations from the theoretical biomass can be expected when the assumptions of the Pella-Tomlinson model are not met in reality (e.g., if there are variations in recruitment, growth, or natural mortality). The fishing mortality in the model is represented as a random walk process, having a standard deviation.

The second statistical block is the observation model, which relates the observations (catch and abundance indices) to the model. For the abundance indices, modelled values are calculated based on the model biomass and fishing mortality (using a catchability parameter $\mathbf{q}$ for each abundance index), and are compared to the actual observation values, assuming a lognormal error of standard deviation (*sdi*). Catch data are treated in a similar manner, with an observation standard deviation (*sdc*). The values of *sdi* and *sdc* indicate how well the model fits to each source of data (with a lower *sd* value indicating a tighter fit, and therefore a higher weight in the assessment).

¹Beverton, R.J.H., and S.J. Holt. 1956. *A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling*. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International pour l’Exploration de la Mer. 140: 67-83.

Model parameters (biomass dynamic parameters $\mathbf{r}$ and $\mathbf{K}$, observation and process error sdb , sdf , sdi , sdc , the catchabilities $\mathbf{q}$ are all estimated simultaneously using maximum likelihood. Since the observation standard deviations for each data source are estimate, a weighting of the different data sources is automatically done when the model is fitted.

The SPICT model was run in R, using the library (spict) available on github (<https://github.com/fishfollower/spict>). The optimiser used is the Template Model Builder (TMB).

1.10.4. *Projections*

Simple medium-term projections of future yields and stock development were made for those stocks where an assessment using the production model was possible using the Schaefer model fitted to the historical data, on a spreadsheet implementation (FAO, 2012).

Given the variable nature of small pelagic fish stocks, it was decided to use a time horizon of three or five years for these projections.

All projections took as their departure point the estimated stock status in 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 some stocks, two scenarios were analysed. The first was *status quo* considering future yields and stock development if the current fishing mortality or catches in the fishery continues. The second scenario considered a reduction or increase in the fishing mortality or catches depending on the species analysed.

Long- and short-term projections were also carried out for the Chub mackerel stock based on the results of the VPA analysis.

1.10.5. *Reference points for management recommendations*

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

Three sardine stocks are distinguished: 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) in African waters. The Canary Islands stock are considered a separate unit.

2.2. Fisheries

Total catches

Catches of sardines, by fleet and by country, are presented in Table 2.2.1a. Total catches for the whole region are shown in Figure 2.2.1a.

The sardine catches in the sub-region in 2020 decreased by 13 percent compared to 2019, from around 1.4 million tonnes in 2019 to 1.2 million tonnes in 2020. Catches in Zone North have decreased from 26 000 tonnes in 2019 to 26 000 tonnes in 2020 (decrease of 13 percent). In Zone A+B catches also decreased around 13 percent, from 444 000 tonnes in 2019 to 389 000 tonnes in 2020.

Zone C includes around 67 percent of sardine catches are made in zone C, of which around 28 percent are landed south of Cap Blanc. In the Senegalese zone, the recorded landed weight for sardine was around 186 tonnes in 2020 compared to 204 tonnes in 2019.

In Zone North of The Kingdom of Morocco, most catches (around 22 000 tonnes) come from Moroccan coastal purse seiners. A small proportion of the catch is taken by Spanish purse seiners (91 tonnes in 2019). In 2020, catches from the Spanish fleet increased to 615 tonnes, around the same level as 2018.

In Zone A+B, the catch is carried out exclusively by Moroccan coastal purse seiners. The catch in Zone B is approximately 3 times greater than that in zone A (289 000 tonnes and 100 000 tonnes, respectively). However, over the past two years there has been an increase in catches in Zone A, and a decrease in zone B.

In Zone C, 52 percent of the catch is from Moroccan purse seiners and RSW vessels (around 431 000 tonnes). A significant proportion of catch in Zone C comes from coastal fisheries in the Islamic Republic of Mauritania, with 313 000 tonnes carried out by purse seiners. These Mauritanian fisheries have developed steadily since 2015 and are mainly responsible for the increase in catches in Zone C. Landings by the Mauritanian artisanal fleet also recorded a significant increase in 2020, with a catch of 20 000 tonnes compared to 9 600 tonnes in 2019. A small proportion of catch from Zone C is attributed to European Union trawlers and the Russian Federation trawlers.

The IEO (the Kingdom of Spain) provided catch data for the Canary Islands for the years 2013–2020 with catch between 260–520 tonnes. There was a drastic decrease in catch for 2020, compared to 2019, with only 42 tonnes landed.

Fishing effort

The fishing effort, by fleet and by country, is presented in Table 2.2.1b for *Sardina pilchardus*.

In Zone North of The Kingdom of Morocco, the total fishing effort decreased by 10 percent from 2019 to reach around 10 000 days at sea in 2020. More than 95 percent of the fishing effort is made by Moroccan purse seiners (around 9 400 days). Fishing effort from Spanish coastal purse seiners targeting sardines was only around 500 days at sea).

In Zone A+B, the total effort decreased by 7 percent, from 38 000 days at sea in 2019 to 35 000 days at sea in 2020. This effort was made entirely by Moroccan coastal purse seiners. This decrease is due to the drop in fishing effort of around 25 percent in Zone B, while effort increased by 26 percent in Zone A.

In Zone C north of Cap Blanc, sardines are caught by a Moroccan national fleet made up of purse seiners, pelagic trawlers of the RSW type, and by a foreign fleet made up of pelagic freezer trawlers and RSW type trawlers operating under the The Kingdom of Morocco-Russian Federation and The Kingdom of Morocco-European Union fisheries agreements. The fishing effort of Moroccan coastal purse seiners in 2020 decreased around 18 percent compared to 2019, while that of RSW type vessels decreased around 7 percent from 3 000 fishing days in 2019 to 2 900 fishing days in 2020. The fishing effort of Russian Federation pelagic freezer trawlers decreased 72 percent from 1 360 fishing days in 2019 to 375 fishing days in 2020. The fishing effort of the European fleet increased around 48 percent from 476 fishing days in 2019 to 704 fishing days in 2020.

In the Mauritanian zone, no fishing effort was recorded for the Mauritanian coastal trawlers for the year 2020. Fishing effort for Mauritanian purse seiners decreased 18 percent during the last year, going from 4 200 fishing trips in 2019 to 3 400 fishing trips in 2020. Fishing effort for the Russian Federation fleet (and others) also decreased around 25 percent in the last year. European Union vessels in the Mauritanian zone also saw a fishing effort decrease of 50 percent in the last year.

In the Senegalese zone, sardines are non-target species in the artisanal fleet.

For the Canary Islands, the fishing effort has been presented for the years 2013–2020 (Table 2.2.1b) with values ranging from 305–1 616 fishing days, with the minimum value corresponding to the last year of the time series.

It should be noted that the COVID-19 pandemic in 2020 likely impacted the fishing effort in several areas due to health restrictions linked to the pandemic.

2.3. Abundance indices

2.3.1. *Catch per unit of effort*

The sardine CPUEs of Spanish purse seiners over the northern area of The Kingdom of Morocco in 2019 decreased by around 42 percent compared to the previous year, keeping at the same level (around 1.3 tonnes per fishing day) in 2020.

CPUE at Zone A+B show year-to-year fluctuations. During the 2000s, CPUE fluctuated around an average of 18 tonnes per trip with a downward trend between 2003 and 2007 followed by an increase to show a CPUE of around 20 tonnes per trip in 2009. From 2010, the CPUE showed a decreasing trend with an average during the period 2010–2020 of the order of 14 tonnes per trip. In 2015, CPUEs of around 10 tonnes are recorded, the lowest value in the series. But during the last three years the CPUE went from 13 tonnes per release in 2018 to 11 tonnes per release in 2020, a decrease of around 13 percent (Figure 2.3.1a). There is a slight downward trend in CPUEs over the past four years.

Concerning Zone C north of Cap Blanc, the sardine CPUE of the Russian Federation fleet has decreased from 25 tonnes per fishing day in 2019 to 19 tonnes per fishing day in 2020, noting that the effort of the Russian Federation fleet fishing is not directed on sardines. In the Mauritanian zone, the European fleet also achieved CPUEs of around 1 tonne per fishing day, a decrease of about 94 percent compared to 2019. Russian Federation vessels (and others) also posted a decrease in CPUE from 5 tonnes per fishing day in 2019 to just 2 tonnes in 2020 year (Figure 2.3.1b).

2.3.2. Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

In 2020, no coordinated prospecting survey in the North-West African region was carried out between the different countries of the region during the winter period. Biomass estimates for sardine in 2019 are found in Figure 2.3.2.

National surveys

R/V *Al-Amir Moulay Abdellah*

The Moroccan R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* conducted three acoustic assessment surveys between October 2019 and January 2020: the first in Zone North (Cap Spartel-Safi), the second in the central zone (Cap Cantin-Cap Boujdour), and the third in the south zone (Cap Boujdour-Cap Blanc). The results of the Moroccan surveys are available to the Working Group and the acoustic biomass indices have been updated to 2019 (Table 2.3.2a). The R/V *Al-Amir* also carried out an acoustic survey in 2020, but it was postponed from its usual period because of the COVID-19 pandemic and therefore the indices from this survey were not considered for all the small pelagics in the two central and southern zones.

Table 2.3.2a: Biomass and abundance indexes of acoustic surveys carried out in autumn by the R/V *Al Amir Moulay Abdellah* in 2018 and 2019.

Zone	2018		2019	
	Cap.Cantin - Cap.Boujdour	Cap.Boujdour - Cap.Blanc	Cap.Cantin - Cap.Boujdour	Cap.Boujdour- Cap.Blanc
Biomass (thou. tonnes)	1 008	3 351	929	2 896
Abundance (thou. individuals)	31 208	53 209	21 316	52 714

For the Cap Cantin-Cap Boujdour area, sardine biomass decreased by 18 percent between 2018 and 2019, from 1 million tonnes to 930 000 tonnes, respectively. The sardine biomass between Cap Boujdour and Cap Blanc also experienced a 23 percent decrease, from 3.3 million tonnes in 2018 to 2.9 million tonnes in 2019.

R/V *Al-Awam*

The Mauritanian R/V *Al-Awam*, carried out a single acoustic survey in 2019 during the summer. The results of this survey are available to the Working Group for the year 2019 (Table 2.3.2b). No survey was carried out in 2020.

Table 2.3.2b: Biomass and abundance indexes of acoustic surveys carried out by the R/V *Al-Awam* in 2019.

Period	Cap.Blanc - Cap Timiris	
	August-2019	2020
Biomass (thous. tonnes)	156	-
Abundance (thous. individuals)	-	-

R/V *Itaf Deme*

Senegalese research vessel *Itaf Deme* did not carry out an acoustic survey in 2020.

International surveys

R/V *Atlantida*

In 2019, the R/V *Atlantida* did not carry out an acoustic survey in the Cap Juby-Cap Blanc area.

The small pelagic recruitment surveys carried out since 2003 by the Russian Federation R/V *Atlantida* were continued in 2019 in Zone C (Cap Boujdour-Cap Blanc) during the months of October-November (Table 2.3.2c). The recruitment level of sardines (*Sardina pilchardus*) in the northern Cap Blanc area has seen a considerable increase in 2019 compared to 2018: 151 percent for age 0+. There is also a significant increase in age 1+ of around 112 percent. No recruitment survey was carried out in 2020.

Table 2.3.2c: Number of *Sardina pilchardus* in millions of recruits (age 0+ and 1+) between 2003 and 2018 - Results of the R/V *Atlantida* recruitment survey in December.

Zones	Ages	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nord Cap Blanc	0+	1 187	383	131	493	307	608	2 821	-	3 110
	1+	3 169	2 083	307	846	598	2 149	3 027	-	2 890
Sud Cap Blanc	0+	2	84	15	-	146	158	13	-	14
	1+	5	41	17	-	368	1 538	4	-	1 318

Zones	Ages	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nord Cap Blanc	0+	-	4 918	-	988	361	3 538	599	1 505
	1+	-	1 932	-	2 815	712	523	451	957
Sud Cap Blanc	0+	-	-	-	-	-	-	-	-
	1+	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4. Sampling of commercial fisheries

The biological sampling program of landings at Moroccan ports was maintained in 2020. Sampling was carried out on landings at the main ports of the different fishing zones (Zone North, Zone A+B, and Zone C). The intensity of the sampling is greater in Zone North and Zone A compared to Zone B and Zone C. At Zone C, the sampling was from both the Moroccan fleet and the Russian Federation fleet.

Sampling of commercial landings from Spanish purse seiners operating in northern The Kingdom of Morocco was carried out by the IEO information and sampling network, as part of the European Union data collection program, in the port of Barbate where most of the landings take place. In 2019, the sardine sampling intensity was higher compared to 2018, although limited to the third quarter of the year when this fleet resumed its fishery in The Kingdom of Morocco. No samples were taken during the last quarter, as the fishing activity was very low and samples were very difficult to obtain (Table 2.4.1). In 2020, the special circumstances of IEO made the regular sampling of these species challenging. The on-shore and the at-sea sampling programs coordinated by the IEO were suspended in most of 2020, notably due to administrative problems and, to a lesser extent, the COVID-19 pandemic. Sampling for biological variables of the species, which is normally carried out in the IEO laboratories, also faced problems in 2020. The administrative and financial difficulties of the IEO prevented the purchase of samples in the market, and there was a three-month closure of the labs (15 March to 21 June) due to COVID-19, which did not allow for normal activities (Table 2.4.1).

South of Cap Blanc, sampling was carried out in 2020 on board the European fleet by Mauritanian scientific observers. Sampling was also carried out on Russian Federation landings during the fourth quarter. Sampling was not carried out on the landings of Mauritanian coastal purse seiners (Table 2.4.1).

The age of the sardine was read by INRH scientists for Zone A+B and by Russian Federation scientists for Zone C (Table 2.4.1).

For the Canary Islands, the sampling was carried out at the most important landing site on the island of Tenerife. The sampling intensity during the period 2013–2020 is presented in Table 2.4.1. As in the case of sardines caught by Spanish purse seiners in the northern Zone of The Kingdom of Morocco, the sampling program is carried out in the framework of the “European Union Data Collection Framework”.

As for the Moroccan sardine, length samplings in the Canary Islands are performed in on-shore and the at-sea sampling programs coordinated by the IEO, which were suspended in most of 2020 due to administrative problems and the COVID-19 pandemic. Sampling for biological variables of the species (reproduction and growth), which is normally carried out in the IEO laboratories, also faced problems in 2020. The administrative and financial difficulties of the IEO prevented the purchase of samples in the market, and there was a three-month closure of the labs (15 March to 21 June) due to COVID-19, which did not allow for normal activities (Table 2.4.1).

2.5. Biological data

Landings

The sardine size structure, established on the basis of biological sampling of Moroccan and Spanish landings made in 2019 and 2020 in the northern Moroccan zone, is unimodal with a mode of 18 cm (Figure 2.5.1a). The structure of the landings of sardines from Moroccan boats operating in the central zone (A+B) has a single mode at 19 cm (Figure 2.5.1b).

In the South Cap Boujadour area, the size structure of sardines in 2020 has not been updated due to the non-compliance of size frequency data in the southern part of Cap Blanc. These are measured to the nearest cm instead of a half cm lower. In 2019, the size structure of sardines landed in Zone C is characterized by a unimodal structure with a dominant mode of 22 cm (Figure 2.5.1c). No size structure data is available for 2020 for Zone C. The size structure of sardines in Zone C is established on the basis of Moroccan and Russian Federation catch data for the Cap Boujadour-Cap Blanc zone and on the database of coastal fisheries catches for the area south of the Cap Blanc. In the Canary Islands, the sardine catches in 2020 are characterized by an overall unimodal structure with a mode located at 17.5 cm (Table 2.5.1i). The length composition of the sardine catch in the Canary Islands from 2015 to 2020 is presented in Figure 2.5.1d, with a multimodal structure in a few years. The size-age key for sardines landed at Zone A+B was established by INRH scientists for the year 2020 (Table 2.5.1a), but the group based it on the key from the previous year (2019). For Zone C, the size-age keys used were established by Russian Federation scientists using Russian Federation samples from 2020 from Zone North of Cap Blanc (Table 2.5.1b).

The age compositions and the average weights by age have been updated for 2020 for Zone A+B (Table 2.5.1c and Table 2.5.1d) and Zone C (Table 2.5.1e and Table 2.5.1f). Average height-at-age show different growth rates from age to age (Table 2.5.1g).

The coefficients of the size-weight relationship used are estimated from the sampling carried out at the Moroccan ports in 2016, while the growth parameters are determined by the analysis of the size frequency distribution using the Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) Program on the 2016 size structure series for Zone A+B and Zone C sardines (Table 2.5.1h). The coefficients of the height-weight relationship that were calculated from the IEO samples in the northern area in 2020 are

also shown in the table. They were estimated from biological samplings performed during only 1, 2, and 3 months (2019, 2020, and 2018, respectively).

Table 2.5.1h: Growth parameters for sardines landed in The Kingdom of Morocco in 2020.

	Growth parameters			Length-weight		
	L_{∞} (cm)	K an ⁻¹	t_0 an	a	b	r^2
Stock A+B	29.32	0.590	-0.570	0.0089	2.964	0.96
Stock C	27.9	0.53	-0.6	0.0094	2.987	0.90
Stock North*	-	-	-	0.0153	2.7604	0.71

*2020 (IEO)

Research vessels

The sardine size structures, resulting from exploratory surveys carried out by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* in 2019 for the Cap Cantin-Cap Boujadour area and the Cap Boujadour-Cap Blanc area, have been established (Figure 2.5.1e). In 2019, the sardine between Cap Cantin and Cap Boujadour was characterized by a trimodal structure with a main mode at 16 cm and secondary modes located at 18 cm and 13 cm. For the Cap Boujadour-Cap Blanc zone, the sardine size structure is also trimodal with a main mode at 11 cm and secondary modes located at 22 cm and 16 cm (Figure 2.5.1f).

2.6. Assessment

Data quality

To test the quality of the data available for the assessment of stocks by analytical models, the Group carried out a statistical exploration of the data on the age composition of the catches for the A+B stock and for the C stock, using the size-age keys provided by INRH for Zone A+B and by the AtlantNiro Institute for Zone C. The correlation coefficients obtained between two series of consecutive age classes were low. The Working Group considered that the age composition was not sufficiently appropriate to perform an analysis based on the age composition of A+B stock and C stock (Table 2.6.1).

For the Canary Islands, exploratory assessments were presented for the first time to the Working Group (see Annex III and IV). The multi-model approach assayed has been inconclusive and quantitative scientific advice in terms of catch or effort limits is not feasible.

Table 2.6.1: Exploratory analyses of the data for sardine in Zone A+B and Zone C.

Zone A+B							
Year/Age	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
83-2020	0,55	0,11	0,10	0,04	0,59	0,02	-0,08
83-89	-0,45	-0,38	0,15	0,17	1,00	-0,11	-0,01
90-2020	0,47	-0,01	0,11	0,01	0,34	0,09	-0,39
83-95	0,91	0,17	0,16	0,05	1,00	-0,29	-0,08
Zone C							
Year/Age	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
92-2019	0,62	0,62	0,81	0,89	0,79	0,54	0,91
83-2019	0,59	0,60	0,71	0,76	0,89	0,87	0,67
83-95	-0,09	0,60	0,61	0,64	0,86	0,90	0,67

Methods

Schaefer's dynamic production model, developed on an Excel spreadsheet (FAO, 2012), was used for the assessment of exploitation levels of stocks of sardines in Zone A+B (Cap Cantin-Cap Boujdour) and for the sardine in Zone C (Cap Boujdour–Saint Louis). The B_{cur}/B_{MSY} and F_{cur}/F_{MSY} indices are used as limit reference points and the $B_{cur}/B_{0.1}$ and $F_{cur}/F_{0.1}$ indices are chosen as Target Reference Points for management recommendations. Size structure analysis evaluation trials were performed for stock A+B by applying the LCA and Y/R models (Jones 1984).

Input data

For the application of the LCA and Y/R models in 2020, the Working Group used the size compositions of sardines caught in Zone A+B. For Zone C, the Working Group could not apply the LCA and Y/R models, due to the lack of appropriate sampling data in the Mauritanian zone. The average size compositions of the total catches for the period 2007–2020 were used for Zone A+B with individual lengths ranging from 6 cm to 28 cm for stock A+B (Table 2.5.1a).

The growth parameters estimated by INRH scientists for sardines from Zone A+B and Zone C are used in the LCA model (Table 2.5.1h). The natural mortality value of 0.35 year^{-1} is obtained from the sensitivity analyses carried out by the Working Group in 2015.

For the production model, the Working Group used the total sardine catches at Zone A+B and Zone C, available from 1995–2019. The R/V *Dr Fridtjof Nansen* series (Section 1.7) was used as an index of abundance for the model fit for the two zones (Section 2.3.2). The sardine abundance indices from the survey carried out by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* are used to update the *Nansen* series for 2019. In Zone C, it should be mentioned that the index of abundance concerns only the northern area of the stock (north Cap Blanc).

Input parameters

The input parameters required for the application of the dynamic production model are the r (intrinsic rate of increase) and the K (the carrying capacity or virgin biomass). The initial values of these parameters used for sardine assessment in Zone A+B and Zone C are shown in Table 2.6.1a.

Table 2.6.1a: Initial values of the parameters r (intrinsic growth rate i) and K (carrying capacity or virgin biomass) for stocks in Zone A+B and stocks in Zone C of *Sardina pilchardus* to be introduced into the dynamic production model.

	Stock A+B	Stock C
Intrinsic growth rate r (Year ⁻¹)	1.13	0.92
Carrying capacity K (tonnes)	2 181 171	4 570 000

Results

Zone A+B

The adjustment of the production model using the series of the *Nansen* indices was satisfactory for the A+B stock (Figure 2.6.1a) for 2019. No suitable biomass index was available for the year 2020. Therefore, this stock was not assessed for 2020. The results indicate that the biomass of the current stock is greater than the level of the target biomass $B_{0.1}$ and that the current fishing mortality is less than $F_{0.1}$ (Table 2.6.1b).

The results of the LCA and Y/R models, used for the assessment of the A+B stock, were not conclusive and were not accepted by the Working Group.

Table 2.6.1b: Summary of the results of the Schaefer dynamic production model adjustment for sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone A+B.

Stock/abundance index	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{Scur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone A+B/ Nansen (1995-2019)	155%	141%	109%	49%	54%

Zone C

The adjustments of the production model by the *Nansen* index series were satisfactory for stock C for 2019. The biomass index was not available for the year 2020 and therefore this stock was not assessed for 2020 (Figure 2.6.1b). The benchmarks from model application for this stock show that the current level of biomass is significantly higher than the target biomass $B_{0.1}$ and that the current fishing mortality is lower than that of the $F_{0.1}$ mortality (Table 2.6.1c).

Table 2.6.1c: Summary of the Schaefer Dynamic Production Model Adjustment Results for Sardine (*Sardina pilchardus*) in Zone C.

Stock/abundance indices	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{Scur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Sardine, Zone C/ Nansen (1995-2019)	143%	130%	111%	63%	70%

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_{Scur} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would give a sustainable catch for the current biomass.
 F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would give 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

The Working Group does not have abundance indices for 2020 and the assessment was carried out using the 2019 indices. For the stock in Zone A+B, the 2019 biomass was higher than the target biomass $B_{0.1}$, which indicates a sustainable exploitation of the stock. The Working Group considers that this stock is not fully exploited. However, considering the drop in CPUEs and the decrease in the average size of the stock, and the variability of the resource due to hydro-climatic changes, the Working Group adopts a precautionary approach and recommends a limitation of the sardine catch for this area.

An attempt was made to introduce the 2020 catch with no abundance index. The results were not accepted by the Working Group.

As mentioned in the reports of previous years, the biomass indices in Zone A+B used for model fitting undergo several fluctuations during the period considered. From 2011, the stock experienced a recovery in its biomass with a slight decrease recorded in 2015, followed by a recovery in 2016. After another slight decrease in 2017, the biomass recovered again in 2018 but fell again in 2019. These observed variations in abundance could not be explained solely by fishing, therefore could also be linked to hydro-climatic variations.

In the 2019 assessment for Zone C, the biomass index from the R/V *Dr Fridtjof Nansen* was used. The results revealed the Zone C stock is not-fully exploited. However, the catches have not been increasing since 2017, causing ever greater fishing pressure on this species and leading to a stable or even a slight decline in the biomass levels of this species during the last three years. It should be noted that the average sizes of sardines caught in Zone C also showed a decreasing trend. Compared to 2018, the diagnosis of the stock has not changed but the benchmarks indicated a slight regression in 2019.

An assessment was carried out for 2020 without an abundance index and using the biomass index from the 2019 R/V *AMA* survey. The results were not accepted by the Working Group.

The Working Group recommends that the catch be adapted to the capacities of the stock and regulated according to the natural fluctuations of the stock. This can only be done through coordinated assessment surveys covering the entire range of the species, possibly marked by an extension of the stock towards the south.

2.7. Projections

Based on the results obtained from Schaefer's dynamic production model, using the R/V *Dr Fridtjof Nansen* abundance index series and corrected by the 2019 R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* data, the Working Group project catches and abundance over five years for stock A+B and stock C. The *status quo* scenario was examined for both stocks.

Zone A+B

Maintaining the effort at the current level (*status quo*) for the A+B stock would induce a certain stability of catches and biomasses from the year 2020 over the five years (Figure 2.7.1a). An increase in effort of 30 percent would induce a slight decrease in abundance over the five years.

Zone C

Maintaining the effort at the current level (*status quo*) in Zone C would lead to slight decreases in catches and a level of stability for the biomass over the next five years (Figure 2.7.1b). Catches would be above sustainable levels.

The results of the projections presented must be considered with great caution, taking into account the impact of the environment on the abundance and dynamics of stocks which could undergo very significant variations in abundance unrelated to the intensity of the stock.

2.8. Management recommendations

Regarding the 2018 recommendations, it should be noted that:

- There were no coordinated regional exploratory surveys in the sub-region in 2020.
- The acoustic exploration concerned only the Moroccan zone by the Moroccan R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* for the area north of Cap Blanc and outside the usual period. The Mauritanian R/V *Al Awam* did not conduct an exploratory survey in the area between Cap Blanc and Saint-Louis in 2020.
- An effort has been made in the age reading in The Kingdom of Morocco, in particular for the central zone (A+B). Russian Federation scientists continue to provide age data for sardines captured by the Russian Federation fleet in Zone C.
- The exchange of otoliths between countries in the region was not relaunched in 2020.
- Size frequency analysis is continued for evaluation purposes by structural models.

There has been no compilation of the fishing effort series for all fleets operating in the sub-region. No review of effort data (correction, missing series, etc.) has been undertaken at the regional level.

- Sampling of catches made by Russian Federation and European fleets in the Islamic Republic of Mauritania was carried out in 2020.

2.9. Future research

Follow up on previous recommendations

Regarding the 2018 recommendations, it should be noted that:

- There have been no coordinated regional surveys in the subregion in 2018.
- The acoustic survey only concerned the Moroccan zone by Moroccan R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* in the area north of Cap Blanc. The R/V *Al Awam* vessel has also completed two exploration surveys in the area between Cape Blanc and Saint-Louis in March and July 2018.
- An effort has been made in the age reading of The Kingdom of Morocco, especially the central area (A+B). Russian Federation scientists continue to provide age data for the sardine captured by the Russian Federation fleet in Area C.
- The exchange of otoliths between the countries of the region was not restarted in 2018.
- Length frequency analysis is continued for evaluation purposes by structural models.
- There was no compilation of fishing effort series for all fleets operating in the subregion. No review of effort data (correction, missing series, etc.) was undertaken at the regional level.
- Sampling of catches by the Russian Federation and European fleets in the Islamic Republic of Mauritania and the Senegalese artisanal fishery was not ensured in 2018.

Future recommendations

To improve sardine stock assessments, the actions recommended in 2018 and which were not carried out during the intersessional period should be repeated:

- Relaunch regional surveys coordinated between national research vessels in the region to estimate the abundance of stocks for the entire range of the species in the region.
- Strengthen sardine sampling to cover the whole year at the level of Zone C, especially in the Islamic Republic of Mauritania. The length measurement is done to the lower half centimeter.
- Extend the Russian Federation recruitment surveys and undertake recruitment surveys along the range of the species.
- Strengthen the age reading of sardines for the different fisheries and resume the exchange of otoliths between the countries of the region with the aim of standardizing the methods of reading and validating age readings.

These recommendations should be followed up by the subgroup coordinator.

In addition and to study the climatic influence on the sardines distributed in the North-West African zone, it was recommended by the group to compile review of the series of data of catches and the fishing effort of the all fleets operating in the sub-region in relation to climatic indices.

3. SARDINELLA

3.1. Stock Identity

The assessments of the working group are based on the assumption that each of the two species of sardinella (*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis*) constitutes a single stock throughout their distribution in African waters, and another stock in the Canary Islands. It is not certain that this is correct, but it is the only option in the absence of data on the identity of the stocks of these two species in the region. The Working Group notes with satisfaction that a study on the identity of sardinella is included in the EAF-Nansen programme.

3.2. Fisheries

Total catch

The two species of sardinella (round and flat) are often caught mixed. Catches of round sardinella (*S. aurita*) before 2019 are broken down on the basis of sampling and show a predominance of round sardinella in the Northwest African area. The catch records in the fishing logs in the Islamic Republic of Mauritania were aggregated by group of "sardinella" species. Since 2019, the catches of the pelagic fleet in the country have been declared by species, separating flat sardinella (*S. maderensis*) from round sardinella. The 2020 data show a strong importance of the flat sardinella with more than 65 percent of the catches made in the Mauritanian zone. This shows the need to strengthen the sampling intensity on the two species to better quantify the share of flat sardinella in the catches of these two species.

The development of sardinella catches in the sub-region is shown in Table 3.2.1a, Table 3.2.1b, Figure 3.2.1a, Figure 3.2.1b, and Figure 3.2.1c. Sardinella catch increased by 21 percent between 2019 and 2020. This increase was due to a strong increase in registered landings of flat sardinella, while at the same time the registered landings of round sardinella decreased.

The regional catch of round sardinella has shown a gradual decline from 2014 to 2018, and then a very sharp drop of 38 percent in 2019, compared to 2018. This drop was caused mainly by fisheries in the Islamic Republic of Mauritania where catches declined by 176 000 tonnes (a decrease of 56 percent) compared to 2018. A drop in catches was also noticed in The Kingdom of Morocco where catches declined by 14 000 tonnes (a decrease of 73 percent compared to 2018). In contrast, catches in The Republic of Senegal increased by 28 000 tonnes (an increase of 33 percent compared to 2019). Between 2019 and 2020, mostly decreasing trends are observed: reduced catches in The Kingdom of Morocco (3 600 tonnes or a decrease of 81 percent), in the Islamic Republic of Mauritania (36 000 tonnes or a decrease of 26 percent), and in The Republic of Senegal (29 000 tonnes or a decrease of 25 percent). Only in the Republic of the Gambia there was an increase of 2 500 tonnes (an increase of 79 percent). In total, the 2020 catches dropped by 25 percent, or 66 000 tonnes since 2019.

Regional catches of flat sardinella showed a very strong increase: first a moderate increase in 2019 and then a sharp increase in 2020. Catch levels were at an average level of around 200 000 tonnes in the period 2013–2019. The increase in 2020 (89 percent or by 158 000 tonnes) led to a catch level of 336 000 tonnes for that year. This increase in regional catches was mainly the result of higher landings in the Islamic Republic of Mauritania (an increase of 176 percent from 2019 to 2020) and The Republic of Senegal (an increase of 44 percent from 2019 to 2020).

Landings of round and flat sardinella in the Islamic Republic of Mauritania may have been affected by the government ban on the use of round sardinella for fishmeal. However, it is not known to what extent this ban was really enforced. There is no ban on the use of flat sardinella for fishmeal in the Islamic Republic of Mauritania and it is probable that, as a result, catches of round sardinella were registered as catches of flat sardinella.

IEO provided landings of *Sardinella* spp. from the Canary Islands from 2013 (553 tonnes) to 2020 (55 tonnes).

Fishing effort

Data on fishing effort by country and by fleet are presented in Table 3.2.2, Figure 3.2.2a, Figure 3.2.2b, Figure 3.2.2c, Figure 3.2.2d, and Figure 3.2.2e. Total fishing effort has been increasing since 1990 (Figure 3.2.2f). Both the fishing days by the industrial fleets and number of trips by artisanal fleets show a similar trend.

The main change in comparison with 2018 is the strong drop in fishing effort by the coastal purse seiners in the Islamic Republic of Mauritania in 2019 and 2020. Fishing effort in 2020 was 45 percent lower than in 2018. The effort in the artisanal fleet increased by 45 percent between 2018 and 2020. Effort in the trawler fleet decreased by 21 percent in the period from 2018 to 2020.

In The Republic of Senegal, fishing effort in the artisanal fleet increased from 2018 to 2020 by 13 percent.

In the Republic of the Gambia, fishing effort in the artisanal fleet declined by 21 percent and in the industrial fleet by 40 percent between 2018 and 2020.

No major changes in effort occurred in other fleets capturing sardinella.

Fishing effort corresponding to the Canary Islands has noticeably decreased from 2013 (1 723 fishing days) to 2020 (357 fishing days).

3.3. Abundance indices

3.3.1. Catch per unit of effort

In the Islamic Republic of Mauritania, the CPUE for the pelagic trawlers has been at an extremely low level for the last four years (Figure 3.3.1a). The value for 2019 is the lowest on record. This low CPUE for the trawlers indicate a low abundance of sardinella (mainly *S. aurita*) outside the existing 20 nm fishing limit. The two other fleets in the Islamic Republic of Mauritania (artisanal and coastal seiners) operate also within the 20 nm limit. In this coastal area, the CPUE for the coastal seiners is highly variable between years (Figure 3.3.1b). The CPUE for the artisanal fleet remained low during the past 3 years.

In The Republic of Senegal, there is a marked reduction in CPUE for round sardinella since 2014 (Figure 3.3.1c).

The CPUE for flat sardinella shows an increasing trend since 2018 and reached a similar level 2016 in the last year of the time series 2020.

In the Canary Islands, the CPUE of *Sardinella* spp. shows a decreasing trend since 2013 (Figure 3.3.1d).

3.3.2. Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

The R/V *Dr Fridtjof Nansen* conducted a regional survey in October/November 2019. This was the last survey carried out in the region. Due to the COVID-19 pandemic, there was no survey in 2020.

The sardinella abundance index based on the survey by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* shows that after 2015, sardinella abundance are at the lowest levels since 1995 (Figure 3.3.2a).

National surveys

R/V *Al-Amir Moulay Abdellah*

The last acoustic survey carried out by this research vessel took place in 2019 (Figure 3.3.2b).

R/V *Al-Awam*

Two acoustic surveys were conducted in the Islamic Republic of Mauritania in 2019; one by the R/V *Al Awam* in August (Figure 3.3.2c), and one by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* in October. The survey by the R/V *Al Awam* showed the highest abundances of sardinella: 104 000 tonnes of *S. aurita* and 99 000 tonnes of *S. maderensis*. The estimates by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* in October were lower: 42 000 tonnes of *S. aurita* and only 2 000 tonnes of *S. maderensis*. No acoustic survey was carried out in 2020.

R/V *Itaf Deme*

In The Republic of Senegal, no acoustic survey was conducted by the national vessel since 2017. Estimates from the R/V *Al Awam* and R/V *Dr Fridtjof Nansen* are given (Figure 3.3.2d).

3.4. Sampling of commercial fisheries

Sampling of *S. aurita* and *S. maderensis* for 2020 in all countries are summarised in Table 3.4.1a and Table 3.4.1b, respectively. When the criteria of one sample per 1 000 tonnes of catch is applied, the sampling effort in the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal was sufficient in 2018, 2019 and 2020. The same counts for sampling of fishery by Russian Federation vessels. In The Kingdom of Morocco, no samples were taken in Zone A and Zone C; for the Republic of the Gambia no sampling information is available.

In The Kingdom of Morocco, very few samples of round sardinella were collected from 2018–2020. Only in Zone B in 2018 and 2020 were sufficient samples collected for sardinella catch. In Zone C, very few samples were collected in 2018, and no samples were collected in 2019 and 2020.

In the Islamic Republic of Mauritania, the sampling intensity was too low in 2018 and 2019 (less than one sample per 1 000 tonnes for round and flat sardinella). In 2018, all samples came from fishmeal factories and no samples came from industrial fishing. In 2019, the number of samples is very few, mostly from observations at sea except for five samples from fishmeal factories. In 2020, the number of samples taken increased sharply: 1.8 samples per 1 000 tonnes of catch were taken for round sardinella, and 1.5 samples per 1 000 tonnes of catch were taken for flat sardinella. All samples were distributed relatively evenly over the four quarters of the year, depending on the amount of catch per quarter. The marked increase in sampling intensity covers the whole year, but only for coastal fishing and canoes fishing for fishmeal factories. The year 2020 was marked by low industrial catches, especially for round sardinella at only 4 600 tonnes.

The sampling of Russian Federation trawlers was sufficient in 2019 and 2020. In 2018, sampling was adequate in the Moroccan Zone C, but not sufficient in the Islamic Republic of Mauritania (intensity of 1 sample for 2 000 tonnes of catch).

In The Republic of Senegal, sufficient samples for both species of sardinella were collected in the period 2018–2020. For round sardinella the sampling level was between 8–11 samples and 97–260 fish measured per 1 000 tonnes landed.

In the Republic of the Gambia, catches of round sardinella were between 3 000–6 000 tonnes in the last three years (2018–2020). This would require a sampling intensity of 3–6 samples per year. Flat sardinella was landed in quantities between 4 000–11 000 tonnes in the period 2018–2020; thus, 4–11 samples per year were required for flat sardinella. There was no information on the actual number of samples or sampled fish for the Working Group during these years.

In the Canary Islands, the sampling intensity has been sufficient or good since 2013, except for the year 2020 when no samples were taken from the sardinella catch. Length samplings are performed in the framework of onshore and at-sea sampling programmes coordinated by the IEO, which were suspended in most of 2020, due to administrative problems and the COVID-19 pandemic. Likewise, the sampling for biological variables of the population (mainly reproduction and growth) carried out in IEO laboratories also faced problems in 2020: administrative and financial challenges of IEO and a three-month closure of the labs due to COVID-19.

3.5. Biological data

Length frequency from commercial catches

In 2020, for round sardinella (*S. aurita*) length samples were available from catches in the Moroccan Zone B (2nd and 4th quarter), the Russian Federation fishery in the Islamic Republic of Mauritania (3rd and 4th quarter), the Mauritanian coastal and artisanal fisheries, and the artisanal fishery in The Republic of Senegal (Figure 3.5.1a). For flat sardinella (*S. maderensis*), length compositions are available for the Russian Federation fishery in the Islamic Republic of Mauritania (3rd and 4th quarter), the Mauritanian coastal and artisanal fisheries, and the artisanal fishery in The Republic of Senegal (Figure 3.5.1b).

Round sardinella (*S. aurita*)

In the Moroccan Zone B the smaller lengths, with a peak at 15–17 cm, were observed in the second quarter. Larger sizes of sardinella were caught in the fourth quarter, with peaks at 26 cm and 32 cm.

In the Islamic Republic of Mauritania, length data from commercial sampling showed a dominance of round sardinella lengths between 26–28 cm in the first quarter. In the second quarter a new year-class appears and the modal length is 25 cm. In the third quarter, the modal length increases to 27 cm, and in the fourth quarter it increases to 30 cm. The Russian Federation length samples, taken farther away from the coast, showed a smaller peak at 24 cm (3rd quarter) and a higher peak at 29 cm (3rd and 4th quarter).

In The Republic of Senegal, in the first quarter catches were dominated by large fish with a modal length around 30 cm. In the second and third quarter, a new year-class appeared with a modal length around 27 cm. In the fourth quarter this group had grown and the modal length was around 30 cm.

Flat sardinella (*S. maderensis*)

In the Islamic Republic of Mauritania, a modal length of 28 cm was observed in flat sardinella. During the second quarter, a new year-class arrived and resulted in a bi-modal length 20 cm and 28 cm. The third quarter showed a dominance of 23–25 cm lengths, and the fourth quarter a dominance of 25–28 cm lengths. The length distributions in The Republic of Senegal (mode: 27–30 cm) and in the Russian Federation sampling (mode: 28–29 cm) remained relatively stable.

Long-term trend in length distributions in the Islamic Republic of Mauritania

The two acoustic surveys in the Islamic Republic of Mauritania in 2019, compared with the R/V *Dr Fridtjof Nansen* (Figure 3.5.1c) provided rather different length compositions for both species of sardinella. Looking at the irregularity of the length compositions, the sampling intensity was probably

too low to provide an accurate picture of the real length distribution of the stock. Only the length distribution for *S. aurita* found by R/V *Al Awam* looks reasonably reliable. This distribution shows most fish between 29–32 cm.

3.6. Assessment

Data quality

The existing CPUE series are too short or of insufficient quality to be used for aggregate models. The series for deep-sea fishing in the Islamic Republic of Mauritania is based on the catches of the Russian Federation-type fleet which targets other species instead. This series therefore does not accurately reflect the abundance of sardinella. Artisanal and coastal fisheries in the Islamic Republic of Mauritania have experienced too much disturbance and change in recent years for their CPUE to be used as an accurate measure of abundance. Data from the artisanal fishery in The Republic of Senegal contains both purse seines and gillnets, which have different selectivity. In addition, the effort of these fisheries should be corrected for the increase in the size of the canoes and the power of the engines.

In 2018 and 2020, no coordinated acoustic survey at the sub-region level was carried out. Acoustic data from national surveys cannot be used to estimate the current abundance of sardinella in the sub-region.

Assessment methods

For several years it was not possible to evaluate the sardinella stocks due to lack of data. This year, thanks to increased sampling in the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal, the group carried out an assessment for round sardinella (Table 3.6.1). For flat sardinella, more data and efforts to develop a stock assessment are needed.

The method used for the assessment of the stock status of round sardinella is the LCA. The size frequency data used mainly comes from The Republic of Senegal (2016–2020) and the Islamic Republic of Mauritania (2018–2020).

Several data-limited approaches were tested for the assessment of the sardinella stocks: LBI, LB-SPR, CMSY and SPiCT. The results from those methodologies were taken for illustrative purposes and were not used to provide scientific advice.

Table 3.6.1: Summary of stock indicators for sardinella

Type of data	Indicators
Acoustic surveys	- There were no surveys in 2020. - The abundance index estimated during the surveys carried out in 2019 gave the lowest figure for the entire historical series. - The series for all surveys combined in the region shows a strong downward trend.
CPUE	- CPUE values of <i>Sardinella</i> spp. for deep-sea and artisanal fishing in Mauritania from 2017-2020 are the lowest values in the historical series. - Large variation in CPUE in the coastal fleet in Mauritania for the two sardinella species.
Catches	- Reduction in catches of <i>S. aurita</i> in 2020. - Strong increase in <i>S. maderensis</i> catches in 2020.
Length data	- Modal length.

Assessment results

The LCA method has been applied indicatively to assess the stock status of *Sardinella aurita* in 2020, due to gaps and uncertainties in the data sets. The result shows a stock in a state of overexploitation (Figure 3.6.1). The model estimates the ratio $F_{cur}/F_0 = 141$. This rate was considered very optimistic by the group.

The overexploitation of the stock is confirmed by several other sources: the results of the other explored methods CMSY, LBI, LB SPR and SPiCT confirm the overexploitation of the *Sardinella aurita* stock (Annex III). The lowest CPUE values for artisanal and deep-sea fisheries in the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal for *Sardinella* spp. also confirm the poor condition of the stock. And finally, the acoustic surveys also show a low abundance of the sardinella stock.

The Canary Islands

Exploratory assessments were presented for the first time to the Working Group this year (see Annex III and IV). The multi-model approach applied has been inconclusive and quantitative scientific advice in terms of catch or effort limits is not feasible.

Discussion

The conclusion regarding the assessment is still that both sardinella species are overexploited. The effort and catches of both species together continue to increase. The CPUE and the abundance indices of the acoustic surveys are low.

The increase in catches in 2020 was probably related to the increase in effort in artisanal fisheries in the Islamic Republic of Mauritania and the increase in CPUE from the artisanal fishery for *S. maderensis*.

3.7. Projections

No projections could be made in the absence of a reliable quantitative assessment.

3.8. Management recommendations

The assessment and historical series on sardinella show that the sardinella stock is still overexploited.

Regarding management, the group is simply repeating the recommendation of previous years: a substantial reduction in fishing effort as soon as possible. The Working Group cannot exactly quantify the required reduction in fishing effort but estimates that this reduction should be at least in the order of 50 percent to achieve a sustainable level of exploitation. Despite the Working Group's recommendations, the fishing effort in the region continues to increase.

The current situation of overfishing is mainly due to the expansion of the fishmeal industry in recent years and the presence of a semi-industrial inshore fleet in the coastal zone. Flat sardinella can still be used for fishmeal. Round and flat sardinellas are mixed in the catches. Both of these facts can lead to the risk that round sardinella will still be used for fishmeal. In order to improve the state of the combined stocks of sardinella, it is recommended to prohibit the use of flat sardinella for fishmeal.

Another recommendation from the group is that national governments assume their responsibilities for the sustainable management of sardinella and initiate mutual consultations on the joint management of this important resource. In this context, the Working Group welcomes the initiatives on maintaining the

Working Group of sardinella experts in the framework of the Promopêche and Shared Sardinella projects. Both projects aim to improve knowledge of sardinella stocks.

3.9. Research recommendations

Follow up on last year's recommendations

The Working Group noted with satisfaction the increase in sampling in 2020 in the region. It is important to maintain the level of sampling obtained in order to improve the evaluations of round and flat sardinella. The presence of adequate data, quantitative assessments and precise management recommendations are important for the future of the sardinella fishery.

The other recommendations from last year have not been followed. The correction of effort data from Senegalese artisanal fishing has not been done and studies on the age and growth of sardinella have not been initiated. So the recommendations of last year are reiterated for this year.

Recommendations for this year

- Separate the effort for the purse seine and the gillnet in The Republic of Senegal and correct this effort according to the increase in the size of the canoes and the power of the engines.
- Continue acoustic studies at the sub-regional level.
- Continue studies on the identity of the round sardinella stock throughout the sub-region.
- Resume studies on growth and age reading of round sardinella.

4. HORSE MACKEREL

The exploitation of horse mackerel is mainly focused on four species: Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*) and false scad (*Caranx rhonchus*) and *Trachurus picturatus*. *Caranx rhonchus* and *Trachurus picturatus* are caught incidentally. These two species will be limited to presenting catch data and indices of abundance obtained by acoustic surveys.

In accordance with the recommendations of the Scientific Sub-Committee of CECAF in 2015, the Working Group decided to integrate catch and effort data for *Trachurus* spp. fished mainly in the Canary Islands (29°-27°N, 19°-13°W) which belongs to FAO Division 34.1.2. In 2020, the fleet operating in this area consisted of 22 vessels with a gross tonnage of 10 tonnes; 78.7 hp of power and 11 m of average length with use of the seine (named *traíña*).

4.1. Stock identity

The Working Group considers that there is a unique stock for each of the species, and the waters of the Canary Islands are considered a separate unit.

4.2. Fisheries

In the Northwest African sub-region, horse mackerel fishing is carried out onboard boats of a wide variety of sizes, ranging from canoes to large pelagic trawlers. These resources are therefore exploited both by offshore fleets, almost exclusively foreign, and by national artisanal and coastal fisheries.

Considering the fact that the fishing statistics provided for the different fleets do not break down the three species of horse mackerel, the Working Group agreed to apply the breakdown key on the basis of the data provided by the observers of IMROP and/or Russian Federation observers in Zone C. The distribution is as follows:

- **Zone C, north of Cap Blanc:** In 2020, the catches in this zone were reported as vaunted.
- **Zone C, south of Cap Blanc:** 12 percent of *T. Trachurus*, 87 percent of *T. Trecae*, and 1 percent of *Caranx rhonchus*.

The proportion of the two species of *Trachurus* (*T. trachurus* and *T. trecae*) in the overall catch did not change in 2019 compared to 2018, with both species comprising around 96 percent of the total catch for both years. *Caranx rhonchus* and *T. picturatus* represented 4 percent of the total catch for 2019. In 2020, *T. trachurus* and *T. trecae* made up 93 percent of the total catch, and *Caranx rhonchus* and *T. picturatus* made up 7 percent of the total catch.

The catches of horse mackerel made by the offshore fleet remain the highest in comparison with those of other small pelagic fleets: approximately 84 percent of the total catch for the offshore fleet.

The total catch of horse mackerel recorded in the area of The Kingdom of Morocco, the Islamic Republic of Mauritania, The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia is around 360 000 tonnes (Figure 4.2.1).

Total catches

Catches of horse mackerel have increased year by year since 2003 before falling by 5 percent in 2006 to increase again by 4 percent in 2007 and 29 percent in 2008: going from 432 700 tonnes to 557 000 tonnes, respectively, before showing a slight decrease in 2009 (9 percent). A significant drop was observed in 2017 (12 percent) compared to 2016. The total catches of the sub-region during the

year 2018 marked a fall of 15 percent compared to 2017, before increasing 5 percent in 2019. Catches declined by 4 percent in 2020. The catch data for the three species of horse mackerel are presented by country and for the entire sub-region for the period 1990–2020 (Table 4.2.1a, Table 4.2.1b, and Table 4.2.1c).

The problem of identification of horse mackerel species by onboard observers was pointed out. The annual change in catches of the three species of horse mackerel is presented in Figure 4.2.1.

For Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), there was an overall increase of 8 percent. In The Kingdom of Morocco, catches increased 8 percent from 2019 to 2020. In the Islamic Republic of Mauritania, catches increased 13 percent from 2019 to 2020 (Figure 4.2.1 and Table 4.2.1a).

For Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*), there was an overall decrease in catch of 8 percent. The Republic of the Gambia recorded an increase in catch of 156 percent from 2019 to 2020. The Republic of Senegal recorded an increase in catch of 29 percent from 2019 to 2020, and the Islamic Republic of Mauritania recorded a decrease of 12 percent in catch from 2019 to 2020 (Figure 4.2.1 and Table 4.2.1b).

The catches of *Trachurus* spp. carried out in the Canary Islands area between 2013 and 2020 increased from 557 tonnes to 628 tonnes (Table 4.2.1c).

Fishing effort

The small pelagic resources in the Northwest African area are exploited by different fleets, in particular, by foreign vessels which have continued to change over the past few years.

In the northern Moroccan zone (Cap Spartel-Cap Boujdour), Atlantic horse mackerel is exploited by a national fleet consisting of purse seiners and coastal trawlers. As the activity of purse seiners is mainly directed towards sardines, the exploitation of horse mackerel remains incidental. Coastal trawlers do not target horse mackerel either.

In Zone C, horse mackerel are targeted by Russian Federation pelagic trawlers which operate under the The Kingdom of Morocco-Russian Federation fishing agreements. RSW-type pelagic trawlers and coastal purse seiners incidentally catching these species.

The offshore fleet decreased from 58 boats in 2019 to 44 boats in 2020.

In the Canary Islands, the effort decreased significantly from 2013 (2 155 fishing days) to 2020 (1 516 fishing days).

4.3. Abundance indices

4.3.1. Catch per unit of effort

The fishing effort of the fleet that operated in the Mauritanian and Moroccan areas has been updated for the year 2020 (Figure 4.3.1a). Due to the length of the effort series and the size of the catches made in the Islamic Republic of Mauritania, the CPUEs for each of the two species of horse mackerel were established on the basis of data from the latter area.

The series of CPUEs from the Russian Federation abundance indices used in the assessment models shows that the CPUEs for Atlantic horse mackerel have increased considerably since 2015, going from 16 in 2015 to 24 in 2017 before decreasing in 2018 to 18, and resuming another increase to 21 in 2020.

For Cunene horse mackerel, the series of CPUEs derived from abundance indices shows an increase for the third consecutive year, from 24 in 2018, 28 in 2019 and 30 in 2020 (Figure 4.3.1a and Figure 4.3.1b).

In the case of *Trachurus* spp. for the Canary Islands, the CPUE gradually increased from 260 kg/fishing day in 2013 to 439 kg/fishing day in 2017 before experiencing a decrease of around 17 percent from 2018 (327 kg/fishing day) to 2019. CPUE increased again to 414 kg/fishing day in 2020.

4.3.2. Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

Acoustic surveys in the subregion

For sub-regional coverage, the R/V *Dr Fridtjof Nansen* carried out a survey between October and November 2019. In 2020, no survey was conducted because of the COVID-19 pandemic.

In The Kingdom of Morocco, the R/V *Al-Amir Moulay Abdallah* conducted three acoustic evaluation surveys for the Atlantic coast by region (north zone: Cap Spartel-Cap Cantin; central zone: Cap Cantin-Cap Boujdour; and south zone: Cap Boujdour-Cap Blanc). These surveys were outside of the usual period.

In the Islamic Republic of Mauritania, the R/V *Al-Awam* carried out an acoustic evaluation survey in August 2019. In 2020, there was no survey.

In The Republic of Senegal, no acoustic survey was carried out by the R/V *ITAF DEME* in 2020.

In 2019, an acoustic survey was carried out by the R/V *Atlantida* in the Cap Boujdour-Cap Blanc area. No recruitment survey was carried out in the Moroccan zone during the period October-November of that year. In 2020, there was no survey in the sub-region.

The R/V *Atlantida* has not carried out a survey in the waters of the Islamic Republic of Mauritania, The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia since 2013.

4.4. Sampling of commercial fisheries

The sampling intensity for 2020 was presented by quarter for the fleets of the Russian Federation, which also integrated the results obtained for the other industrial fleets in The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania.

Sampling intensity

Trachurus trachurus

In terms of one sample per 1 000 tonnes, the sampling intensity in the Moroccan zone is satisfactory, while in the Islamic Republic of Mauritania it is low. For the Russian Federation, the sampling intensity is also satisfactory (Table 4.4.1). Age reading was performed exclusively by Russian Federation researchers for the two horse mackerel species in the area north and south of Cap Blanc.

Trachurus trecae

In 2020, the sampling effort of the catches made north of Cap Blanc by the Russian Federation fleet is satisfactory in terms of one sample per 1 000 tonnes (Table 4.4.2).

Caranx rhonchus

In 2020, sampling of this species was carried out by Russian Federation observers in the Mauritanian and Moroccan zone and by the Senegalese zone (Table 4.4.3).

Trachurus picturatus

In the Canary Islands, sampling results were 91 samples for 11 818 individuals in 2013; 71 samples for 10 660 individuals in 2014; 78 samples for 10 993 individuals in 2015; 54 samples for 7 406 individuals in 2016; and 23 samples for 4 309 individuals in 2017; 47 samples with 7 679 individuals in 2018; 56 samples with 12 076 individuals in 2019; and only 8 samples including a total of 2 185 individuals in 2020 (Table 4.4.4). It should be highlighted that, length samplings are performed in the framework of on-shore and the at-sea sampling programs coordinated by the IEO, which were suspended in most of 2020, due notably to administrative problems and to a lesser extend to COVID-19. Likewise, the sampling to obtain the biological variables of the population (mainly reproduction and growth) carried out in the IEO laboratories, also faced problems in 2020. On the one hand the administrative and financial difficulties of the IEO prevented the purchase of samples in the market; and on the other hand, the three months closure of the labs (15 March–21 June) due to COVID-19 did not allow for a normal activity.

4.5. Biological data

Length frequencies of commercial catches

The size structures obtained by the different Moroccan, Mauritanian and Russian Federation sampling systems are not homogeneous.

Trachurus trachurus

In 2020, the size structure of Atlantic horse mackerel from landings in the area north of Cap Boujdour (Zone A+B) reveals the presence of at least two main modes: a 21 cm mode, and a secondary mode with young individuals of 11 cm (Figure 4.5.1a).

North of Cap Blanc, the size structure of Atlantic horse mackerel shows two modes of 17 cm and 25 cm in 2020 (Figure 4.5.1a).

South of Cape Blanc, the size structure of Atlantic horse mackerel shows a single 25 cm mode for 2020 (Figure 4.5.1a).

Trachurus trecae

There are no samples for North of Cap Blanc.

South of Cap Blanc, the size structures of Cunene horse mackerel varies between 25 cm and 36 cm, with two modes: a large mode of 22 cm and a small mode of 33 cm (Figure 4.5.1b).

Caranx rhonchus

In 2020, there was no sampling in the North of Cap Blanc for *Caranx rhonchus*. South of Cap Blanc, the sizes varied between 15 cm and 45 cm with two modes of 25 cm and 30 cm.

Trachurus picturatus

In the Canary Islands, sampling was conducted in Tenerife, the main island of small pelagic landings in the archipelago. The length frequencies of *T. picturatus* are presented (no length distributions) from 2013 to 2020, due to official landings which are not ventilated by species (mixture of *T. picturatus* (over 95 percent) and *T. trachurus*) (Figure 4.5.1d). Unimodal distributions were observed in 2013, 2016, 2017, 2019 and 2020 with the mode ranging from 15 to 18 cm. In 2014, 2015 and 2018, bimodal distributions were obtained with modes in 14 and 19 cm, 17 and 21 cm, 16 and 18 cm, respectively.

4.6. Assessment

The Working Group evaluated the two main species *Trachurus trachurus* and *Trachurus trecae*.

The Canary Islands

This year exploratory assessments were presented for the first time to the group (Annex III and IV). The multi-model approach assayed has been inconclusive, and quantitative scientific advice in terms of catch or effort limits is not feasible.

Data quality

The exploratory analysis of total catches by age (size-age key communicated by Russian Federation scientists) for each of the two horse mackerel species from 1990 to 2020 was carried out by calculating a correlation coefficient between the estimated catches by successive ages of the same cohorts for horse mackerel. The basic data used are presented for *T. trachurus* in Table 4.6.1a and for *T. trecae* in Table 4.6.2b. The results obtained indicate a weak correlation between the catches attributed to the same cohort (Table 4.6.2).

Table 4.6.2: R^2 values between estimated catches of consecutive ages of the same cohorts for horse mackerel in 2020.

Species/Age	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
<i>Trachurus trachurus</i>	0.1174	0.1902	0.2445	0.1491	0.1698	0.3462	0.2812
<i>Trachurus trecae</i>	0.2863	0.4193	0.3118	0.445	0.0907	0.0122	0.0034

The correlations between the successive ages remain weak enough to consider the application of an evaluation by analytical methods, despite a slight improvement in the correlations for *T. trecae* between the ages of 1 to 5. As in previous years, the absence of keys appropriate for the size-age for all the distribution areas of these stocks is inherent in the difficulty of determining the age of individuals and in the weakness of the efforts made in this direction.

Model

The Schaefer Dynamic Production Model (1954) was developed on an Excel spreadsheet for stock assessment of both species of *Trachurus* spp. in the subregion. This model is used to estimate changes in biomass and fishing mortality over the period 1991–2020.

The Working Group has projected the abundance and catches over five years using the single status quo scenarios using the same model run on another spreadsheet (FAO, 2012).

Data

The Working Group prepared data for the application of the dynamic production model for the two species.

Following a break in the joint acoustic surveys in the Senegalese-Mauritanian zone in previous years, the assessment carried out is based on the CPUEs. For Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*), the index used is that provided by Russian Federation scientists. This index is standardized in relation to a reference vessel (CECAF Working Group, 2010).

The possible environmental effects are taken into account on the basis of the anomalies observed in certain years. The model input parameters **r** (intrinsic growth rate) and **K** (carrying capacity or virgin biomass) used in the fits are shown in Table 4.6.4.

Table 4.6.4: Input parameters of the dynamic production model of Schaefer.

Species/abundance series	r	K (tonnes)
<i>Trachurus trachurus</i>	0.60	580 844
<i>Trachurus trecae</i>	0.15	3 000 000

Results

Trachurus trachurus

Global model

The fit of the model, using the Russian Federation CPUE index, is shown for *T. trachurus* (Figure 4.6.3) and *T. trecae* (Figure 4.6.4). The adjustment is satisfactory (Pearson's correlation coefficient is 63 percent).

The results indicate that the current biomass is greater than the $B_{0.1}$ biomass. The current fishing mortality remains below the recommended $F_{0.1}$ (61 percent). The results of the model show a situation of non-full exploitation (Table 4.6.5). But given the changes observed at the level of size structures and as a precautionary measure and while waiting to test other evaluation methods, the Working Group has deemed that this stock is fully exploited.

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

Stock/abundance indices	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /Russian Federation CPUEs	141%	128%	55%	61%

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

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

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

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

Analytical models (XSA and ICA)

Tests with analytical models (XSA and ICA) were conducted in 2020. A thorough revision of the available length and age data from 2007–2020 was undertaken. It turned out that in some cases more

logical combinations of size data sets and age keys are possible. A new interpretation of the retrospective catch rates for fish of different ages has been made. The result was an increase in consistency indicators. Accordingly, XCA and ICA managed to be implemented without large uncertainties. Both programs showed a weak tendency to increase biomass despite increasing catch. The stock evolution forecast was made according to the MFDP program by several variants. The result of exploratory analysis where promising and should be further explore for the next meeting.

The biomass has been growing for the last two years ($B_{cur}/B_{0.1}=1.18$ and $F_{cur}/F_{0.1}=0.60$).

Trachurus trecae

The adjustment of the model performed with the CPUEs of the Russian Federation fleet operating in the Mauritanian zone is presented in Figure 4.6.4. Pearson's correlation coefficient is high (73 percent).

The current estimated biomass represents 130 percent of the $B_{0.1}$ biomass. This level of biomass is much higher than that observed in 2017. The current effort has always remained below $F_{0.1}$ (65 percent) (Table 4.6.6). This improvement is probably due to the decrease in the level of catch since 2016 as well as to the management measure taken (new zoning).

In 2020, the results of the model show a situation of non-full exploitation (Table 4.6.6) But given the changes observed at the level of size structures and as a precautionary measure and while waiting to test other evaluation methods, the Working Group judged that this stock is fully exploited.

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

Stock/abundance indices	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> / Russian Federation CPUEs	118%	130%	59%	65%

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

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

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would give a maximum sustainable catch 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

For *Trachurus trachurus*, the only validated model is that of Schaefer's dynamic production. Indeed, fitting the model on the basis of Russian Federation CPUE indices indicates that the current biomass is close to the $B_{0.1}$ biomass. The current fishing mortality is close to that of the target mortality $F_{0.1}$.

A decrease in catches of *Trachurus trachurus* in the Mauritanian zone in 2019 is due, among other things, to the application of a new ventilation rate of 12 percent instead of 22 percent, according to survey data and IMROP observers. In 2020, this rate is 14 percent.

An increase in catches in the Moroccan zone is recorded during the year 2019 after the application of a new ventilation rate (1 percent instead of 46 percent, according to Russian Federation data) between Atlantic horse mackerel and Cunene horse mackerel. In 2020, the North Cap Blanc data have been broken down.

Likewise, for *Trachurus trecae*, a decrease in catches is observed in The Kingdom of Morocco in 2019 after the application of a new ventilation rate. In 2020, the North Cap Blanc data have been broken down.

An increase is observed in the Islamic Republic of Mauritania in 2019 following the application of a new ventilation rate. This rate is 80 percent in 2020.

Nine thousand tonnes of this species is fished in The Republic of Senegal.

It should be noted that this species is also the subject of significant by-catches by demersal fleets operating in the Mauritanian zone which remain to be quantified for exploitation by the Working Group. In this state of affairs, the precautionary approach should be considered.

4.7. Projections

In order to have additional elements for decision-making, the Working Group integrated in the same production model a projection option taking into account the maintenance of the fishing effort at its current level (status quo) or a reduction 20 percent of the effort compared to the current year. It should be noted that the Working Group noted that the fishing effort reduction scenarios for the two species are not possible. Projections are applied to the evaluation results.

Trachurus trachurus

Scenario (status quo effort): On the basis of the Russian Federation CPUE abundance indices, the projection over the five-year period shows that the catches which were at the level of MSY will increase slightly, while the abundance indices will decrease during the five years of the projection (Figure 4.7.1). The abundance indices, which represent 130 percent of the $U_{0.1}$ target level in 2020, will decrease to 84 percent of the $U_{0.1}$ target level in 2025.

Scenario (20 percent reduction in F): On the basis of the Russian Federation CPUE abundance indices, the projection over the five-year period envisages a reduction of 20 percent of F shows that the catches which were at the MSY level will exceed those sustainable in 2021 and then decline to 77 percent in 2025. The abundance will decline to 99 percent in 2025 (Figure 4.7.1).

Trachurus trecae

Scenario (status quo effort): With this scenario, the catches made will increase in 2019 before experiencing a decrease in the coming years to stand at 72 percent compared to the MSY. The abundance indices will experience a decrease over the last few years (Figure 4.7.2).

Scenario (20 percent reduction): With this scenario, the catches made will decrease slightly in 2019 before stabilizing during the years to come. The abundance indices will decline slightly over the coming years (Figure 4.7.2).

4.8. Management recommendations

In 2020, the results of the stock assessment model *T. trecae* and *T. trachurus* indicate a situation of not-fully exploited (Table 4.6.6). But given the changes observed at the level of size structures and as a precautionary measure, while waiting to test other assessment methods, the Working Group judged that these stocks are fully exploited. This improvement is probably due to a decrease in fishing mortality in 2016 and 2017. Given the multi-specific nature of these fisheries and the results of the projections, the Working Group recommends not to exceed the estimated catch level of 2018 for both species (around 300 000 tonnes).

4.9. Future research

Follow up of recommendations made in 2018

None of the recommendations was implemented during the year 2018.

The Working Group reiterates the following recommendations for research:

- Continue analyses in 2019 to implement structural models and encourage biological studies to improve the biological parameters used as input into the assessment models.
- Strengthen the review of the identification of different species of horse mackerel to better disaggregate these species including for the Canary Islands.
- Ensure recruitment surveys throughout the area.
- Ensuring the boarding of observers on board fishing vessels in the northwest Africa area to ensure biological sampling of catches.
- Improve sampling at the other segments of the fishery not covered.
- Ongoing monitoring of recommended activities should be ensured under the coordination of the subgroup coordinator.

5. CHUB MACKEREL

5.1. Stock identity

Due to the lack of new information on migrations and possible exchanges between the two stocks of chub mackerel (*Scomber colias*) retained during the first meetings of the Working Group (stock north between Cape Boujdour and northern The Kingdom of Morocco, and stock south between Cape Boujdour and the south of The Republic of Senegal), the Working Group has been conducting a joint evaluation of two stocks in its regional distribution zone since its 2003 meeting. Regarding the Canary Islands, the Working Group considers this species independently from West African stocks as different assessment units.

It should be noted that the senior nomenclature of the *Scomber japonicus* species used since the first meetings of the CECAF Working Group, was changed in 2015 to *Scomber colias* following numerous genetic studies at the regional level.

Within the framework of the EAF-Nansen programme, a study on the identity of stocks of several small species at the regional level was launched, which also included mackerel. The results are not yet available.

In January 2020, a workshop on the Spanish chub mackerel (*Scomber colias*) was held in Tenerife with the participation of scientists from the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) and some countries in the northwest African region (The Kingdom of Morocco, the Islamic Republic of Mauritania, and the Kingdom of Spain for the Canary Islands)². The second meeting of this workshop will continue online in 2021.

The Working Group considers that the information currently available on the structure and dynamics of the mackerel population are not sufficient to define the stock units for fisheries management in the study area.

To this end, the Working Group recommends that a large-scale study on the structure of the mackerel population be carried out using a holistic approach (genetics, morphometric, parasites, otoliths, biological parameters, etc.) to allow the identification of stocks the length of the year of distribution of the species.

5.2. Fisheries

Total catches

The annual evolution of *Scomber colias* catches by country, for the period 1990–2020, is presented in Table 5.2.1 and Figure 5.2.1. In 2021, corrections to the mackerel catch series were made by The Republic of Senegal from 2016–2020.

In the northern fishery (Cap Spartel-Cap Boujdour), the total catches of mackerel fluctuated between 10 000 tonnes and 37 000 tonnes during the period 1990–2003. From 2004, catches increased continuously until 2008 where they reached 84 000 tonnes. Subsequently, landings stabilized around 50 000 tonnes until 2013 to decline in 2014 and not exceed 40 000 tonnes before increasing again to reach 73 000 tonnes, an increase of 81 percent compared to 2014. This upward trend continued in 2016 when 97 550 tonnes of mackerel were landed and thus constitute an increase of 33 percent compared to 2015. In 2017, total landings fell by 56 percent to almost at the same level as 2014. The year 2018

2

http://prep.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/Fisheries%20Resources%20Steering%20Group/2020/WKCOLIAS_WDs_2020.pdf

was marked by the landing of 82 700 tonnes of mackerel, an increase of 94 percent compared to 2017 due to the strong improvement in catches in Zone B. In 2019, this improvement in catches was maintained: an increase in mackerel catches of 30 percent compared to 2018. However, in 2020 the catch of mackerel carried out by operational purse seiners in the northern fishery fell by 18 percent in relation to the health restrictions linked to COVID-19, which affected more Zone B.

Unlike the period 2011–2013, when the maximum catches were achieved in the northern zone between Cap Spartel and Cap Cantin, the maximum catches for 2014 are made in Zone A with 17 600 tonnes, showing an increase of 9 percent per year compared to the 2013 catches in this area. In 2016, the mackerel catches made in the north (17 400 tonnes) again exceeded those in Zone A (13 500 tonnes). Zone B, whose mackerel catches fell between 2013 and 2014 from 11 600 tonnes to 6 700 tonnes, recorded a significant increase in mackerel catches in 2015 and 2016: 40 300 tonnes and 66 700 tonnes, respectively. This level of catch is the highest since 1990.

While mackerel catches increased in the northern zone and stabilized at Zone A (Safi-Sidi Ifni) in 2017, they saw a decrease in 2018 respectively in the two zones by 42 percent and of 3 percent. Zone B, which experienced a very sharp decline in mackerel landings of around 92 percent in 2017, which would be related to the abundance of sardines which is more sought after by purse seiners in this zone, experienced in 2018 a 906 percent increase in catches. This strong improvement in catch is possibly related to the availability of medium to large mackerel for the industry.

In 2019, the greatest improvement of 47 percent was achieved in Zone A where mackerel was fished mainly from the ports of Agadir, Safi and Sidi Ifni. For Zone B, the recorded catches reached 70 440 tonnes, which is an increase of 26 percent compared to 2018. The main landings of the species took place in the port of Tantan.

With regard to 2020, the three zones North, A and B showed, compared to 2019, respective reductions in catches of 13 percent, 15 percent and 19 percent.

In Zone C (Cap Boujdour-Cap Blanc) where trawlers often operate within the framework of fishing agreements with the Russian Federation, the European Union and within the framework of charters, catches gradually increased during the period 1993–1998 to reach a maximum of about 150 000 tonnes. Since then, catches have declined steadily until 2002; this is due to the end of the aforementioned agreements and the departure of Russian Federation vessels in 1999 as well as Ukrainian and other chartered vessels in 2001. Catches recovered with the resumption of Russian Federation fishing in the area in 2004 and continued to exceed 100 000 tonnes in 2006. Subsequently, catches fluctuated above 87 000 tonnes with a general upward trend and reached the maximum value of the whole series (153 000 tonnes) in 2011. In 2012, catches fell to 93 000 tonnes due to the absence of European Union vessels and the withdrawal of Russian Federation vessels between February and December. Catches in Zone C reached 176 000 tonnes in 2013; 205 000 tonnes in 2014; 167 000 tonnes in 2015; and 200 700 tonnes in 2016. For 2017, the catch decreased slightly by two percent compared to 2016 and reached 198 000 tonnes, of which 46 percent were made by the Moroccan fleet, 40 percent by Russian Federation trawlers and 14 percent by the European Union fleet.

In 2018, mackerel catches fell by 28 percent mainly due to the decline in the share of European pelagic trawlers by 99 percent since this fleet only operated for two months during this year. With the return of the European fleet to Moroccan waters in 2019 and the activity of the other Moroccan and Russian Federation fleets, around 196 000 tonnes of mackerel were caught in Moroccan Zone C, which constitutes an improvement of 38 percent compared to 2018. In 2020, mackerel catches suffered a further drop of 23 percent mainly due to the very reduced activity of Russian Federation pelagic trawlers which only operated during the first quarter of the year following the end of the The Kingdom of Morocco fishing agreement with the Russian Federation.

The general improvement of 35 percent of mackerel catches in the Moroccan zone in 2019 compared to 2018 is attributed to the availability of this species in the fishing zones. However, this increase could

not be sustained in 2020 when mackerel catches fell by 21 percent due to the reductions in catches observed in the Moroccan and Russian Federation fleets. Only the European fleet recorded an increase in catches of 62 percent (38 614 tonnes) compared to 2019.

For the Islamic Republic of Mauritania, mackerel catches fluctuated over the period 1990–2015 with a general increasing trend since 2003. Maximum catches were recorded in 1996 and in 2002–2003, reaching 130 000 tonnes. Since then, landings have fallen sharply with 38 000 tonnes caught in 2005 and 33 000 tonnes in 2006. Catches increased in 2007 (80 000 tonnes) and fluctuated until 2012 when they again reached 58 000 tonnes, then fell in 2013 to 42 000 tonnes. Catches, which practically doubled (82 900 tonnes) in 2014, increased again by 4 percent in 2015, or to 86 300 tonnes, before falling slightly in 2016 by 5 percent. In 2017, mackerel landings improved by 51 percent compared to the previous year to reach 123 340 tonnes, of which 84 percent of catches provided by industrial fleets (103 600 tonnes) and 16 percent by purse seiners of different nationalities. In addition, in 2018 this rate of increase observed since 2013 was maintained and mackerel catches increased from 123 000 tonnes in 2017 to 194 000 tonnes in 2018, an increase of 57 percent. However, in 2019 catches improved slightly by 1 percent (from 193 700 tonnes to 194 700 tonnes). In fact, despite the increase in catches of 10 percent and 7 percent at the level of the coastal purse seiners and the non-European Union fleet, respectively, the other fleets have experienced a decline in their mackerel fishing performance.

For 2020, mackerel catches in the Islamic Republic of Mauritania reached 114 000 tonnes, a decrease of 42 percent compared to 2019. The decrease is linked to the decline in catches at the level of industrial fleets.

In The Republic of Senegal, mackerel is only an incidental species in landings. The catches made during the period 1990–2013 fluctuated between 3 000 and 25 000 tonnes with a particularly high trend from 2010 to 2012. In 2014 and 2015, the catches continued their increasing trend with an increase of 29 percent in 2014, compared to 2013 (12 000 tonnes), and by 50 percent in 2015 (23 600 tonnes) compared to 2014 (15 700 tonnes). However, in 2016, these same catches decreased by 19 percent compared to 2015. This regression continued in 2017 compared to 2016 and showed a reduction of 13 percent (16 750 tonnes). All the catches in The Republic of Senegal were made by the artisanal fishing fleet using purse seine and other gear. Russian Federation trawlers, which contribute a large share of the catches, did not operate from 2012. By 2018 and 2019, mackerel catches reached 30 833 tonnes and 46 074 tonnes respectively, an increase of 49 percent. The majority of these catches are the work of artisanal fishing using purse seine as fishing gear which contributed 72 percent to the total catch in 2019.

In The Republic of Senegal in 2020, mackerel catches reached 27 320 tonnes supplied exclusively by artisanal fishing. This catch, which constitutes only 7 percent of the catches in the region, suffered a decrease of 41 percent compared to that of 2019.

In the Republic of the Gambia, most of the mackerel landings were made by the artisanal fishery. In 2012, the artisanal fishery caught 123 tonnes of mackerel. Catches in the Republic of the Gambia for the years 2014, 2015 and 2016 were 162 tonnes, 723 tonnes and 852 tonnes respectively. For 2017, a catch of 346 tonnes was declared and realized 94 percent by artisanal fishing and 6 percent by industrial fishing. The mackerel catch in the Republic of the Gambia for the year 2018 was around 352 tonnes and only 28 tonnes in 2019, a sharp drop of 92 percent. This last catch was completely landed by artisanal fishing. In 2020, 240 tonnes of mackerel were supplied by Gambian canoes. However, the Republic of the Gambia's contribution to the region's total catch is less than 1 percent.

For the sub-region as a whole, the trend in total mackerel catches since 1991 has shown an upward trend. A period of high catches was recorded between 1995 and 1998 with more than 210 000 tonnes in 1997, a year after which catches fluctuate around an average value of 181 000 tonnes until 2006. Subsequently, catches increased sharply in 2007 and 2008 (257 000 tonnes and 268 000 tonnes, respectively) then rose to 225 000 tonnes in 2010. A sharp increase was recorded in 2011 when the highest catches in the series were recorded (318 000 tonnes). In 2012, the withdrawal of all foreign

fleets from almost all countries at different times of the year resulted in a sharp drop in catches (227 000 tonnes), or 30 percent compared to 2011. The year 2013 was marked by a 23 percent increase in catches (278 000 tonnes) largely made by Moroccan purse seiners and pelagic trawlers in Zone C. From 2014, the total catch continued its upward trend and reached a new maximum of 344 000 tonnes. This same upward trend was confirmed in 2015 and 2016, with respective catches of 351 000 tonnes and 400 000 tonnes. However, during the year 2017, the catch, which reached 381 000 tonnes, showed a slight decrease of 5 percent compared to 2016 before increasing again in 2018 to reach 449 300 tonnes. For 2019, catches reached 544 600 tonnes, the peak of the series of catches considered since 1990.

This latter situation is related to the increase in mackerel catches by 35 percent in the Moroccan zone, by 49 percent in the Senegalese zone and their stability in the Mauritanian part. However, in 2020, possibly in relation to the impact of the pandemic and the reduction in fishing activity at the level of certain fleets, the catch fell by 30 percent or 385 500 tonnes. This decrease affected all areas except the Republic of the Gambia.

In terms of fleets, about 23 percent of the 2020 catch was made by Moroccan purse seiners operating north of Cap Boujdour, 39 percent by national and foreign fleets having fished in Zone C north of Cap Blanc and 30 percent by coastal and industrial fleets operational in the Islamic Republic of Mauritania. The catches made by artisanal fishing in The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia represent respectively 7 percent and less than 1 percent of the total catch recorded at the level of the sub-region.

In the Canary Islands, the catch of mackerel (*Scomber colias*) reached 706 tonnes in 2016 and 987 tonnes in 2017, which corresponds to an improvement of 40 percent. In 2018, landings of this species reached 1 105 tonnes, an improvement of 12 percent compared to 2017. This catch is made by artisanal fishing using purse seine fishing. Mackerel catch data have been communicated since 2013. They stabilized around 700 tonnes during the years 2014, 2015 and 2016 before reaching 987 tonnes in 2017 and 1 105 tonnes in 2018. About 1 149 tonnes of mackerel were achieved in 2019 by the pelagic fleets, i.e., a slight increase of 4 percent. On the other hand, in 2020, catches decreased by 38 percent compared to 2019. The average annual landings for the period was 870 tonnes.

An analysis was carried out to establish the distribution of mackerel catches along the sub-region by quarter and by zone in 2019. This information is all the more useful since it could provide information on the availability of fish to the fleets by period, depending on the areas.

It shows that mackerel is fished further south during the first quarter and during the rest of the year in the two zones North and South of Cap Boujdour. A monthly scale analysis would provide more details on the actual distribution of catches.

Fishing effort

The notion of fishing effort varies according to the fleets and the zones. Indeed, the fishing effort of Moroccan coastal purse seiners is expressed as the number of total positive trips fishing for small pelagics (Figure 5.2.2a and Figure 5.2.2b) which is equivalent to the number of sales. That of pelagic trawlers in the different zones (RSW type, the Russian Federation, the European Union, Lithuania, non-European Union, The Republic of Senegal, industrial) is expressed in days at sea. Concerning the effort of the artisanal fishery in The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia (gillnet encircling and purse seine), it is expressed in days at sea.

For the Canary Islands, the artisanal fishery effort is expressed in number of fishing days, positive for each species of small pelagics. This effort decreased from 2013 (2 492 fishing days) to 2019 (1 701 fishing days).

Given the multi-specific nature of the fishery, the nominal fishing effort for mackerel is the same as that described in the chapters relating to sardines, horse mackerel and sardinella, and therefore the trends are not repeated at the level of this chapter.

5.3. Abundance indices

5.3.1. *Catch per unit of effort*

The catches per unit effort (CPUE) of purse seiners in Zone A+B and the standardized CPUEs of the Russian Federation fleet are presented in Table 5.3.1 and Figure 5.3.1. Russian Federation CPUEs are calculated according to the method described in the 2004 Working Group report (FAO, 2004).

Coastal purse seine CPUEs in the northern fishery show a strong increase from 2002 to 2007 with a peak of 2.77 tonnes/trip. Since then, CPUEs have experienced a decline which was further accentuated in 2012 (1.26 tonnes/trip in 2011 and 1.08 tonnes/trip in 2012) and was maintained until 2014 despite the slight upturn in CPUE noted in 2013 (1.3 tonnes/trip). Between 2014 and 2016, the annual CPUEs of Moroccan purse seiners in the northern fishery increased sharply to reach 1.52 tonnes/trip in 2015 and 2.5 tonnes/trip in 2016. In 2017, the yields of this fleet fell sharply by 76 percent compared to the previous year or 0.61 tonnes/trip. Between 2017 and 2019, a continuous increase in CPUEs was noted is of the order of 233 percent between 2017 and 2018 and 17 percent between 2018 and 2019. This is possibly related to the targeting of mackerel by coastal purse seiners during some periods following the improvement of its average size as well as the availability of the species in fishing areas frequented by purse seiners. For 2020, mackerel yields achieved in the northern fishery fell by 12 percent compared to 2019 to reach 2.1 tonnes/trip.

The withdrawal of the Russian Federation fleet in 2012 caused a strong fluctuation of activities in the various countries of the sub-region. This particular situation would have thwarted the calculation of the CPUE of this once standardized fleet for each year. The Working Group decided not to use the value of the Russian Federation CPUE for the year 2012, since the index for 2012 which was calculated only concerned the month of December and is therefore not representative of the annual index. In 2013, the Russian Federation CPUE is estimated based on a geometric mean of the monthly CPUEs available from the entire series from 1998 to 2013.

The standardized CPUE of the Russian Federation fleet in tonnes/day RTMS showed a general decreasing trend during the period with fluctuations. In 2010 and 2011, CPUEs remained around 42 tonnes/day RTMS. In 2013, the standardized CPUE of the Russian Federation fleet fell sharply so as not to exceed 35 tonnes/day before increasing in 2014 to exceed the value of 42 tonnes/day RTMS. In 2015, the standardized CPUE decreased by 14 percent compared to 2014 or 37 tonnes/day RTMS and stabilized around the same value in 2016. The value of the CPUE is 39 tonnes/day RTMS in 2017 and represents a slight improvement of 5 percent compared to last year, this improvement was maintained between 2017 and 2018 with an increase of this index of 11 percent from 39 tonnes/day RTMS to 43 tonnes/day RTMS. However, in 2019, the standardized yield of the Russian Federation fleet showed a slight decrease of 4 percent compared to 2018 (a CPUE of 41.3 tonnes/day RTMS). In 2020, this index stabilized compared to 2019.

The mackerel yields for Moroccan purse seiners operating at Zone A+B level generally indicate opposite and different trends compared to the Russian Federation index. Moreover, if the Russian Federation fleet targets mackerel and horse mackerel, Moroccan purse seiners mainly direct their fishing effort towards sardines.

For the case of the Canary Islands, the CPUEs are almost similar for the period 2014–2016 (around 440 kg/fishing day). From 2017, these yields improved by 26 percent in 2017 compared to 2016 and by

21 percent in 2018 compared to 2017. In 2019, the CPUE reached 675 kg/fishing day, a slight increase of 2 percent. However, in 2020 the mackerel yield decreased by 30 percent to reach 472 kg/fishing day.

5.3.2. Acoustic surveys

Coordinated national surveys

In 2020, no coordinated regional exploratory survey was conducted in the northwestern African region despite the holding of a survey planning group in 2017.

National surveys

R/V Al-Amir Moulay Abdellah

The Moroccan R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* carried out three acoustic evaluation surveys in autumn for the Atlantic coast in Zone North (Cap Spartel-Safi), in the central zone (Cap Cantin-Cap Boujdour), and in Zone South (Cap Boujdour-Cap Blanc) between October 2019 and January 2020. The results of the Moroccan surveys are available for the Working Group, the acoustic biomass indices were updated at the 2019 deadline. Note that The Kingdom of Morocco has extended, for years, its acoustic surveys down to a depth of 500 m to better assess the mackerel stock by covering as much as possible the potential distribution area of the species.

In 2020, and due to the pandemic, the surveys carried out by this vessel experienced a significant delay in relation to their usual periods of progress and therefore the indices resulting from these surveys could not be considered to trace the evolutions of the state of stocks and produce quantitative information for assessment.

The biomass indices of mackerel have undergone very significant fluctuations during the period considered (1999–2019). From a methodological point of view, the biomass and abundance of mackerel were estimated during the regional survey coordinated in November–December 2010, between the national R/Vs of the region: *Al-Amir Moulay Abdellah* in The Kingdom of Morocco, and *Al-Awam* in the Islamic Republic of Mauritania. No acoustic survey could be carried out in 2010 in The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia. The evaluated indices were converted from those of the R/V *Dr Fridtjof Nansen* by applying intercalibration coefficients between the national vessels and the Norwegian vessel. Pending further results relating to the analysis of these intercalibrations, the Working Group decided to keep the same conversion coefficients used during the 2009 Working Group.

Between 1999 and 2005, mackerel biomass indices showed a general upward trend with a minimum of 98 000 tonnes recorded in 2000 and a maximum of 852 000 tonnes in 2005. Subsequently, the biomass fluctuated, between 430 000 tonnes in 2006, 610 000 tonnes in 2007 and 2008, and 756 000 tonnes in 2009. In 2010, mackerel biomass declined sharply, to 285 000 tonnes, marking a 62 percent reduction from the November peak in 2009. Biomass has increased again from 386 000 tonnes in 2011 to 1.1 million tonnes in 2014. In 2015, the estimated biomass for *Scomber colias* (721 000 tonnes) although it has fallen by half by compared to 2014, it remained above the average recorded since 1999. However, in 2016, the biomass estimated by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* between Cap Cantin and Cap Blanc decreased by 32 percent compared to 2015, before recovering to 1.6 million tonnes in 2017, thus accusing a 54 percent improvement over the previous year. The estimated biomass for autumn 2018 has decreased by 43 percent compared to 2017. It should be noted that this large decrease concerned both the Cap Boujdour-Cap Blanc area and that of Cap Cantin-Cap Boujdour with respective decreases of 58 percent and 26 percent compared to 2017. As for the year 2019, the fall in the fall biomass of mackerel continued to reach 565 000 tonnes, a decrease of 39 percent compared to 2018. The decrease concerned the two Cap Boujdour-Cap Blanc areas and Cap Cantin-Cap Boujdour.

The distribution of mackerel in autumn in the northern zone of Cap Blanc, established from the acoustic surveys carried out in autumn 2018 and 2019, indicates that:

- For the northern zone (Cap Spartel-Cap Cantin): the distribution between the two years did not show any major differences in the spatial distribution pattern.
- For the central zone, the spatial configuration of the distribution of mackerel is different between the fall of 2018 and 2019. In fact, in 2018, the mackerel shows a more or less continuous distribution, where very dense concentrations are located at the level of Safi to Laayoune. The highest concentrations are located offshore between Safi and Essaouira and north of Tantan offshore and at the level of the coastal strip between Tarfaya and Laayoune. In 2019, the species is more concentrated in a few outbreaks located offshore between Safi and Essaouira, in Agadir bay and off Tantan.
- In the southern part of Cap Boujdour, in autumn 2018, the strong aggregates are detected mainly at the level of the coastal fringe located between 24°N and 26°N, detections of less importance are noted off Dakhla and the southern part of the Bay of Cintra.

In autumn 2019, the species displays a presence over the entire south Atlantic coast, but with generally lower concentrations. The most important aggregations are located on the edge of the continental shelf off Dakhla and at the level of the coast north of Pena Grand.

For the Islamic Republic of Mauritania, the R/V *Al Awam* undertook an evaluation survey in August 2019. This survey evaluated the biomass of mackerel at 120 000 tonnes, the great part of which (83 percent) is observed in the southern zone, around 100 000 tonnes. This year, a considerable increase in the biomass of this species compared to the previous year was noted. Indeed, the latter went from 95 000 tonnes in 2018 to 120 000 tonnes in 2019 during the same season. Unlike the previous year, most of this stock is found in the southern zone.

International surveys

R/V *Dr Fridtjof Nansen*

The R/V *Dr Fridtjof Nansen* conducted a pelagic resource assessment survey between The Kingdom of Morocco and The Republic of Senegal during the period from September to December 2019 (i.e., 74 days) (Figure 5.3.2a). The network corresponds to radials perpendicular to the coast and stations for collecting the parameters of the medium.

Between Cap Boujdour and Cap Blanc, the estimated biomass was 512 000 tonnes. This species is found in two large aggregations. The first 30 nm north of Cap Barbas and the other north of Dakhla. The southernmost part of Cape Barbas was by far the densest. Note that the mackerel was found further offshore than the sardines.

For the Cap Boujdour-Cap Cantin part, *Scomber colias* is observed in low concentrations along the coast. The biomass evaluated between Cap Spartel and Cap Boujdour reached 216 000 tonnes.

Concerning the southern part, Cap Blanc-Casamance, the biomass of *Scomber colias* is estimated at 38 000 tonnes.

South of Cap Blanc, mackerel is distributed in scattered weak pits.

R/V *Atlantida*

The R/V *Atlantida* did not carry out an acoustic evaluation survey in 2016, 2017 and 2018. In 2019, two surveys lasting a total of 81 days, carried out under the agreement The Kingdom of Morocco-Russian Federation fishing program, were carried out between September and November 2019. One dedicated for the acoustic assessment of small pelagic stocks in the Cap Boujdour-Cap Blanc area and

the other for the study of recruitment between Cap Cantin and Cap Blanc. In 2020, no survey took place in the Moroccan area.

The prospecting carried out between Cap Boujdour-Cap Blanc in 2019 estimated the biomass of mackerel at 421 000 tonnes. In terms of distribution, this species is distributed along the area but generally with weak aggregations. The areas of high concentrations are small and scattered both off Dakhla and to the south.

The survey to assess the level of recruitment in the autumn season (October-November) in the area between 32°17.5'N (Cap Cantin) and 20°47.5'N (Cap Blanc) took place in 2018 (Figure 5.3.2b). Recruitment indices have been provided by the R/V *Atlantida* survey since 2003. In 2019, approximately 143 trawl hauls took place for a duration of 30 minutes per tow, as in previous years. It should be noted that the change in trawl speed (3.0–3.7 knots) ensured the stability of the trawl opening parameters.

The index for class 0+ stabilized between 2003 and 2005, around 4 billion recruits. This index decreased in 2006 and 2007 and recovered slightly thereafter to reach around 3 billion in 2009. The 0+ index was 7.7 billion recruits in 2011. In 2013, this index decreased to 868 million recruits unlike 2014 when no recruitment survey took place in the region. The year 2015 was marked by recruitment comparable to 2011, recording 7.5 billion recruits. In 2016, a record recruitment was recorded, reaching 32 billion recruits for age 0+. This level could not be maintained and fell to 4 billion in 2017. In 2018, an improvement in the recruitment level of 56 percent for the 0+ age group was recorded. However, in 2019, this level of recruitment fell sharply by 82 percent. This class 0+ index is of the order of 1.12 billion and is below the average one calculated since 2003 (Table 5.3.2 and Figure 5.3.2c).

The Class 1+ index is estimated at 2.756 billion recruits in 2011. It improved from its 2009 level of 2.335 billion recruits before declining again to reach 737 million in 2013. In 2015, this class was estimated at 3.3 billion individuals, the highest level recorded since 2003. This number fell in 2016 to 1.8 billion recruits, a decrease of 45 percent compared to 2015. In 2017, recruits belonging to class 1 were evaluated at 1.1 billion and therefore dropped by 40 percent compared to 2016. The year 2018 showed an improvement in the level of recruitment of 21 percent for the age group 1+. However, in 2019 this level showed a 32 percent decrease from 2018. About 0.89 billion 1+ recruits were assessed. This level is below the average level calculated since 2003.

So for the two classes 0+ and 1+, the current levels have fallen and are below the average levels calculated since 2003.

Table 5.3.2: Abundance indices of juvenile mackerel from the Russian Federation Research Vessels 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	2 785	567
2009	2 840	2 335
2010*	1 441	2 314

2011	7 712	2 756
2012	No survey	No survey
2013	868	737
2014	No survey	No survey
2015	7 502	3 343
2016	32 433	1 832
2017	4 031	1 090
2018	6 305	1 314

*Estimated on the basis of the regression method between the series of indices in the previous years and the upwelling indices in Cape Blanc, for the period of the year before the peak of mackerel spawning.

5.4. Sampling of the commercial fisheries

Sampling intensity for the year 2017 is given in Table 5.4.1.

The Kingdom of Morocco

Despite the increase in the intensity of sampling for the northern Moroccan zone (Cap Spartel-Cap Cantin) between 2014 and 2016, this cadence could not be maintained since the sampling effort decreased to 0.6 samples/1 000 tonnes. Thus, only 611 individuals were measured in 2017 and 587 individuals measured in 2016. In 2018, a very significant improvement in the sampling effort was recorded as 2.5 samples/1 000 tonnes captured. Despite the decline in sampling intensity of this area in 2019, the sampling effort is still in the forefront with 1.16 samples/1 000 tonnes captured. In 2020, despite the pandemic, the sampling effort has been significantly increased by holding 6.3 samples/1 000 tonnes.

For the center area (Cap Cantin-Cap Boujdour) (Zone A+B), the sampling intensity in 2015 decreased compared to 2014, going from six samples/1 000 tonnes in 2014, to two samples/1 000 tonnes in 2015. In 2016, the sampling effort was of the order of 1.3 samples/1 000 tonnes and improved in 2017 to reach the 4.5 samples/1 000 tonnes. This last improvement also concerns Zone A and Zone B, which have deployed an effort of 6.04 and 0.9 samples per 1 000 tonnes, respectively. The analysis of the intensity of sampling in 2018 for the central zone shows improvements will be important for sampling activity recorded also well at the level of Zone A and Zone B. Around 123 and 58 samples were analysed in the course of 2018 respectively at the level of the two zones.

In 2019, a decrease in the intensity of the sample was recorded for Zone B compared to 2018, 0.7 samples/1 000 tonnes. For Zone A, despite the decline compared to 2018, the sampling effort is still important and there are 5.33 samples for every 1 000 tonnes disembarked. Based on the situation in 2020, the sampling intensity is significantly increased for Zone A, passing from 5.33 to 5.62 samples for 1 000 tonnes, compared to Zone B. This rate has been stabilized to reach the threshold of 1 sample/1 000 tonnes.

For the Southern Zone (Cap Boujdour-Cap Blanc), the intensity of the Moroccan fleet remains weak and has a decrease of 0.4 samples/1 000 tonnes in 2015 to 0.2 samples/1 000 tonnes in 2016, before showing an increase to 0.3 samples/1 000 tonnes in 2017. It should be noted that the year 2018 was marked by an increase in the intensity of the sampling intensity in this area but without reaching a sample per thousand tonnes (0.5). In 2019, the sampling effort dedicated to the mackerel decreased and reached 0.2 samples/1 000 tonnes, which represents a 60 percent reduction. This same rate of effort was maintained in 2020.

The sampling intensity of the Russian Federation fleet has been significantly reduced between 2015 and 2017, from 6.8 tonnes/1 000 tonnes in 2015 to 5.5 tonnes/1 000 tonnes in 2016 and 2.8 tonnes in 2017. However, the sampling effort for this fleet remains above the pre-determined level and also provides samples for biological studies in the Cap Boujdour-Cap Blanc Zone by Russian Federation observers. The number of individual treatment treaties reached 1 965 in 2018, compared to 1 789 in 2017: an increase of 10 percent.

The Russian Federation fleet continued in 2019 to sample the mackerel with a sampling intensity of 3.8 samples/1 000 tonnes captured. This is a 10 percent increase compared to 2018. However, in 2020, this rate has decreased and reached 2.5 samples/1 000 tonnes.

If in 2019, 2 862 individuals were pre-selected and subject to the various biological treatments, this number did not exceed 457 individuals in 2020. This is related to the very reduced activity of the Russian Federation fleet in 2020 which is limited to first quarter of the year.

The Islamic Republic of Mauritania

In 2018, the Russian Federation fleet and other European Union industrial fleets were sampled. Sampling by Russian Federation observers remains representative with a sampling intensity of 2.6 tonnes/1 000 tonnes in 2018, compared to 3.5 tonnes/1 000 tonnes in 2017, and 5.5 tonnes/1 000 tonnes in 2016. IMROP observers sampled 0.2 tonnes/1 000 tonnes in 2018 on board, below the recommended level. Furthermore, the Dutch operational fleet ensured a sampling rate of 0.2 samples/1 000 tonnes in 2018 which corresponds to 13 samples of 2 468 individuals.

In 2019, the sampling effort of the species will continue for the Mauritanian zone. In fact, the Russian Federation fleet has ensured a sampling intensity of 4 samples/1 000 tonnes captured (+57 percent compared to 2018). Similarly, the Dutch fleet has been able to continue sampling the mackerel and has ensured a sampling effort within the standards (1 sample/1 000 tonnes): a 169 percent increase in intensity compared to 2018.

The Mauritanian fleet produced 0.5 samples/1 000 tonnes. Despite this weak rate, situated below the threshold set, the sampling effort of 2019 has increased by 105 percent compared to 2018.

Concerning the year 2020, the sampling of Mauritanian national fleet has stabilized at an effort of 0.4 samples/1 000 tonnes against an increase in the sampling rate of the mackerel by the Russian Federation fleet whose intensity has passed from 4 to 5.8 samples/1 000 tonnes.

It should also be noted that in 2019, samples (21 570 preliminaries) were selected by the Russian Federation and European observers in the Mauritanian zone for biological studies. Eighty-five percent of these samples comes from the Russian Federation fleet. The total number of individuals treated has registered a decrease of 2 percent compared to the samples collected in 2018 (22 032 withdrawals).

The Republic of Senegal

The 2016 and 2017 years were marked by a very important sampling effort deployed by Senegalese researchers to sample this species for artisanal fishing landings. While it is down 37 percent compared to 2016, the sampling effort allocated to the mackerel in 2017 is 6.04 and remains in addition to the target fixed at a sample for 1 000 tonnes. In 2018, the state of the mackerel's biological sampling, provided in 2020, indicates a still important sampling rate of the order of 5.5 samples/1 000 tonnes of landed mackerel.

In 2019, the sampling effort deployed by the artisanal fishery at the turning point ensured a rate of 3.3 samples/1 000 tonnes which represents a 40 percent decrease compared to the intensity deployed in 2018.

For 2020, a sampling effort has taken place at the level of the Senegalese artisanal fishery, which is 37.6 million tonnes, which is a 1 047 percent improvement compared to 2019.

Canary Islands

For the Canary Islands, the sampling activity affected 109 samples composed of 8 828 individuals in 2013, 75 samples of 6 352 individuals in 2014, 11 samples of 1 053 individuals in 2015, 50 samples of 3 826 individuals in 2016, and 23 samples of 2 515 individuals in 2017 that constitute an important sampling effort dedicated to mackerel (71 samples/1 000 tonnes in 2016 and 23 samples/1 000 tonnes in 2017). In 2018, this effort continued to be deployed through the analysis of 70 samples (5 174 individuals) which establishes a sampling rate of 63.4 samples per thousand tonnes.

During the year 2019, the intensity of the sampling of the Canarian artisanal fleet was very important with 55 samples/1 000 tonnes. However, despite this significant performance, the sampling effort deployed during this year has declined by 13 percent compared to 2018.

As of the year 2020, the mackerel sampling intensity for the Canary Islands was on the order of 9.9 samples/1 000 tonnes, it therefore decreased by 82 percent compared to 2019.

Length samplings are performed in the framework of on-shore and the at-sea sampling programs coordinated by the IEO, which were suspended in most of 2020, due notably to administrative problems and to a lesser extent to COVID-19. Likewise, the sampling to obtain the biological variables of the population (mainly reproduction and growth) carried out in the IEO laboratories, also faced problems in 2020. On the one hand the administrative and financial difficulties of the IEO prevented the purchase of samples in the market; and on the other hand, the three months closure of the labs (15 March–21 June) due to COVID-19 did not allow for a normal activity.

In general, despite the pandemic impact, the follow-up activity will not be strongly impacted in the region as indicated by the follow-up performances carried out in 2020.

5.5. Biological data

Length frequencies

Commercial catches

For the year 2019, the composition in size of the captures of mackerel for the northern zones (between Cap Spartel and Cap Cantin) and Zone A+B was established on the basis of Moroccan data for past years. For Zone C, the size of the scale is due to the sampling of Moroccan, the Russian Federation (The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania) and European (Dutch) fleets. Similarly, for this last zone, the fishing grounds in the Islamic Republic of Mauritania and artisanal fleet in The Republic of Senegal were sampled and their data were included in the Working Group. For the years 2019 and 2020, no data on the sizes was given to the group by the Republic of the Gambia.

The distribution of mackerel's length frequencies was analysed for the Zone North, Zone A+B, and Zone South and compared to previous years (Figure 5.5.1a, Figure 5.5.1b, and Figure 5.5.1c). Distribution is shown for the Canary Islands (Figure 5.5.1d).

The size structure of the barricades of Moroccan senators in the North Zone in 2019 presents mostly at 19 cm. This structure is very similar to that of 2018. Sample sizes range from 15 cm to 28 cm. We note the absence during this year of 28 cm and higher lengths that have been present, well with weak proportions, during the past years.

In 2020, the landings are composed of more advanced length compared to the sample sizes in 2019. This is demonstrated by the increase in the average length which has passed from 18.4 cm to 19.2 cm and by the presence of individual lengths superior to 30cm.

Zone A+B in 2006 installed a bimodal structure with a main mode for individual juveniles of 12 cm and a secondary mode of 22 cm. Between 2007 and 2010, the length structure was unimodal with a length of 20 cm in 2007, 19 cm in 2008, 21 cm in 2009 and 21 cm in 2010. The structure was bimodal the years before with the unpronounced lengths of 16 cm and 21 cm in 2011, 17 cm and 18 cm in 2012, 11 cm and 19 cm in 2013, and 17 cm and 20 cm in 2014. In 2015, the structure is marked by two modes, one main mode was 19 cm high and another 16 cm high. This same allure is reproduced in 2016 with two modes: a main in 14 cm and a secondary in 20 cm. The fraction of mackerel exploited in 2017 represents a 15 cm fashion modeling structure is a situation of diminishing the average size of this stock in comparison with 2016. The fraction of mackerel exploited in 2018 for the central zone indicates a demographic structure dominated by a cohort whose fashion is 18 cm which illustrates an increase in this length composition compared to 2017 where the modal size was of the order of 15 cm. In 2019, the fraction exploited by the adults is composed of individual mackerels whose total lengths are between 9 cm and 41 cm. The disembarked individuals present a bimodal structure of main fashion at 19 cm and secondary of very minor importance at 12 cm.

Acoustic surveys

The size structures collected during the exploratory survey carried out by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* were updated by 2019. The Islamic Republic of Mauritania provided mackerel size structures collected during the surveys carried out in August 2019.

The structure of the mackerel captured during the survey carried out in autumn 2014 by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* shows a bimodal structure north of Cape Boujdour with modes located at sizes of 16 cm and 20 cm. In 2015, the *Scomber colias* in the Cap Cantin-Cap Boujdour area indicated a unimodal structure with the mode at 16 cm. The structure in 2016 is very close to that of 2014 with two peaks located at 15 cm and 20 cm. In 2017, the mackerel structure is dominated by a 16 cm modal class cohort. The mode is located at 17 cm for the structure sampled in Fall 2018, i.e., a slight gain in growth also confirmed by the sampling of landings in this area. For the Fall of 2019, the fraction of mackerel sampled consists of individuals with a unimodal demographic structure with a mode of 19 cm. This confirms the state of improvement in sizes observed in the surveys and confirmed by on-land sampling.

At the level of Moroccan Zone C, the individuals met in 2016 have a wide range of sizes ranging from 14 cm to 30 cm, with a very pronounced mode of 17 cm. For 2017, this same structure is of the unimodal type, the mode of which is located at 16 cm, which represents a comparable situation with the structures obtained through the sampling of commercial landings in this area. The prospecting carried out in 2018 showed that the dominant fraction is composed of mackerel of modal size 17 cm like the central zone. In 2019, the sampled structure is of the unimodal type with a mode located at size 18 cm. This situation confirms the slight increase in the size of mackerel observed since 2017.

The survey conducted by the R/V *Al Awam* in Mauritanian waters indicates that in August 2019, the sampled mackerel is represented by a range of sizes between 14 cm and 32 cm. The demographic structure is bimodal with modes being 17 cm, 25 cm and 29 cm. The cohort with a 17 cm mode seems to be present along the region.

The acoustic survey carried out by the R/V *Atlantida* north of Cap Blanc in October-November 2019 revealed a very spread-out structure for mackerel with lengths between 15 cm and 43 cm. The size structure of the sampled individuals is plurimodal with a principal mode of 19 cm and secondary modes of 23 cm and 29 cm.

This size structure is different from that observed in Autumn by the R/V *Al-Amir Moulay Abdellah* for the same species.

The size structures of mackerel established during the assessment survey conducted by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* in September-December 2019 in the northern part of the region indicate:

- For the Cap Blanc-Cap Boujdour zone: the range of sizes sampled varies between 15 cm and 24 cm in total length. The modes are located at 17 cm TL and 20 cm TL. No fish <15 cm TL in size were caught.
- Between Cap Boujdour-Cap Cantin, the size structure is unimodal with a mode located at size 18 cm.

For years, the northern region has generally indicated a dominance of young individuals north of Cap Juby and a mixed structure between Cap Juby and Cap Blanc. For the southern part of Cap Blanc, the two areas Cap Blanc-Cap Timiris and Cap Timiris-Saint Louis indicate different demographic structures for mackerel more advanced to the north than to the south.

South of Cap Blanc, the sampled individuals are large compared to the northern part and represent unimodal type structures with modes greater than 20 cm.

Age composition

As in previous years, the size-age key for mackerel is obtained from the distribution of the 2019 Russian Federation commercial samples into age groups. The key is then used to estimate the numbers and mean weights at age for mackerel landed throughout the sub-region. The estimated age group compositions and average age weights for the northern region, the southern region and the entire sub-region are updated in Table 5.5.2a and Table 5.5.2b. Overall, the average weights by age groups estimated for all ages in 2014, 2015, 2016, 2018, 2019 and 2020 are the same with some small differences for ages 6+.

Growth parameters

The growth parameters and the coefficients of the length-weight relationship are calculated by means of the “Length Frequency Data Analysis” (LFDA) program using the sampling data collected in the Moroccan ports in 2014. These parameters are presented in the Table. 5.5.3.

Table 5.5.3: Growth parameters in length and weight of *Scomber colias*.

	K/year ⁻¹	L _{inf} (cm)	t ₀ (year)	a	b	R ²
Zone A+B	0.27	35.78	-0.78	0.0077*	3.0205*	0.89*
Zone C	0.29	45.06	-0.75	0.007	3.05	0.92

*Estimated with 2013 data.

Maturity

The maturity ogives by age estimated from Russian Federation data were those calculated for 1992–2005 (Table 5.5.4).

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

Years/age	0	1	2	3	4	5	6+
1992–2005	0	0.2	0.8	1	1	1	1

5.6. Assessment

Quality of age data

The Working Group conducted an exploratory analysis of the quality of age-class data to test the potential for mackerel stock assessment using the age compositions obtained from different fleets and the age compositions from Russian Federation vessels. The linear correlation coefficients calculated between the different cohorts and those corresponding to them in previous years are presented in Table 5.6.1.

Table 5.6.1: Coefficient of the linear correlation between catches of consecutive ages of chub mackerel cohorts.

Age group	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5
Correlation coefficient in 2011	0.39	0.62	0.45	0.26	0.40
Correlation coefficient in 2012	0.41	0.49	0.43	0.29	0.39
Correlation coefficient in 2013	0.45	0.49	0.43	0.28	0.40
Correlation coefficient in 2014	0.46	0.49	0.42	0.28	0.40
Correlation coefficient in 2015	0.42	0.48	0.44	0.43	0.33
Correlation coefficient in 2016	0.46	0.38	0.44	0.43	0.38
Correlation coefficient in 2017	0.45	0.39	0.44	0.42	0.37
Correlation coefficient in 2018	0.55	0.38	0.44	0.26	0.36
Correlation coefficient in 2019	0.62	0.36	0.46	0.44	0.28
Correlation coefficient in 2020	0.59	0.30	0.46	0.48	0.26

Overall, the correlation between year classes in 2017 and 2018 has not improved at the adult age level. This is due to the unusual appearance of adults in the catches made south of Cap Blanc. Pelagic trawlers managed to catch mackerel 5 years old with lengths between 28 cm and 32 cm. In 2020, there are improvements in the correlations between ages 0–1 and 2–3 compared to previous series.

Schaefer dynamic production model

Schaefer's dynamic production model developed on an Excel spreadsheet (FAO, 2012) was used for the assessment of the mackerel stock. Another Excel spreadsheet based on the same model was used to make projections of catches and biomasses for the next four years under different management scenarios (FAO, 2012).

CMSY, which is a method of estimating MSY and benchmarks (B_{MSY} , F_{MSY}) from species catch and resilience data, was used as an additional method for mackerel stock assessment. Although the CMSY is used for stocks with low data (data poor), it was used for the case of mackerel for comparison purposes. However, this model was not successful in providing a diagnosis by 2020.

Input data

The total catch data used by the Working Group is the total reported mackerel catch series for the entire subregion over the period 1999–2020.

The biomass indices retained during the previous years for the adjustment of the model are the acoustic biomasses of the Nansen series initiated by the R/V *Dr Fridtjof Nansen*, started in 1999 and continued

by the national research vessel from 2007. However, between 2011 and 2014 only the R/V *Al Amir Moulay Abdellah* carried out surveys in autumn in the northern region.

Given therefore that no coordinated prospecting survey between the different countries of the northwest African region has been carried out in Autumn since 2010, the R/V *Dr Fridtjof Nansen* carried out in 2015 an acoustic survey in Autumn along the sub-region. In 2017, a survey was carried out by this vessel during the period May–July, however, its biomass results were not used due to the mismatch of the unfolding period with historical ones. In 2019, R/V *Dr Fridtjof Nansen* led a survey along the region. However, the previously available biomass series does not cover the entire range of the species and therefore these biomass indices have not been explored to assess this stock in 2020.

For this purpose, the group also used standardized Russian Federation CPUEs as indices for model fitting. It should be noted that the Russian Federation CPUEs for the year 2012 were not used because the 2012 index only concerned the month of December and it was not an annual index.

The parameters on the carrying capacity **K** (thousand tonnes) and the intrinsic growth of the stock **r** (/year) used as inputs for the model fit are as follows:

Stock/abundance indices	R (Year ⁻¹)	K (tonnes)
Mackerel stock/biomass index of Russian Federation CPUEs	0.93	1 126

Results

The fit of the Schaefer dynamic production model to the 2020 deadline was deemed by the Working Group to be satisfactory with regard to $R^2=74$ percent and the residuals which meet the criteria for normality and which are not auto-correlated. The results of the model are presented in Table 5.6.2 and Figure 5.6.2.

Also, the CMSY was used for the assessment of the mackerel stock using the standardized total catches and catches per unit of effort of the Russian Federation trawl fleet however this model did not provide conclusive results.

Table 5.6.2: Summary of the results of the global model fit.

Stock/abundance indices	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{Sycur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Mackerel stock/biomass index of Russian Federation CPUE- Approved by the WG	120%	109%	115%	92%	102%

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

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

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

F_{cur}/F_{MSY} : Ratio between the observed fishing mortality coefficient for the last year of the series and that which would give a maximum sustainable catch 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 adjustment of catches by the Russian Federation CPUE index standardized by Schaefer's dynamic production model indicates a state of current biomass (B_{cur}) slightly above the target level $B_{0.1}$. Furthermore, fishing mortality is at the same target level ($F_{0.1}$). This situation represents an improvement compared to that of 2018 and it is possibly linked to the decrease in catches of 30 percent in 2020 compared to 2019.

However, and in the perspective of improving the model, changes in fishing strategies must be taken into account when standardizing the Russian Federation CPUE index used. The Working Group, like in previous years, recommends conducting regional acoustic surveys coordinated between countries to provide the group with reliable abundance indices collected along the range of the species and thus reflecting the actual trends of the stock.

Analytical model

Overall, the correlation observed between age classes in the past has been maintained. It should be noted that the spatial distribution of fishing effort has fluctuated a lot in recent years and that the efficiency of the observation system on board commercial vessels, which depends on fishing seasons and areas, is improved. The Working Group therefore considered that the data are sufficiently consistent to carry out an assessment and simulation of the stock with the analytical models usually used (ICA models [Patterson and Melvin, 1995] and XSA [Shepherd, 1999]). Three sources were used to adjust the age-structured models (ICA and XSA), these are the CPUE in tonnes/day RTMS (Russian Federation), the CPUE in tonnes/fishing day of Moroccan coastal purse seiners operating in the central zone, and recruitment indices (age 1) from recruitment surveys (Table 5.3.1 and Figure 5.3.1).

The Multi Fleet Deterministic Projection (MFDP) program (Smith, 2000) was used in conjunction with the XSA to explore the evolution of the mackerel stock. This program is used to make short-term projections over two years.

The recruitment considered for the projection years after 2018 is the mean of the series (1992–2018) obtained by the ICA model. The projections for the maximum and minimum values of recruitment already recorded were also explored.

Results

Spawning biomass trends estimated by ICA and XSA for the period 1992–2018 are presented in Figure 5.6.3. These two series of biomasses display convergent trends.

Fishing mortalities during the period 1992–2018 are recalculated by adjusting the XSA and ICA models. The results of the adjustment are shown in Table 5.6.3, Table 5.6.3a, and Table 5.6.3b.

Table 5.6.3: Fishing mortalities by age groups for 2016–2020 estimated by the ICA and XSA models

Age group		1	2	3	4	5
ICA	2016	0.16	0.19	0.14	0.19	0.42
	2017	0.16	0.19	0.14	0.20	0.42
	2018	0.13	0.16	0.12	0.16	0.35
XSA	2016	0.08	0.14	0.12	0.17	0.29
	2017	0.04	0.10	0.16	0.23	0.35
	2018	0.17	0.23	0.17	0.19	0.24

The mortalities by age group are lower than the natural mortality $M=0.5/\text{year}$.

The two models XSA and ICA indicate a gradual improvement in the SSB spawning biomass from 2017. Between 2019 and 2020 this biomass slightly increased by 3 percent if we consider the two models. On the other hand, catches of mackerel decreased by 30 percent between 2019 and 2020, which could lead to an increase in this spawning biomass during the next year. This is not illustrated by the model since the estimate of the stock size relates to the start of the year.

With reference to the analytical model, the results indicate fishing mortalities below the level of target fishing mortality $F_{0.1}$. The biomass is slightly higher than the target $B_{0.1}$. This situation illustrates a state of full exploitation of this stock like the previous diagnosis carried out in 2019. The table below illustrates the ratios of fishing mortality and current biomasses compared to the target levels $F_{0.1}$ and $B_{0.1}$:

Models	$F_{cur}/F_{0.1}$	$B_{cur}/B_{0.1}$
ICA	77%	102%
XSA	82%	111%

Catch curve method

For the application of the Powell Wetherall catch curve method (FiSAT II, 2005), the Working Group used the 2014–2018 size frequency series considering a natural mortality of 0.58/year calculated from the Pauly Method (1978) and using the growth parameters estimated for *Scomber colias* by the INRH in 2015, namely: $K=0.29/\text{year}$, $L_{inf}=45.06$ cm and $t_0=-0.89$. The results are shown in Table 5.6.4.

Table 5.6.4: Estimated mortalities for *Scomber colias* by the catch curve method

Years	Z	M	F	Exploitation rate: E
2011	0.98	0.58	0.40	41%
2012	0.92	0.58	0.34	37%
2013	0.94	0.58	0.36	38%
2014	0.68	0.58	0.10	14%
2015	0.92	0.58	0.34	37%
2016	0.79	0.58	0.21	27%
2017	1.04	0.58	0.46	44%
2018	1	0.58	0.41	41%
2019	0.8	0.58	0.23	28%
2020	0.7	0.58	0.09	13%

Z Total mortality (/year); **M** Natural mortality (/year); **F** Fishing mortality (/year)

It shows that the exploitation rate of mackerel in 2020, which represents the ratio of fishing mortality to total mortality, is in the order of 13 percent. This rate is considered too low for a stock whose catches are still high and targeted by several fleets. Therefore, the results of this model have not been retained for this year.

Length Composition Analysis (LCA) and Yield Per Recruit (YPR)

The Working Group applied the LCA cohort analysis model (Jones, 1984) and the yield per recruit model of Thomson and Bell (1934) to estimate the stock of *Scomber colias* using the size frequency series of this species collected between 2016 and 2020.

Natural mortality was calculated using different methods (Pauly 1978, Rikhter Efanov 1976, Hoenig O 1983, and Hewitt and Hoenig 2005) with the growth parameters of the species estimated by INRH in 2015.

After adjustment by the four different natural mortalities, the best adjustment is obtained with $M=0.37/\text{year}$ (Hewitt and Hoenig method, 2005). The results are shown in Table 5.6.5.

Table 5.6.5: Fishing mortalities obtained using the LCA and YPR for *Scomber colias*

Mortalities	$F_{\text{cur}}/F_{0.1}$	$F_{\text{cur}}/F_{\text{max}}$	Exploitation rate
$M=0.37/\text{year}$	74%	66%	38%

The diagnosis made from the yield per recruit model of Thomson and Bell (1934) indicates that the current fishing mortality (F_{cur}) is almost at the same level as the optimal fishing mortality corresponding to $F_{0.1}$ and the ratio $F_{\text{cur}}/F_{0.1}$ is of the order of 74 percent for $M=0.37/\text{year}$. Furthermore, the exploitation rate is 38 percent. This situation indicates that the mackerel stock is not fully to fully exploited.

For the Canary Islands, this year exploratory assessments were presented for the first time to the group (see Annex III and IV). The multi-model approach assayed has been inconclusive and quantitative scientific advice in terms of catch or effort limits is not feasible.

Discussion

Schaefer's dynamic production model was used by fitting the catches with the index of standardized Russian Federation CPUEs despite the uncertainties around the data related to the irregularity of sampling due to fluctuations in fishing activities in the sub-region.

The results obtained by fitting the global model indicate that the mackerel stock has a fishing mortality at the same level as the optimal $F_{0.1}$ and that the biomass level is slightly above the target level $B_{0.1}$. Maintaining the biomass level at the optimal level, despite the increase in catches in recent years, seems to be linked to the strong recruitment of this species observed in 2016 and which continues to feed the stock in addition to the reduction in catches by 30 percent in 2020 compared to 2019.

If the situation of continuous increase in catches has worried the working group during the past years, the decrease in catches in 2020 and the improvement in the average size of the exploited fraction of the stock are positive indicators which confirm the improvement of the state of this stock. However, the group always reminds to regulate the catch of this species, respecting the TAC proposed by the group, and to preserve more juvenile fishing to improve the situation of the stock.

The results of the analytical models (XSA/ICA and LCA/YPR) and of the global model indicate a situation of full exploitation. However, the catch curve method indicates a more optimistic situation, i.e., a situation of non-full exploitation in terms of fishing mortality considered inappropriate to reflect the situation of this stock.

5.7. Projections

Projections from the Global Dynamic Production Model

The Working Group proceeded to the projection of catches and the abundance index of mackerel over the next five years by adopting a status quo scenario of the current fishing effort since this stock is fully exploited. However, and considering the increasing trend of mackerel catches in recent years, despite the decrease recorded in 2020, and the possible impact of an increase in catches on the sustainability of the stock, a scenario of reduction of the fishing effort has also been tested.

The adjustment used to establish this projection is that of the total catches of mackerel at the regional level adjusted by the catches per unit effort CPUE of the Russian Federation trawl fleet (series 1997–2020).

Scenario 1 Status quo of the effort: Maintaining the effort at the current level of 2020 (status quo) will induce a gradual reduction in catches during the following years before they stabilize to around 76 percent of MSY during the last two years of the projection. The biomass will tend to decrease between 2020 and 2022 and will stabilize below the target biomass levels and that corresponding to MSY (Figure 5.7.1).

Scenario 2 20 percent reduction in fishing effort: A 20 percent reduction in fishing effort will result in a decrease in catches until 2025 (<80 percent MSY). Biomass will tend to decrease between 2020 and 2024 to stabilize after 80 percent of the target level $B_{0.1}$ (Figure 5.7.2).

Projection from analytical models

For the projection of catches and short-term biomass, the Multi Fleet Projection Program (MFDP) was used. This projection was based on considering an average geometric level of recruitment for the period 1992–2018. This average recruitment level used by the model is lower than the levels estimated during the last 15 years and can be interpreted as being cautious.

The result of this projection indicates that maintaining fishing mortality at the same current level in 2021, which corresponds to a catch level of around 364 000 tonnes, leads to a decrease in spawning biomass of 11 percent according to the ICA model (Table 5.7.2).

5.8. Management recommendations

The Working Group concluded, based on the results of the production model and other analytical models and methods, that the stock is “fully exploited”. The projection results obtained by the global and analytical models indicate similar trends indicating that the current level of catch is not sustainable and induces a decrease in spawning and target biomass. To this end, the group considers it important to limit the average upward trend in catches and recommends, as a precautionary approach, to renew the recommendation made in previous years, i.e., a maximum catch of 340 000 tonnes, which corresponds to a 12 percent reduction compared to catches recorded throughout the sub-region in 2020.

In addition, the group notes a significant fishing of juveniles, which have not yet reached their first maturity, and recommends the implementation of measures to reduce the fishing mortality exerted on this vulnerable fraction of the stock to improve its biological productivity.

5.9. Future research

Follow up on the previous year’s recommendations

The Kingdom of Morocco carried out national acoustic surveys in 2020. However, the biomass index could not be considered because the periods during which these surveys were conducted were unusual periods and therefore the resulting indices cannot be compared with the previous series.

No coordinated regional survey took place in 2019 or 2020, despite the Acoustic Survey Planning Group meeting taking place in December 2017.

An improvement in the sampling rate was noted for Zone North and Zone A. Progress was also noted in Zone C. Coastal fishing and European trawlers operational in the Islamic Republic of Mauritania

were sampled but without reaching the objective of sample/thousand tonnes. Senegalese artisanal fishing was well sampled in 2020. However, this effort remains to be strengthened and generalized to all fleets and during all quarters.

No exploration of new indices for evaluation by production model was carried out during this year.

The collection and reading of otoliths were continued by Russian Federation researchers in The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania. However, little progress has been made at the level of national institutions except an effort to collect otoliths and methodological investigation carried out in The Kingdom of Morocco and the Canary Islands since 2017. No results were communicated to the group.

Future recommendations

Overall, little progress has been made in following up on last year's recommendations. To this end, the Working Group considered it useful to maintain those already formulated, namely:

- Carry out coordinated regional surveys to monitor the state of the stock along its distribution area;
- Integrate samples from the Canary Islands into stock identity studies carried out as part of the EAF Nansen project
- Explore other abundance indices to assess the mackerel stock;
- Strengthen and extend biological sampling of mackerel on all operational fleets in the sub-region and during all seasons;
- As part of the measure aimed at protecting juveniles, the group recommends the implementation of a study aimed at studying the dynamics and distribution of juvenile mackerel;
- Further strengthen the collection and reading of otoliths to determine size-age keys by fishery and/or by area and stimulate exchanges between countries to improve age reading.

6. ANCHOVY

6.1. Stock identity

This year no new results on the stock identity of this species and studies are in progress, however the group retains the same stock assumptions (North+A+B) as a single stock.

However, as it currently stands, the group considers it necessary to have further information to rule on the existence of two separate stocks and studies are underway.

6.2. Fisheries

In the North West region of Africa, anchovies are fished mainly in Zones North, A and B of The Kingdom of Morocco and in the Islamic Republic of Mauritania. In The Kingdom of Morocco, the anchovy is fished by a fleet of Moroccan sardine boats and by a fleet of Spanish seiners that operates within the framework of the Sustainable Fisheries Partnership Agreement (SFPA) between the Kingdom of The Kingdom of Morocco and the European Union. After the end of the activity in July 2018 due to the expiry of the previous SFPA, the Spanish fleet resumed its activity in the northern zone of The Kingdom of Morocco in July 2019, under Category 1 of the new SFPA. Thus, the activity was very limited in 2019 and highly increased in 2020.

This species is not targeted by the industrial pelagic fishery in the Islamic Republic of Mauritania because it is considered only as by catch of ten processed into fish meal. This situation changed in 2013 when it was forbidden to produce fishmeal at sea in the Islamic Republic of Mauritania. New government directions encourage the exploitation of this species. To this end, advice was provided for the possibility of an experimental fishing which will have to start in 2018. This experimental fishing was carried out with the ox trawl which was not conclusive because it lasted only two months (June July which does not coincide with the good season of its abundance).

Catches

Anchovy catches by country are presented in Table 6.2.1 and Figure 6.2.1. In general, total catch increased from 2019 to 2020 (156 percent), reaching 50 626 tonnes, after the decreased occurred between 2018 and 2019 (18 percent). This increase in 2020 was mainly due to catches in The Kingdom of Morocco, with the exception of Zone C. Oppositely, catches in the Islamic Republic of Mauritania decreased, highly from 2018 to 2019 (66 percent) and slightly from 2019 to 2020 (6 percent), to 514 tonnes.

With regard to anchovy catches in The Kingdom of Morocco, there was a 15percent decrease in 2019 compared to the previous year, followed by a great increase (160 percent) from 2019 to 2020. The catch fell from 22581tonnes in 2018to 19283tonnes in 2019, rising to 50144 tonnes in 2020, the maximum value in the time series since 2012.

Anchovy catches by the Spanish fleet in the northern zone of The Kingdom of Morocco, were 16 tonnes in 2019, this corresponding to four months of fishery, from July to October, with very limited fishing effort. This catch value means a great decrease of the quantity in 2018, which had also suffered an important decrease in relation to the previous year. In addition to the effort decreasing trend between 2017–2019, mostly related to the changing situation of the SFPAs, a change of the fishing strategy of this fleet could be observed. Anchovy traditionally was the target species of Spanish purse seiners in the north of The Kingdom of Morocco. The average of anchovy percentages in the total annual catch after the reopening of the fishery was around 80 percent for the period 2007–2011. However, after a period of inactivity in 2012–2014, this proportion decreased to less than 30 percent in 2014–2019. Although anchovy catch greatly increased to 479 tonnes in 2020, corresponding to an effort increase,

the level of catches is still quite below that obtained in the period 2007–2011 at similar effort levels. Catches from the Moroccan fleet in Zone North decreased from 2018 to 2019, increasing around 100 percent in the last year.

An increasing trend of catches from the Moroccan fleet was observed in Zone A in 2018–2020, especially high between the last two years (287 percent).

In the Islamic Republic of Mauritania, catches during the first period of the time series were very important for the sub-region. However, two consecutive drops occurred in 2012 and 2013 due to the decreased activity from the Russian Federation, Ukrainian and European Union fleets. Since 2016 onwards, main anchovy catches are from the Mauritanian coastal seiners, while no catches are reported from the Russian Federation and Ukraine since 2019. Catch decreases of 66 percent and 6 percent are reported for 2019 and 2020, respectively.

Since 2012, catches have fallen to less than 7 percent. In 2013, the declarations of the Russian Federation and Ukrainian fleets decreased by 95 percent compared to 2012 due to the application of new regulations in the Islamic Republic of Mauritania banning the production of fishmeal on board, declared under the heading “anchovy” in the newspapers on board. In 2015, catches fell by 13 percent following the cessation of fishing by vessels from the Eastern European Union. A decrease was also observed in 2016, of the order of 4 percent (Table 6.2.1). Between 2017 and 2018, it is almost the same with an 8 percent year improvement remaining on the same order of magnitude as the last three years. The year 2019 saw a remarkable drop of about 66% was observed. However, the group reiterates the verification of the whole series of the Islamic Republic of Mauritania, in particular before 2013.

Effort

In The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania, the effort of the trawlers and coastal seiners is for all the smallpelagic species and not specifically targeting anchovy.

The effort of the Spanish fleet in northern The Kingdom of Morocco was estimated in fishing days with positive catches of this species. Fishing effort in 2019(48fishing days) decreased by 72 percent compared with 2018. It is worth noting that the fishing activity was limited to 4 months, from July to October, after the renewal of the SFPA and that only 3 vessels of the 22 allowed used their fishing opportunities in July and September where as only one did it in October. In 2020, 13 Spanish purse seiners were active during 8 months in this fishing ground, this meaning a great effort increase in relation to previous year up to 500 fishing days with positive catches of the species.

Recent developments

In Zone B since 2013, The Kingdom of Morocco has imposed a spatio-temporal ban on fishing for small pelagics in order to preserve these resources.

The last SFPA between the European Union and The Kingdom of Morocco was signed in 2019, for a four year period. It includes possibilities for the European Union to fish small pelagics within Category 1 (“Small-scale pelagic fishing with seines, north” and for Category 6 (“Industrial pelagic or semi-pelagic trawling and purse-seining”). Authorized number and type of vessels, fishing gears, fishing zones, target species, by-catch limits, closed seasons, and TACs (for Category 6) are specified in the Protocol³. Anchovy is considered a target species for both Category 1 and Category 6.

³Sustainable Fisheries Partnership Agreement between the European Union and the Kingdom of Morocco. OJ L 77, 20.3.2019, p. 8-55. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.077.01.0008.01.ENG

Concerning the regulatory framework in the Islamic Republic of Mauritania, a new fishery sectoral strategy for 2015–2019 giving importance to the quota system has been implemented. The last Protocol for the SFPA between the European Union and the Islamic Republic of Mauritania was for the period 2015–2019 and came into force in January 2016. This Protocol has been extended until the signature of a new one. In 2016, a new fleet of coastal purse seine fishers started to report catching anchovy in the Islamic Republic of Mauritania. In 2017, applications for fishing opportunities for anchovy with trawling were accepted on the condition that this experimental fishery was to be accompanied by research. Thus, an experimental fishery targeting anchovy with trawling (chalut boeuf) was carried out for a period of two months, in June–July 2019. The results of this experiment were not conclusive, due to problems related to the fishing gear used, or to the studied zone or period, among other potential reasons.

6.3. Abundance indices

6.3.1. Catch per unit of effort

Due to a lack of data on fishing effort targeting anchovy, the available CPUEs cannot be considered as the abundance index to be used for assessing this species in the Northwest Africa region. Only the Spanish CPUE could be considered representative of the anchovy abundance, although this fishery is limited to a restricted area north of 34°18'00"N and beyond two nautical miles. In addition, the low level of activity of this fleet, limited to four months in 2019, hampers the use of this CPUE as a representative abundance index of the species that year. The CPUE calculated for 2020 was 958 kg/fishing day, still well below the values obtained during the period 2007–2011.

6.3.2. Acoustic surveys

Coordinated regional surveys

In 2019 and 2020, no coordinated regional survey to assess the small pelagic resources were carried out in the Northwest Africa region.

R/V Dr Fridtjof Nansen

In 2019, the new *R/V Dr Fridtjof Nansen* conducted an acoustic survey in the sub-region during October–December. In 2020, the *R/V Dr Fridtjof Nansen* did not carry out an acoustic campaign in the sub-region during the period Oct–Dec.

R/V Atlantida

In 2020, the *R/V Atlantida* did not carry out an assessment survey during the period September–October in the Cap Cantin–Cap Blanc area. On the other hand, he carried out a recruitment survey in the northern area of Cap Blanc. This year 2019, we have retrieved the anchovy data for the previous years: 2017, 2018 and 2019.

National surveys

R/V Al-Awam

Last acoustic survey onboard the Mauritanian *R/V Al Awan* was carried out in August 2019. The anchovy biomass estimated during this survey was (42MT) around double the one of the 2018 survey. In 2020, no survey conducted by *R/V Al Awan*.

R/V Al-Amir Moulay Abdallah

Last survey onboard the Moroccan R/V *Al-Amir Moulay Abdallah* was conducted in November 2019. The anchovy biomass recorded was 295 000 tonnes between Cap Cantin and Cap Blanc, the maximal value estimated since this series are available. In 2020, R/V *Al Amir* carried out three surveys, but does not coincide with usual period. So, the results were not considered.

R/V *Itaf Deme*

This research vessel did not conduct a survey neither in 2019 nor in 2020.

Table 6.3.2, Table 6.3.2a, and Table 6.3.2b show the biomass estimates of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in autumn (2000–2020) for The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania provided by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and the national vessels since 2007.

Table 6.3.2: Biomass estimates of *Engraulis encrasicolus* in November (2000–2017) for the Islamic Republic of Mauritania and The Kingdom of Morocco by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and national vessels converted since 2007.

Zone	Research vessel				Total '000 tonnes
	<i>Dr Fridtjof Nansen</i>		<i>AWAM</i>	<i>AMIR</i>	
	St.Louis-Cape Blanc	Cape Blanc- Cape Cantin	St.Louis-Cape Blanc	Cape Blanc- Cape Cantin	
2000	237	115			352
2001	23	8			31
2002	35	36			71
2003	30	30			60
2004	80	80			160
2005	98	55			153
2006	33	41			74
2007	No survey	No survey	41	145	186
2008	No survey	No survey	52	74	126
2009	No survey	No survey	1	52	53
2010	No survey	No survey	8	135	143
2011	No survey	No survey	No survey	174	
2012	No survey	No survey	No survey	61	
2013	No survey	No survey	No survey	38	
2014	No survey	No survey	55	69	124
2015	0	138	No survey	70	70
2016	No survey	No survey	No survey	56	
*2017	78	65	No survey	28	
2018	No survey	No survey	20	76	
2019	46		42	295	
2020	No survey	No survey	No survey	---	

*From the R/V *Dr Fridtjof Nansen* in the spring (May–July).

6.4. Sampling of commercial fisheries

The sampling intensity of anchovy in commercial fisheries in The Kingdom of Morocco and the Islamic Republic of Mauritania in 2019 and 2020 is shown in Table 6.4.1.

In the Moroccan zone, there is an overall improvement in the sampling rate in 2019 compared to 2018. In the northern zone, in 2019 only 5 samples and 515 individuals were measured by the IEO information and sampling network and IEO scientists, during the third quarter which was the only one with Spanish

fishing activity. Therefore, this sampling scheme was perfectly representative of the catches. In 2020, 10 samples of 687 individuals were measured by IEO during the first, second and third quarter of the year, when the fleet was operative. At the level of the same zone, 5 samples and 509 individuals were measured by INRH scientists in 2019, i.e., about 3 samples per thousand tonnes, increasing to 5 samples per thousand tonnes in 2020 (17 samples and 2 055 individuals).

In Zones A and B, INRH scientists sampled at a rate of 11.4 samples per thousand tonnes for Zone A and 4.65 samples per thousand tonnes for Zone B in 2019. In 2020, these rates decreased to 8.7 samples per thousand tonnes (304 samples of more than 39 000 individuals) for Zone A and increased to six samples per thousand tonnes (69 samples and around 7 000 individuals measured) for Zone B in 2020. Concerning Zone C north of Cap Blanc, no catch was recorded for 2019 and 2020.

In the Mauritanian zone, there has been a progressive improvement of the sampling rate since samplings are reported in 2018. While only one sample of 50 individuals was measured in 2019, two samples and 348 individuals were measured in 2020. All of them come from catches of “other fleets”.

6.5. Biological data

As for previous years, the biological data available from 2019 and 2020 refer only to the sampling carried out on commercial catches of anchovy in Zones North, and A+B of The Kingdom of Morocco (Figure 6.5.1). In 2019 and 2020, in all three zones, sampling was carried out and the length frequency of sampled catch was extrapolated to the total catch of the region (Table 6.5.2a, Table 6.5.2b, Table 6.5.2c, and Table 6.5.2d).

The length distribution of anchovy catches from the Spanish purse seine fleet operating in the Zone North of the Kingdom of Morocco in 2019 comes from samplings carried out only in the 3rd quarter, when most of the fishing activity was developed. No fishing activity of the Spanish fleet occurred during the first semester and it was very limited in the last quarter (see Table 6.4.1). This length distribution shows sizes ranging from 11.5 to 16.5 cm, with one single mode of 15 cm. Additional biological information (sex, weight, maturity, etc.) of the purse seine fleet in northern Morocco could only be obtained for one month and, therefore cannot be considered representative of the population. In 2020, sizes of the anchovies caught by the Spanish fleet ranged from 12.5 to 18 cm, with two modes (13.5 and 17 cm). The sampling to obtain the biological variables of the population is normally carried out in the IEO laboratories, but in 2020 this activity faced some problems. On the one hand the administrative and financial difficulties of the IEO during this year prevented the purchasing of samples in the landing market and on the other hand the three months closure of the labs (15 March–21 June) due to COVID-19 did not allow for a normal activity. Thus, only biological samplings for three months could be performed, and information obtained is very limited.

The global length frequencies in the Zone North, coming from IEO and INRH samplings, range from 10 to 16.5 cm in 2019 and 9.5 to 18 cm in 2020. In Zone A, the length frequencies obtained by INRH vary between 7–17 cm in 2019 and 8–18 cm in 2020. In Zone B, the length frequencies of anchovy in ranged from 8.5 to 17 cm in 2019 and from 9 to 17 cm in 2020.

Studies for anchovy biological parameters have been made by INRH and for the North and by INRH for Zones A and B. The results are presented in Table 6.5.3.

6.6. Assessment

Models

The data on the anchovy fishery in the sub-region presented to the Working Group in 2020 were insufficient for the application of a global model. The Working Group therefore continued to apply the Length Cohort Analysis (Jones, 1984) in order to estimate the current F -level and the relative exploitation pattern on the fishery over the last few years. A length-based Yield per Recruit Analysis (Thomson and Bell, 1934) was then run with these values, to estimate the Biological Reference Points F_{Max} and $F_{0.1}$. Both the LCA and the Yield-per-Recruit Analysis were implemented as Excel spreadsheets (instructions to this spreadsheet are in Annex I and II).

Input data

The input data of the two LCA and yield-per-recruit models are the length composition of the anchovy catch in the Zones North and A+B during the 2018–2020 period. The length-weight relationship and the growth parameters used are estimated in 2012 by INRH scientists in studies carried out in the Zones North and A+B (Table 6.6.1). The value of natural mortality of 1.35 per year (Ibrahima, 1988) is used.

Taking into account the short life of anchovy in the subregion, which generally does not exceed three years, an average annual length composition from 2018 to 2020 was used for the adjustment of the LCA model (Table 6.6.1).

Table 6.6.1: Growth parameters for *Engraulis encrasicolus* in Morocco in Zones A+B of The Kingdom of Morocco in 2012.

Growth parameters			Length-weight parameters		
L_{∞} (cm)	K (year ⁻¹)	t_0 (year)	a	b	r^2
17	1.39	-0.15	0.0041	3.1818	0.9075

Results

Several LCA model runs were made using the natural mortality value of 1.35 per year as well as the biological and growth parameters derived from the Cap Spartel-Cap Boujdour zone (North+A+B). The retained diagnosis from Thomson and Bell's Yield-per-Recruit model indicates that the current fishing mortality (F_{cur}) is lower than the fishing mortality corresponding to $F_{0.1}$ and the $F_{\text{cur}}/F_{0.1}$ ratio is 76 percent (Table 6.6.2). The results obtained are similar to those of the previous assessment in 2019. The high increase in acoustic biomass estimated in 2019 during the Moroccan national survey together with a general greater catches in this area in 2020 (North+A+B) should also be noted. The Working Group concluded that the northern stock (North+A+B) remains fully exploited.

Table 6.6.2: Results of assessments.

Year	M year ⁻¹	$F_{\text{cur}}/F_{0.1}$	Observation	CECAF WG
2013	1.35	137%	Retained	2013
	1.5	161%	Tried	
2014	1.35	112%	Retained	2015
	1.5	101%	Tried	
2015	1.35	111%	Retained	2016
	1.5	116%	Tried	2016
2016	1.35	119%	Retained	2017
2017	1.35	84%	Retained	2018
2016–2018	1.35	69%	Retained	2019
2018–2020	1.35	76%	Retained	2021

Discussion

As for the previous sessions, the discussions of the Working Group focused on the quantitative and qualitative insufficiency of data for this species at the level of the sub-region and in particular in zone C including the Islamic Republic of Mauritania. The short life of anchovies, which generally does not exceed three years, means that the abundance of this species strongly depends on fluctuations in its recruitment. On the other hand, anchovy fishing strongly depends on its availability in the fishing area as well as on environmental factors.

In 2018, we observed an increase in biomass compared to the last five years 2014–2017 during which the biomass experienced a decrease. An increase in the catch was also observed this year compared to that of 2017. These changes did not affect the diagnosis of the stock status. The anchovy stock is considered effective.

Other points were made by the group, like the alternation between this species and the sardine. The significant biomasses recorded in 2019 were accompanied by high catches in 2020, especially in zone B. This zone has experienced a downward trend in sardine biomass since 2017 and a decrease in its catches.

6.7. Projections

Due to the short life of the anchovy which does not exceed three years and the high interannual variability of abundance in the sub-region, and with the lack of data, the Working Group was not able to realize short-term projections.

6.8. Management recommendations

The assessment of this species was carried out on the basis of information from the Cap Spartel-Cap Boujdour area (North Zone + A + B). The results of the model show that the anchovy is not fully exploited. However, the increase in biomass observed in 2018 is greater in 2019. However, high catches were recorded in 2020 representing the largest in the series.

As a precautionary measure and because of the absence of a biomass index in 2020 with a large catch, the group did not change the final diagnosis for this stock. He maintains that it is still being fully exploited. Given that the availability of anchovy is highly dependent on environmental factors, that it is exploited opportunistically and that catches vary considerably from year to year, the Working Group recommends that effort be adjusted to fluctuations natural resources of this stock.

6.9. Future research

Follow-up to last year's recommendations:

- A study on the identity of the anchovy stock was carried out in the Moroccan zone by INRH scientists.
- The age reading has been started at the INRH level. However, the reading progress remains to be continued for further confirmation.
- An improvement in sampling in areas (N + A + B), and very low for area C.
- Evaluation trials have been carried out such as CMSY and LBB, but the results have not been presented

This year's recommendations:

The Working Group reiterates the same recommendations made as last year because of their importance. They are:

- Intensify sampling at the level of different segments of the anchovy fishery, in particular in the Islamic Republic of Mauritania.
- Extend the genetic study on the identity of anchovy stocks over the entire range of the species.
- Proceed and extend the age reading of anchovy by fishery in all areas.
- Construct a time series for the size frequencies in area C.
- Collect samples on board the F. Nansen during the next campaign for stock identity (genetic, otolith).
- Organize a workshop to harmonize and analyse age reading.

In addition to these recommendations, the group calls for:

- Review the series of captures of this species, in particular in the Islamic Republic of Mauritania.
- Investigate to apply other models by integrating environmental factors.

The follow-up of the recommendations is under the coordination of the sub-group coordinator.

7. BONGA

7.1. Stock identity

The main concentrations of ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*), also called bonga, in the study area are in The Republic of Senegal (the highest concentration of ethmalose potential in the marine area extending from Sangomar to Casamance), Gambia and the Islamic Republic of Mauritania. The relationships that may exist between the concentrations present in these different areas are unknown, but differences in their biology have been noted. As they are found everywhere near the shore, the possibility of exchanges between areas of concentration is very likely (Sow, pers. Com. 2016).

Several studies have been carried out on the identification of populations in the Northwest African zone (see FAO-GT-2017 report). There were no new studies for the 2020 assessment.

7.2. Fisheries

The bonga is mainly exploited by the artisanal fisheries in the Republic of the Gambia, The Republic of Senegal and recently in the Islamic Republic of Mauritania. It is mainly fished using the purse seine in the Islamic Republic of Mauritania and encircling gillnets in The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia.

Total catches

Table 7.2.1 and Figure 7.2.1 present the total catches of ethmalose by country at the level of the Northwest African region.

Bonga catch datasets have been updated for 2020 in the Islamic Republic of Mauritania, The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia. Globally, total bonga uptake in the sub-region in 2020 increased by 68 percent from 34 889 tonnes in 2019 to an estimated catch of around 58 454 tonnes in 2020. Bonga catches in the sub-region fluctuated between 1990 and 2001, with a slight upward trend, hovering around 49 000 tonnes in 2001, then down slightly up to around 23 000 tonnes in 2006 (Figure 7.2.1). Since 2008, catches increased in the sub-region until 2013, apart from the decrease recorded in 2011. Catches of bonga increased in all three countries in 2020. A total of 7 671 tonnes was recorded in 2019 and the catch increased to 10 421 tonnes in 2020 in the Islamic Republic of Mauritania.

For The Republic of Senegal, the catch increased sharply from 15,601 tonnes in 2019 to 31 646 tonnes in 2020. In the Republic of the Gambia, catches increased from 11 637 tonnes in 2019 to 16 387 tonnes in 2020. In the Republic of the Gambia, however, levels Nearly stable catches have been observed over the past five years, but in 2017 catches increased significantly by 89 percent compared to the previous five years.

Fishing effort

Data on fishing effort in the sub-region are presented in Table 7.2.2 in number of trips. Artisanal fisheries targeting bonga use encircling gillnets in the Republic of the Gambia, but also purse seines in the Islamic Republic of Mauritania. The fishing effort series were updated in 2020 for the Islamic Republic of Mauritania, The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia. A 40 percent increase in fishing effort was observed among purse seiners in the Islamic Republic of Mauritania compared to 2019. For the The Republic of Senegal, the fishing effort increased by 21 percent compared to 2019. In contrast in Gambia, the fishing effort decreased by 5 percent in 2020 compared to 2019. The overall effort on the bonga in the sub-region fluctuates throughout the reporting period, with a downward trend of 18 percent in 2020 compared to 2019.

7.3. Abundance indices

7.3.1. Catch per unit of effort

The 2020 CPUE estimate was calculated from effort data provided by the Islamic Republic of Mauritania, The Republic of Senegal and the Republic of the Gambia (Table 7.3.1 and Figure 7.3.1).

The CPUE reached by the Mauritanian artisanal fleet using the purse seine has decreased since 2009 from 12 tonnes per trip in 2009 to 4 tonnes per trip in 2013, reaching 0.91 ton per trip in 2016, and 4 tonnes per trip in 2017. However, this decreased further to reach 1.18 and 0.38 tonnes per output in 2018 and 2019 respectively. But in 2020, the CPUE increased slightly.

The CPUE of encircling gillnets in The Republic of Senegal recorded a slight increase (16 percent) in 2017 compared to 2016. Indeed, it increased from 0.57 tonnes per trip in 2016 to 0.66 t per trip in 2017.

The CPUE of gillnets in the Republic of the Gambia, estimated from the updated series presented to the working group, decreased by 33 percent in 2017, compared to 0.8 tonnes per trip in 2016. The trend of 0.5 tonnes per trip is increasing. is maintained between 2017 and 2018. However, in 2019, the CPUE rose to 0.42 tonnes per trip in 2019 before rising to 0.63 t in 2020.

7.3.2. Acoustic surveys

No regional coordinated acoustic surveys were carried out in the subregion to estimate the standing biomass of this species.

7.4. Sampling of the commercial fisheries

In the Islamic Republic of Mauritania, sampling of bonga landings from the artisanal fleet was carried out in 2020. An improvement was noted compared to 2019. The sampling intensity is 2 samples per 1 000 tonnes.

For the Republic of Senegal, the sampling of artisanal fishing landings was carried out in 2020. The sampling intensity was 65 samples per 1 000 tones. A strong improvement has been noted since 2019.

7.5. Biological data

The Working Group had data on the size frequency of commercial fisheries in 2020 in the Islamic Republic of Mauritania and the Republic of Senegal. On the other hand, data on bonga size frequencies in the Republic of Senegal and the Republic of the Gambia were not available.

Figure 7.5.1 shows the size composition of catches in the Republic of Senegal of *Ethmalosa fimbriata* (2020) with a modal class between 20 and 23 cm.

The size composition of catches from the Mauritanian artisanal fishery in 2020 indicates a modal class between 29 and 30 cm (Figure 7.5.2).

7.6. Assessment

Method

The Working Group continued to apply the Length Cohort Analysis Model (Jones, 1984) to estimate the current mean F level and exploitation pattern of the fishery in recent years. A length-based yield per recruit analysis was then performed to estimate biological reference points F_{MAX} and $F_{0.1}$. Length cohort analysis and Yield per Recruit analysis were performed in Excel (instructions are in Annex I and II).

Input data

The Republic of the Gambia size frequency data is not available during the Working Group, size frequency series from Mauritanian artisanal fisheries and The Republic of Senegal from 2016 to 2020 were used to apply the two models.

The Working Group decided to analyse the size compositions of the catches for three scenarios as follows:

1. The Islamic Republic of Mauritania
2. The Republic of Senegal
3. The Islamic Republic of Mauritania + The Republic of Senegal

The average of the length frequency of total catches in the areas concerned for the period 2016–2020 was used. The lengths of the individuals of the final matrix are between 48 cm. The results of the LCA analysis were then used as input data for the yield per recruit model.

The growth and natural mortality parameters used in the two models were estimated by the Working Group from an analysis of the modal progression using the software “FISAT II - Version 1.2.2” (FAO- ICLARM stock assessment tools) (Gayanilo, Sparre and Pauly, 2005). The parameters of the size-weight relationship used are taken from the FishBase database (Table 7.6.1).

Table 7.6.1: Growth parameters of *Ethmalosa fimbriata*

Growth parameters			Length-weight parameters		M (year ⁻¹)
L _∞ (cm)	K (year ⁻¹)	t ₀ (yr)	a	B	0.4
40	0.46	-0.483	0.0120	3.098	

Results

The results of the application of LCA and yield per recruit at the sub-regional scale are not satisfactory. Thus, the Working Group decided to retain only the results of the analyses conducted by separate countries.

LCA and yield per recruit results for the *Ethmalose* stock are provided.

For the Mauritanian zone, the model results show that the stock is overexploited and the level of exploitation mainly concerns large sizes (Figure 7.6.1). The results of the Thomson and Bell yield per recruit model show that the current fishing mortality level (F_{cur}) is well above the target fishing mortality level ($F_{0.1}$) (Table 7.6.2).

For the The Republic of Senegal zone, the model results show that the current level of exploitation is far above $F_{0.1}$ (Figure 7.6.2). The stock is overexploited. This level of exploitation mainly concerns young individuals (Table 7.6.2).

Table 7.6.2:

Stock/Unit	$F_{cur}/F_{0.1}$	F_{cur}/F_{Max}
Mauritania	130%	56%
Senegal	209%	104%

Discussion

The analysis of the average length composition over a five-year series (2016–2020) by the model shows a different use depending on the country. In the Islamic Republic of Mauritania, it is mainly large sizes that are caught, while in The Republic of Senegal, catches include all sizes but young individuals predominate.

The results showed that the fishing pressure on the bonga stock is very high and that the stock in the sub-region is overexploited. It can be seen that in the Mauritanian zone, the stock is subject to high fishing pressure due to the growth of fishmeal manufacturing factories.

In The Republic of Senegal, the pressure on the bonga stock is very high and this level of exploitation is not sustainable. However, the situation could be more pessimistic if we consider the uncertainties and the absence of information allowing to formulate hypotheses on the identity of the ethmalose stock in the sub-region and its geographical distribution as well as the lack of biological data. relating to the different fisheries.

7.7. Projections

The Working Group was unable to make a short-term projection on the bonga stock.

7.8. Management recommendations

The working group maintains the diagnostics of the 2019 working group and recommends reducing the effort and catches to a level lower than that of 2020 in order to allow a level of biomass capable of ensuring the sustainable sustainability of the stock.

7.9. Future research

Regarding the limitations and uncertainties of the data available for the assessment of *Ethmalosa fimbriata* in 2020, the working group is not in a position to give new advice on catch levels based on the assessments. As a precaution, the working group recommended maintaining the following recommendations from the 2019 assessment.

- Biological sampling initiated on bonga in 2014 in the Republic of the Gambia should be strengthened in order to have length frequency data on this species on an ongoing basis.
- Surveillance in fishmeal factories should be maintained and strengthened in all regions.
- Carry out studies on the identity of the stock and the reading of the age of the bonga.
- Undertake biological studies and present the results at the next meeting.

- Analyse data from the sub-region during the intersessional period under the coordination of the group coordinator.

The follow-up to these recommendations should be coordinated by the subgroup coordinator.

- Widen the coverage area of acoustic surveys with the use of small boats to cover shallow water areas where the R/V *Dr Fridtjof Nansen* is limited.

8. GENERAL CONCLUSIONS

8.1. State of stocks and fisheries

Recent developments that have influenced small pelagic fisheries and resources in the subregion are described in Chapter 1.

On note that a part of the artisanal and coastal fishery is used to provide for the fishmeal factories, and that this industry has expanded to all the countries in the sub-region. In a context of overexploitation of some of the main small pelagic stocks in Northwest Africa, CECAF has expressed concern that the advent and expansion of the FBF industry may be worsening the situation in the whole subregion by fostering the increase of fishing intensity and a change in fishing pattern (fleets, target species and areas) (FAO, 2020b). For instance, in the Islamic Republic of Mauritania, 340 000 tonnes of sardinellas were processed into fishmeal and fish oil in 2018 (Corten, Braham and Sadegh, 2017), representing 87 percent of the total catch (total estimated catch 390 000 tonnes) (FAO, 2020b). Moreover, in addition to bonga that had never been exploited commercially in this country before the development of the FDI factories (Corten, Braham and Sadegh, 2017), it was reported that, for the first time, in 2018, the sardine had begun to be used, which was one of the reasons for the growth of fishmeal and fish oil production during that year (FAO, 2020b). According to information shared during the country survey interviews, with the establishment of the industry, fishers in the subregion now have more opportunities to sell their catches and therefore are encouraged to intensify the fishing effort.

Overall, the status of the assessed stocks has improved as compared to the 2019 assessment. Among the stock analysed, the two sardine stocks are considered as not fully exploited, sardinella and bonga are overexploited, and chub mackerel, horse mackerel, and anchovy stocks are considered fully exploited.

Sardine stock in Zone A+B is considered not fully exploited. The results of the projections show that the stock could support an increase in catch. Nevertheless, the variability of this resource due to the influence of hydro-climatic changes demand the adoption of a precautionary approach. The Working Group retains its recommendation to take precautionary measures to ensure that the total catches in Zone A+B do not exceed 550 000 tonnes, the recommended catch in the period 2016–2018.

Sardine in Zone C is also considered not fully exploited. However, significant catches have been recorded over the last three years, while biomass has been stable. This stock is strongly influenced by environmental factors. For this reason, and given the observed fluctuations in biomass in previous years it is recommended that all catches be adjusted according to natural changes in the stock. The stock structure and abundance should be closely monitored by fishery-independent methods such as acoustic surveys throughout the distribution range of the species.

No stock assessment could be conducted for the two sardinella species (*S. aurita* and *S. maderensis*) due to lack of data. No new data was provided from The Republic of Senegal, one of the main fishing countries for sardinella, and insufficient data was provided by the other major sardinella-fishing countries to apply any formal assessment methods. An analysis of the available survey indices and other selected indicators, indicate that the sardinella stocks, particularly *S. aurita*, are overexploited. The lack of comprehensive information on this stock, coupled with the expanding catches and low biomass, highlights the urgent need for countries to take action to avoid that the resource and fishery is further impacted. The Working Group recommends an immediate and substantial reduction in fishing effort and catch in all countries of the subregion. The Working Group cannot quantify exactly by how much the fishing effort should be reduced, but it stresses the urgency of taking action in the current situation. There is an urgent need for data from both fisheries dependent and independent sources to support the provision of management advice for this species.

The status of the two stocks of horse mackerel (*T. trecae* and *T. trachurus*) has improved, and these stocks are now considered fully exploited. This improvement is likely due to a decrease in fishing

mortality in 2016 and 2017 as well as an observed improvement in the recruitment index for the Atlantic horse mackerel. There is no information of improved recruitment for the Cunene horse mackerel. Given the multi-specific nature of these fisheries and the results of the projections, the Working Group recommends not to exceed the 2018 catch level for the two species (around 300 000 tonnes).

For mackerel (*Scomber colias*), the Working Group concluded, based on the results of the production model and the analytical model that the mackerel stock is fully exploited. This is the same conclusions as for the 2018 assessment. The global model indicates that the current level of catch is not sustainable whereas the analytical model indicates an optimum level of spawning stock biomass at the current level of catch. To this end, the Group recommends a precautionary approach and renews the recommendation formulated last year with a maximum catch of 340 000 tonnes for the subregion.

The assessment of anchovy was based on information from the Zone North+A+B area. The results of the model show that the stock of anchovy is fully exploited. The fact that the acoustic biomass in 2018 increased compared to the four last years (2014–2017) during which the biomass decreased and an increase in catch was observed in 2018 compared to 2017, this did not change the final diagnostic for this stock. Given that the availability of anchovy is highly dependent on environmental factors, it is opportunistically fished, and catches vary widely from year to year, the Working Group recommends that the effort be adjusted to the natural fluctuations of this stock.

The assessment of bonga was also impacted by the unavailability of any new data from The Republic of Senegal. An update of the 2018 assessments was made, due to a revision of the 2017 Mauritanian catch data. The results of the stock assessment of bonga show that it is overexploited in the sub-region. Catches and fishing effort of this species increased in 2017 compared with 2016, despite the 2017 recommendation that the effort be reduced compared to current levels. The Working Group reiterated the 2018 recommendation, and recommended that effort and catch be reduced to below 2017 levels to allow a level of biomass that can ensure sustainability.

The Bonga is the most data poor stock the Working Group is assessing, and many challenges are faced by the group to conduct any assessment given the limited data and information and data made available to them. If the situation is not improved, the working group may decide to change from an assessment approach to a simple indicator assessment framework for this species.

For the Canary Islands, though the official system for the landings reporting/registering entered into force in 2007, the time series of catches are only considered reliable from 2013, when a monitoring program for the artisanal purse seine fishery entered into force as part of the European Union Data Collection Framework. The sampling intensity in general reaches the appropriate levels established by the Working Group; however, the current time series are still not sufficient to assess the state of these stocks. As a matter of fact, the multi-model approach assayed has been inconclusive (see Annex III and IV) and quantitative scientific advice in terms of catch or effort limits is not feasible. Many shortfalls have been identified in the available data, such as: i) the misidentification of species at landing sites (leaving the catches of *Trachurus* spp. and *Sardinella* spp. at the genus level); ii) discards information is scarce and only recently registered; iii) the small pelagic caught to be used as live bait in other fisheries (mainly tuna) remains unregistered or noticeably underreported; iv) updated characterization of the stocks' life histories is needed; v) the absence of fishery-independent indices of abundance/biomass, which limits the use of more robust assessment models. In addition, the Canary Archipelago presents well known longitudinal gradients of the characteristics and the circulation scheme of the waters masses, with very different conditions among islands, which should be considered in the future. Much effort is being carried out by the IEO sited in Tenerife, but some of these issues should be addressed in collaboration with the Regional and National Managers as soon as possible to facilitate the assessment of these species.

Finally, the Working Group notes with satisfaction the national surveys that have been conducted in the subregion in 2017 and 2018, with R/Vs *Al Amir Moulay Abdellah* and *Al Awam* also the international surveys of the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and the R/V *Atlantida*. Also, the Working Group note with

satisfaction that the new small pelagic survey will take place in September–December 2019 with the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and N/R *Atlantida*. The importance of these surveys in the context of stock assessments of small pelagics was reiterated by the group, including the importance of reestablishing the regional coverage with the three national vessels of The Kingdom of Morocco, the Islamic Republic of Mauritania and The Republic of Senegal.

Table 8.1 below provides a summary of the 2021 Working Group assessments and management recommendations.

Table 8.1: Summary of the assessments and management recommendations by the 2021 Working Group.

Stock	2020 catch in 1 000 tonnes (2016–2020 avg.)	$*B_{cur}/B_{0.1}$	$*F_{cur}/F_{0.1}$	Assessment	Management recommendations
Sardine <i>S.pilchardus</i> ZoneA+B	389 (439)	141%	54%	Not fully exploited	The stock is considered not to be fully exploited by the 2019 deadline. The group was unable to assess the status of the stock for the year 2020 in the absence of an appropriate abundance index. However, there are slight decreases in CPUEs and average sizes of sardines caught in the central zone. This observation prompts vigilance regarding the exploitation of this stock, whose biomass levels fluctuate. Projections show that the stock could support an increase in catches. However, the variability of the resource vis-à-vis hydro-climatic changes requires the adoption of a precautionary approach. The working group maintains the recommendation to limit catches of sardines in this area to a level not exceeding 550,000 tonnes (recommended catch limit in 2016, 2017, 2018 and 2019).
Sardine <i>S.pilchardus</i> Zone C	824 (795)	130%	70%	Not fully exploited	The stock is considered not to be fully exploited by 2019. Due to the lack of an appropriate abundance index, the group was not able to assess the state of the stock for the year 2020. There is a 13% decrease in the catch in 2020 compared to 2019. However, significant catches have been recorded in recent years (2016–2019), while the biomass has remained stable. The average size of the sardine caught has shown a decreasing trend in recent years. Hence the need to be vigilant in the exploitation of this stock. This stock is strongly influenced by environmental factors and exhibits fluctuations in biomass independent of fishing. For this reason, the total catch to be caught must be adapted to the natural modifications of the stock. The structure and abundance of the stock should also be closely monitored by methods independent of fishing, such as coordinated acoustic surveys covering the entire range of the species.

Stock	2020 catch in 1 000 tonnes (2016–2020 avg.)	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Assessment	Management recommendations
Sardinella⁴					The assessment and historical series on sardinella show that the sardinella stock is still overexploited . Regarding management, the group is simply repeating the recommendation of previous years: a substantial reduction in fishing effort as soon as possible. The group cannot exactly quantify the necessary reduction in fishing effort but believes that this reduction should be at least in the order of 50 percent to achieve a sustainable level of exploitation. In order to improve the state of the combined stocks of sardinella, it is recommended to prohibit the use of flat sardinella for fishmeal. Another recommendation from the group is that national governments assume their responsibilities for the sustainable management of sardinella, and initiate mutual consultations on the joint management of this important resource.
<i>S. aurita</i>	197 (350)	-	147%	Overexploited	
<i>S. maderensis</i>	336 (219)	-	-		
<i>Sardinella</i> spp	533 (577)	-	-		
Whole subregion.					

⁴ Not including the Canary Islands.

Stock	2020 catch in 1 000 tonnes (2016–2020 avg.)	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Assessment	Management recommendations
Horse mackerel⁵ <i>T. trachurus</i> <i>T. trecae</i> Whole subregion	82 (106) 226 (229)	128% 118%	61% 65%	Fully exploited	The results of the model is fully exploited for <i>T. trecae</i> and <i>T. trachurus</i> stocks. This indicates an improvement in the state of the lengths in the stocks of the two horse mackerel species. This improvement is likely due to a decrease in fishing mortality in 2016 and 2017 as well as an improvement in the recruitment index for the Atlantic horse mackerel. There is no information of improved recruitment for the Cunene horse mackerel. Given the multi-specific nature of these fisheries and the results of the projections, the Working Group recommends not to exceed the estimated 2020 catch level for the two species (around 300 000 tonnes).
Chub mackerel⁶ <i>Scomber colias</i> Whole subregion	381 (439)	109% (Global) 111% (XSA) 102% (ICA)	102% (Global) 82% (XSA) 77% (ICA)	Fully exploited	The Working Group concluded, based on the results of the production model and other analytical models and methods, that the stock is “fully exploited”. The projection results obtained by the global and analytical models indicate similar trends indicating that the current level of catch is not sustainable and would induce a decrease in spawning and target biomass. To this end, the group considers it important to limit the general upward trend in catches and recommends, as a precautionary approach, to renew the recommendation made in previous years, i.e. a maximum catch of 340,000 tonnes, which corresponds to a 12 percent reduction compared to catches recorded throughout the sub-region in 2020. In addition, the group notes a significant fishing of juveniles, which have not yet reached their first maturity, and recommends the implementation of measures to reduce the fishing mortality exerted on this vulnerable fraction of the stock to improve its biological productivity.

⁵ Not including the Canary Islands

⁶ Not including the Canary Islands

Stock	2020 catch in 1 000 tonnes (2016–2020 avg.)	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Assessment	Management recommendations
Anchovy <i>Engraulis encrasicolus</i> Zone North, A and B	50 (29)	N/A	76% (LCA-Y/R)	Fully exploited	Anchovy assessment was based on information from North Zone + A + B. The results of the model show that the anchovy stock is fully exploited. The increase in biomass observed in 2018 is continuous in 2019. Strong catches were recorded in 2020, representing the largest in the series. All this did not change the final diagnosis for this stock because we do not have a biomass in 2020. Since the availability of anchovy depends strongly on environmental factors, that it is exploited in an opportunistic way and that catches vary considerably from year to year, the working group recommends adjusting the fishing effort to the natural fluctuations of this stock.
Bonga <i>Ethmalosa fimbriata</i> Stock north Mauritania Stock south Senegal	10 (24) 32 (20)	N/A NA	130% (LCA-Y/R) 209%	Overexploited Overexploited	The working group considers that the bonga is overexploited in both Mauritania and Senegal. The working group recommended that effort and catches be reduced below 2020 levels to allow a level of biomass that can ensure sustainability.

9. FUTURE RESEARCH

Follow-up on the recommendations of the last Working Group.

An overview of the follow-up to the recommendations of the last CECAF Working Group, the Working Group recommendations on areas of work that requires strengthening and proposals for future priority research is shown in Table 9.1.

The recommendations were reorganized to follow the categories proposed by the Scientific Subcommittee in 2015.

The specific recommendations for each species group are reported in their respective chapters.

Table 9.1: Overview of the follow-up to the recommendations of the 2018 Working Group.

Axis requiring corrective action or reinforcement	Specific recommendations for 2018/2019	Follow-up on recommendations since 2018
Statistical and biological fisheries data.	The Working Group reiterates its recommendation to intensify biological sampling at the level of the different countries in the sub-region, particularly for the length frequencies of sardinellas, anchovy (Zone South), and Bonga. Without these length frequencies, it would be difficult to decide on the status of these stocks. Exploration should be done to make standard sets of effort for sardinella and bonga available to the Group and to explore other indices of abundance to evaluate certain stocks such as mackerel and sardinella.	The quality of the statistical systems differs according to species and countries. In general, information on catches and effort was submitted for some species and missing Senegal There was no compilation of fishing effort series for all fleets operating in the subregion. No review of effort data (correction, missing series, etc.) was undertaken at the regional level. Concerning the biological data, it is worth noting the following: (1) The length compositions for the target species (except bonga) were present for the different surveys carried out in 2017/2018 (R/Vs <i>Moulay Abdellah</i> and <i>Al-Awam</i>); (2) Biological sampling of catches made at the level of the different fisheries are not adequate, except in Morocco where the sampling of the length frequencies is adequate for sardine.
Indices of abundance independent of commercial fisheries.	It was recommended that the next survey of the R/V <i>Dr Fridtjof Nansen</i> for 2019 be an acoustic survey to address relevant scientific questions relating to the subregion and to address the issues identified during the workshop at the beginning of the Working Group: • The survey results provided to the Working Group were considered very useful, and it is recommended that this initiative be renewed in the future. • Inter-calibration between the vessels of the subregion (<i>Al Amir</i>, <i>Al-Awam</i> and <i>Itaf Deme</i>) with the <i>Dr Fridtjof Nansen</i>. • Recruitment surveys should be extended throughout the subregion. • It is recommended that a researcher from the subregion participate in the next survey with the R/V <i>Atlantida</i> to study the possibility of obtaining a recruitment index for anchovy.	No regional survey was carried out by the R/V <i>Dr Fridtjof Nansen</i> in 2018. Morocco is doing their regular surveys without any real coordination with other countries where the surveys are irregular, but Mauritania had carried out two surveys in 2018 (March and July). The Russian Federation R/V <i>Atlantida</i> carried out a recruitment survey in October-November 2018, but without the participation of national vessels. No inter-calibration has been carried out between different research vessels.

Axis requiring corrective action or reinforcement	Specific recommendations for 2018/2019	Follow-up on recommendations since 2018
Biology and ecology of species.	The status of this activity should be present at the next session. See the possibility of including samples from the Canary Islands in the overall analyses. Although there are stable populations of small pelagics in Canary Islands waters, it is necessary to clarify the limits of stocks and the probable mixtures with other populations of the sub-region. The status of these activities during the EAF-Nansen Programme must be presented at the next session. The Group must also examine the possibility of including the expert discussions on mackerel.	The EAF-Nansen Programme collected samples during the 2017 survey for genetic and holistic studies (sardinella, mackerel, anchovy, sardine) and some morphometric analyses are made in 2018, but the results from the workshop on methodology are not available to the WG. These topics are included in the scientific program of the EAF-Nansen Programme and priorities were identified with countries. There are also other studies that have been done by research during the interest (see list of publications). The age reading of sardines and mackerels are done regularly by the Russian Federation. In the Canary Islands, the IEO also regularly read mackerel otoliths. The Canary Islands also participated in the exchange and readings of ages for these two species in the context of ICES work. In Morocco a laboratory is set up for age reading and this work targets sardines, anchovies, mackerels, and horse mackerels. Except for an effort to collect otoliths and methodological investigation carried out at the level of Morocco and the Canary Islands, the regional exchanges of samples and results for the ageing have not been carried out.
Development and improvements of methodological tools and evaluation approaches.	Further exploration of alternative methods for the assessment of different small pelagic species is appropriate for the subregion, particularly for anchovy and sardinella.	Some trials for <i>Thachurus</i> spp. with other methods were explored and presented during the Working Group meeting.
Cooperation	Enforce assessment methods in the Working Group. The Survey Planning Group should meet before the next Working Group session to address questions from the 2018 survey pre-meeting. Strengthen the capacity of national vessel crew and provide training in pelagic fisheries (Mauritania and Senegal).	Training or workshops on evaluation tools have not been done. The planning group met in November 2018, and a new ToR was proposed. Inter calibration of trawls of different research vessels was not done.

Axis requiring corrective action or reinforcement	Specific recommendations for 2018/2019	Follow-up on recommendations since 2018
Improvement of procedures.	For the follow-up of the recommendations by the leader of each subgroup, a formalization of this framework is essential. This formalization should be carried out within the framework of CECAF. Ensure that Working Group documentations are updated on the FAO CECAF web site.	Some progress was made in this area. Some countries provided the Chair of the Working Group with the data before the meeting.

1. INTRODUCTION

La vingtième réunion du groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits poissons pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest s'est tenue en ligne du 21 au 25 juin 2021. En raison de la pandémie de la covid-19, la vingtième réunion a été reportée de 2020 à cette année. La réunion a également été divisée en deux sessions distinctes pour tenir compte du format en ligne. Une première réunion du groupe de travail s'est tenue du 22 au 26 février 2021 pour présenter et préparer les données nécessaires pour les évaluations. La deuxième session, organisée du 21 au 25 juin 2021, est consacré aux évaluations. L'objectif général du groupe de travail est d'évaluer l'état des ressources en petits pélagiques en Afrique du Nord-Ouest et de faire des recommandations sur les options de gestion et d'exploitation des pêches visant à assurer une utilisation optimale et durable des ressources en petits pélagiques au profit des pays côtiers. Une réunion intermédiaire s'est tenue du 9 au 11 juin 2021, également sous forme numérique, pour discuter de la planification des campagnes acoustiques régionales et les résultats de la campagne de 2019 du navire de recherche (N/R) *Dr Fridtjof Nansen*. Les discussions de cette réunion ont été présentées pendant la première journée du 21 juin 2021 du groupe de travail d'évaluation.

Du 21 au 25 juin, le groupe de travail a évalué les espèces suivantes: la sardine (*Sardina pilchardus*), les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), les chinchards (*Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus* et *Caranx rhonchus*), le maquereau (*Scomber colias*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) dans la région située entre la frontière sud du La République du Sénégal et la frontière nord-Atlantique du Royaume du Maroc. Les données collectées au niveau des îles Canaries ont été analysées mais n'ont pas été incluses dans les 'évaluations des stocks car elles étaient trop peu nombreuses.

La réunion a été organisée et financée par la FAO et la Programme EAF-Nansen en collaboration avec l'*Institut mauritanien de recherches océanographiques et de pêches* (IMROP). Au total, 17 scientifiques de cinq pays, de l'Union européenne et de la FAO y ont participé. Le président du groupe de travail était Cheikh-Baye Braham (IMROP).

1.1. Termes de référence

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

Partie 1: Communication par internet

1. Échange de données de capture, d'effort de pêche, d'intensité d'échantillonnage et de données biologiques par pays, ainsi que les données des campagnes, le cas échéant.
2. Mise à jour de la base de données existante: captures, efforts de pêche, intensité d'échantillonnage et les données biologiques par pays, ainsi que les données de campagnes de prospection, si elles sont disponibles.
3. Analyses des captures, de l'effort de pêche et des données biologiques pour la période 1990-2020 (pour chaque sous-section 1 à 5 de l'espèce).
4. Rédaction d'une section sur la pêche et les développements récents par pays pour les années 2020 et 2021 (pour chaque sous-section 1 à 5 de l'espèce, si possible).

Partie 2: Groupe de travail

1. Discussion à partir des résultats des analyses de captures, de l'effort de pêche et des données biologiques, ainsi que les développements récents observés dans la pêcherie de petits pélagiques préparés lors de la partie 1.
2. Discussion sur les méthodes d'évaluation, notamment les nouvelles méthodes et approches testées dans les stocks à évaluer.

3. Évaluations et projections actualisées de divers stocks de sardines, sardinelles, chinchards, maquereaux, ethmaloses et anchois.
4. Discussion des évaluations et formulation d'avis de gestion pour chaque ressource/stock.
5. Finalisation des sections sur les évaluations, les projections et les recommandations de gestion.

1.2. Participants

BENBANI, Abdelbasset	le Royaume du Maroc/INRH
BENSBAL, Jilali	le Royaume du Maroc/INRH
BRAHAM, Cheikh Baye (PRÉSIDENT)	la République islamique de Mauritanie/IMROP
CHEMRA, Dedde	la République islamique de Mauritanie/IMROP
CHURIN, Dmitry	Fédération de Russie/AtlantNIRO
EL MGHOUCHE, Karim	le Royaume du Maroc/INRH
FADILI, Mohamed	le Royaume du Maroc/INRH
ISARCH, Eva Garcia	le Royaume d'Espagne/IEO
JEYID, Mohamed Ahmed	la République islamique de Mauritanie/IMROP
JURADO, Alba	le Royaume d'Espagne/IEO
MAJJIH, Zakaria	le Royaume du Maroc/INRH
QUINZAN, Marta	le Royaume d'Espagne/IEO
QUIRJNS, Floor	le Royaume des Pays-Bas
ROCKMANN, Christine	Commission européenne
RODRIGUES, Eva Maria Hernandez	le Royaume d'Espagne/IEO
SIDIBEH, Momodou	Gambie/Ministre des pêches
SOULEIMAN, Abdelkerim	la République islamique de Mauritanie/IMROP
SOW, Fambaye Ngom	La République du Sénégal/CRODT
TIMOSHENKO, Nikolay	Fédération de Russie/AtlantNIRO
BAHRI, Tarub	FAO
FULLER, Jessica	FAO
GUEYE, Ndiaga	FAO
MCDONOUGH, Sakchai	FAO
TANDSTAD, Merete	FAO

1.3. Définition de la zone d'activité

La zone d'activité du groupe de travail est délimitée par les eaux situées entre la frontière sud du La République du Sénégal et la frontière nord-Atlantique du Royaume du Maroc, et les îles Canaries (le Royaume d'Espagne).

1.4. Structure du rapport

La structure du rapport est généralement la même que celle des rapports des groupes de travail précédents (FAO, 2002-2018). Une section distincte est consacrée à chacune des espèces ou principaux groupes d'espèces (sardine, sardinelles, chinchards, maquereau, ethmalose et anchois). Pour chacune des espèces, des informations normalisées sont fournies sur l'identité du stock, les pêcheries, les indices d'abondance, l'intensité d'échantillonnage, les données biologiques, l'évaluation, les projections, les recommandations d'aménagement et les recherches futures. Des informations supplémentaires sur les différentes analyses et choix faits par le groupe de travail ont été incluses, lorsque cela a été jugé nécessaire.

1.5. Suivi des recommandations du Groupe de travail 2019 sur les recherches futures

Les recommandations de recherche formulées par le groupe de travail sont essentielles pour améliorer les évaluations des stocks du groupe de travail et il est donc important d'assurer leur suivi. En ce qui concerne les campagnes acoustiques, la campagne régionale du N/R *Dr Fridtjof Nansen* n'a pas eu lieu en 2020. La prospection par les navires nationaux est limitée à la zone marocaine. Aucune campagne nationale n'a été effectuée dans les autres zones. Ces données scientifiques sont à la base des évaluations des stocks effectuée par le groupe de travail.

Les autres recommandations de l'année dernière n'ont pas été suivies. La correction des données d'effort de la pêche artisanale sénégalaise n'a pas été faite et les études sur l'âge et la croissance des sardinelles n'ont pas été initiées. Les recommandations de l'année dernière sont donc réitérées pour cette année.

En ce qui concerne l'intensité d'échantillonnage dans la région, le Groupe constate une amélioration dans la zone avec la présence des projets pour appuyer le suivi dans certains pays en particulier en la République islamique de Mauritanie ou le suivi était faible en 2018 et 2019. Il est à noter que l'objectif fixé est de couvrir tous les segments de la flottille pendant tous les trimestres. S'agissant de la lecture de l'âge des principales espèces, seule la Fédération de Russie mène actuellement ce type de recherche de manière régulière alors que le Royaume du Maroc a repris les lectures d'âges pour la sardine de manière continue. Dans ce cadre, le groupe de travail a noté avec satisfaction cette amélioration de l'échantillonnage dans la région. Il est important de maintenir le niveau d'échantillonnage réalisé afin d'améliorer les évaluations de la sardine ronde et plate. L'existence de bonnes données, d'évaluations quantitatives et de recommandations de gestion précises sont importantes pour la gestion et l'aménagement des différents stocks.

Les domaines de recherche prioritaires pour 2019-2020 sont présentés au chapitre 9 et les recommandations spécifiques pour chaque espèce sont données dans les sections respectives.

1.6. Vue d'ensemble des captures

Le tableau 1.6.1 présente les captures des principales espèces de petits pélagiques étudiées par le groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des espèces de petits pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest de 1990 à 2020.

La tendance à la baisse des captures totales observée de 2010 à 2013 s'est inversée en 2014 (figure 1.6.1a et figure 1.6.1b). Une légère diminution des captures totales des principales espèces de petits pélagiques de la sous-région a été observée de 2014 à 2015, passant d'environ 2,5 millions de tonnes en 2014 à environ 2,4 millions de tonnes en 2015, ce qui représente une diminution de 5 pour cent. La capture totale a ensuite augmenté de 13 pour cent en 2016 pour rester stable entre 2016 et 2017, à environ 2,7 millions de tonnes. En 2018, la capture totale des espèces de petits pélagiques n'a pas pu être estimée avec précision car les données du La République du Sénégal, en raison d'un problème rencontré dans la base de données en 2018, n'ont pas été fournies au groupe de travail. La capture totale pour 2019, recalculée pour inclure le La République du Sénégal (qui n'a pas participé à la réunion de 2019) était d'environ 2,8 millions de tonnes. Ce total a légèrement diminué de 7 pour cent pour atteindre environ 2,6 millions de tonnes en 2020. La moyenne des captures totales pour la période 1990-2020 a fluctué avec une moyenne d'environ 2 millions de tonnes, tandis que la moyenne pour les cinq dernières années (2016-2020) était de 2,7 millions de tonnes.

La sardine (*Sardina pilchardus*) reste l'espèce dominante, représentant environ 48 pour cent du total des captures des principales espèces de petits pélagiques en 2020. Les captures ont augmenté d'environ 13 pour cent entre 2019 et 2020, avec des captures d'environ 1,4 million de tonnes en 2019 et 1,2 million de tonnes en 2020 (figure 1.6.1c).

L'autre groupe d'espèces dominant est celui de *Sardinella* spp. (*S. aurita* et *S. maderensis*) qui représentait 21 pour cent du total des captures des principales espèces de petits pélagiques en 2020. Alors que les captures de sardinelles rondes (*S. aurita*) ont diminué de 25 pour cent, passant d'environ 260 000 tonnes en 2019 à 197 000 tonnes en 2020 (figure 1.6.1d), les captures de sardinelles plates (*S. maderensis*) ont augmenté de 89 pour cent, passant de 178 000 tonnes en 2019 à 336 000 tonnes en 2020 (figure 1.6.1e). Cette augmentation pour la sardinelle plate (*S. maderensis*) est principalement attribuée à la forte augmentation des captures de la République islamique de Mauritanie (176 pour cent) et du La République du Sénégal (44 pour cent) entre 2019 et 2020. Les niveaux de capture de la sardinelle ronde (*S. aurita*) ont fluctué mais sont restés relativement stables jusqu'en 2018, date à laquelle une baisse continue a été observée. Les niveaux de capture de la sardinelle plate (*S. maderensis*), bien que généralement plus faibles, ont dépassé les captures de sardinelle ronde à partir de 2018 et ont depuis observé une tendance à la hausse. La capture moyenne de sardinelle ronde (*S. aurita*) pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) est d'environ 377 000 tonnes, la moyenne des cinq dernières années oscillant autour de 350 000 tonnes. La moyenne des captures de sardinelles plates (*S. maderensis*) pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) est d'environ 152 000 tonnes, la moyenne des cinq dernières années se situant autour de 219 000 tonnes. La sardinelle ronde (*S. aurita*) est normalement la deuxième espèce la plus importante pour la région en termes de captures. Toutefois, cette tendance s'est sensiblement inversée en 2020, le maquereau (*Scomber colias*) représentant 16 pour cent de toutes les espèces capturées, suivi par la sardinelle plate (*S. maderensis*) à 13 pour cent, le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) à 9 pour cent, et enfin la sardinelle ronde (*S. aurita*) à 8 pour cent.

Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) est la plus importante espèce de chinchard déclarée dans les captures. Il représente environ 9 pour cent (environ 226 000 tonnes) de la capture totale des principales espèces de petits pélagiques en 2020 (figure 1.6.1f). Il s'agit d'une diminution de 8 pour cent par rapport au niveau de 2017, qui se situait autour de 245 000 tonnes. Les captures ont été en moyenne d'environ 188 000 tonnes de 1990 à 2020, la moyenne des cinq dernières années étant d'environ 229 000 tonnes. Les captures de chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) ont augmenté d'environ 8 pour cent, passant de 75 000 tonnes en 2019 à 82 000 tonnes en 2020 (figure 1.6.1f), ce qui correspond à la moyenne des captures pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) de 82 000 tonnes. Cette moyenne à long terme est nettement inférieure à la moyenne des cinq dernières années, qui est d'environ 105 000 tonnes, et qui est impactée par l'augmentation significative des captures de 2014 à 2017. La troisième espèce de ce groupe, la comète coussut (*Caranx rhonchus*), a connu une augmentation significative de 94 pour cent, passant de 12 000 tonnes en 2019 à 24 000 tonnes en 2020 (figure 1.6.1f). Les niveaux de capture de 2020 correspondent à la moyenne à long terme de l'espèce (24 000 tonnes de 1990 à 2020), mais la moyenne quinquennale de l'espèce est d'environ 15 000 tonnes.

Le maquereau (*Scomber colias*), présente une tendance généralement à la hausse depuis 1990, avec un pic des captures en 2019 à 546 000 tonnes (figure 1.6.1g). Le niveau des captures a ensuite diminué de 30 pour cent en 2020 (380 000 tonnes). La moyenne des captures pour la période 1990-2020 a été estimée à environ 211 000 tonnes, et celle des cinq dernières années à 439 000 tonnes.

La capture totale d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) en 2020 était d'environ 50 000 tonnes, ce qui représente une augmentation significative de 156 pour cent par rapport aux 20 000 tonnes de 2019 (figure 1.6.1h). La moyenne des captures à long terme de l'espèce (1990-2020) est d'environ 78 000 tonnes, et la moyenne des cinq dernières années (2016-2020) est de 29 000 tonnes.

La capture de l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) en 2018 représente 2 pour cent du total des captures des principales espèces de petits pélagiques de la sous-région. La capture totale de l'ethmalose pour 2020 était d'environ 58 000 tonnes, soit une augmentation de 68 pour cent par rapport aux 35 000 tonnes de 2019 (figure 1.6.1i). La moyenne à long terme pour l'ethmalose (1990-2020) est de 46 000 tonnes, tandis que la moyenne des cinq dernières années (2016-2020) était d'environ 62 000 tonnes.

Le Royaume du Maroc

Dans l'ensemble, les captures totales pour le Le Royaume du Maroc ont assez fluctué avec une moyenne d'environ 1 million de tonnes de captures pour toutes les espèces pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020). Ce chiffre est légèrement inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), soit environ 1,3 million de tonnes. Les captures totales ont diminué d'environ 12 pour cent, passant de 1,4 million de tonnes en 2019 à 1,2 million de tonnes en 2020. Les tendances des captures pour le Le Royaume du Maroc sont présentées dans la figure 1.6.1j.

La sardine (*S. pilchardus*) reste l'espèce dominante au Le Royaume du Maroc représentant environ 72 pour cent du total des captures des espèces de petits pélagiques en 2020. Les captures de cette espèce ont fluctué dans le temps, avec une capture moyenne d'environ 750 000 tonnes entre 1990 et 2020. La tendance générale a augmenté de 2011 à 2016, avant de baisser en 2017 et 2020. Les captures ont chuté de 14 pour cent, passant d'environ 1 million de tonnes en 2019 à 884 000 tonnes en 2020. La moyenne des captures de sardines au cours des cinq dernières années (2016-2020) est d'environ 985 000 tonnes.

Le maquereau (*Scomber colias*) représente environ 20 pour cent de la capture totale des petits pélagiques en 2020 au Le Royaume du Maroc. Les captures de cette espèce ont également fluctué au cours de la période considérée depuis 1990 avec une tendance générale à la hausse depuis 2012, cependant, il y a eu une baisse de 21 pour cent de la capture totale de 2019 (304 000 tonnes) à 2020 (240 000 tonnes). La capture moyenne de cette espèce au cours des cinq dernières années (2016-2020) est de 261 000 tonnes, contre 146 000 tonnes pour la période 1990-2020.

Les captures de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) ont fluctué depuis la fin des années 1990. Les captures totales sont passées de 1 400 tonnes en 2004 à 94 000 tonnes en 2013. De 2013 à 2015, les captures ont diminué pour atteindre seulement 10 000 tonnes en 2016. En 2017, les captures ont légèrement augmenté pour atteindre 32 000 tonnes avant de diminuer en 2018 pour atteindre 17 000 tonnes. Les captures ont encore diminué de manière significative pour atteindre environ 5 000 tonnes en 2019 et ont encore diminué de 74 pour cent pour atteindre 1 200 tonnes en 2020. La moyenne des captures au cours des cinq dernières années (2016-2020) est désormais d'environ 11 000 tonnes, alors que la moyenne des captures pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) est de 33 000 tonnes. Aucune capture de sardinelle plate (*S. maderensis*) au Le Royaume du Maroc n'a été enregistrée depuis 2016.

Le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) représentait environ 4 pour cent de la capture totale pour le Le Royaume du Maroc en 2020 et les captures de chinchard du Cunène (*T. trecae*) étaient négligeables par rapport aux autres espèces. Le chinchard de l'Atlantique (*T. trachurus*) a augmenté de 5 pour cent par rapport aux captures de 2019 (46 000 tonnes) pour atteindre 48 000 tonnes en 2020. La moyenne quinquennale (2016-2020) de l'espèce est d'environ 53 000 tonnes, ce qui est supérieur à la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), qui est de 45 000 tonnes. Les captures de chinchard du Cunène (*T. trecae*) ont diminué de 71 pour cent entre 2019 (300 tonnes) et 2020 (90 tonnes). La moyenne des cinq dernières années (2016-2020) est également inférieure (17 000 tonnes) à la moyenne de la série chronologique (1990-2020), soit 21 000 tonnes. Les captures de comète coussut (*Caranx rhonchus*) n'ont pas été déclarées pour le Le Royaume du Maroc depuis 2016.

Les captures d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) représentent environ 4 pour cent des captures totales du Royaume du Maroc. L'espèce a montré une tendance générale à la hausse de 2004 à 2012, atteignant les 52 000 tonnes en 2012. Les captures ont diminué jusqu'à environ 27 000 tonnes en 2016 et ont fluctué autour de ce chiffre jusqu'à ce que l'on observe une augmentation de 160 pour cent des captures de 2019 (19 000 tonnes) à 2020 (50 000 tonnes). La moyenne des captures d'anchois pour les cinq dernières années (2016-2020) est d'environ 27 000 tonnes, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), soit 23 000 tonnes.

Avec le début de la covid-19 au mois de mars 2020, le Le Royaume du Maroc, à l'instar des autres pays touchés, a appliqué une série de mesures dont trois mois de confinement strict, la fermeture des

commerces fournissant des services jugés non essentiels et la limitation des déplacements interurbains. Dans ce contexte, le secteur de la pêche, notamment le segment artisanal et côtier, a été officiellement appelé à poursuivre ses activités, considérées comme essentielles pour la sécurité alimentaire et l'approvisionnement de l'industrie.

Malgré les perturbations ressenties au début de 2020, le secteur de la pêche a maintenu ses activités qui font partie des secteurs de production essentiels pour assurer la sécurité alimentaire. Ainsi, toutes les infrastructures ont continué de fonctionner (ports, halles de poisson, marchés de gros). Cette décision a été accompagnée par plusieurs mesures visant le renforcement des contrôles d'accès aux ports aux usagers et autres mesures préventives pour limiter la propagation du virus.

Cette situation a contribué à maintenir la production halieutique totale qui n'a diminué que de 6 pour cent en termes de quantité et de 4 pour cent en valeur, contrairement aux exportations qui se sont accrues de 9 pour cent en volume et 3 pour cent en valeur.

S'agissant de la pêche aux petits pélagiques, la production a baissé de 13 pour cent suite à la réduction des captures de sardine de 17 pour cent et du maquereau de 15 pour cent, malgré la hausse des captures de l'anchois de 158 pour cent et de chinchards de 16 pour cent.

Sur le plan de la gestion, l'arrêté du Ministre de l'agriculture, de la pêche maritime, du développement rural et des eaux et forêts n° 3049-19 du 9 safar 1441 (8 octobre 2019) relatif à «la pêcherie des petits pélagiques de l'Atlantique Sud» a été publié en août 2020. Ce texte de loi a permis, en plus des mesures déjà appliquées dans la cadre de l'ancien arrêté, de promulguer de nouvelles dispositions concernant:

- l'instauration d'un quota individuel annuel pour les navires de la catégorie RSW (senneurs et chalutiers);
- l'instauration d'un zonage de 3 NM pour les senneurs opérant au niveau de la zone sud de Bojador, pour préserver les juvéniles des petits pélagiques et réduire la pêche accessoire;
- l'instauration d'un zonage de 8 et 12 NM respectivement, pour les senneurs et les chalutiers pélagiques ou semi-pélagiques, d'une jauge brute supérieure à 150 unités de jauge pratiquant la pêche fraîche ou réfrigérée;
- la définition de seuils de capture pour les espèces de mulets.

Mauritanie

Dans l'ensemble, les captures totales de la Mauritanie ont augmenté régulièrement jusqu'en 2010, date à laquelle une baisse a été enregistrée; les captures ont ensuite continué à croître avant de recommencer à baisser en 2018. La Mauritanie a maintenu une moyenne d'environ 645 000 tonnes de captures pour toutes les espèces pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), ce qui est nettement inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020) d'environ 1 million de tonnes. La capture totale a diminué d'environ 4 pour cent, passant de 1,05 million de tonnes en 2019 à 1,01 million de tonnes en 2020. Les tendances de captures pour la Mauritanie sont présentées dans la figure 1.6.1k.

Les captures qui dominent pour la Mauritanie sont celles de la sardine (*Sardine pilchardus*), représentant 35 pour cent (350 000 tonnes) de la capture totale (environ 1 million de tonnes) pour 2020. Les captures de sardine sont restées relativement stables jusqu'en 2018 et 2019, où l'on a enregistré un pic de 380 000 et 394 000 tonnes, respectivement. Cependant, les captures ont ensuite diminué d'environ 11 pour cent pour atteindre 350 000 tonnes en 2020. La moyenne quinquennale (2016-2020) des captures de sardines est d'environ 274 000 tonnes, ce qui est beaucoup plus élevé que la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), qui est de 84 000 tonnes.

Les captures de sardinelles plates (*Sardinella maderensis*) représentaient environ 19 pour cent du total des captures pour 2020, tandis que les captures de sardinelles rondes (*S. aurita*) étaient moins importantes, soit environ 10 pour cent du total des captures pour 2020. Les captures de sardinelles plates

(*S. maderensis*) ont augmenté régulièrement depuis 2014 et ont atteint un pic en 2019 après deux années de captures plus faibles. On observe une augmentation de 176 pour cent des captures de sardinelles plates entre 2019 (69 000 tonnes) et 2020 (190 000 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) de *S. maderensis* est nettement plus élevée (104 000 tonnes) que la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) (40 600 tonnes). Les captures de sardinelle ronde (*S. aurita*) sont restées relativement stables tout au long de la série chronologique jusqu'à une baisse enregistrée en 2019 avec 140 000 tonnes. Les captures ont encore diminué de 26 pour cent pour atteindre 104 000 tonnes en 2020. La moyenne quinquennale (2016-2020) de *S. aurita* est également plus élevée, atteignant 220 000 tonnes, que la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), située à 190 000 tonnes.

Parmi les espèces de chinchard capturées en Mauritanie, le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) est le plus capturé, représentant environ 19 pour cent de la capture totale pour 2020. Le chinchard de l'Atlantique (*T. trachurus*) et la comète coussut (*Caranx rhonchus*) ont été capturés dans des pourcentages beaucoup plus faibles (3 pour cent et 2 pour cent, respectivement). Les captures de *T. trecae* sont restées relativement stables au fil des ans, même si l'on constate une diminution de 12 pour cent des captures entre 2019 (217 000 tonnes) et 2020 (190 000 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) de l'espèce est légèrement supérieure, à 185 000 tonnes, par rapport à la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), qui est de 152 000 tonnes. Les captures de *T. trachurus* sont également restées relativement stables au fil des ans, mais une diminution a été observée depuis 2016. Cette diminution s'est modérément inversée de 13 pour cent entre 2019 (30 000 tonnes) et 2020 (34 000 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) de l'espèce est plus élevée (53 000 tonnes) que celle de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) (37 000 tonnes). Les captures de *C. rhonchus* sont toujours restées relativement faibles pour la Mauritanie, jusqu'à ce que l'on observe une augmentation surprenante de 525 pour cent des captures de 2019 (2 500 tonnes) à 2020 (16 000 tonnes). Le niveau de capture de 2020 est plus proche des niveaux de capture moyens pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), soit 17 000 tonnes, que de la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), soit 5 000 tonnes.

Le maquereau de l'Atlantique (*Scomber colias*) reste modérément important pour la Mauritanie et représente environ 11 pour cent de la capture totale pour 2020. Les captures de cette espèce ont augmenté de manière significative en 2017, et cette tendance élevée s'est maintenue jusqu'en 2019 où l'on a observé une diminution de 42 pour cent des captures de 2019 (195 000 tonnes) à 2020 (114 000 tonnes). Ainsi, la moyenne quinquennale (2016-2020) de l'espèce est nettement plus élevée (141 000 tonnes) que la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) (53 000 tonnes).

L'anchois (*E. encrasicolus*) est l'espèce qui représente la plus faible part des captures totales pour 2020 (moins de 1 pour cent). Les captures d'anchois ont connu des fluctuations importantes au cours de la série chronologique. Entre 2013 et 2016, les captures de cette espèce ont diminué de manière continue, passant de près de 3 000 tonnes en 2013 à une capture d'environ 1 380 tonnes en 2016. Les niveaux de capture sont restés autour de ce niveau jusqu'à une baisse significative en 2019 à 500 tonnes. Les captures ont encore diminué de 6 pour cent pour atteindre 480 tonnes en 2020. La moyenne quinquennale (2016-2020) de l'anchois est nettement inférieure, à 1 000 tonnes, à la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), qui est de 57 000 tonnes.

L'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) représente environ 1 pour cent du total des captures pour 2020. Les niveaux ont fluctué jusqu'à une baisse significative en 2019 (7 600 tonnes). Ils ont ensuite augmenté de 36 pour cent pour atteindre 10 000 tonnes en 2020. La moyenne quinquennale (2016-2020) pour l'ethmalose est de 24 000 tonnes, ce qui est un peu plus élevé que la moyenne pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), soit 18 000 tonnes.

Les flottilles exploitent les poissons pélagiques dans la Zone économique exclusive (ZEE) mauritanienne différent aussi par leurs dimensions et leurs stratégies de pêche. La pêche piroguère côtière caractérisé par l'utilisation des pirogues senneurs. Le nombre des pirogues senneurs selon

l'enquête cadre en novembre 2019 a atteint environ 264 senneurs sur l'ensemble du littoral avant de connaître une chute en 2020 pour arriver à environ 178.

Les unités de pêche côtière pélagique sont classées en trois segments selon le critère de la longueur. Le trait caractéristique commun à ces trois segments de la pêche pélagique côtière est l'interdiction de système de congélation à bord. Ces segments se distinguent comme suit:

- Segment 1: il est composé d'unités de longueur de moins de 26 m. Cette catégorie regroupe les pirogues et les bateaux qui utilisent la senne;
- Segment 2: il regroupe les unités de longueur comprise entre 26-40 m utilisant la senne tournante;
- Segment 3: il comprend des bateaux côtiers de longueur comprise entre 40 à 60 m. Cette catégorie de pêche regroupe à la fois des senneurs et des chalutiers.

Ces unités ont atteint en 2019 environ 75 bateaux majoritairement constitué des navires segments 3 dont le nombre a atteint 43 navires. Le nombre des bateaux le plus important est celui du segment 3 avec environ 59 en 2018 dont une vingtaine utilisant les chaluts pélagiques simples avant de connaître une chute importante en 2020 surtout pour les chalutiers côtiers qui ont quitté la zone après la modification du zonage en 2019.

La flottille hauturière est composée des grands bateaux dont le nombre est arrivé à 58 en 2019 avant de connaître une chute en 2020 pour atteindre 44 bateaux. Il s'ajoute de cela, l'autorisation en 2019 de 400 licences aux pêcheurs artisanaux sénégalais pour une durée de 3 mois renouvelable au cours de l'année avec l'obligation de débarquer en Mauritanie.

L'activité des bateaux côtiers est affectée en 2019 par l'application des mesures techniques liées au respect du maillage fixé à 40 mm dans la réglementation. Un arrêt de quelques mois est observé durant le deuxième trimestre. Une dérogation provisoire est accordée aux senneurs avec l'accompagnement d'un programme d'observateurs d'août à décembre 2019. Une autorisation du maillage de 28 mm est accordée avec la nécessité revoir la chute de la senne qui est importante pour toute la senne étudiée. La longueur de la senne devrait être redimensionnée avec une réglementation des prises accessoires. Cette année est caractérisée aussi par le démarrage de l'activité du port de Tanitt qui assure actuellement le débarquement de plusieurs unités artisanales et côtière.

En 2020 et malgré les mesures restrictives de la pandémie, l'activité des navires côtiers et hauturiers sont continue sans obstacle constaté. Les exportations des petits étaient en augmentation en 2020 par rapport aux autres en comparaison avec les autres espèces qui ont été affecté par la fermeture des marchés européens. La quantité de farine a connu une hausse en 2020 pour atteindre 128 000 tonnes en comparaison avec l'année 2019 où la quantité était environ 100 000 tonnes.

L'année 2020 est marqué par un appui considérable de suivi des petits pélagiques avec les projets promopêche et le FIP mais aussi de l'AGD financé par la Mava. En effet, cet appui a permis d'élargir la couverture du suivi des débarquements réalisés en dehors des heures de travail et dans des sites enclavés, non couverts par le passé. Cette amélioration de la couverture spatiale et temporelle a été rendue possible grâce à l'acquisition d'outils de travail de qualité (tablettes, matériels de mensuration, etc.), ainsi les carburant des moyens roulants dédiés spécifiquement à assurer la fluidité et la mobilité des équipes de terrain et la mise en place d'un mécanisme incitatif de motivation à l'endroit des enquêteurs. Cette panoplie de mesures a permis ainsi d'améliorer considérablement la collecte des données sur la pêche piroguière aussi bien pélagique que démersale.

La République du Sénégal

Globalement, les captures totales pour la République du Sénégal ont fluctué autour des mêmes niveaux jusqu'à un pic en 2011. Depuis lors, les captures ont diminué, bien qu'il y ait eu une augmentation de 6 pour cent des captures totales de 2019 (313 000 tonnes) à 2020 (331 000 tonnes). La République du

Sénégal a maintenu une moyenne d'environ 310 000 tonnes de captures pour toutes les espèces pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), ce qui est proche de la moyenne des cinq dernières années (2016-2020) à environ 359 000 tonnes. Les tendances des captures pour la République du Sénégal sont présentées à la figure 1.6.11.

En 2020, la sardinelle plate (*Sardinella maderensis*) était l'espèce la plus dominante capturée, comprenant environ 43 pour cent de la capture totale. La sardinelle ronde (*S. aurita*) suivait en deuxième position avec une proportion de 26 pour cent du total des captures. Les captures de sardinelles plates (*S. maderensis*) sont restées relativement stables tout au long de la série chronologique (1990-2020), avec une moyenne de 107 000 tonnes. Ce chiffre est inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), soit 121 000 tonnes. De 2019 à 2020, on observe une augmentation de 44 pour cent des captures annuelles (99 000 tonnes et 142 000 tonnes, respectivement). Les captures de sardinelles rondes (*S. aurita*) ont également fluctué et, à l'exception de 1998-2004 et de cette dernière année, elles ont été normalement plus élevées que celles de *S. maderensis*. La moyenne des captures de sardinelles rondes pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) est de 154 000 tonnes, ce qui est légèrement inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), qui est de 157 000 tonnes. Les captures de *S. aurita* ont diminué de 25 pour cent entre 2019 (115 000 tonnes) et 2020 (85 000 tonnes).

Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) représentait 11 pour cent du total des captures pour 2020, et la comète coussut (*Caranx rhonchus*) 3 pour cent. Les niveaux de capture de *T. trecae* sont restés relativement stables tout au long de la série chronologique (1990-2020) et ont atteint une moyenne d'environ 15 000 tonnes. Ce chiffre est inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), qui s'élève à 26 000 tonnes. Entre 2019 et 2020, les niveaux de capture du chinchard du Cunène augmentent de 27 pour cent (28 000 tonnes et 36 000 tonnes, respectivement). Les niveaux de capture de *C. rhonchus* sont également restés relativement stables tout au long de la série chronologique (1990-2020) et ont atteint une moyenne d'environ 7 000 tonnes. Toutefois, ce chiffre est nettement inférieur à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), qui est de 11 000 tonnes. Et ce, malgré la baisse de 13 pour cent des niveaux de capture entre 2019 (10 000 tonnes) et 2020 (8 700 tonnes).

Les niveaux de capture du maquereau (*Scomber colias*) ont diminué de 41 pour cent entre 2019 (46 000 tonnes) et 2020 (27 000 tonnes). Le niveau de capture de 2020 est similaire à la moyenne des cinq dernières années (2016-2020), soit 24 000 tonnes, et supérieur à la moyenne de l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), soit 11 000 tonnes.

Le niveau de capture de l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) a augmenté d'un peu plus de 100 pour cent entre 2019 (16 000 tonnes) et 2020 (32 000 tonnes). Le niveau de capture de 2020 est supérieur à la fois au niveau de capture moyen des cinq dernières années (2016-2020), qui est de 20 000 tonnes, et à la capture moyenne pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020), qui est de 14 000 tonnes.

À la République du Sénégal, les petits pélagiques sont essentiellement exploités par des unités artisanales et avec une certaine contribution des grands navires industriels. Les pêcheries de sardinelles à la République du Sénégal sont gérées par un plan national (Plan de développement des pêcheries de sardinelles) et des plans participatifs complémentaires approuvés par le Ministère des pêches et de l'économie maritime. Il s'agit notamment de cinq plans de gestion participative pour les sardinelles et deux pour l'ethmalose. Par ailleurs, le Plan d'aménagement des pêcheries de sardinelles a reçu l'avis favorable du Conseil national consultatif des pêches maritimes (CNCMP) depuis 2013, mais le Décret d'application est toujours en cours de régularisation. Cependant d'importantes mesures de gestion ont été prises dans le Décret d'application de la Loi n° 2015-18 du 13 juillet 2015, portant Code de la pêche maritime. Parmi lesquelles on peut citer:

- le relèvement de la taille minimale de capture de la plupart des espèces pélagiques;
- le relèvement du maillage des filets (filet maillant et senne tournante); et

- l'interdiction du chalut bœuf et du chalut pélagique côtier entre Yoff et la frontière nord de la République de Gambie.

À cela s'ajoutent les initiatives locales de gestion prises au niveau de:

- *Cayar*: interdiction d'utiliser les filets monofilament, refus de transformation des juvéniles de sardinelles, sorties alternées (une seule sortie quotidienne des sennes tournantes).
- *Saint-Louis*: limitation des quantités débarquées, sorties alternées et interdiction de débarquement nocturne des sennes tournantes.
- *Mbour/Joal*: refus de transformation de juvéniles de sardinelle et interdiction de sortie nocturne des engins artisanaux de pêche pélagique, etc. La mesure d'interdiction a été étendue à Hann et Kafountine en 2018.

En 2020, le La République du Sénégal vient de créer trois nouvelles aires marines communautaires protégées dont Gorée, une île située dans la baie de Dakar. L'île de Gorée regroupe les communes de Gorée, de Dakar-Plateau, d'Hann/Bel-Air, Thiaroye sur Mer, de Mbao et de Rufisque (principale zone de pêche de l'appât vivant). Depuis 2019, tous les renouvellements et les attributions de licences de pêche ont été suspendus.

En 2019, une journée de concertation sur l'enjeu et les perspectives de l'industrie de la farine et de l'huile de poisson au La République du Sénégal a été organisée sous la présidence du Ministre de la pêche et de l'économie maritime avec la participation de tous les acteurs concernés. Deux tendances se sont dégagées:

- Un groupe se positionne radicalement contre l'installation d'usines de farine et d'huile de poisson constitué de femmes transformatrices (les plus impactées), d'ONG et de certaines organisations professionnelles.
- Un second groupe, constitué de pêcheurs, mareyeurs, représentants des collectivités locales et industriels de farine et huile de poisson, qui plaident pour la pérennisation des activités desdites structures.

Les principales recommandations ont été:

- L'application des dispositions législatives et réglementaires relatives à l'implantation des unités de traitement.
- Le maintien des usines existantes, régulariser celles déjà construites et geler la délivrance de nouveaux agréments.
- L'instauration d'un système d'approvisionnement par quotas, lors des périodes d'abondance des petits pélagiques.
- La délocalisation des unités déjà installées et ayant des impacts négatifs sur les populations riveraines.
- L'interdiction de l'utilisation de poissons frais comme matières premières.
- Porter le plaidoyer au niveau de la Commission sous-régionale des pêches (CSRP) pour harmoniser les positions du La République du Sénégal, de la Mauritanie et de la République de Gambie sur la problématique des petits pélagiques et des usines de farine de poisson.

En décembre 2019, un nouvel accord de pêche a été conclu entre la Mauritanie et la République du Sénégal pour une durée de 3 mois renouvelable au cours de l'année. Cet accord permet à 400 pirogues sénégalaises de capturer 50 000 tonnes de sardinelles dans les eaux de la Mauritanie avec l'obligation de débarquement en Mauritanie.

La République de Gambie

Globalement, les captures totales pour la République de Gambie sont restées stables avec une moyenne d'environ 23 000 tonnes pour toute la période (1990-2020) bien qu'elles aient connu deux pics de croissance. Le premier a eu lieu en 2013, avec 36 000 tonnes, et le second en 2017, avec 43 000 tonnes. Depuis lors, les captures totales ont diminué, bien qu'il y ait eu une très légère augmentation de 8 pour cent des niveaux de capture entre 2019 (25 000 tonnes) et 2020 (27 000 tonnes). Ces niveaux se situent autour de la moyenne des captures totales des cinq dernières années (2016-2020), soit 31 000 tonnes. Les tendances des captures pour la République de Gambie sont présentées dans la figure 1.6.1m.

Les données de captures n'existent que pour le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*) pour 2015-2018. Aucune capture n'a été déclarée pour *Caranx rhonchus* depuis 2016.

L'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*) représente plus de la moitié des captures totales pour 2020 (60 pour cent), soit 16 000 tonnes. Il s'agit d'une augmentation de 41 pour cent par rapport aux niveaux de capture de 2019 (12 000 tonnes). Les captures moyennes de l'éthmalose pour les cinq dernières années (2016-2020) et l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) sont similaires, à 18 000 tonnes et 16 000 tonnes, respectivement.

La sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) et la sardinelle plate (*S. maderensis*) représentent également des parts significatives de la capture totale pour 2020 (21 pour cent et 17 pour cent, respectivement). Les captures de sardinelles rondes ont augmenté de 83 pour cent entre 2019 (3 000 tonnes) et 2020 (5 600 tonnes), tandis que les captures de sardinelles plates ont diminué de 57 pour cent entre 2019 (10 000 tonnes) et 2020 (4 400 tonnes). Ce niveau de capture élevé pour *S. maderensis* est probablement attribué à des pics en 2013, 2017 et 2019, puisque la moyenne des captures pour les cinq dernières années (2016-2020) est d'environ 7 600 tonnes alors que la moyenne pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020) est plus faible, à 3 200 tonnes. *S. aurita* a également connu un pic de captures en 2013, la moyenne des captures pour les cinq dernières années (2016-2020) étant d'environ 4 300 tonnes et de 2 100 tonnes pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2020).

Le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*) et le maquereau (*Scomber colias*) constituent très peu de la capture totale (1,5 pour cent et moins de 1 pour cent, respectivement). Les captures de *T. trecae* ont augmenté de 153 pour cent entre 2019 (155 tonnes) et 2020 (390 tonnes), tandis que les captures de *S. colias* ont connu une très forte hausse de 758 pour cent, passant de 28 tonnes en 2019 à 240 tonnes en 2020. Les moyennes quinquennales (2016-2020) du chinchard du Cunène (600 tonnes) et du maquereau (360 tonnes) sont toutes deux supérieures aux moyennes à long terme (1990-2020) de 400 et 220 tonnes, respectivement.

En moyenne, le nombre d'unités de la flottille artisanale en Gambie en 2019 était d'environ 1 600 canots. La pêche artisanale dispose de droits de pêche exclusifs dans les eaux jusqu'à 9 milles nautiques (nm) du littoral. Les navires de 250 tonnes brutes enregistrées (TBE) ou moins sont autorisés à pêcher entre 9 et 12 nm, et il n'y a pas de restrictions au-delà de la limite des 12 milles. En 2018, il y a eu une introduction d'une catégorie de pêche semi-industrielle, où les navires de moins de 50 TJB sont autorisés à pêcher dans un rayon de 7 nm de la côte.

En raison de l'impact de la pandémie de la covid-19, les pêcheurs artisanaux de Gambie n'ont pas pu vendre leurs prises, qui ont ensuite été gaspillées et ont entraîné de graves pertes économiques pour les opérateurs de la transformation du poisson. Les usines de farine de poisson ont réduit leurs activités, ordonnant à une grande partie du personnel de rester à la maison. Le secteur industriel a également reçu moins de demandes de licences pour des débarquements de poissons répondant à l'obligation de distribuer à la population gambienne 10 pour cent des débarquements de poissons provenant de navires non locaux. Pour le secteur de l'exportation, la fermeture des voies de transport a perturbé et rompu les liens entre les fournisseurs et les consommateurs, en particulier pour les exportations de poisson vers les marchés régionaux et internationaux. Ainsi, les pêcheurs ont été privés de revenus indispensables en termes de devises étrangères.

L'effort de pêche a diminué en raison de la baisse de la demande. La nécessité d'observer une distance sociale minimale en mer empêche une grande partie de l'activité, et l'effondrement de la demande des restaurants, des hôtels et de la restauration, ainsi que la restriction des marchés de poissons ouverts, ont gravement affecté le secteur de la pêche locale. Certains pêcheurs ont cherché d'autres moyens de subsistance, tandis que d'autres sont restés chez eux.

Il y a également une pénurie d'intrants pour les pêcheurs, tels que la glace, les appâts, les engins, et l'accès aux magasins et aux établissements de crédit. Certains de ces établissements sont complètement fermés ou fonctionnent avec des heures minimales.

En raison de la pandémie, il y a une pénurie de main-d'œuvre dans le secteur le plus productif du pays. Les navires étrangers ont également connu des retards ou des obstacles à l'entrée dans les eaux gambiennes en raison de la fermeture des frontières et des points de contrôle. Globalement, le chômage dans le secteur de la pêche gambien a augmenté.

Cependant, les agents de collecte de données sur la pêche maintiennent leur présence sur les principaux sites de débarquement du poisson afin de recueillir des données sur les captures et l'effort, et des campagnes de 10 jours sont menées pour surveiller la production et l'effort de la pêche artisanale. Grâce au soutien financier d'un projet MAVA-AGD sur les petits pélagiques, un projet de recherche sur la pêche artisanale a été mis en place.

Îles Canaries (le Royaume d'Espagne)

Aux Canaries (29-27°N, 19-13°W, inclus dans la Division FAO 34.1.2), l'activité de pêche est principalement concentrée sur les thons, avec une faible activité dans les ZEE des pays d'Afrique du Nord-Ouest, et l'activité artisanale pêcherie. Concernant ces dernières, deux types d'activité sont décrits: i) multi-engins pour les espèces démersales, et ii) pêcheries à la senne pour les petits pélagiques. La flotte de pêche aux petits pélagiques est variable et peut donc alterner avec la pêche au thon. En 2020, la flotte était composée de 22 navires d'une jauge brute de 10 t; 78,7 ch de puissance et 11 m de longueur en moyenne. La durée de chaque sortie est d'une journée de pêche.

Dans le cadre du projet de cadre de collecte de données de l'Union européenne, l'Instituto Español de Oceanografía (IEO), par l'intermédiaire du Centro Oceanográfico de Canarias, surveille les débarquements des senneurs pêchant dans les îles Canaries depuis 2013 et obtient des informations biologiques sur les espèces de petits pélagiques les plus débarquées: maquereau (*Scomber colias*), chinchards (*Trachurus* spp.), sardinelles rondes (*Sardinella* spp.) et sardine (*Sardina pilchardus*). Des échantillonnages de longueur et biologiques des débarquements commerciaux sont effectués à Tenerife, où sont produits plus de 70 pour cent du total des débarquements de petites espèces pélagiques dans l'archipel. Par conséquent, bien que des registres partiels existent. Les données pour les îles Canaries ne sont considérées comme fiables que depuis 2013. Dans l'ensemble, les débarquements totaux pour l'archipel ont connu un pic en 2017, avec une baisse constante depuis. Les captures totales ont diminué de 22 pour cent de 2019 (1 800 tonnes) à 2020 (1 400 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) de la capture totale est de près de 2 000 tonnes. Les tendances des captures pour les îles Canaries peuvent être trouvées dans la figure 1.6.1n.

Les maquereaux (*Trachurus* spp.) et les maquereaux (*Scomber colias*) représentent les plus grandes proportions des captures totales pour 2020, avec 44 pour cent et 49 pour cent, respectivement. Capture de *Trachurus* spp. augmenté de 27 pour cent de 2019 (495 tonnes) à 2020 (630 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) pour l'espèce est d'environ 590 tonnes. Les captures de *S. colias* ont diminué de 38 pour cent entre 2019 (1 150 tonnes) et 2020 (700 tonnes), avec une moyenne quinquennale de 930 tonnes.

La sardine (*Sardina pilchardus*) et les sardinelles (*Sardinella* spp.) constituent les portions restantes de la capture totale pour 2020 (3 pour cent et 4 pour cent, respectivement). Les débarquements ont

considérablement diminué de 2019 à 2020 pour les deux espèces: 47 pour cent pour la sardine (de 80 tonnes à 42 tonnes) et 50 pour cent pour les sardinelles (de 110 tonnes à 55 tonnes). La moyenne quinquennale (2016-2020) pour la sardine est de 240 tonnes et de 200 tonnes pour les sardinelles.

Concernant l'effort de pêche, en raison de la pêche mixte et des quatre espèces ciblées par les senneurs, les CPUE ont été calculées en considérant uniquement les jours où chacune des espèces a été effectivement débarquée. En ce sens, une nette tendance à la baisse s'est produite pour les espèces de clupéidés. Cependant, les chinchards et les chinchards, bien que montrant des oscillations plus larges ou plus étroites, ont eu une tendance globale à la hausse compte tenu de la série chronologique. Cependant, les débarquements annuels totaux de la flottille de senneurs ont sensiblement diminué, avec une évolution très similaire au nombre de jours de pêche au cours desquels la flottille a débarqué des petits pélagiques, sans prendre en compte lesquels d'entre eux. En ce sens, la crise pandémique de la covid-19 a dramatiquement affecté l'activité normale des flottes artisanales dans l'archipel des Canaries. La fermeture des restaurants et des frontières a provoqué une baisse de la demande de poisson du marché. Dès lors, les données officielles correspondant à 2020 sont à prendre avec précaution, car elles sont fortement impactées par les enjeux socio-économiques.

1.7. Vue d'ensemble des campagnes régionales

En 2017, une étude des ressources et des écosystèmes pélagiques a été réalisée avec le N/R *Dr Fridtjof Nansen* couvrant la région de l'Afrique du Nord-Ouest. La campagne a fourni d'importantes données indépendantes des pêcheries pour l'évaluation de ces ressources et était d'une importance fondamentale pour le groupe de travail. Une autre campagne a été menée en 2019. En raison de la pandémie de la covid-19, la campagne de 2020 a été annulée pour la région.

La campagne réalisée par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* en 2019 sur les ressources de pélagiques en Afrique du Nord-Ouest (volet 1.1 de la couverture de l'Afrique de l'Ouest en 2017) a englobé le Le Royaume du Maroc jusqu'au Cap Blanc. La deuxième étape (volet 1.2) a réalisé une étude expérimentale des ressources mésopélagiques de la région et le troisième et quatrième tronçon (1.3 et 1.4) ont réalisé des campagnes pélagiques en Mauritanie et au La République du Sénégal, respectivement.

La première étape de la campagne a couvert la région entre Tanger et le Cap Blanc du 7 au 27 mai 2019 (tronçon 1.1). Elle a été temporairement reportée afin que le navire puisse effectuer une campagne sur les ressources mésopélagiques de l'Afrique de l'Ouest du 26 mai au 11 juin (tronçon 1.2), et pour une période de maintenance non programmée du navire. La troisième étape sur les ressources pélagiques a eu lieu en Mauritanie du 27 juin au 9 juillet, et au La République du Sénégal et en Gambie du 9 au 18 juillet (il y a eu une interruption de service du 3 au 6 juillet pour permettre un changement d'équipage sur le navire).

Un schéma de prospection commun a été adopté dans toute la région, avec des transects parallèles perpendiculaires au littoral distants de 10 nm et des mesures acoustiques des poissons pélagiques obtenues sur le plateau à une profondeur de 20 à 500 m. A chaque degré de latitude, un transect hydrographique a été réalisé à une profondeur de 1 000 m. Des mesures météorologiques et hydrographiques ont été régulièrement enregistrées sur ces transects, en plus d'échantillons de paramètres d'acidification des océans (pH et alcalinité), de nutriments, de phytoplancton, de zooplancton, d'œufs et de larves de poissons et de microplastiques. Les conditions météorologiques étaient bonnes pour la prospection pendant toute la période.

1.8. Groupe de travail acoustique

Le Programme EAF-Nansen a donné un grand élan à l'étude des petits pélagiques au niveau de la région nord-ouest africaine depuis de très longues années, en particulier depuis le milieu des années 1990. Le Programme EAF-Nansen a également inscrit parmi ses objectifs le renforcement des compétences des pays de la région en matière de prospections acoustiques. À cet effet, des campagnes conjointes ont été réalisées avec le N/R *Dr Fridtjof Nansen* et les navires de recherche nationaux et des groupes de planification ont été organisés depuis 2001. Leur objectif était de coordonner les campagnes acoustiques au nord-ouest de l'Afrique, notamment en matière d'intercalibration avec les navires de recherche (*Al Amir* du Royaume du Maroc, *Al Awam* de la Mauritanie et *Itaf Deme* du La République du Sénégal) et de servir de forum de discussion sur les questions liées à la standardisation des méthodes, à la recherche et à la formation. Le groupe de travail a par la suite transmis les résultats des campagnes acoustiques au groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest.

Une réunion en ligne d'une journée sur la planification des campagnes acoustiques a eu lieu le 11 juin 2021 portant sur l'analyse et la discussion des résultats de la campagne de *Nansen* effectuée en 2019. Il a été convenu que des exercices d'intercalibration entre le N/R *Dr Fridtjof Nansen* et les N/R du La République du Sénégal, de la Mauritanie et du Royaume du Maroc seront réalisés à l'automne 2021 lors des prochaines campagnes régionales alors que le N/R de la République de Gambie a été mis en cale sèche pour des réparations mécaniques.

1.9. Principaux phénomènes environnementaux

1.9.1. Influence environnementale/climatique sur les petits pélagiques

En janvier 2018, la frontière nord du front thermique sénégal-mauritanien (SMF) était au sud de la norme et située à 12° N. La limite sud de SMF était également située au sud de sa position pluriannuelle moyenne à 0,2° (figure 1.9.1a). La déviation de la température de surface de la mer (SST) par rapport à la norme dans cette zone était de -0,5 -1 °C. En février, l'anomalie négative a atteint -2,5 °C au La République du Sénégal et la zone thermique négative s'est étendue à l'ensemble de la zone. Cela a entraîné un déplacement encore plus important de la frontière sud du SMF vers la région de 9,8° de latitude N, située à 1,1° au sud de la norme. Depuis mars, le front a légèrement basculé vers le nord avec une limite nord à 11,5° N. L'écart négatif de la température a été réduit à -0,5 °C.

En avril, la zone frontale s'est légèrement repliée vers le nord et sa position était proche de la position moyenne à long terme. L'écart de température par rapport à la norme était de -0,2 à -0,8 °C. En mai, la position du front n'a pratiquement pas changé, alors qu'elle se déplace généralement vers le nord à cette période. Elle était associée à la propagation de l'anomalie de la SST négative jusqu'à -2 °C. La limite nord du SMF était située à 12,6° N, loin, au sud, de la norme pluriannuelle. En juin, le front s'est déplacé brusquement à 17° N pour la frontière nord. Cependant, sa position était toujours à 1,9° au sud de la norme. L'écart de SST par rapport à la norme était de -1,5 °C.

En juillet, la frontière sud du front a fortement basculé à 17,6° N. La frontière nord était située à 19° N. L'écart par rapport à la norme était de -1 °C, la totalité de la zone côtière passant de 8 à 24° N occupée par une anomalie négative de la température de surface. En août, le front s'est rapproché de la position pluriannuelle. Cependant, la totalité de la zone côtière est restée dans la zone de SST négative. En septembre, la position du SMF est restée pratiquement inchangée. L'écart par rapport à la norme à l'avant était de -1 °C.

En octobre, la position du front se situait dans la norme pluriannuelle. Une anomalie SST faiblement positive (+0,2 °C) était apparue dans une zone restreinte du cap Blanc. En novembre, la position du SMF a été radicalement modifiée. Les deux frontières étaient nettement au sud de leur position

pluriannuelle moyenne. Ceci est dû à une augmentation de l'anomalie négative du SST dans la zone côtière, qui a atteint $-2,3^{\circ}\text{C}$. En décembre, le SMF s'est déplacé vers le sud et sa limite nord était de $16,5^{\circ}\text{N}$. Tout au long de l'année, la région était située dans la zone négative du SST (figure 1.9.1b). Compte tenu de l'aspect moyen à long terme, 2018 a été le plus froid depuis 1981 (figure 1.9.1c).

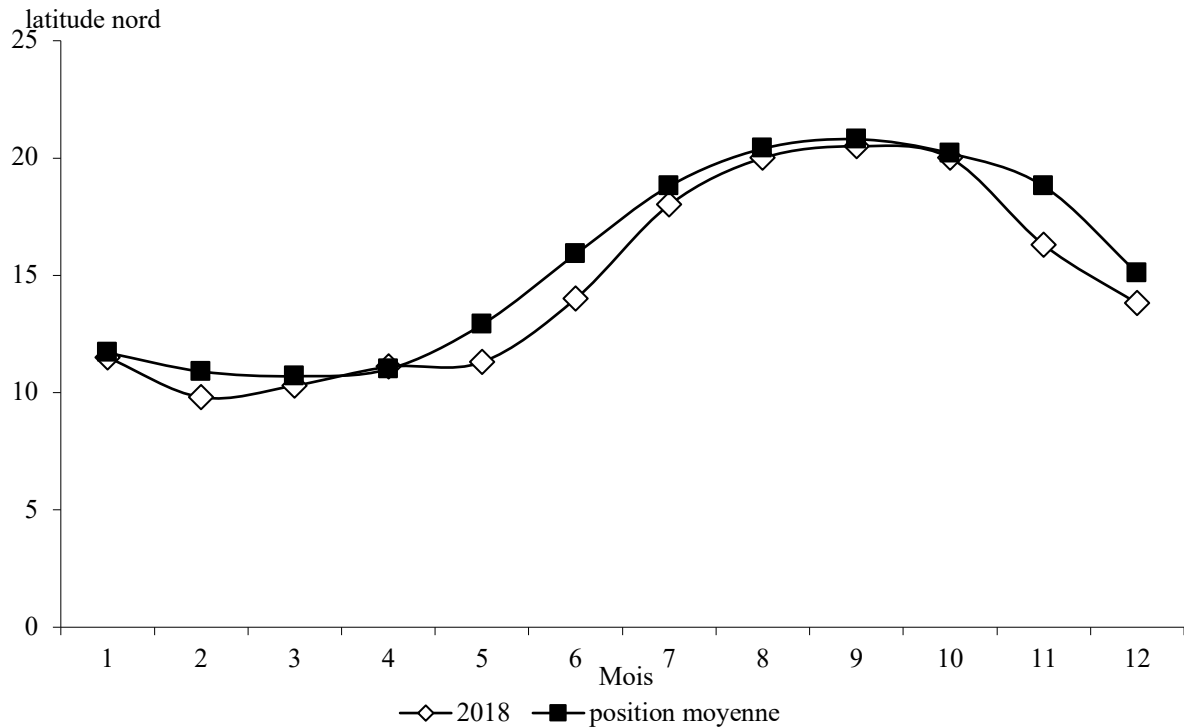


Figure 1.9.1a: Position de la limite sud de la NFM (24°C) en 2018 et position moyenne à long terme

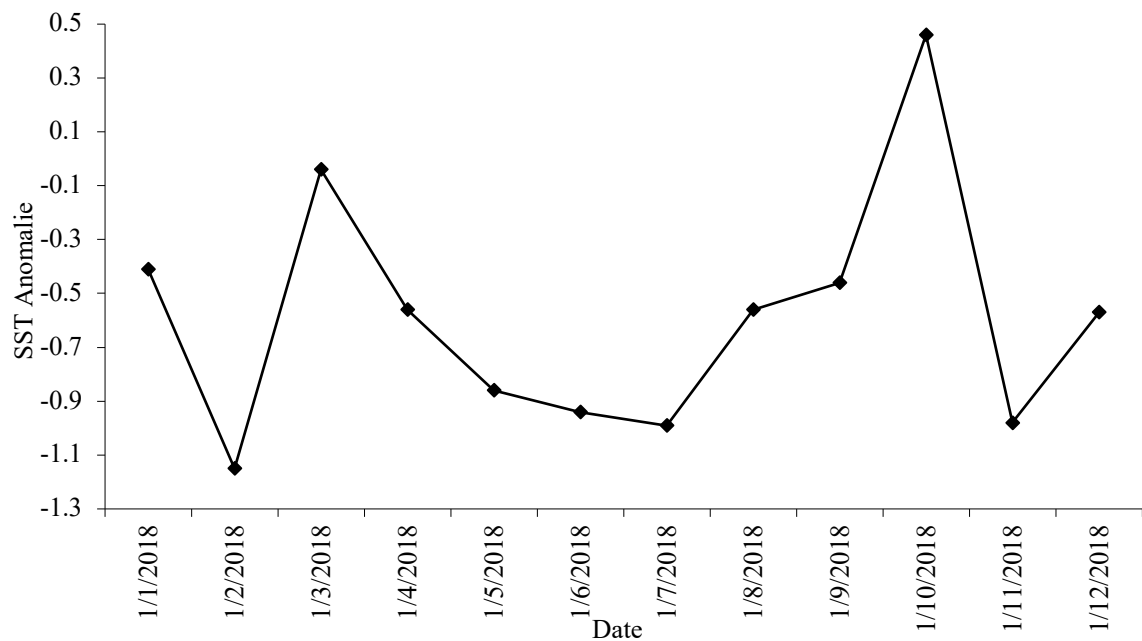


Figure 1.9.1b: Écart SST par rapport à la norme moyenne pour la région de $15,5$ à $21,5^{\circ}\text{N}$, $-20,5$ à $16,5^{\circ}\text{O}$ pour 2018 (la norme est calculée pour la période [1981-2017]).

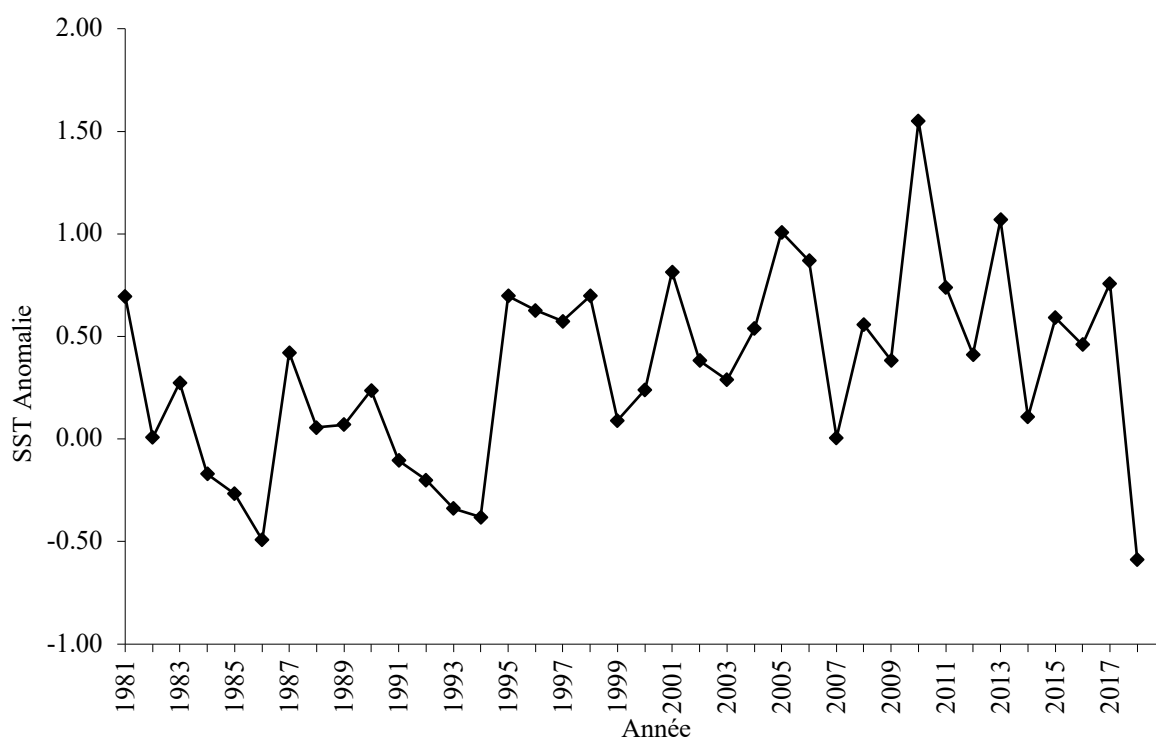


Figure 1.9.1c: Écart SST par rapport à la norme moyenne pour la région allant du 15,5 à 21,5° N, -20,5 à 16,5° O. pour la période 1981-2018

1.10. Méthodologie et logiciel

Conformément aux années précédentes, 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 implémentation Excel de la version dynamique de ce modèle, avec un estimateur d'erreur d'observation (Haddon, 2001), a été utilisée. Le modèle a été ajusté aux données à l'aide de l'optimiseur non linéaire intégré à Excel, Solver (FAO, 2012). Ce modèle a été appliqué à la sardine, au chinchard et au maquereau.

Pour certains stocks (sardine, sardinelle, ethmalose et anchois), une analyse de cohorte de longueur (Jones, 1984) a été appliquée afin d'estimer le niveau actuel de F et le schéma d'exploitation relatif de la pêcherie au cours des dernières années. Une analyse du rendement par recrue basée sur la longueur (Thomson et Bell, 1934) a ensuite été réalisée sur ces estimations afin d'estimer les points de référence biologiques F_{MAX} et $F_{0.1}$. La LCA et l'analyse du rendement par recrue ont été présentées dans des feuilles de calcul Excel (annexe I et II).

Pour le stock de maquereau, les données de capture par âge de la flottille russe, qui couvraient la plupart des captures déclarées, étaient disponibles. Les résultats de l'analyse de la corrélation au sein des cohortes ont été jugés acceptables et le groupe de travail a décidé d'appliquer les méthodes fondées sur l'âge XSA (Shepherd, 1999) et ICA (Patterson et Melvin, 1995), ainsi que le modèle de production dynamique.

1.10.1. *Test de méthodes alternatives*

Sur la base des recommandations de l'examen technique réalisé en 2015, de nouvelles méthodes d'évaluation susceptibles d'élargir les outils à la disposition du groupe de travail ont été testées depuis 2016.

En conséquence, plusieurs méthodes ont été testées sur différents stocks lors des dernières réunions depuis 2016, y compris les méthodes habituelles. Les modèles/approches testés incluent le capturer au rendement maximal durable (CMSY), l'analyse de la courbe de capture et les estimations de la mortalité par longueur. Lors de la présente réunion, un modèle appelé SPICT a également été testé pour certains stocks.

1.10.2. *Capturer au rendement maximal durable (CMSY)*

Le modèle CMSY est décrit dans Froese *et al.* Winker (2016). Doté de qualités et de caractéristiques similaires aux modèles classiques de dynamique de production, CMSY est basé sur la série historique de captures. L'estimation des paramètres du modèle, r et K , est rendue possible par l'incorporation d'informations sur une plage de valeur connue à priori pour ces paramètres, ainsi que par une connaissance à priori de l'état du stock au début et à la fin de la période d'évaluation. Les résultats de l'analyse CMSY dépendent fortement des informations antérieures fournies au modèle et qui doivent donc être définies avec soin.

1.10.3. *Estimation de la mortalité basée sur la longueur*

Comme alternative à l'analyse par cohorte, la mortalité totale a été calculée à l'aide du modèle fondé sur la longueur de Beverton et Holt (1956):

$$\hat{Z} = \frac{k(L_{\infty} - \bar{L})}{(\bar{L} - L_c)}$$

Où Z est le taux de mortalité total, L_c est la longueur à laquelle les individus sont entièrement sélectionnés pour la pêche et L est la moyenne des poissons de l'échantillon qui sont supérieurs à L_c . La méthode est relativement robuste aux situations où les données sont limitées, car elle repose sur une estimation représentative de la taille moyenne plutôt que sur une représentation précise de la distribution de la taille, mais elle suppose une sélectivité «tranchante» (c'est-à-dire une vulnérabilité totale des poissons de taille supérieure à L_c) (Beverton et Holt, 1956)⁷.

Le modèle SPICT

SPICT est un modèle d'espace d'états intégrant un modèle de production excédentaire dans un cadre statistique basé sur une estimation par maximum de vraisemblance. SPICT utilise de petits pas de temps (1/16 de l'année) et est donc considéré comme un «temps continu». Une description complète du modèle se trouve dans Petersen et Berg (2017). SPICT peut être considéré comme un modèle avec deux parties statistiques.

Tout d'abord, la partie processus, qui décrit la dynamique du stock et de la mortalité par pêche. La dynamique de la population sous-jacente est représentée par une équation de Pella-Tomlinson, avec un terme aléatoire annuel supplémentaire ayant un écart type sdb . Ce terme est une erreur de processus, permettant à la biomasse estimée dans le modèle de s'écarter de l'équation de Pella-Tomlinson. On peut s'attendre à de tels écarts par rapport à la biomasse théorique lorsque les hypothèses du modèle de Pella-

⁷ Beverton, R.J.H., et S.J. Holt. 1956. *A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling*. Rapports et Procès-verbaux des réunions, Conseil international pour l'exploration de la mer. 140: 67-83.

Tomlinson ne sont pas respectées dans la réalité (par ex., en cas de variation du recrutement, de la croissance ou de la mortalité naturelle). La mortalité par pêche dans le modèle est représentée comme un processus aléatoire, avec un écart type.

Le deuxième bloc statistique est le modèle d'observation, qui relie les observations (indices de capture et d'abondance) au modèle. Pour les indices d'abondance, les valeurs modélisées sont calculées en fonction de la biomasse du modèle et de la mortalité par pêche (en utilisant un paramètre de capturabilité q pour chaque indice d'abondance), et sont comparées aux valeurs d'observation réelles, en supposant une erreur log-normale d'écart type sdi). Les données de capture sont traitées de manière similaire, avec un écart type d'observation sdc . Les valeurs de sdi et sdc indiquent dans quelle mesure le modèle correspond à chaque source de données (une valeur sd inférieure indique un ajustement plus étroit et donc un poids plus important dans l'évaluation).

Les paramètres du modèle (paramètres dynamiques de la biomasse r et K , observation et erreur de processus sdb , sdf , sdi , sdc , les capturabilités q sont tous estimés simultanément par le maximum de vraisemblance. Puisque les écarts-types d'observation pour chaque source de données sont estimés, une pondération des sources de données sont automatiquement créées lors de l'ajustement du modèle.

Le modèle SPICT a été exécuté dans R, à l'aide de la bibliothèque (`spict`) disponible sur github (<https://github.com/fishfollower/spict>). L'optimiseur utilisé est le Template Model Builder (TMB).

1.10.4. *Les projections*

Des projections simples à moyen terme sur les rendements et l'évolution des stocks futurs ont été établies pour les stocks pour lesquels une évaluation à l'aide du modèle de production était possible à l'aide du modèle de Schaefer ajusté aux données historiques, sur une feuille de calcul (FAO, 2012).

Compte tenu de la nature variable des stocks de petits pélagiques, il a été décidé d'utiliser une projection temporelle de trois ou cinq ans.

Toutes les projections ont pris comme point de départ l'estimation de l'état du stock au cours de la dernière année de données disponibles. Les stratégies de gestion futures ont été définies comme des changements de la mortalité par pêche et/ou des captures par rapport à ceux estimés pour la dernière année de données disponibles.

Pour certains stocks, deux scénarios ont été analysés. Le premier scénario était le statu quo qui a tenu compte des rendements futurs et de l'évolution des stocks si la mortalité ou les captures actuelles de la pêche restaient les mêmes. Le second scénario envisageait une réduction ou une augmentation de la mortalité par pêche ou des captures en fonction des espèces analysées.

Des projections ont également été réalisées pour le stock de maquereaux à partir des résultats de l'analyse VPA.

1.10.5. *Points de référence pour les recommandations de gestion*

Les indices B_{cur}/B_{MSY} et F_{cur}/F_{MSY} ont été utilisés comme points de référence limites, tandis que les indices $B_{cur}/B_{0.1}$ et $F_{cur}/F_{0.1}$ ont été choisis pour les points de référence cibles. Le rapport du groupe de travail de 2006 (FAO, 2006b) fournit une explication plus détaillée de ces points de référence et de leur utilisation dans la gestion de la pêche.

2. SARDINE

2.1. Identité du stock

Trois stocks de sardines sont distingués: le stock nord (3° 45'-32° N), le stock central A + B (32° N-26° N) et le stock sud C (26° N - limite sud de la distribution de l'espèce) (figure 2.1.1a). Les îles Canaries sont considérées comme une unité séparée.

2.2. Les pêches

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 illustrées à la figure 2.2.1a.

Les captures de sardine dans la sous-région en 2020 ont diminué de 13 pour cent par rapport à 2019, passant d'environ 1 417 000 tonnes à plus de 1 235 500 tonnes (figure 2.2.1a). Les captures dans la zone Nord et la zone A+B ont diminué: elles sont passées de 26 000 tonnes à environ 22 700 tonnes (-13 pour cent) dans la zone nord. Pour la zone A+B, les captures en sardine sont passées d'environ 444 000 tonnes à plus de 389 000 tonnes (-13 pour cent).

Environ 67 pour cent des captures de la sardine sont effectuées dans la zone C dont environ 28 pour cent effectuées au sud du Cap Blanc. Concernant la zone sénégalaise, le poids débarqué a enregistré un total d'environ 186 tonnes en 2020 contre 204 tonnes en 2019. C'est un poids négligeable proche de celui enregistré dans les environs des îles Canaries.

Dans la zone nord du Royaume du Maroc, la majorité des captures (22 080 tonnes) est réalisée par les senneurs côtiers marocains. La capture réalisée par des senneurs espagnols (91 tonnes en 2019). En 2020, les captures de la flottille espagnole sont passées à 615 tonnes, plus ou moins au même niveau qu'en 2018.

Dans les zones A+B, la capture est réalisée exclusivement par des senneurs marocains côtiers. La capture dans la zone B est environ 3 fois supérieure à celle de la zone A (289 354 tonnes contre 99 724 tonnes). Toutefois, on note ces deux dernières années une augmentation des captures dans la zone A et une diminution au niveau de la zone B.

Dans la zone C, 522 pour cent de la capture est réalisée par des senneurs et des navires eau de mer réfrigérée (RSW) marocains (430 944 tonnes,). Une proportion importante concerne les pêcheries côtières en Mauritanie avec 312 930 tonnes réalisées par les senneurs. Ces pêcheries mauritaniennes se sont fortement développées depuis 2015 et sont principalement à l'origine de l'augmentation des captures dans la zone C. Les débarquements de la flottille artisanale mauritanienne ont enregistré une hausse importante en 2020 avec 20 194 tonnes contre 9 689 tonnes en 2019. Une faible proportion des captures est réalisée par les chalutiers de l'Union européenne et les chalutiers russes.

L'IEO (le Royaume d'Espagne) a fourni pour les îles Canaries les captures relatives aux années 2013 et 2020 s'élevant respectivement à 258 et 523 tonnes, avec une diminution drastique en 2020, tombant à 42 tonnes débarquées.

Effort de pêche

L'effort de pêche, par flottille et par pays, est présenté dans le tableau 2.2.1b pour *Sardina pilchardus*.

Dans la zone nord du Royaume du Maroc, l'effort de pêche total a diminué de 10 pour cent pour atteindre 9 943 jours de mer en 2020. Plus de 95 pour cent de l'effort de pêche est réalisé par des senneurs marocains (9 447 jours). L'effort de pêche déployé par les senneurs côtiers espagnols ciblant la sardine ne représente que cinq pour cent de l'effort total (496 jours en mer).

Dans les zones A+B, l'effort total a diminué de 7 pour cent, passant de 37 682 à 34 897 jours mer, déployé par en totalité par les senneurs côtiers marocains. La diminution est due à la baisse de l'effort de pêche de moins de 25 pour cent dans la zone B alors que dans la zone A, l'effort a augmenté de 26 pour cent.

Dans la zone C, au nord du cap Blanc, les sardines sont exploitées par une flottille nationale marocaine composée de senneurs à senne coulissante, de chalutiers pélagiques de type RSW et par une flottille étrangère composée de chalutiers pélagiques congélateurs et de chalutiers type RSW opérant sous les accords de pêche Le Royaume du Maroc-la Fédération de Russie et Le Royaume du Maroc-Union européenne. L'effort de pêche réalisé par les senneurs côtiers marocains en 2020 a connu une diminution de moins de 18 pour cent par rapport à 2019, alors que celui des navires type RSW a diminué de moins de 7 pour cent passant de 3 089 jours en 2019 à 2 887 jours de pêche en 2020. En ce qui concerne l'effort de pêche des chalutiers pélagiques congélateurs russes, il a diminué de 72 pour cent en 2020 par rapport à 2019, passant de 1 360 jours de pêche à 375 jours de pêche. L'effort de pêche déployé par la flottille européenne a connu une augmentation d'environ 48 pour cent par rapport à 2019, passant de 476 à 704 jours.

Au niveau de la zone mauritanienne, aucun effort n'a été enregistré pour les chalutiers côtiers mauritaniens pour l'année 2020. Quant à l'effort des senneurs mauritaniens, il a enregistré une diminution de 18 pour cent au cours de cette année, passant de 4 239 à 3 456 sorties de pêche. Pour le cas de la flottille russe (et les autres), l'effort a diminué aussi d'environ 25 pour cent. Une diminution de 50 pour cent de l'effort par rapport à l'année précédente a été observée chez les navires de l'Union européenne dans la zone mauritanienne.

Dans la zone sénégalaise, la sardine ne sont capturées qu'accidentellement par la flottille artisanale.

Pour les îles Canaries, l'effort de pêche a été présenté pour les années 2013 à 2020 (tableau 2.2.1b) avec valeurs compris entre 305 à 1 616 jours de pêche, avec la valeur minimale correspondant à la dernière année de la série chronologique.

Il est à souligner que l'année 2020 et compte tenu de l'impact de la covid-19, l'effort de pêche a été éventuellement impacté dans plusieurs zones en raison des restrictions sanitaires liées à la pandémie.

2.3. Indices d'abondance

2.3.1. Capture par unité d'effort

Les CPUE de sardines des senneurs espagnols dans la zone Nord du Royaume du Maroc en 2019 ont diminué d'environ 42 pour cent par rapport à l'année précédente (figure 2.3.1a) et se maintiennent au même niveau (environ 1,3 tonnes par jour de pêche) en 2020.

Les CPUE au niveau de la zone A+B montrent des fluctuations d'une année à l'autre. Durant les années 2000, les CPUE ont fluctué autour d'une moyenne de 18 tonnes par sortie avec une tendance à la baisse entre 2003 et 2007, suivie d'une augmentation pour afficher une CPUE de l'ordre de 20 tonnes par sortie en 2009. A partir de 2010, les CPUE ont montré une tendance à la diminution avec une moyenne durant la période 2010-2020 de l'ordre de 14 tonnes par sortie. En 2015, on note des CPUE de l'ordre de 10 tonnes, soit la valeur la plus faible de la série. Durant les trois dernières années les CPUE ont passé de 13 tonnes par sortie en 2018 à 11 tonnes par sortie en 2020 soit une diminution de l'ordre de

13 pour cent (figure 2.3.1a). On note une légère tendance à la baisse des CPUE durant ces quatre dernières années.

Concernant la zone C au nord de cap blanc, les CPUE de la sardine relative à la flottille russe ont connu une diminution pour passer de 25 tonnes par jour de pêche en 2019 à 19 tonnes par jour de pêche en 2020, sachant que l'effort de pêche de la flottille russe n'est pas dirigé sur la sardine. Dans la zone mauritanienne, la flottille européenne a aussi réalisé des CPUE de l'ordre de 1 tonne par jours de pêche, soit une diminution d'environ 94 pour cent par rapport à 2019. Les navires russes (et autres navires) ont affiché également une baisse de la CPUE, en passant de 5 tonnes par jour de pêche en 2019 à seulement 2 tonnes au cours de cette année (figure 2.3.1a).

2.3.2. Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

En 2020, aucune campagne de prospection coordonnée dans la région d'Afrique du Nord-Ouest n'a été effectuée entre les différents pays de la région durant la période hivernale. Les estimations de la biomasse de la sardine en 2019 sont présentées à la figure 2.3.2.

Campagnes nationales

N/R *Al-Amir Moulay Abdellah*

Le N/R marocain *Al-Amir Moulay Abdellah* a réalisé trois campagnes d'évaluation acoustique entre octobre 2019 et janvier 2020 au niveau de la zone atlantique: la première dans la zone Nord (Cap Spartel-Safi), la deuxième dans la zone centre (Cap Cantin-Cap Bojador) et la troisième dans la zone sud (Cap Bojador-Cap Blanc). Les résultats des campagnes marocaines sont disponibles pour le groupe de travail et les indices de biomasse acoustiques ont été actualisés à l'échéance 2019 (tableau 2.3.2a). Le N/R *Al-Amir* a réalisé aussi une campagne acoustique en 2020, mais elle a été décalée de sa période habituelle en raison de la covid-19 et donc les indices issus de cette campagne n'ont été pas considérés pour l'ensemble des petits pélagiques au niveau des deux zones centre et sud.

Tableau 2.3.2a: Indices de biomasse et d'abondance des campagnes acoustiques réalisées en automne par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* en 2018 et 2019

Zone	2018		2019	
	Cap Cantin-Cap Bojador	Cap Bojador-Cap Blanc	Cap Cantin-Cap Bojador	Cap Bojador-Cap Blanc
Biomasse (milles tonnes)	1 008	3 351	929	2 896
Abondance (millions d'individus)	31 208	53 209	21 316	52 714

Pour la zone Cap Cantin-Cap Bojador, la biomasse de la sardine a connu une diminution de 18 pour cent en 2019 par rapport à 2018, passant de 1 million de tonnes à 930 000 tonnes. La biomasse de la sardine entre Cap Bojador et Cap Blanc a connu aussi une diminution de 23 pour cent, passant de 3,3 millions de tonnes en 2018 à 2,9 millions de tonnes en 2019.

N/R *Al-Awam*

Le N/R mauritanien *Al-Awam*, a réalisé une seule campagne acoustique en 2019 pendant l'été. Les résultats de cette campagne ont été fournis au groupe de travail pour l'année 2019 (tableau 2.3.2b). Aucune campagne n'a été réalisée en 2020.

Tableau 2.3.2b: Indices de biomasse et d'abondance de la campagne acoustique réalisée par le N/R *Al-Awan* en 2019

Période	Cap Blanc-Cap Timiris	
	Août 2019	2020
Biomasse (milles tonnes)	156	-
Abondance (millions d'individus)		-

N/R *Itaf Deme*

Le navire de recherche sénégalais N/R *Itaf Deme*, n'a pas réalisé une campagne acoustique en 2020.

Campagnes internationales

N/R *Atlantida*

En 2019, le N/R *Atlantida* n'a pas réalisé de campagne acoustique dans la zone Cap Juby-Cap Blanc.

Les campagnes de recrutement des petits pélagiques effectuées depuis 2003 par le N/R *Atlantida* russe ont été poursuivies en 2019 dans la zone C (Cap Bojador-Cap Blanc) durant les mois d'octobre-novembre (tableau 2.3.2c). Le niveau de recrutement de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la zone nord du Cap Blanc a connu en 2019 une augmentation considérable par rapport à 2018 de l'ordre de 151 pour cent pour l'âge 0+. On note également une hausse importante concernant l'âge 1+ d'environ 112 pour cent. Aucune campagne de recrutement n'a été effectuée en 2020.

Tableau 2.3.2c: Nombre de *Sardina pilchardus* en millions de recrues (âge 0+ et 1+) entre 2003 et 2018
- Résultats de la campagne de recrutement du N/R *Atlantida* en décembre

Zones	Âges	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

Zones	Âges	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nord Cap Blanc	0+	-	3 110	-	4 918	-	988	361	3 538	599	1 505
	1+	-	2 890	-	1 932	-	2 815	712	523	451	957
Sud Cap Blanc	0+	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
	1+	-	1 318	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4. Echantillonnage des pêcheries commerciales

Le programme d'échantillonnage biologique des débarquements au niveau des ports marocains a été maintenu en 2020. L'échantillonnage a été réalisé sur les débarquements effectués dans les principaux ports des différentes zones de pêche (zone Nord, zone A+B et zone C). L'intensité de l'échantillonnage est plus importante dans la zone Nord et la zone A que la zone B et C. Au niveau de la zone C, l'échantillonnage a concerné aussi bien la flottille marocaine que la flottille russe.

L'échantillonnage des débarquements commerciaux des senneurs espagnols opérant au nord du Royaume du Maroc a été mené par le réseau d'information et d'échantillonnage de l'IEO, dans le cadre du programme de collecte de données de l'Union européenne, dans le port de Barbate où la plupart des débarquements ont lieu. En 2019, l'intensité d'échantillonnage de la sardine a été supérieure à l'année précédente, bien qu'elle se soit limitée au troisième trimestre de l'année, lorsque cette flottille de nouveau opérée au le Royaume du Maroc. Aucun échantillon n'a été prélevé durant le dernier trimestre, l'activité de pêche étant très faible et les échantillons très difficiles à obtenir (tableau 2.4.1). En 2020, les difficultés de l'IEO ont rendu difficile l'échantillonnage régulier de cette espèce. Les programmes d'échantillonnage à terre et en mer coordonnés par l'IEO ont été suspendus durant la majeure partie de l'année 2020, en raison notamment de problèmes administratifs et, dans une moindre mesure, de la covid-19. L'échantillonnage visant à obtenir les variables biologiques de la population, normalement effectué dans les laboratoires de l'IEO, a également connu des problèmes en 2020. Les difficultés administratives et financières de l'IEO ont empêché l'achat d'échantillons sur le marché mais aussi la fermeture des laboratoires durant trois mois (du 15 mars au 21 juin) en raison de la covid-19 n'a pas permis une activité normale (tableau 2.4.1).

Au sud de Cap Blanc, l'échantillonnage a été réalisé en 2020 par des observateurs scientifiques mauritaniens à bord de navires européens. Il a également été réalisé sur les débarquements russes durant le quatrième trimestre. Par compte, aucun échantillonnage n'a été effectué sur les débarquements des senneurs côtiers mauritaniens (tableau 2.4.1).

La lecture de l'âge de la sardine a été réalisée par les scientifiques de l'INRH pour la zone A+B et par les scientifiques russes pour la zone C (tableau 2.4.1).

Pour les îles Canaries, l'échantillonnage a été réalisé au niveau du site de débarquement le plus important de l'île de Tenerife. L'intensité d'échantillonnage durant la période 2013-2020 est présentée dans le tableau 2.4.1. Comme dans le cas de la sardine capturée par les senneurs espagnols dans la zone Nord du Royaume du Maroc, le programme d'échantillonnage est réalisé dans le cadre de la collecte de données de l'Union européenne.

Les échantillonnages de longueur réalisés aux îles Canaries, comme pour la sardine marocaine, sont entrepris dans le cadre de programmes d'échantillonnage à terre et en mer coordonnés par l'IEO, qui ont déjà évoqués. De même, l'échantillonnage visant à obtenir les variables biologiques de la population (principalement la reproduction et la croissance), effectué dans les laboratoires de l'IEO, a également connu des problèmes en 2020 empêchant une activité normale (tableau 2.4.1).

2.5. Données biologiques

Débarquements

La structure de taille de la sardine, établie sur la base de l'échantillonnage biologique des débarquements marocains et espagnols réalisé en 2020 dans la zone Nord du Royaume du Maroc, est unimodale avec un mode de 18 cm (figure 2.5.1a). Concernant les débarquements de la sardine des bateaux marocains opérant dans la zone Centre (A+B), la structure présente un seul mode de 19 cm (figure 2.5.1b).

Au niveau de la zone Sud du Cap Bojador, la structure de taille de la sardine en 2020 n'a pas été actualisée en raison de la non-conformité des données de fréquences de taille dans la partie Sud du Cap Blanc. Ces dernières sont mesurées au centimètre près au lieu d'un-demi-cm inférieur. En 2019, la structure en tailles de la sardine débarquée dans la zone C est caractérisée par une structure unimodale avec un mode dominant de 22 cm (figure 2.5.1b). La structure de taille de la sardine dans la zone C est établie sur la base des données de captures marocaines et russes pour la zone Cap Bojador-Cap Blanc et sur la base de données de captures de la pêche côtière pour la zone Sud du Cap Blanc (figure 2.5.1c). Au niveau des îles Canaries, les captures de sardine en 2020 sont caractérisées par une structure globale unimodale avec un mode de 17,5 cm (figure 2.5.1d). La clé taille-âge de la sardine débarquée au niveau de la zone A+B a été établie par les scientifiques de l'INRH pour l'année 2020, mais le groupe de travail s'est basé sur la clé de l'année précédente (tableau 2.5.1a). Pour la zone C, les clés taille-âge utilisées ont été établies par les scientifiques russes sur la base des échantillons russes de 2020 au niveau de la zone Nord du Cap Blanc (tableau 2.5.1b).

Les compositions en âge et les poids moyens par âge ont été actualisés pour 2020 pour la zone A+B (tableau 2.5.1c et tableau 2.5.1d) et la zone C (tableau 2.5.1e et tableau 2.5.1f). Les tailles moyennes par âge montrent des taux d'accroissement différents d'un âge à l'autre (tableau 2.5.1g).

Les coefficients de la relation taille-poids utilisés sont estimés en utilisant les données issues de l'échantillonnage effectué dans les ports marocains en 2016, tandis que les paramètres de croissance sont déterminés par l'analyse de la distribution des fréquences de taille en utilisant le Programme Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) sur la série de structure des tailles 2016 pour la sardine de la zone A+B et de la zone C (tableau 2.5.1h). Les coefficients de la relation taille-poids qui ont été calculés à partir des échantillons de l'IEO dans la zone Nord en 2020 sont aussi illustrés dans le tableau. Ils ont été estimés à partir d'échantillonnages biologiques réalisés durant seulement un, deux et trois mois (2019, 2020 et 2018, respectivement).

Tableau 2.5.1h: Paramètres de croissance pour la sardine débarquée au le Royaume du Maroc en 2020.

	Paramètres de croissance			Relation taille-poids		
	L_{∞} (cm)	K an ⁻¹	t ₀ an	A	b	r ²
Stock A+B	29,32	0,590	-0,570	0,0089	2,964	0,96
Stock C	27,9	0,53	-0,6	0,0094	2,987	0,90
Stock Nord*				0,0153	2,7604	0,71

*2020 (IEO).

Navires de recherche

Les structures de taille de la sardine, issues des campagnes de prospection réalisées par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* en 2019 pour la zone Cap Cantin-Cap Bojador et la zone Cap Bojador-

Cap Blanc, ont été établies (figure 2.5.1e). En 2019, la sardine entre Cap Cantin et Cap Bojador a été caractérisée par une structure trimodale avec un mode principal de 16 cm et des modes secondaires de 18 cm et 13 cm. Pour la zone Cap Bojador-Cap Blanc, la structure de taille de la sardine est aussi trimodale avec un mode principal de 11 cm et des modes secondaires de 22 cm et 16 cm (figure 2.5.1f).

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 A+B et pour le stock C, en utilisant les clés taille-âge fournies par l'INRH pour la zone A+B et par l'Institut AtlantNiro pour la zone C. Les coefficients de corrélation obtenus entre deux séries de classes d'âge consécutives étaient faibles. Le groupe de travail a considéré que la composition en âge n'était pas suffisamment appropriée pour effectuer une analyse basée sur la composition en âge du stock A+B et du stock C (tableau 2.6.1).

Pour les îles Canaries, des évaluations exploratoires ont été présentées pour la première fois au groupe de travail (voir annexe III and IV). L'approche multi-modèle évaluée n'a pas été concluante et il n'a pas été possible de donner un avis scientifique quantitatif en termes de limites de capture ou d'effort.

Tableau 2.6.1: Analyses exploratoires des données sur la sardine dans les zones A+B et C.

Zone A+B							
Année/Âge	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
83-2020	0,55	0,11	0,10	0,04	0,59	0,02	-0,08
83-89	-0,45	-0,38	0,15	0,17	1,00	-0,11	-0,01
90-2020	0,47	-0,01	0,11	0,01	0,34	0,09	-0,39
83-95	0,91	0,17	0,16	0,05	1,00	-0,29	-0,08
Zone C							
Année/Âge	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
92-2019	0,62	0,62	0,81	0,89	0,79	0,54	0,91
83-2019	0,59	0,60	0,71	0,76	0,89	0,87	0,67
83-95	-0,09	0,60	0,61	0,64	0,86	0,90	0,67

Méthodes

Le modèle de production dynamique de Schaefer, développé dans une feuille de calcul Excel (FAO, 2012), a été utilisé pour l'évaluation des niveaux d'exploitation des stocks de sardine A+B (Cap Cantin-Cap Bojador) et du stock de sardine C (Cap Bojador-Saint Louis). Les indices B_{cur}/B_{MSY} et F_{cur}/F_{MSY} sont utilisés comme points de référence limites et les indices $B_{cur}/B_{0.1}$ et $F_{cur}/F_{0.1}$ en tant que points de référence cibles pour les recommandations de gestion. Des essais d'évaluation par analyse des structures de tailles ont été effectués pour le stock A+B en appliquant les modèles LCA et Y/R (Jones 1984).

Données d'entrée

Pour l'application des modèles LCA et Y/R en 2020, le groupe de travail a utilisé les compositions de tailles de la sardine capturée au niveau de la zone A+B. Au niveau de la zone C, le groupe de travail

n'a pas pu appliquer les modèles LCA et Y/R, faute de données d'échantillonnage appropriées dans la zone mauritanienne. Les compositions en tailles moyennes des captures totales pour la période 2007-2020 ont été utilisées pour la zone A+B avec des individus de longueurs allant de 6 cm à 28 cm pour le stock A+B (tableau 2.5.1a).

Les paramètres de croissance estimés par les scientifiques de l'INRH pour la sardine des stocks A+B et du stock C sont utilisés dans le modèle LCA (tableau 2.5.1h). La valeur de la mortalité naturelle de $0,35 \text{ an}^{-1}$ est obtenue à partir des analyses de sensibilité réalisées par le groupe de travail en 2015.

Pour le modèle de production, 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 1995 à 2019. La série Nansen (section 1.7) a été utilisée comme indice d'abondance pour l'ajustement du modèle pour les deux zones (section 2.3.2). Les indices d'abondance de la sardine issus de la campagne réalisée par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* sont utilisés pour actualiser la série Nansen à l'échéance 2019. Concernant la zone C, il faut mentionner que l'indice d'abondance ne concerne que la fraction nord du stock (Nord Cap Blanc).

Paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée nécessaires pour l'application du modèle de production dynamique sont le **r** (taux d'accroissement intrinsèque) et le **K** (la capacité de charge ou la biomasse vierge). Les valeurs initiales de ces paramètres utilisées pour l'évaluation de la sardine dans la zone A+B et dans la zone C sont indiquées dans le tableau 2.6.1a.

Tableau 2.6.1a: Valeurs initiales des paramètres **r** (taux d'accroissement intrinsèque) et **K** (capacité de charge ou biomasse vierge) pour le stock A+B et le stock C de *Sardina pilchardus* à introduire dans le modèle de production dynamique.

	Stock A+B	Stock C
Taux de croissance intrinsèque r (an^{-1})	1,13	0,92
Capacité de charge K (tonnes)	2 181 171	4 570 000

Résultats

Stock A+B

L'ajustement du modèle de production par la série d'indices *Nansen* a été satisfaisant pour le stock A+B (figure 2.6.1a) à l'échéance 2019. Aucun indice de biomasse approprié n'a été fourni pour l'année 2020, ce stock n'a donc pas été évalué à l'échéance 2020. Les résultats indiquent que la biomasse du stock courant est supérieure au niveau de la biomasse cible $B_{0.1}$ et que la mortalité par pêche actuelle est inférieure à $F_{0.1}$ (tableau 2.6.1b).

Les résultats des modèles LCA et Y/P, utilisés pour l'évaluation du stock A+B, n'ont pas été concluants et n'ont pas été acceptés par le groupe du travail à l'instar des années précédentes.

Tableau 2.6.1b: Résumé des résultats de l'ajustement du modèle de production dynamique de Schaefer pour le stock A+B de la sardine (*Sardina pilchardus*).

Stock/indices d'abondance	$B_{\text{cur}}/B_{\text{MSY}}$	$B_{\text{cur}}/B_{0.1}$	$F_{\text{cur}}/F_{\text{Scur}}$	$F_{\text{cur}}/F_{\text{MSY}}$	$F_{\text{cur}}/F_{0.1}$
Sardine, zone A+B/Nansen (1995-2019)	155%	141%	109%	49%	54%

Zone C

Les ajustements du modèle de production par la série d'indices *Nansen* ont été satisfaisants pour le stock C à l'échéance 2019. L'indice de biomasse n'était pas disponible pour l'année 2020 et donc ce stock n'a pas été évalué à l'échéance 2020 (figure 2.6.1b). Les points de référence issus de l'application du modèle pour ce stock montrent que le niveau actuel de la biomasse est nettement supérieur à celui de la biomasse cible $B_{0.1}$ et que la mortalité par pêche actuelle est inférieure à celle de la mortalité $F_{0.1}$ (tableau 2.6.1c).

Tableau 2.6.1c: Résumé des résultats de l'ajustement du modèle de production dynamique de Schaefer pour le stock C de sardine (*Sardina pilchardus*).

Stock/indices 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 (1995-2018)	143%	130%	111%	63%	70%

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 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 l'année 2020, le groupe de travail ne dispose pas des indices d'abondance. Il a procédé à l'évaluation en se basant sur les indices de 2019. Pour le stock Centre A+B, le niveau de la biomasse à l'échéance 2019, qui est supérieur à celui de la biomasse cible $B_{0.1}$, montre une exploitation durable de ce stock. Le groupe de travail considère que ce stock est non pleinement exploité. Toutefois, en considérant la baisse des CPUE et la diminution de la taille moyenne ainsi que la variabilité de la ressource vis-à-vis des changements hydroclimatiques, le groupe de travail a adopté une approche de précaution et demande de limiter la capture de sardine au niveau de cette zone.

Un essai a été fait en introduisant la capture de 2020, sans indice d'abondance. Les résultats n'ont pas été retenus par le groupe de travail.

Comme il a été mentionné dans les rapports des années antérieures, les indices de biomasse dans la zone A+B utilisés pour l'ajustement du modèle connaissent plusieurs fluctuations durant la période considérée. À partir de 2011, le stock a connu un redressement de sa biomasse avec une légère diminution enregistrée en 2015 suivi par un redressement en 2016. Après une légère diminution en 2017, la biomasse s'est accrue de nouveau en 2018 puis a baissé de nouveau en 2019. Ces variations d'abondance ne peuvent pas uniquement être expliquées par la pêche et sont sans doute également liées aux variations hydroclimatiques.

Concernant la zone C, l'évaluation menée à l'échéance 2019, en utilisant l'indice de biomasse du N/R *Dr Fridjorf Nansen*, a mis en évidence un état de non pleine exploitation du stock C. Toutefois, les captures n'ont cessé d'augmenter depuis 2017, engendrant une pression de pêche de plus en plus accrue sur cette espèce, contre une stabilité voire un léger déclin des niveaux de biomasse de cette espèce durant les trois dernières années. Les tailles moyennes de la sardine pêchée dans la zone C ont également enregistré une tendance à la baisse. Par rapport à 2018, le diagnostic pour le stock n'a pas changé mais les points de référence indiquent une légère régression en 2019.

Une évaluation a été réalisée pour 2020 sans indice d'abondance et en utilisant l'indice de biomasse de la campagne du N/R *Ama* de 2019. Les résultats n'ont pas été validés par le groupe de travail.

Le groupe de travail préconise que les captures soient adaptées aux capacités du stock et régulées en fonction de ses fluctuations naturelles. Cela ne peut se faire qu'à travers des campagnes d'évaluation coordonnées couvrant toute l'aire de distribution de l'espèce marquée éventuellement par une extension du stock vers le sud.

2.7. Projections

Sur la base des résultats obtenus par le modèle de production dynamique de Schaefer, en utilisant la série d'indices d'abondance du N/R *Dr Fridtjof Nansen*, corrigées par les données du N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* de 2019, le groupe de travail a procédé à la projection des captures et de l'abondance sur cinq ans pour le stock A+B et le stock C. Le scénario du *statu quo* a été examiné pour les deux stocks.

Stock A+B

Le maintien de l'effort au même niveau actuel (*statu quo*) pour le stock A+B, induirait une certaine stabilité des captures et des biomasses à partir de 2020 sur les cinq ans (figure 2.7.1a). Une augmentation de l'effort de 30 pour cent induirait une légère diminution de l'abondance sur les cinq ans.

Stock C

Le maintien de l'effort au niveau actuel (*statu quo*) dans la zone C entraînerait une légère diminution des captures et un niveau de stabilité de la biomasse au cours des cinq prochaines années (figure 2.7.1b). Les captures seraient supérieures aux niveaux durables.

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 l'intensité de la pêche.

2.8. Recommandations d'aménagement

En ce qui concerne les recommandations de 2018, il convient de noter que:

- Il n'y a pas eu de prospection régionale coordonnée dans la sous-région en 2020.
- L'exploration acoustique a concerné uniquement la zone marocaine. Le N/R marocain *Al-Amir Moulay Abdellah* a exploré la zone située au nord du Cap Blanc mais en dehors de la période habituelle. Le N/R *Al Awam* mauritanien n'a pas effectué de prospection dans la zone entre Cap Blanc et Saint-Louis en 2020.
- Un effort a été fait dans la lecture des âges au Le Royaume du Maroc, en particulier pour la zone Centre (A+B). Les scientifiques russes continuent de fournir des données d'âge pour les sardines capturées par la flottille russe dans la zone C.
- L'échange d'otolithes entre les pays de la région n'a pas été repris en 2020.
- L'analyse des fréquences de taille est poursuivie à des fins d'évaluation par des modèles structurels.
- Il n'y a pas eu de compilation des séries d'effort de pêche pour toutes les flottilles opérant dans la sous-région. Aucune révision des données d'effort (correction, séries manquantes, etc.) n'a été entreprise au niveau régional.

L'échantillonnage des captures effectuées par les flottilles russes et européennes en Mauritanie a été réalisé en 2020.

2.9. Recherche future

Suivi des recommandations antérieures

Concernant les recommandations de 2018, il faut noter que:

- Il n'y a pas eu de campagnes de prospection régionale coordonnées dans la sous-région en 2020.
- La prospection acoustique a concerné uniquement la zone marocaine. Elle a été réalisée par le N/R marocain *Al-Amir Moulay Abdellah* au nord de Cap Blanc en dehors de la période habituelle. Le navire *Al Awam* n'a pas effectué de campagne de prospection dans la zone comprise entre Cap Blanc et Saint-Louis en 2020.
- Un effort a été réalisé dans la lecture des âges au niveau du Royaume du Maroc, en particulier dans la zone Centre (A+B). Les scientifiques russes continuent à fournir des données sur l'âge pour la sardine capturée par la flottille russe dans la zone C.
- L'échange des otolithes entre les pays de la région n'a pas été repris en 2020.
- L'analyse des fréquences de tailles est poursuivie pour des fins d'évaluation par les modèles structuraux.
- Il n'y a pas eu de compilation des séries d'effort de pêche de l'ensemble des flottilles opérant dans la sous-région. Aucune revue des données sur l'effort (correction, séries manquantes, etc.) n'a été entreprise au niveau de la région.
- L'échantillonnage des captures réalisées par les flottilles russes et européennes en Mauritanie a été assuré en 2020.

Recommandations futures

Pour améliorer les évaluations des stocks de sardine, les actions recommandées en 2018 et qui n'ont pas été réalisées durant l'intersession, devraient être reconduites:

- Relancer les campagnes de prospection régionales coordonnées entre les navires de recherche nationaux de la région afin d'estimer l'abondance des stocks pour toute la zone de répartition de l'espèce dans la région.
- Renforcer l'échantillonnage de la sardine pour couvrir toute l'année au niveau de la zone C, surtout en Mauritanie. La mesure des tailles doit se faire au demi-centimètre inférieur.
- Étendre les campagnes russes de recrutement et entreprendre des campagnes de recrutement le long de l'aire de distribution de l'espèce.
- Renforcer la lecture d'âge de la sardine pour les différentes pêcheries et reprendre l'échange des otolithes entre les pays de la région dans le but de standardiser les méthodes de lecture et de validation des lectures d'âges.

Le suivi de ces recommandations devrait être assuré par le coordonnateur du sous-groupe de travail.

Par ailleurs et pour étudier l'influence climatique sur la sardine présente dans la zone d'Afrique du Nord-Ouest, il a été recommandé par le groupe de travail de compiler et de revoir les séries de données de captures et d'effort de pêche de l'ensemble des flottilles opérant dans la sous-région par rapport aux indices climatiques.

3. SARDINELLES

3.1. Identité du stock

Les évaluations du groupe de travail reposent sur l'hypothèse selon laquelle chacune des deux espèces de sardinelle (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) constitue un stock unique dans toute sa distribution dans les eaux africaines, et un autre stock dans les îles Canaries. Il n'est pas certain que cela soit correct, mais c'est la seule option sur laquelle s'appuyer en l'absence de données sur l'identité des stocks de ces deux espèces dans la région. Le groupe de travail note avec satisfaction qu'une étude sur l'identité des sardinelles figure dans le Programme EAF-Nansen.

3.2. Les pêcheries

Total des captures

Les deux espèces de sardinelles (ronde et plate) sont souvent capturées ensemble. Les captures de sardinelles rondes (*S. aurita*) avant 2019 sont ventilées en fonction de l'échantillonnage et montrent une prédominance des sardinelles rondes dans la zone nord-ouest africaine. Les enregistrements des captures dans les journaux de pêche en Mauritanie ont été agrégés par groupe d'espèces de «sardinelles». Depuis 2019, les captures de la flottille pélagique du pays sont déclarées par espèce, en séparant la sardinelle plate (*S. maderensis*) de la sardinelle ronde. Les données 2020 montrent une forte importance de la sardinelle plate avec plus de 65 pour cent des captures réalisées dans la zone mauritanienne. Ceci montre la nécessité de renforcer l'intensité d'échantillonnage sur les deux espèces pour mieux quantifier la part des sardinelles plates dans les captures de ces deux espèces.

L'évolution des captures de sardinelles dans la sous-région est présentée dans le tableau 3.2.1a, le tableau 3.2.1b, la figure 3.2.1a, la figure 3.2.1b et la figure 3.2.1c. Les captures de sardinelles ont augmenté de 21 pour cent entre 2019 et 2020. Cette augmentation est due à une forte hausse des débarquements enregistrés de sardinelles plates, alors que dans le même temps, les débarquements enregistrés de sardinelles rondes ont diminué.

Les captures régionales de sardinelles rondes ont connu un déclin progressif de 2014 à 2018, puis une très forte baisse de 38 pour cent en 2019, par rapport à 2018. Cette baisse a été causée principalement par les pêcheries de Mauritanie où les captures ont diminué de 176 000 tonnes (soit une baisse de 56 pour cent) par rapport à 2018. Une baisse des captures a également été constatée au Royaume du Maroc où les captures ont diminué de 14 000 tonnes (soit une baisse de 73 pour cent par rapport à 2018). En revanche, les captures au la République du Sénégal a augmenté de 28 000 tonnes (soit une augmentation de 33 pour cent par rapport à 2019). Entre 2019 et 2020, des tendances essentiellement à la baisse sont observées: réduction des captures au le Royaume du Maroc (3 600 tonnes, soit une baisse de 81 pour cent), en Mauritanie (36 000 tonnes, soit une baisse de 26 pour cent) et au la République du Sénégal (29 000 tonnes, soit une baisse de 25 pour cent). Seule la République de Gambie a connu une augmentation de 2 500 tonnes (soit une hausse de 79 pour cent). Au total, les captures de 2020 ont chuté de 25 pour cent, soit 66 000 tonnes depuis 2019.

Les captures régionales de sardinelle plate ont montré une très forte augmentation: d'abord une augmentation modérée en 2019, puis forte en 2020. Les captures se situaient à un niveau moyen d'environ 200 000 tonnes au cours de la période 2013-2019. L'augmentation en 2020 (89 pour cent, soit 158 000 tonnes) a conduit à un niveau de capture de 336 000 tonnes pour cette année-là. Cette augmentation des captures régionales est principalement due aux débarquements plus élevés en Mauritanie (augmentation de 176 pour cent de 2019 à 2020) et au la République du Sénégal (augmentation de 44 pour cent de 2019 à 2020).

Les débarquements de sardinelles rondes et plates en Mauritanie ont pu être affectés par l'interdiction gouvernementale d'utiliser les sardinelles rondes pour la fabrication de farine de poisson. Cependant, on ne sait pas dans quelle mesure cette interdiction a été réellement appliquée. Il n'y a pas d'interdiction d'utiliser des sardinelles plates pour la farine de poisson en Mauritanie, des captures de sardinelles rondes ont donc pu être enregistrées comme des captures de sardinelles plates.

L'IEO a fourni les débarquements de *Sardinella* spp. pour les îles Canaries de 2013 (553 tonnes) à 2020 (55 tonnes).

Effort de pêche

Les données sur l'effort de pêche par pays et par flottille sont présentées dans le tableau 3.2.2, la figure 3.2.2a, la figure 3.2.2b, la figure 3.2.2c, la figure 3.2.2d et la figure 3.2.2e. L'effort de pêche total a augmenté depuis 1990 (figure 3.2.2f). Tant les jours de pêche des flottilles industrielles que le nombre de sorties des flottilles artisanales présentent une tendance similaire.

Le principal changement par rapport à 2018 est la forte baisse de l'effort de pêche des senneurs côtiers en Mauritanie en 2019 et 2020. L'effort de pêche en 2020 a été inférieur de 45 pour cent à celui de 2018. L'effort de la flottille artisanale a augmenté de 45 pour cent entre 2018 et 2020. L'effort de la flottille chalutière a diminué de 21 pour cent entre 2018 et 2020.

Au la République du Sénégal, l'effort de pêche de la flottille artisanale a augmenté de 13 pour cent entre 2018 et 2020.

En Gambie, l'effort de pêche de la flottille artisanale a diminué de 21 pour cent et celui de la flottille industrielle de 40 pour cent entre 2018 et 2020.

Aucun changement majeur de l'effort n'est survenu dans les autres flottilles capturant des sardinelles.

L'effort de pêche correspondant aux îles Canaries a nettement diminué de 2013 (1 723 jours de pêche) à 2020 (357 jours de pêche).

3.3. Indices d'abondance

3.3.1. Capture par unité d'effort

En Mauritanie, la CPUE des chalutiers pélagiques se situe à un niveau extrêmement bas depuis quatre ans (figure 3.3.1a). La valeur pour 2019 est la plus faible jamais enregistrée. Cette faible CPUE pour les chalutiers indique une faible abondance de sardinelles (principalement *S. aurita*) en dehors de la limite de pêche existante de 20 nm. Les deux autres flottilles de Mauritanie (senneurs artisanaux et côtiers) opèrent également dans la limite des 20 nm. Dans cette zone côtière, les CPUE des senneurs côtiers sont très variables d'une année à l'autre (figure 3.3.1b). La CPUE de la flottille artisanale est restée faible au cours des trois dernières années.

À la République du Sénégal, on observe une réduction marquée des CPUE pour la sardinelle ronde depuis 2014 (figure 3.3.1c). La CPUE de la sardinelle plate montre une tendance à la hausse depuis 2018 et a atteint un niveau similaire à 2016 lors de la dernière année de la série chronologique 2020.

Dans les îles Canaries, la CPUE de *Sardinella* spp. montre une tendance à la baisse depuis 2013 (figure 3.3.1d).

3.3.2. Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

Le N/R *Dr Fridtjof Nansen* a effectué une campagne régionale en octobre-novembre 2019. Il s'agissait de la dernière campagne réalisée dans la région. En raison de la pandémie de la covid-19, aucune campagne n'a eu lieu en 2020.

L'indice d'abondance des sardinelles basé sur la campagne du N/R *Dr Fridtjof Nansen* montre qu'après 2015, l'abondance des sardinelles est au niveau le plus bas depuis 1995 (figure 3.3.2a).

Campagnes nationales

N/R *Al-Amir Moulay Abdellah*

La dernière campagne acoustique effectuée par ce navire de recherche a eu lieu en 2019 (figure 3.3.2b).

N/R *Al-Awam*

Deux campagnes acoustiques ont été menées en Mauritanie en 2019; une campagne avec le N/R *Al Awam* en août (figure 3.3.2c), et une par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* en octobre. La campagne du N/R *Al Awam* a montré les plus grandes abondances de sardinelles: 104 000 tonnes de *S. aurita* et 99 000 tonnes de *S. maderensis*. Les estimations du N/R *Dr Fridtjof Nansen* en octobre étaient plus faibles: 42 000 tonnes de *S. aurita* et seulement 2 000 tonnes de *S. maderensis*. Aucune campagne acoustique n'a été effectuée en 2020.

N/R *Itaf Deme*

Au la République du Sénégal, aucune campagne acoustique n'a été réalisée par le navire de recherche national depuis 2017. Les estimations des N/R *Al Awam* et *Dr Fridtjof Nansen* sont donc présentées (figure 3.3.2d).

3.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'échantillonnage de *S. aurita* et *S. maderensis* pour 2020 dans tous les pays est résumé dans le tableau 3.4.1a et le tableau 3.4.1b, respectivement. Lorsque le critère d'un échantillon/1 000 tonnes de capture est appliqué, l'effort d'échantillonnage en Mauritanie et au la République du Sénégal était suffisant en 2018, 2019 et 2020. Il en va de même pour l'échantillonnage de la pêche par les navires russes. Au le Royaume du Maroc, aucun échantillon n'a été prélevé dans la zone A et la zone C; pour la République de Gambie, aucune information sur l'échantillonnage n'est disponible.

Au le Royaume du Maroc, très peu d'échantillons de sardinelle ronde ont été collectés de 2018 à 2020. Ce n'est que dans la zone B, en 2018 et 2020, que suffisamment d'échantillons ont été collectés pour les captures de sardinelles. Dans la zone C, très peu d'échantillons ont été collectés en 2018, et aucun échantillon n'a été collecté en 2019 et 2020.

En Mauritanie, l'intensité d'échantillonnage était trop faible en 2018 et 2019 (moins d'un échantillon pour 1 000 tonnes pour les sardinelles rondes et plates). En 2018, tous les échantillons provenaient d'usines de farine de poisson et aucun de la pêche industrielle. En 2019, le nombre d'échantillons est très faible, provenant essentiellement d'observations en mer, à l'exception de cinq échantillons provenant d'usines de farine de poisson. En 2020, le nombre d'échantillons prélevés a fortement augmenté: 1,8 échantillon pour 1 000 tonnes de capture a été prélevé pour la sardinelle ronde, et 1,5 échantillon pour 1 000 tonnes de capture pour la sardinelle plate. Tous les échantillons ont été

répartis de manière relativement égale sur les quatre trimestres de l'année, en fonction de la quantité de captures par trimestre. L'augmentation marquée de l'intensité d'échantillonnage couvre toute l'année, mais uniquement pour la pêche côtière et les pirogues destinées aux usines de farine de poisson. L'année 2020 a été marquée par de faibles captures industrielles, notamment pour la sardinelle ronde avec seulement 4 600 tonnes.

L'échantillonnage des chalutiers russes a été suffisant en 2019 et 2020. En 2018, l'échantillonnage était adéquat dans la zone C marocaine, mais insuffisant en Mauritanie (intensité de 1 échantillon pour 2 000 tonnes de captures).

Au la République du Sénégal, des échantillons suffisants pour les deux espèces de sardinelles ont été collectés au cours de la période 2018-2020. Pour la sardinelle ronde, le niveau d'échantillonnage était compris entre 8 et 11 échantillons et 97 à 260 poissons mesurés/1 000 tonnes débarquées.

En Gambie, les captures de sardinelles rondes étaient comprises entre 3 000 et 6 000 tonnes au cours des trois dernières années (2018-2020). Cela nécessiterait une intensité d'échantillonnage de 3 à 6 échantillons par an. La sardinelle plate a été débarquée en quantités comprises entre 4 000 et 11 000 tonnes au cours de la période 2018-2020; il faudrait donc 4 à 11 échantillons par an pour la sardinelle plate. Aucune information sur le nombre réel d'échantillons ou de poissons échantillonnés n'était disponible au cours de ces années pour le groupe de travail.

Dans les îles Canaries, l'intensité d'échantillonnage est suffisante ou bonne depuis 2013, à l'exception de l'année 2020 où aucun échantillon n'a été prélevé sur la capture de sardinelles. Les échantillonnages de longueur sont réalisés dans le cadre de programmes d'échantillonnage à terre et en mer coordonnés par l'IEO, suspendus durant la majeure partie de 2020, en raison de problèmes administratifs et de la pandémie de la covid-19. De même, l'échantillonnage des variables biologiques de la population (principalement la reproduction et la croissance) effectué dans les laboratoires de l'IEO a également connu des problèmes en 2020 en raison des difficultés administratives et financières de l'IEO et d'une fermeture de trois mois des laboratoires due à la covid-19.

3.5. Données biologiques

Fréquence de tailles des captures commerciales

En 2020, pour la sardinelle ronde (*S. aurita*), on dispose d'échantillons de longueur provenant des captures de la zone B du Royaume du Maroc (deuxième et quatrième trimestre), de la pêche russe en Mauritanie (troisième et quatrième trimestre), de la pêche côtière et artisanale mauritanienne et de la pêche artisanale à la République du Sénégal (figure 3.5.1a). Pour la sardinelle plate (*S. maderensis*), les compositions de longueur sont disponibles pour la pêche russe en Mauritanie (troisième et quatrième trimestre), la pêche côtière et artisanale mauritanienne et la pêche artisanale à la République du Sénégal (figure 3.5.1b).

Sardinelle ronde (*S. aurita*)

Dans la zone B du Royaume du Maroc, les plus petites longueurs, avec un pic à 15-17 cm, ont été observées au cours du deuxième trimestre. Les sardinelles de plus grande taille ont été capturées au cours du quatrième trimestre, avec des pics à 26 cm et 32 cm.

En Mauritanie, les données de longueur provenant de l'échantillonnage commercial ont montré une dominance de sardinelles rondes de 26 cm à 28 cm au cours du premier trimestre. Au cours du deuxième trimestre, une nouvelle classe d'âge est apparue et la longueur modale était de 25 cm. Au troisième trimestre, la longueur modale est passée à 27 cm, et au quatrième trimestre, elle a atteint 30 cm. Les échantillons de longueur russes, prélevés plus loin de la côte, ont montré un pic plus petit à 24 cm (troisième trimestre) et un pic plus élevé à 29 cm (troisième et quatrième trimestre).

À la République du Sénégal, au cours du premier trimestre, les captures étaient dominées par des poissons de grande taille dont la longueur modale se situait autour de 30 cm. Au cours des deuxième et troisième trimestres, une nouvelle classe d'âge est apparue avec une longueur modale d'environ 27 cm. Au quatrième trimestre, ce groupe s'est agrandi et la longueur modale était d'environ 30 cm.

Sardinelle plate (*S. maderensis*)

En Mauritanie, une longueur modale de 28 cm a été observée chez la sardinelle plate. Au cours du deuxième trimestre, une nouvelle classe d'âge est arrivée et a donné lieu à une longueur bimodale de 20 cm et 28 cm. Le troisième trimestre a montré une dominance de longueurs de 23 cm à 25 cm, et le quatrième trimestre une dominance de longueurs de 25 cm à 28 cm. Les distributions de longueur à la République du Sénégal (mode: 27 cm à 30 cm) et dans l'échantillonnage russe (mode: 28 cm à 29 cm) sont restées relativement stables.

Tendance à long terme de la distribution des longueurs en Mauritanie

Les deux campagnes acoustiques effectuées en Mauritanie en 2019, comparées aux données du N/R *Dr Fridtjof Nansen* (figure 3.5.1c) ont fourni des compositions de longueur assez différentes pour les deux espèces de sardinelles. Au vu de l'irrégularité des compositions de longueur, l'intensité d'échantillonnage était probablement trop faible pour fournir une image précise de la distribution réelle de la longueur du stock. Seule la distribution de longueur de *S. aurita* trouvée par le N/R *Al Awam* semble raisonnablement fiable. Cette répartition montre que la plupart des poissons mesurent entre 29 cm et 32 cm.

3.6. Évaluation

Qualité des données

Les séries de CPUE existantes sont trop courtes ou d'une qualité insuffisante pour être utilisées avec des modèles globaux. La série pour la pêche hauturière en Mauritanie est basée sur les captures de la flottille de type russe qui cible plutôt les autres espèces. Cette série ne reflète donc pas avec assez de précision l'abondance de la sardinelle. Les pêcheries artisanales et côtières en Mauritanie ont connu trop de perturbations et de changements durant ces dernières années pour que leur CPUE puisse être utilisée comme mesure précise de l'abondance. Les données de la pêche artisanale à la République du Sénégal contiennent à la fois des senneurs et des filets maillants, qui ont une sélectivité différente. En outre, l'effort de ces pêcheries doit être corrigé pour tenir compte de l'augmentation de la taille des pirogues et de la puissance des moteurs.

En 2018 et 2020, aucune campagne acoustique coordonnée au niveau de la sous-région n'a été réalisée. Les données acoustiques des campagnes nationales ne peuvent pas être utilisées pour estimer l'abondance des sardinelles au niveau de la sous-région.

Méthodes d'évaluation

Pendant plusieurs années, il n'a pas été possible d'évaluer les stocks de sardinelles en raison du manque de données. Cette année, grâce à un échantillonnage accru effectué en Mauritanie et à la République du Sénégal, le groupe de travail a réalisé une évaluation pour la sardinelle ronde (tableau 3.6.1). Pour la sardinelle plate, davantage de données et d'efforts sont nécessaires pour réaliser une évaluation du stock.

La méthode utilisée pour l'évaluation de l'état du stock de sardinelle ronde est une analyse basée sur la tailles des poissons (analyse de cohorte par longueur - LCA). Les données de fréquence de taille utilisées proviennent principalement de la République du Sénégal (2016-2020) et de la République islamique de Mauritanie (2018-2020).

Plusieurs approches à partir de données limitées ont été testées pour l'évaluation des stocks de sardinelles: LBI, LB-SPR, CMSY et SPICT. Les résultats de ces méthodologies ont été pris à titre illustratif et n'ont pas été utilisés pour fournir un avis scientifique (annexe III and IV).

Tableau 3.6.1: Résumé des indicateurs de stock pour la sardinelle

Type de données	Indicateurs
Campagnes acoustiques	- Aucune campagne n'a été réalisée en 2020. - L'indice d'abondance estimé lors des campagnes effectuées en 2019 a donné la valeur la plus basse sur toute la série historique. - La série pour toutes les campagnes combinées dans la région montre une forte tendance à la baisse.
CPUE	- Les valeurs de CPUE de <i>Sardinella</i> spp. pour la pêche hauturière et artisanale en Mauritanie de 2017 à 2020 sont les valeurs les plus basses de la série historique. - Grande variation des CPUE dans la flottille côtière en Mauritanie pour les deux espèces de sardinelles.
Captures	- Réduction des captures de <i>S. aurita</i> en 2020. - Forte augmentation des captures de <i>S. maderensis</i> en 2020.
Données de longueur	- Longueur modale.

Résultats de l'évaluation

La méthode LCA a été appliquée à titre indicatif pour évaluer l'état du stock de *Sardinella aurita* en 2020, en raison des lacunes et des incertitudes des séries de données. Le résultat montre un stock en état de surexploitation (figure 3.6.1). Le modèle estime le rapport $F_{\text{curr}}/F_0 = 141$. Ce taux a été considéré comme très optimiste par le groupe de travail.

La surexploitation du stock est confirmée par plusieurs autres sources: les résultats des autres méthodes explorées CMSY, LBI, LB SPR et SPICT confirment la surexploitation du stock de *Sardinella aurita* (annexe III and IV). Les plus faibles valeurs de CPUE des pêches artisanales et hauturières en Mauritanie et à la République du Sénégal pour *Sardinella* spp. confirment également le mauvais état du stock. Enfin, les campagnes acoustiques montrent également une faible abondance du stock de sardinelles.

Les îles Canaries

Des évaluations exploratoires ont été présentées pour la première fois au groupe de travail cette année (voir annexe III and IV). L'approche multi-modèle appliquée n'a pas été concluante et un avis scientifique quantitatif en termes de limites de capture ou d'effort ne peut pas être donné.

Discussion

La conclusion concernant l'évaluation est toujours que les deux espèces de sardinelle sont surexploitées. L'effort et les captures des deux espèces ensemble continuent d'augmenter. Les CPUE et les indices d'abondance des campagnes acoustiques sont faibles.

L'augmentation des captures en 2020 est probablement liée à l'augmentation de l'effort dans la pêche artisanale en Mauritanie et à l'augmentation des CPUE de la pêche artisanale pour *S. maderensis*.

3.7. Projections

Aucune projection n'a pu être faite en l'absence d'une évaluation quantitative fiable.

3.8. Recommandations de gestion

L'évaluation et les séries historiques sur la sardinelle montrent que le stock de sardinelle est toujours surexploité.

En ce qui concerne la gestion, le groupe de travail ne fait que répéter la recommandation des années précédentes: une réduction substantielle de l'effort de pêche est nécessaire le plus rapidement possible. Le groupe de travail ne peut pas quantifier exactement la réduction nécessaire de l'effort de pêche mais estime que cette réduction devrait être au moins de l'ordre de 50 pour cent pour atteindre un niveau d'exploitation durable. Malgré les recommandations du groupe de travail, l'effort de pêche dans la région continue d'augmenter.

La situation actuelle de surpêche est principalement due à l'expansion de l'industrie de la farine de poisson ces dernières années et à la présence d'une flottille côtière semi-industrielle dans la zone côtière. La sardinelle plate peut encore être utilisée pour la fabrication de farine de poisson. Les sardinelles rondes et plates sont mélangées dans les captures. Ces deux faits peuvent faire croître le risque que la sardinelle ronde soit encore utilisée pour la farine de poisson. Afin d'améliorer l'état des stocks combinés de sardines, il est recommandé d'interdire l'utilisation de sardines plates pour la farine de poisson.

Une autre recommandation du groupe de travail est que les gouvernements nationaux assument leurs responsabilités en matière de gestion durable de la sardinelle et entament des consultations mutuelles sur la gestion conjointe de cette ressource importante. Dans ce contexte, le groupe de travail se félicite des initiatives visant à maintenir le groupe de travail d'experts sur les sardinelles dans le cadre des projets Promopêche et Shared Sardinella. Ces deux projets visent à améliorer les connaissances sur les stocks de sardinelle.

3.9. Recommandations de recherche

Suivi des recommandations de l'année dernière

Le groupe de travail a noté avec satisfaction l'augmentation, en 2020, de l'échantillonnage dans la région. Il est important de maintenir le niveau d'échantillonnage réalisé afin d'améliorer les évaluations de la sardinelle ronde et plate. L'existence de bonnes données, d'évaluations quantitatives et de recommandations de gestion précises sont importantes pour l'avenir de la pêcherie de sardinelle.

Les autres recommandations de l'année dernière n'ont pas été suivies. La correction des données d'effort de la pêche artisanale sénégalaise n'a pas été faite et les études sur l'âge et la croissance des sardinelles n'ont pas été initiées. Les recommandations de l'année dernière sont donc réitérées pour cette année.

Recommandations pour cette année

- Séparer l'effort de pêche à la senne et au filet maillant à la République du Sénégal et corriger cet effort en fonction de l'augmentation de la taille des pirogues et de la puissance des moteurs.
- Poursuivre les études acoustiques au niveau sous-régional.
- Poursuivre les études sur l'identité du stock de sardinelles rondes dans toute la sous-région.

Reprendre les études sur la croissance et la lecture de l'âge de la sardinelle ronde.

4. CHINCHARDS

L'exploitation des chinchards est orientée principalement sur quatre espèces: le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*), le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*), la comète coussut (*Caranx rhonchus*) et le chinchard du large *Trachurus picturatus*. *Caranx rhonchus* et *Trachurus picturatus* sont capturés de façon accessoire. On se limitera, pour ces deux espèces, à présenter les données de capture et d'indices d'abondance obtenus par les campagnes acoustiques.

Conformément aux recommandations du sous-comité scientifique du COPACE, le groupe de travail a décidé d'intégrer, depuis 2015, les données de captures et d'effort de pêche pour *Trachurus* spp. pêché majoritairement dans les îles Canaries (29°-27° N, 19°-13° O) qui appartient à la Division FAO 34.1.2. En 2020, la flottille opérant dans cette zone était composée de 22 bateaux au tonnage brut de 10 tonnes, 78,7 cv de puissance et 11 m de longueur en moyenne avec la senne (nommée *traíña*).

4.1. Identité du stock

Le groupe de travail considère qu'il existe un stock unique pour chacune des espèces et les eaux des îles Canaries sont considérées comme une unité séparée.

4.2. Les pêcheries

Dans la sous-région de l'Afrique du Nord-Ouest, la pêche au chinchard est pratiquée à bord d'embarcations de tailles très diverses, allant de la pirogue au grand chalutier pélagique. Ces ressources sont donc exploitées à la fois par des flottilles hauturières, presque exclusivement étrangères, et par des pêcheries nationales artisanales et côtières.

Compte tenu du fait que les statistiques de pêche fournies pour les différentes flottilles ne ventilent pas les trois espèces de chinchard, le groupe de travail a convenu d'appliquer la clé de ventilation sur la base des données fournies par les observateurs de l'IMROP et/ou les observateurs russes dans la zone C. La clé de ventilation est répartie comme suit:

- **Zone C, au nord du Cap Blanc:** En 2020, les captures dans cette zone ont été déclarées comme ventilées.
- **Zone C, au sud du Cap Blanc:** 12 pour cent de *T. Trachurus*, 87 pour cent de *T. Trecae* et 1 pour cent de *Caranx rhonchus*.

La proportion des deux espèces de *Trachurus* (*T. trachurus* et *T. trecae*) dans les captures globales n'a pas changé en 2019 par rapport à 2018, les deux espèces représentant environ 96 pour cent des captures totales pour les deux années. *Caranx rhonchus* et *T. picturatus* ont représenté 4 pour cent de la capture totale pour 2019. En 2020, *T. trachurus* et *T. trecae* représentaient 93 pour cent du total des captures, tandis que *Caranx rhonchus* et *T. picturatus* représentaient 7 pour cent du total des captures.

Les captures de chinchard réalisées par la flottille hauturière restent plus élevées que celles des autres flottilles de petits pélagiques. Elles représentent environ 84 pour cent des captures totales de la flottille hauturière.

La capture totale de chinchard enregistrée dans la zone du Royaume du Maroc, de la République islamique de Mauritanie, de la République du Sénégal et de la République de Gambie est d'environ 360 000 tonnes (figure 4.2.1).

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 de nouveau de 4 pour cent en 2007 et de 29 pour cent en 2008, passant respectivement de 432 700 tonnes à 557 000 tonnes environ avant d'enregistrer une légère diminution en 2009 (9 pour cent). Une chute importante est observée en 2017 (12 pour cent) par rapport à l'année 2016. Les captures totales de la sous-région durant 2018 ont enregistré une chute de 15 pour cent par rapport à 2017 puis ont augmenté de 5 pour cent en 2019, avant de baisser de 4 pour cent en 2020. 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 1990-2020 (tableau 4.2.1a, tableau 4.2.1b et tableau 4.2.1c).

Le problème d'identification des espèces de chinchard par les observateurs embarqués a été signalé. L'évolution annuelle des captures des trois espèces de chinchard est présentée dans la figure 4.2.1.

Pour le chinchard de l'Atlantique (*Trachurus trachurus*), une augmentation globale de 8 pour cent a été enregistrée. Au Royaume du Maroc, les captures ont augmenté de 8 pour cent de 2019 à 2020. En Mauritanie, les captures ont augmenté de 13 pour cent de 2019 à 2020 (figure 4.2.1 et tableau 4.2.1a).

Pour le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*), il y a eu une diminution globale des captures de 8 pour cent. La République de Gambie a enregistré une augmentation des captures de 156 pour cent entre 2019 et 2020. La République du Sénégal a enregistré une augmentation des captures de 29 pour cent entre 2019 et 2020, et la République islamique de Mauritanie a enregistré une diminution des captures de 12 pour cent entre 2019 et 2020 (figure 4.2.1 et tableau 4.2.1b).

Les captures de *Trachurus* spp. réalisées dans la zone des îles Canaries entre 2013 et 2019 sont passées de 557 à 495 tonnes (tableau 4.2.1c).

Effort de pêche

Les ressources de petits pélagiques dans la région d'Afrique du Nord-Ouest sont exploitées par différentes flottilles, en particulier par des navires étrangers qui n'ont pas cessé de changer ces dernières années.

Dans la zone nord-marocaine (Cap Spartel-Cap Bojador), le chinchard de l'Atlantique 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 côtiers ne ciblent pas le chinchard non plus.

Au niveau de la zone C, les chinchards sont ciblés par des chalutiers pélagiques russes qui opèrent dans le cadre des accords de pêche le Royaume du Maroc-la Fédération de Russie, des chalutiers pélagiques types RSW et des senneurs côtiers capturant accessoirement ces espèces.

La flottille hauturière a diminué, passant de 58 navires en 2019 à 44 navires en 2020 (figure 4.2.1).

Dans les îles Canaries, l'effort a diminué de 2 155 jours de pêche en 2013 à 1 516 jours de pêche en 2020.

4.3. Indices d'abondance

4.3.1. Capture par unité d'effort

L'effort de pêche de la flottille ayant opéré dans les zones mauritanienne et marocaine a été actualisé pour l'année 2020 (figure 4.2.1). 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 chinchard ont été établies sur la base des données de cette dernière zone.

La série des CPUE issues des indices d'abondance russes utilisée dans les modèles d'évaluation montre que les CPUE pour le chinchard d'Atlantique ont augmenté considérablement depuis 2015 passant de 16 en 2015 à 24 en 2017 avant de diminuer en 2018 jusqu'à 18 et d'augmenter de nouveau pour passer à 21 en 2020. Pour le chinchard du Cunène, la série des CPUE issue des indices d'abondance enregistre une augmentation pour la troisième année consécutive passant de 24 en 2018, à 28 en 2019 et 30 en 2020 (figure 4.3.1a et figure 4.3.1b).

Dans le cas de *Trachurus* spp. pour les îles Canaries, les CPUE ont progressivement augmenté de 260 kg/jour de pêche en 2013 à 439 kg/jour de pêche en 2017 avant de connaître une baisse d'environ 17 pour cent de 2018 à 2019. Les CPUE ont à nouveau augmenté pour atteindre 414 kg/jour de pêche en 2020.

4.3.2. Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

Campagnes acoustiques dans la sous-région

Pour la couverture sous-régionale, le N/R *Dr Fridjof Nansen* a effectué une campagne entre octobre et novembre 2019. En 2020, il n'a pas réalisé de campagne en raison de la pandémie de covid-19.

Au Royaume du Maroc, le N/R *Al-Amir Moulay Abdallah* a réalisé trois campagnes d'évaluation acoustique au niveau de la façade atlantique par région (zone Nord: Cap Spartel-Cap Cantin; zone Centre: Cap Cantin-Cap Bojador; et zone Sud: Cap Bojador-Cap Blanc). Mais ces campagnes étaient décalées par rapport aux périodes habituelles.

En Mauritanie, le N/R *Al-Awam* a effectué une campagne d'évaluation acoustique en août 2019. En 2020, il n'a pas réalisé de campagnes.

À la République du Sénégal, aucune campagne acoustique n'a eu lieu avec le N/R *Itaf Deme* en 2020.

En 2019, une campagne acoustique a été réalisée par le N/R *Atlantida* dans la zone Cap Bojador-Cap Blanc. En revanche, aucune campagne de recrutement n'a été réalisée dans la zone marocaine durant octobre-novembre de cette année. En 2020, aucune campagne n'a eu lieu dans la sous-région.

Le N/R *Atlantida* n'a pas réalisé de campagne dans les eaux de la République islamique de Mauritanie, de la République du Sénégal et de la République de Gambie depuis 2013.

4.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage pour 2020 a été présentée par trimestre pour les flottilles de la Fédération de Russie en intégrant aussi les résultats obtenus pour les autres flottilles industrielles au Royaume du Maroc et en Mauritanie.

Intensité d'échantillonnage

Trachurus trachurus

En se basant sur 1 échantillon/1 000 tonnes, l'intensité d'échantillonnage dans la zone marocaine est satisfaisante, tandis qu'en Mauritanie elle est faible. Pour la Fédération de Russie, cette intensité est satisfaisante (tableau 4.4.1). La lecture d'âge a été réalisée exclusivement par les chercheurs russes pour les deux espèces de chinchard dans la zone au nord et au sud du Cap Blanc.

Trachurus trecae

En 2020, l'effort d'échantillonnage des captures réalisées au nord du Cap Blanc par la flottille russe est satisfaisant avec 1 échantillon/1 000 tonnes (tableau 4.4.2).

Caranx rhonchus

En 2020, l'échantillonnage de cette espèce a été effectué par les observateurs russes dans la zone mauritanienne et marocaine et par la République du Sénégal dans la zone sénégalaise. Il était lui aussi satisfaisant (tableau 4.4.3).

Trachurus picturatus

Dans les îles Canaries, les résultats de l'échantillonnage ont été de 91 échantillons avec 11 818 individus en 2013; 71 échantillons avec 10 660 individus en 2014; 78 échantillons avec 10 993 individus en 2015; 54 échantillons avec 7 406 individus en 2016 et 23 échantillons pour 4 309 individus mesurés en 2017; 47 échantillons avec 7 679 individus en 2018; 56 échantillons avec 12 076 individus en 2019; et seulement 8 échantillons comprenant un total de 2 185 individus en 2020 (tableau 4.4.4). Les échantillonnages de longueur sont réalisés dans le cadre des programmes d'échantillonnage à terre et en mer coordonnés par l'IEO, suspendus durant la majeure partie de l'année 2020, notamment en raison de problèmes administratifs et, dans une moindre mesure, en raison de la covid-19. De même, l'échantillonnage visant à obtenir les variables biologiques de la population (principalement la reproduction et la croissance), effectué dans les laboratoires de l'IEO, a également connu des problèmes en 2020. Les difficultés administratives et financières de l'IEO ont empêché l'achat d'échantillons sur le marché et la fermeture des laboratoires durant trois mois en raison de la covid-19 n'a pas permis une activité normale.

4.5. Données biologiques

Fréquences de taille issues des captures commerciales

Les structures de taille obtenues par les différents systèmes d'échantillonnage marocains, mauritaniens et russes ne sont pas homogènes.

Trachurus trachurus

En 2020, la structure de taille du chinchard de l'Atlantique provenant des débarquements réalisés dans la zone au nord du Cap Bojador (zone A+B) révèle la présence d'au moins deux modes principaux, un mode de 21 cm et un mode secondaire de jeunes individus de 11 cm (figure 4.5.1a).

Au nord du Cap Blanc, la structure des tailles du chinchard de l'Atlantique montre deux modes de 17 cm et 25 cm en 2020 (figure 4.5.1a).

Au sud du cap Blanc, en 2020, la structure des tailles du chinchard de l'Atlantique montre un seul mode de 25 cm comme l'année précédente (figure 4.5.1a).

Trachurus trecae

Il n'y a pas d'échantillons pour le nord du Cap Blanc.

Au sud du Cap Blanc, les structures des tailles du chinchard du Cunène varient entre 25 et 36 cm, avec deux modes de 22 et 33 cm respectivement (figure 4.5.1b).

Caranx rhonchus

En 2020, au nord du Cap Blanc aucun n'échantillonnage n'a été réalisé pour le chinchard jaune (*Caranx rhonchus*). Au sud du Cap Blanc, les tailles varient entre 15 cm et 45 cm avec deux modes de 25 cm et 30 cm.

Trachurus picturatus

Dans les îles Canaries, les échantillonnages ont été réalisés à Tenerife, l'île principale dans les débarquements de petits poissons pélagiques de l'archipel. Les fréquences de longueur de *T. picturatus* sont présentées (pas de répartition de longueur) de 2013 à 2019, car les débarquements officiels sont composés d'un mélange de *T. picturatus* (plus de 95 pour cent) et de *T. trachurus* (figure 4.5.1d). Des distributions unimodales ont été observées en 2013, 2016, 2017, 2019 et 2020, le mode étant compris entre 15 cm et 18 cm. En 2014, 2015 et 2018, des distributions bimodales ont été obtenues avec des modes de 14 cm et 19 cm, 17 cm et 21 cm, 16 cm et 18 cm, respectivement.

4.6. Évaluation

Le groupe de travail a évalué les deux principales espèces *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*.

Les îles Canaries

Cette année, des évaluations exploratoires ont été présentées pour la première fois au groupe (voir annexe III and IV). L'approche multi-modèle évaluée n'a pas été concluante et les avis scientifiques quantitatifs en termes de limites de capture ou d'effort ne peuvent pas être suivis.

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 2020 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 4.6.1a et pour *T. trecae*, dans le tableau 4.6.2b. Les résultats obtenus indiquent une faible corrélation entre les captures attribuées à la même cohorte (tableau 4.6.2).

Tableau 4.6.2: Valeurs de R^2 entre les captures estimées des âges consécutifs des mêmes cohortes pour les chinchards en 2020.

Espèces\âges	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
<i>Trachurus trachurus</i>	0,1174	0,1902	0,2445	0,1491	0,1698	0,3462	0,2812
<i>Trachurus trecae</i>	0,2863	0,4193	0,3118	0,445	0,0907	0,0122	0,0034

Les corrélations entre les âges successifs restent assez faibles pour envisager l'application d'une évaluation par méthode analytique malgré une légère amélioration des corrélations entre les âges de *T. trecae* de 1 à 5. Comme pour les années antérieures, l'absence de 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.

Modèle

Le modèle de production dynamique de Schaefer (1954) a été développé dans 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 1991-2020.

Le groupe de travail a procédé à la projection de l'abondance et des captures sur cinq ans en suivant le seul scénario de *statu quo* à l'aide du même modèle exécuté sur une autre feuille de calcul (FAO, 2012).

Données

Le groupe de travail a préparé des données pour l'application du modèle de production dynamique pour les deux espèces.

Suite à une rupture des campagnes acoustiques conjointes dans la zone sénégal-mauritanienne dans les années antérieures, l'évaluation réalisée se base sur les CPUE. Pour les deux espèces, le chinchard d'Atlantique (*Trachurus trachurus*) et le chinchard du Cunène (*Trachurus trecae*), l'indice utilisé est celui fourni par les scientifiques russes. Cet indice est standardisé par rapport à un navire de référence (Groupe de travail COPACE, 2010).

Les effets environnementaux possibles sont pris en compte sur la base des anomalies observées au cours de certaines années. Les paramètres d'entrée du modèle **r** (taux d'accroissement intrinsèque) et **K** (capacité de charge ou biomasse vierge) 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 (en milliers de tonnes)
<i>Trachurus trachurus</i>	0,60	580 844
<i>Trachurus trecae</i>	0,14	3 000 000

Résultats

Trachurus trachurus

Modèle global

L'ajustement du modèle, utilisant l'indice CPUE russe, est présenté pour *T. trachurus* (figure 4.6.3) et *T. trecae* (figure 4.6.4). L'ajustement est satisfaisant (le coefficient de corrélation de Pearson est de 63 pour cent).

Les résultats indiquent que la biomasse courante est supérieure à la biomasse $B_{0.1}$. La mortalité par pêche actuelle reste en-dessous de ce que préconise $F_{0.1}$ (61 pour cent). Les résultats du modèle montrent une situation de non pleine exploitation (tableau 4.6.5). Mais vu les changements observés au niveau

des structures de tailles, par mesure de précaution et en attendant de tester d'autres méthodes d'évaluation, le groupe de travail a jugé que ce stock est pleinement exploité.

Tableau 4.6.5: Résumé de l'état actuel du stock et de la pêcherie de *Trachurus trachurus*.

Stock/indices d'abondance	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trachurus</i> /CPUE russes	141%	128%	55%	61%

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

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

F_{cur}/F_{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 $F_{0.1}$.

Modèles analytiques (XSA et ICA)

Des tests avec des modèles analytiques (XSA et ICA) ont été réalisés en 2020. Une révision approfondie des données de longueur et d'âge disponibles de 2007 à 2020 a été entreprise. Il s'est avéré que dans certains cas, des combinaisons plus logiques d'ensembles de données de taille et de clés d'âge sont possibles. Une nouvelle interprétation des taux de capture rétrospectifs pour les poissons d'âges différents a été faite. Le résultat a été une augmentation des indicateurs de cohérence. XCA et ICA ont donc été appliqués de manière plus certaine. Les deux programmes ont montré une faible tendance à l'augmentation de la biomasse malgré l'augmentation des captures. Une prédiction de l'évolution du stock a été faite selon le programme MFDP avec plusieurs variantes. Les résultats de l'analyse exploratoire sont prometteurs et devraient être approfondis lors de la prochaine réunion.

La biomasse a augmenté au cours des deux dernières années: $B_{cur}/B_{0.1} = 1,18$ et $F_{cur}/F_{0.1} = 0,60$.

Trachurus trecae

L'ajustement du modèle réalisé avec les CPUE de la flottille russe opérant dans la zone mauritanienne est présenté dans la figure 4.6.4. Le coefficient de corrélation de Pearson est élevé (73 pour cent).

La biomasse actuelle estimée représente 130 pour cent de la biomasse $B_{0.1}$. Ce niveau de biomasse est largement supérieur à celui observé en 2017. L'effort actuel est toujours resté inférieur à $F_{0.1}$ (65 pour cent) (tableau 4.6.6). Cette situation d'amélioration est probablement due à la diminution du niveau de capture depuis 2016 ainsi qu'aux mesures de gestion qui ont été prises (nouveau zonage).

En 2020, les résultats du modèle montrent une situation de non pleine exploitation (tableau 4.6.6) mais vu les changements observés au niveau des structures de tailles, par mesure de précaution et en attendant de tester d'autres méthodes d'évaluation, le groupe de travail a jugé que ce stock est pleinement exploité.

Tableau 4.6.6: Résumé de l'état actuel du stock et de la pêcherie pour *Trachurus trecae*.

Stock/indices d'abondance	$B_{cur}/B_{0.1}$	B_{cur}/B_{MSY}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
<i>Trachurus trecae</i> /CPUE russes	118%	130%	59%	65%

$B_{cur}/B_{0.1}$: 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_{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*, le seul modèle validé est celui de la production dynamique de Schaefer. En effet, l'ajustement du modèle sur la base des indices des CPUE russes indique que la biomasse courante est proche de la biomasse $B_{0.1}$. La mortalité par pêche actuelle est proche de celle de la mortalité cible $F_{0.1}$.

Une baisse des captures de *Trachurus trachurus* dans la zone mauritanienne en 2019 est notamment due à l'application d'un nouveau taux de ventilation de 12 pour cent au lieu de 22 pour cent, selon les données des campagnes et des observateurs de l'IMROP. En 2020, ce taux est de 14 pour cent.

Une augmentation des captures dans la zone marocaine a été enregistrée durant l'année 2019 après l'application d'un nouveau taux de ventilation (1 pour cent au lieu de 46 pour cent selon les données russes) entre le chinchard de l'Atlantique et le chinchard du Cunène. En 2020, les données Nord Cap Blanc ont été rapportées comme étant ventilées.

De même pour *Trachurus trecae*, une diminution des captures est observée au Royaume du Maroc en 2019 suite à l'application d'un nouveau taux de ventilation. En 2020, les données Nord Cap Blanc ont été rapportées comme étant ventilées.

Une augmentation est observée en Mauritanie en 2019 suite à l'application d'un nouveau taux de ventilation. Ce taux est de 80 pour cent en 2020.

Neuf mille tonnes de cette espèce sont pêchées à la République du Sénégal.

Il est à noter que cette espèce fait également l'objet de captures accessoires importantes par les flottilles démersales opérant dans la zone mauritanienne qui restent à quantifier pour que le groupe de travail puisse utiliser ces données. Vu la situation, l'approche de précaution devrait être envisagée.

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 tenant compte du maintien de l'effort de pêche à son niveau actuel (*statu quo*) ou une réduction de 20 pour cent de l'effort par rapport à l'année en cours. Le groupe de travail a noté que les scénarios de réduction de l'effort de pêche pour les deux espèces ne sont pas envisageables. Les projections sont appliquées aux résultats de l'évaluation.

Trachurus trachurus

Scénario (effort *statu quo*): Sur la base des indices d'abondance des CPUE russes, la projection sur la période de cinq ans montre que les captures qui étaient au niveau de MSY vont augmenter légèrement tandis que les indices d'abondance vont diminuer durant les cinq années de projection (figure 4.7.1). Les indices d'abondance qui représentent 130 pour cent du niveau cible $U_{0.1}$ en 2020, diminueront pour se situer à 84 pour cent du niveau cible $U_{0.1}$ en 2025.

Scénario (réduction de 20 pour cent pour F): Sur la base des indices d'abondance des CPUE russes, la projection sur la période de cinq ans en envisageant une réduction de 20 pour cent de F montre que les captures qui étaient au niveau de MSY vont dépasser le niveau de capture soutenable en 2021 pour baisser après, pour se situer en 2025 à 77 pour cent. L'abondance va diminuer pour se situer à 99 pour cent en 2025 (figure 4.7.1).

Trachurus trecae

Scénario (effort statu quo): Avec ce scénario, les captures réalisées vont augmenter en 2019 avant de connaître une diminution dans les années à venir pour se situer à 72 pour cent par rapport à MSY. Les indices d'abondance vont connaître une diminution durant les dernières années (figure 4.7.2).

Scénario (réduction de 20 pour cent): Avec ce scénario, les captures réalisées vont diminuer légèrement en 2019 avant de se stabiliser durant les années à venir. Les indices d'abondance vont diminuer légèrement durant les années à venir (figure 4.7.2).

4.8. Recommandations d'aménagement

En 2020, les résultats du modèle d'évaluation des stocks de *T. trecae* et de *T. trachurus* indiquent une situation de non pleine exploitation (tableau 4.6.6) En raison des changements observés au niveau des structures de tailles et par mesure de précaution, le groupe de travail a jugé, en attendant de tester d'autres méthodes d'évaluation, que ces stocks sont pleinement exploités. Cette amélioration est probablement due à une diminution de la mortalité par pêche en 2016 et 2017. Vu la nature multi-spécifique de ces pêcheries et les résultats des projections, le groupe de travail recommande de ne pas dépasser le niveau de capture estimé pour 2018, pour les deux espèces (environ 300 000 tonnes).

4.9. Recherche future

Suivi des recommandations faites en 2018

Aucune recommandation n'a été suivie durant l'année 2018.

Le groupe de travail réitère les mêmes recommandations suivantes en matière de recherche:

- Continuer les analyses effectuées en 2019 pour développer des modèles structuraux et encourager les études biologiques afin d'améliorer les paramètres utilisés dans les modèles d'évaluation.
- Améliorer l'identification des différentes espèces des chinchards pour mieux ventiler ces espèces y compris pour les îles Canaries.
- Assurer les campagnes de recrutement dans toute la zone.
- Permettre l'embarquement d'observateurs à bord des navires de pêche dans la zone d'Afrique du Nord-Ouest pour assurer l'échantillonnage biologique des captures.
- Améliorer l'échantillonnage au niveau des autres segments de la pêche non couverts.
- Un suivi permanent des activités recommandées devrait être assuré sous la coordination du coordinateur du sous-groupe.

5. MAQUEREAU

5.1. Identité du stock

En raison du manque d'informations nouvelles sur les migrations et les échanges possibles entre les deux stocks de maquereau (*Scomber colias*) retenus lors des premières réunions du groupe de travail (stock Nord entre Cap Bojador et le nord du Royaume du Maroc et stock Sud entre Cap Bojador et le sud de la République du Sénégal), le groupe de travail a procédé, depuis sa réunion de 2003, à une évaluation conjointe des deux stocks dans sa zone de distribution régionale. En ce qui concerne les îles Canaries, le groupe de travail considère cette espèce indépendamment des stocks d'Afrique de l'Ouest comme des unités d'évaluation différentes.

Il est à rappeler que la nomenclature ancienne de l'espèce *Scomber japonicus* retenue depuis les premières réunions du groupe de travail COPACE est devenue *Scomber colias* en 2015, suite à de nombreuses études génétiques d'identification menées au niveau de la région.

Dans le cadre du projet *Nansen*, un travail sur l'identité des stocks de plusieurs espèces de petits pélagiques au niveau de la région a été lancé et concerne aussi le maquereau. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Par ailleurs, en janvier 2020, un atelier sur le maquereau espagnol (*Scomber colias*) a été tenu à Tenerife avec la participation des scientifiques du CIEM (Conseil international de l'exploitation des mers) et de certains pays de la région d'Afrique du Nord-Ouest (le Royaume du Maroc, Mauritanie et le Royaume d'Espagne [îles Canaries])⁸. La deuxième réunion de cet atelier a été réalisée en ligne en 2021.

Le groupe de travail considère que les informations actuellement disponibles sur la structure et la dynamique de la population de maquereaux ne sont pas suffisantes pour définir les unités de stock à des fins de gestion des pêches dans la zone d'étude.

À cet effet, le groupe de travail recommande de réaliser une étude à grande échelle sur la structure de la population de maquereaux en utilisant une approche holistique (génétique, morphométrique, parasites, forme des otolithes, paramètres biologiques, etc.) afin d'identifier les stocks le long de l'aire de répartition de l'espèce.

5.2. Les pêcheries

Captures totales

L'évolution annuelle des captures de *Scomber colias* par pays, pour la période 1990-2020, est présentée dans le tableau 5.2.1 et la figure 5.2.1. En 2021, des corrections au niveau de la série de capture du maquereau ont été apportées par le La République du Sénégal depuis 2016.

Dans la pêcherie nord (Cap Spartel-Cap Bojador), les captures totales du maquereau ont fluctué entre 10 000 et 37 000 tonnes durant la période 1990-2003 et à partir de 2004, les captures ont connu une augmentation continue jusqu'en 2008 où elles ont atteint 84 000 tonnes. Par la suite, les débarquements se sont stabilisés autour de 50 000 tonnes jusqu'en 2013 pour régresser en 2014 et ne pas dépasser les 40 000 tonnes avant d'augmenter de nouveau pour atteindre 73 000 tonnes, soit une hausse de 81 pour cent par rapport à 2014. Cette tendance à la hausse s'est poursuivie en 2016 où 97 550 tonnes de maquereau ont été débarquées, constituant une progression de 33 pour cent par rapport à 2015. En 2017, les débarquements totaux ont baissé de 56 pour cent pour se situer presque au même niveau

⁸

http://prep.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/Fisheries%20Resources%20Steering%20Group/2020/WKCOLIAS_WDs_2020.pdf

que 2014. L'année 2018 a été marquée par le débarquement de 82 700 tonnes de maquereau soit une hausse de 94 pour cent par rapport à 2017 due à la forte amélioration des captures dans la zone B. En 2019, cette amélioration des captures a été maintenue soit une progression des captures de maquereau de 30 pour cent par rapport à 2018. Toutefois, en 2020, la capture du maquereau réalisée par les senneurs opérationnels au niveau de la pêcherie nord a baissé de 18 pour cent en raison, sans doute, des restrictions sanitaires liées à la covid-19 qui ont davantage touché la zone B.

Contrairement à la période 2011-2013, où le maximum de captures a été réalisé dans la zone Nord entre Cap Spartel et Cap Cantin, les plus fortes captures de 2014 ont eu lieu dans la zone A avec 17 600 tonnes, enregistrant une hausse de 9 pour cent par rapport à celles réalisées en 2013 dans cette zone. En 2016, les captures de maquereau dans la zone Nord (17 400 tonnes) ont de nouveau dépassé celles de la zone A (13 500 tonnes). La zone B, dont les captures de maquereau ont baissé entre 2013 et 2014 en passant de 11 600 tonnes à 6 700 tonnes, a enregistré une augmentation importante de capture de maquereau en 2015 et 2016 soit respectivement 40 300 et 66 700 tonnes. Ce niveau de capture est le plus important depuis 1990 (tableau 5.2.1 et figure 5.2.1).

Si les captures de maquereau ont connu une augmentation dans la zone Nord et se sont stabilisées au niveau de la zone A (Safi-Sidi Ifni) en 2017, elles ont connu une diminution en 2018 dans les deux zones de 42 pour cent et 3 pour cent, respectivement. La zone B, qui a connu une très forte régression des débarquements de maquereau de l'ordre de 92 pour cent en 2017, certainement liée à l'abondance de la sardine qui est plus recherchée par les senneurs de cette zone, a connu en 2018 une augmentation de 906 pour cent de sa capture. Cette forte croissance est peut-être due à la disponibilité du maquereau dont les tailles moyennes à grandes sont destinées à l'industrie.

En 2019, la plus forte amélioration de 47 pour cent a été réalisée au niveau de la zone A où le maquereau a été pêché principalement à partir des ports d'Agadir, de Safi et de Sidi Ifni. Pour la zone B, les captures enregistrées ont atteint 70 440 tonnes ce qui constitue une augmentation de 26 pour cent par rapport à 2018. Les principaux débarquements de l'espèce ont eu lieu dans le port de Tantan.

S'agissant de 2020, les trois zones Nord, A et B ont affiché des réductions respectives de captures de 13 pour cent, 15 pour cent et 19 pour cent par rapport à 2019.

Au niveau de la zone C (Cap Bojador-Cap Blanc) où des chalutiers opèrent souvent dans le cadre des accords de pêche avec la Fédération de Russie, l'Union européenne et d'affrètements, les captures 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. Cela est dû à la fin des accords susmentionnés et au départ des navires russes en 1999 ainsi que des bateaux ukrainiens et autres bateaux affrétés en 2001. Les captures se sont redressées avec la reprise de la pêche des bateaux russes dans la zone, en 2004, et ont continué d'augmenter pour dépasser les 100 000 tonnes en 2006. Par la suite, les captures ont fluctué au-dessus des 87 000 tonnes en présentant une tendance générale à la hausse et ont atteint la valeur maximale de toute la série (153 000 tonnes) en 2011. En 2012, les captures ont régressé à 93 000 tonnes en raison de l'absence des bateaux de l'Union européenne et le retrait des bateaux russes entre février et décembre. Les captures de la zone C ont atteint 176 000 tonnes en 2013, 205 000 tonnes en 2014, 167 000 tonnes en 2015, et 200 700 tonnes en 2016. Pour l'année 2017, la capture a diminué légèrement de deux pour cent par rapport à 2016 et a atteint 198 000 tonnes dont 46 pour cent ont été réalisés par la flottille marocaine, 40 pour cent par les chalutiers russes et 14 pour cent par la flottille de l'Union européenne.

En 2018, les captures de maquereau ont baissé de 28 pour cent en raison essentiellement de la diminution des chalutiers pélagiques européens de 99 pour cent puisque cette flottille n'a opéré que deux mois durant cette année. Avec le retour de la flottille européenne dans les eaux marocaines en 2019 et l'activité des autres flottilles marocaines et russes, environ 196 000 tonnes de maquereau ont été capturées dans la zone C du Royaume du Maroc ce qui constitue une hausse de 38 pour cent par rapport à 2018. En 2020, les captures de maquereau ont subi une nouvelle baisse de 23 pour cent imputée principalement à l'activité très réduite des chalutiers pélagiques russes qui n'ont opéré que

durant le premier trimestre de l'année suite aux termes de l'accord de pêche du Royaume du Maroc-Fédération de Russie.

L'amélioration générale de 35 pour cent des captures de maquereau dans la zone marocaine en 2019 par rapport à 2018, est imputée à la disponibilité de cette espèce dans les zones de pêche. Cependant, cette augmentation n'a pas pu être maintenue en 2020 où les captures de maquereau ont chuté de 21 pour cent en raison des réductions des captures observées au niveau des flottilles marocaines et russes. Seule la flottille européenne a enregistré une augmentation des captures de 62 pour cent (38 614 tonnes) par rapport à 2019.

Pour la République islamique de Mauritanie, les captures de maquereau ont fluctué au cours de la période 1990-2015 avec une tendance générale à la hausse depuis 2003. Des captures maximales ont été enregistrées en 1996 et en 2002-2003 atteignant les 130 000 tonnes. Depuis lors, les débarquements ont connu une forte baisse avec 38 000 tonnes réalisées en 2005 et 33 000 tonnes en 2006. Les captures ont augmenté en 2007 (80 000 tonnes) et ont fluctué jusqu'en 2012 où elles ont de nouveau atteint 58 000 tonnes puis ont baissé en 2013 passant à 42 000 tonnes. Les captures qui ont pratiquement doublé (82 900 tonnes) en 2014, ont augmenté de nouveau de 4 pour cent en 2015 soit 86 300 tonnes avant de baisser légèrement en 2016 de 5 pour cent. En 2017, les débarquements de maquereau se sont, par contre, améliorés de 51 pour cent par rapport à l'année précédente pour atteindre 123 340 tonnes dont 84 pour cent des captures fournies par les flottilles industrielles (103 600 tonnes) et 16 pour cent par les senneurs côtiers de différentes nationalités (tableau 5.2.1 et figure 5.2.1). Par ailleurs, en 2018, cette cadence à l'augmentation observée depuis 2013 a été maintenue et les captures de maquereau sont passées de 123 000 tonnes en 2017 à 194 000 tonnes en 2018 soit une augmentation de 57 pour cent. Toutefois, en 2019, les captures se sont légèrement améliorées de 1 pour cent (en passant de 193 700 à 194 700 tonnes). En effet, malgré la progression des captures de 10 et 7 pour cent respectivement au niveau des senneurs côtiers et de la flottille non-Union européenne, les autres flottilles ont connu une régression de leur performance de pêche du maquereau.

S'agissant de 2020, les captures de maquereau en Mauritanie ont atteint 114 000 tonnes, soit une diminution de 42 pour cent par rapport à 2019. Cette baisse est liée à la diminution des captures des flottilles industrielles.

À la République du Sénégal, le maquereau ne constitue qu'une espèce accessoire dans les débarquements. Les captures réalisées au cours de la période 1990-2013 ont fluctué entre 3 000 et 25 000 tonnes avec une tendance particulièrement élevée de 2010 à 2012. En 2014 et 2015, les captures ont continué leur tendance à la hausse avec une augmentation de 29 pour cent en 2014 par rapport à 2013 (12 000 tonnes), et de 50 pour cent en 2015 (23 600 tonnes) par rapport à 2014 (15 700 tonnes). Toutefois, en 2016, ces mêmes captures ont baissé de 19 pour cent par rapport à 2015. Cette régression a continué en 2017 par rapport à 2016 et a enregistré une réduction de 13 pour cent (16 750 tonnes). La totalité des captures, à la République du Sénégal, a été réalisée par la flottille de pêche artisanale utilisant la senne tournante et d'autres engins également. Les chalutiers russes qui contribuent à une grande part des captures, n'ont plus opéré à partir de 2012. Aux échéances 2018 et 2019, les captures de maquereau ont atteint 30 833 tonnes et 46 074 tonnes respectivement, soit une augmentation de 49 pour cent. La majorité de ces captures ont été réalisées par la pêche artisanale à la senne tournante qui a contribué à 72 pour cent de la capture totale en 2019.

À la République du Sénégal, en 2020, les captures de maquereau ont atteint 27 320 tonnes, fournies exclusivement par la pêche artisanale. Ces captures, qui constituent uniquement 7 pour cent des captures de la région, ont subi une diminution de 41 pour cent par rapport à celles de 2019.

En Gambie, la majeure partie des débarquements de maquereau a été réalisée par la pêcherie artisanale. En 2012, la pêcherie artisanale a capturé 123 tonnes de maquereau. Les captures en Gambie pour les années 2014, 2015 et 2016 étaient de 162 tonnes, 723 tonnes et 852 tonnes respectivement. Pour 2017, une capture de 346 tonnes a été déclarée et réalisée à hauteur de 94 pour cent par la pêche artisanale et 6 pour cent par la pêche industrielle. La capture de maquereau en Gambie pour l'année 2018 a été de

l'ordre de 352 tonnes et uniquement de 28 tonnes en 2019 enregistrant une forte baisse de l'ordre de 92 pour cent. Cette dernière capture a été débarquée par la pêche artisanale. En 2020, 240 tonnes de maquereau ont été capturées par les pirogues gambiennes. Toutefois, la contribution de la République de Gambie aux captures totales de la région est inférieure à 1 pour cent.

Pour l'ensemble de la sous-région, l'évolution des captures totales du maquereau, depuis 1991, a connu une tendance à la hausse. Une période de captures élevées a été enregistrée entre 1995 et 1998 avec 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 en 2007 et 2008 (257 000 tonnes et 268 000 tonnes respectivement) puis sont passées à 225 000 tonnes en 2010. Une forte hausse est enregistrée en 2011 où les captures les plus élevées de la série ont été enregistrées soit 318 000 tonnes. En 2012, le retrait de l'ensemble des flottilles étrangères de presque tous les pays à différentes périodes de l'année a engendré une forte baisse des captures (227 000 tonnes), soit 30 pour cent par rapport à l'année 2011. L'année 2013 a été marquée par une hausse de 23 pour cent des captures (278 000 tonnes) en grande partie réalisées par les senneurs et les chalutiers pélagiques marocains dans la zone C. À partir de 2014, la capture totale a continué sa tendance à la hausse et a atteint un nouveau maximum de 344 000 tonnes. Cette même tendance à la hausse a été confirmée en 2015 et 2016 avec des captures respectives de 351 000 tonnes et de 400 000 tonnes. Toutefois, au cours de l'année 2017, la capture qui a atteint les 381 000 tonnes a accusé une légère baisse de 5 pour cent par rapport à 2016 avant d'augmenter de nouveau en 2018 pour atteindre 449 300 tonnes. S'agissant de l'année 2019, les captures ont atteint 544 600 tonnes soit le pic de la série de capture considérée depuis 1990.

Cette situation est liée à l'accroissement des captures du maquereau de 35 pour cent dans la zone marocaine et de 49 pour cent dans la zone sénégalaise. Elles sont par compte restées stables au niveau de la partie mauritanienne. Toutefois, en 2020, l'impact de la pandémie et de la réduction de l'activité de pêche de certaines flottilles, a entraîné une baisse de la capture de 30 pour cent soit 385 500 tonnes. Cette baisse a concerné toutes les zones, excepté la République de Gambie.

En termes de flottilles, environ 23 pour cent de la capture de 2020 ont été réalisés par les senneurs marocains opérant au nord de Cap Bojador, 39 pour cent par les flottilles nationales et étrangères ayant pêché dans la zone C au nord de Cap blanc et 30 pour cent par les flottilles côtières et industrielles opérationnelles en Mauritanie. Les captures réalisées par la pêche artisanale à la République du Sénégal et en Gambie représentent respectivement 7 et moins de 1 pour cent pour cent de la capture totale enregistrée au niveau de la sous-région (tableau 5.2.1 et figure 5.2.1).

Dans les îles Canaries, la capture du maquereau (*Scomber colias*) a atteint 706 tonnes en 2016 et 987 tonnes en 2017, ce qui correspond à une amélioration de 40 pour cent. En 2018, les débarquements de cette espèce ont atteint 1 105 tonnes, soit une amélioration de 12 pour cent par rapport à 2017. Cette capture est réalisée par la pêche artisanale pratiquant la pêche à la senne tournante. Les données de capture du maquereau ont été communiquées depuis 2013. Elles se sont stabilisées autour de 700 tonnes durant les années 2014, 2015 et 2016 avant d'atteindre 987 tonnes en 2017 et 1 105 tonnes en 2018. Environ 1 149 tonnes de captures de maquereau ont été réalisés en 2019 par les flottilles pélagiques soit une légère hausse de 4 pour cent. Par contre, en 2020, les captures ont diminué de 38 pour cent par rapport à 2019. Les débarquements annuels moyens pour cette période ont été de 870 tonnes.

Une analyse pour mesurer la répartition des captures du maquereau dans la sous-région par trimestre et par zone a été réalisée en 2019. Cette information est d'autant plus utile qu'elle pourrait renseigner sur la disponibilité du poisson pour les flottilles par période en fonction des zones.

Il en ressort que le maquereau est pêché plus au sud durant le premier trimestre et durant le reste de l'année au niveau des deux zones Nord et Sud du Cap Bojador. Une analyse à échelle mensuelle fournirait plus de détails sur la répartition réelle des captures.

Effort de pêche

La notion d'effort de pêche varie en fonction des flottilles et des zones. En effet, l'effort de pêche des senneurs côtiers marocains est exprimé en nombre de sorties totales positives pêchant les petits pélagiques (figure 5.2.2a et figure 5.2.2b) qui est équivalent au nombre de ventes. Celui des chalutiers pélagiques dans les différentes zones (type RSW, la Fédération de Russie, l'Union européenne, Lituanie, non-Union européenne, la République du Sénégal, industriel) est exprimé en jours de mer. Concernant l'effort de la pêche artisanale à la République du Sénégal et en Gambie (filet maillant encerclant et senne tournante), il est exprimé en jours de mer.

Pour les îles Canaries, l'effort de la pêche artisanale est exprimé en nombre de jours de pêche positif pour chaque espèce de petits pélagiques. Cet effort a baissé entre 2013 (2 492 jours de pêche) et 2019 (1 701 jours de pêche).

Vu le caractère multi-spécifique de la pêche, l'effort de pêche nominal pour le maquereau est le même que celui décrit dans les chapitres relatifs à la sardine, aux chinchards et à la sardinelle, et donc les tendances ne sont pas reprises au niveau de ce chapitre.

5.3. Indices d'abondance

5.3.1. Capture par unité d'effort

Les captures par unité d'effort (CPUE) des senneurs dans la zone A+B et les CPUE standardisées de la flottille russe sont présentées dans le tableau 5.3.1 et la figure 5.3.1. Les CPUE russes sont calculées selon la méthode décrite dans le rapport du groupe de travail de 2004 (FAO, 2004).

Les CPUE des senneurs côtiers dans la pêche nord indiquent une forte augmentation de 2002 à 2007 avec un pic de 2,77 tonnes/sortie. Depuis lors, les CPUE ont connu une baisse qui s'est accentuée davantage en 2012 (1,26 tonne/sortie en 2011 et 1,08 tonne/sortie en 2012) et s'est maintenue jusqu'à 2014 malgré la légère reprise des CPUE notée en 2013 (1,3 tonne/sortie). Entre 2014 et 2016, les CPUE annuelles des senneurs marocains dans la pêche nord ont fortement augmenté pour atteindre 1,52 tonne/sortie en 2015 et 2,5 tonne/sortie en 2016. En 2017, les rendements de cette flottille ont fortement diminué de 76 pour cent par rapport à l'année précédente soit 0,61 tonnes/sortie. Entre 2017 et 2019, une hausse continue des CPUE a été notée de l'ordre de 233 pour cent entre 2017 et 2018 et de 17 pour cent entre 2018 et 2019, une hausse sans doute liée au ciblage du maquereau par les senneurs côtiers durant certaines périodes suite à l'amélioration de sa taille moyenne ainsi que de la disponibilité de l'espèce dans les zones de pêche fréquentées par les senneurs. En 2020, les rendements du maquereau réalisés au niveau de la pêche nord ont baissé de 12 pour cent par rapport à 2019 pour atteindre 2,1 tonnes/sortie.

Le retrait de la flottille russe en 2012 a engendré une forte fluctuation des activités dans les différents pays de la sous-région. Cette situation particulière aurait contrarié le calcul de la CPUE de cette flottille jadis standardisée pour chaque année. Le groupe de travail a décidé de ne pas retenir la valeur de la CPUE russe de l'année 2012, vu que l'indice de 2012 calculé n'a concerné que le mois de décembre et n'est donc pas représentatif de l'indice annuel. En 2013, la CPUE russe est estimée sur la base d'une moyenne géométrique des CPUE mensuelles disponibles de toute la série de 1998 à 2013.

La CPUE standardisée de la flottille russe en tonne/jour RTMS a montré une tendance générale à la baisse durant la période avec des fluctuations. En 2010 et 2011, les CPUE se sont maintenues autour de 42 tonnes/jour RTMS (tableau 5.3.1 et figure 5.3.1). En 2013, la CPUE standardisée de la flottille russe a fortement baissé pour ne pas dépasser les 35 tonnes/jour avant d'augmenter en 2014 pour dépasser la valeur de 42 tonnes/jour RTMS. En 2015, la CPUE standardisée a baissé de 14 pour cent par rapport à 2014 soit 37 tonnes/jour RTMS et s'est stabilisée autour de la même valeur en 2016. La valeur de la

CPUE est de 39 tonnes/jour RTMS en 2017 et représente une légère amélioration de 5 pour cent par rapport à l'année précédente. Cette amélioration a été maintenue entre 2017 et 2018 avec une augmentation de cet indice de 11 pour cent en passant de 39 tonne/jour RTMS à 43 tonnes/jour RTMS. Toutefois, en 2019, le rendement standardisé de la flottille russe enregistre une légère baisse de 4 pour cent par rapport à 2018 soit une CPUE de 41,3 tonnes/jour RTMS. En 2020, cet indice s'est stabilisé par rapport à 2019.

Les rendements en maquereau pour les senneurs marocains opérant au niveau de la zone A+B indiquent généralement des évolutions opposées et différentes par rapport à l'indice russe. Par ailleurs, si la flottille russe cible le maquereau et les chinchards, les senneurs marocains dirigent principalement leur effort de pêche vers la sardine.

Pour les îles Canaries, les CPUE sont presque similaires pour la période 2014-2016 (se situant autour de 440 kg/jour de pêche). À partir de 2017, ces rendements se sont améliorés de 26 pour cent en 2017 par rapport à 2016 et de 21 pour cent en 2018 par rapport à 2017. En 2019, la CPUE a atteint 675 kg/jour de pêche soit une légère augmentation de 2 pour cent. Cependant, en 2020, le rendement pour le maquereau a diminué de 30 pour cent pour atteindre 472 kg/jour de pêche.

5.3.2. Campagnes d'évaluations acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

En 2020, aucune campagne de prospection régionale coordonnée n'a été menée dans la région d'Afrique du Nord-Ouest malgré la tenue d'un groupe de planification des campagnes en décembre 2017.

Campagnes nationales

N/R *Al-Amir Moulay Abdellah*

Le N/R marocain *Al-Amir Moulay Abdellah* a réalisé trois campagnes d'évaluation acoustique en automne au niveau de la façade atlantique dans la zone Nord (Cap Spartel-Safi), dans la zone Centre (Cap Cantin-Cap Bojador) et dans la zone Sud (Cap Bojador-Cap Blanc) entre octobre 2019 et janvier 2020. Les résultats des campagnes marocaines ont été fournis au groupe de travail et les indices de biomasse acoustiques ont été actualisés à l'échéance 2019. Notons que le Royaume du Maroc a étendu, depuis des années, son réseau acoustique jusqu'à 500 m de profondeur pour mieux évaluer le stock de maquereau en couvrant au maximum l'aire potentielle de distribution de l'espèce (figure 5.3.2a).

En 2020, et en raison de la pandémie, les campagnes menées par ce navire ont connu un décalage important par rapport à leurs dates habituelles, les indices issus de ces campagnes ne peuvent donc pas être pris en considération pour analyser les évolutions de l'état des stocks et produire des informations quantitatives pour l'évaluation.

Les indices de biomasse du maquereau ont connu de très importantes fluctuations durant la période considérée (1999-2019). D'un point de vue méthodologique, la biomasse et l'abondance du maquereau ont été estimées durant la campagne régionale coordonnée en novembre-décembre 2010, entre les N/R nationaux de la région: *Al-Amir Moulay Abdellah* au Royaume du Maroc et *Al-Awam* en Mauritanie. Aucune campagne acoustique n'a pu être réalisée en 2010 à la République du Sénégal et en Gambie. Les indices évalués ont été convertis par rapport à ceux du N/R *Dr Fridtjof Nansen* en appliquant des coefficients d'intercalibration entre les navires 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 garder les mêmes coefficients de conversion utilisés en 2009.

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. 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, passant à 285 000 tonnes et marquant ainsi une réduction de 62 pour cent par rapport au pic de novembre 2009. La biomasse a de nouveau augmenté depuis 2011 en passant de 386 000 tonnes en 2011 à 1 086 000 tonnes en 2014. En 2015, la biomasse estimée pour *Scomber colias* (721 000 tonnes) bien qu'elle ait baissé de la moitié par rapport à 2014, est restée supérieure à la moyenne enregistrée depuis 1999. Toutefois, en 2016, la biomasse estimée par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* entre Cap Cantin et Cap Blanc a régressé de 32 pour cent par rapport à 2015, avant de se repasser à 1 628 000 tonnes en 2017 enregistrant ainsi une amélioration de 54 pour cent par rapport à l'année précédente. La biomasse estimée pour l'automne 2018 a baissé de 43 pour cent par rapport à 2017. Cette baisse importante a concerné la zone Cap Bojador-Cap Blanc et Cap Cantin-Cap Bojador avec des diminutions respectives de 58 et 26 pour cent par rapport à 2017. En 2019, la baisse de la biomasse automnale du maquereau s'est poursuivie pour atteindre 565 000 tonnes soit une diminution de 39 pour cent par rapport à 2018. La diminution a concerné les deux zones Cap Bojador-Cap Blanc et Cap Cantin-Cap Bojador.

La répartition du maquereau en automne dans la zone Nord de Cap Blanc, établie à partir des campagnes acoustiques menées en automne 2018 et 2019, indique que:

- Pour la zone Nord (Cap Spartel-Cap Cantin): la répartition entre les deux années n'a pas montré de différences majeures au niveau du schéma de distribution spatiale.
- Pour la zone Centre, la configuration spatiale de la distribution du maquereau est différente entre les automnes 2018 et 2019. En effet, en 2018, le maquereau affiche une répartition plus ou moins continue, où des concentrations très denses se localisent au niveau de Safi jusqu'à Laayoune. Les plus fortes concentrations se situent au large entre Safi et Essaouira et au nord de Tantan au large et au niveau de la bande côtière située entre Tarfaya et Laayoune. En 2019, l'espèce est plus concentrée au niveau de quelques foyers situés au large entre Safi et Essaouira, au niveau de la baie d'Agadir et au large de Tantan.
- Dans la partie Sud de Cap Bojador, en automne 2018, les forts agrégats sont détectés principalement au niveau de la frange côtière située entre le 24° N et le 26° N, des détections de moindre importance sont notées au large de Dakhla et de la partie sud de la Baie de Cintra. En automne 2019, l'espèce affiche une présence sur l'intégralité du littoral de l'Atlantique Sud mais avec des concentrations généralement plus faibles. Les agrégations les plus importantes sont localisées sur la limite du plateau continental, au large de Dakhla et au niveau de la côte au nord de Pena Grand.

Pour la République islamique de Mauritanie, le N/R *Al Awam* a entrepris une campagne d'évaluation des ressources en août 2019. Elle a évalué la biomasse du maquereau à 120 000 tonnes dont une grande partie (83 pour cent) a été observée dans la zone sud, soit 100 000 tonnes. Cette année, une augmentation considérable de la biomasse de cette espèce par rapport à l'année précédente a été observée. En effet, cette dernière est passée de 95 000 tonnes en 2018 à 120 000 tonnes en 2019 durant la même saison. Par rapport à l'année précédente, la plus grande partie de ce stock se trouve au niveau de la zone sud.

Campagnes internationales

N/R *Dr Fridtjof Nansen*

Le N/R *Dr Fridtjof Nansen* a mené une campagne d'évaluation des ressources pélagiques entre le Royaume du Maroc et la République du Sénégal durant la période septembre-décembre 2019 (soit 74 jours). Le réseau correspond à des radiales perpendiculaires à la côte et des stations pour la collecte des paramètres du milieu.

Entre Cap Bojador et Cap Blanc, la biomasse estimée était de 512 000 tonnes. Cette espèce a été observée dans deux grandes agrégations. La première à 30 NM au nord de Cap Barbas et l'autre au nord de Dakhla. La partie la plus méridionale du Cap Barbas était de loin la plus dense. Notons que le maquereau se trouvait plus au large que la sardine.

Pour la partie Cap Bojador-Cap Cantin, *Scomber colias* est observé en de faibles concentrations le long de la côte. La biomasse évaluée entre Cap Spartel et Cap Bojador a atteint 216 000 tonnes.

Concernant la partie sud, Cap Blanc-Casamance, la biomasse de *Scomber colias* est évaluée à 38 000 tonnes. Au sud de Cap Blanc, le maquereau est distribué en de faibles noyaux éparpillés.

N/R *Atlantida*

Le N/R *Atlantida* n'a pas réalisé de campagne d'évaluation acoustique en 2016, 2017 ni 2018. En 2019, deux campagnes d'une durée totale de 81 jours, menées dans le cadre de l'accord de pêche au Royaume du Maroc-la Fédération de Russie, ont été réalisées entre septembre et novembre 2019. Une campagne dédiée à l'évaluation acoustique des stocks de petits pélagiques dans la zone Cap Bojador-Cap Blanc et l'autre à l'étude du recrutement entre Cap Cantin et Cap Blanc. En 2020, aucune campagne n'a eu lieu dans la zone marocaine.

La prospection menée entre Cap Bojador et Cap Blanc en 2019 a évalué la biomasse du maquereau à 421 000 tonnes. En termes de répartition, cette espèce est distribuée le long de la zone mais généralement avec de faibles agrégations. Les zones de fortes concentrations sont de petites dimensions et éparpillées aussi bien au large de Dakhla qu'au sud.

La campagne d'évaluation du niveau de recrutement en automne (octobre-novembre) dans la zone située entre 32° 17.5' N (Cap Cantin) et 20° 47.5' N (Cap Blanc) a eu lieu en 2018 (figure 5.3.2b). Les indices de recrutement sont fournis par la campagne du N/R *Atlantida* depuis 2003. En 2019, environ 143 traits de chalut ont eu lieu pour une durée de 30 mn par trait et ce à l'instar des autres années. Il est à souligner que le changement de la vitesse de chalutage (3,0-3,7 nœuds) a assuré la stabilité des paramètres de l'ouverture du chalut.

L'indice de la classe 0+ s'est stabilisé entre 2003 et 2005 autour de 4 milliards de recrues. Cet indice a diminué en 2006 et 2007 et a légèrement repris par la suite pour atteindre environ 3 milliards en 2009. L'indice 0+ était de 7,7 milliards de recrues en 2011. En 2013, cet indice a diminué passant à 868 millions de recrues contrairement à l'année 2014 où aucune campagne de recrutement n'a eu lieu dans la région. L'année 2015 a été marquée par un recrutement comparable à l'année 2011 enregistrant 7,5 milliards de recrues. En 2016, un recrutement record a été enregistré avec 32 milliards de recrues pour l'âge 0+. Ce niveau n'a pas pu être maintenu et est passé à 4 milliards en 2017. En 2018, une amélioration du niveau de recrutement de 56 pour cent pour la classe d'âge 0+ a été enregistrée. Toutefois, en 2019, ce niveau de recrutement a fortement baissé de 82 pour cent. Cet indice de la classe 0+ est de l'ordre de 1,12 milliard et se situe en dessous de l'indice moyen calculé depuis 2003 (tableau 5.3.2 et figure 5.3.2c).

L'indice de la classe 1+ est évalué à 2,756 milliards de recrues en 2011. Il s'est amélioré par rapport à son niveau de 2009 qui était de 2,335 milliards de recrues avant de régresser à nouveau pour atteindre 737 millions en 2013. En 2015, cette classe a été estimée à 3,3 milliards d'individus soit le plus haut niveau enregistré depuis 2003. Ce nombre a baissé en 2016 à 1,8 milliard de recrues soit une régression de 45 pour cent par rapport à 2015. En 2017, les recrues appartenant à la classe 1 ont été évaluées à 1,1 milliard et ont donc chuté de 40 pour cent par rapport à 2016. L'année 2018 a affiché une amélioration du niveau de recrutement de 21 pour cent pour la classe d'âge 1+. Cependant, en 2019, ce niveau a diminué de 32 pour cent par rapport à 2018. Environ 0,89 milliard de recrues +1 ont été évaluées. Pour les deux classes 0+ et 1+, les niveaux actuels ont donc baissé et se situent en dessous des niveaux moyens calculés depuis 2003.

Tableau 5.3.2: Indices d'abondance des juvéniles de maquereau calculés à partir des campagnes de recrutement des navires russes de recherche (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	2 785	567
2009	2 840	2 335
2010*	1 441	2 314
2011	7 712	2 756
2012	Pas de campagne	Pas de campagne
2013	868	737
2014	Pas de campagne	Pas de campagne
2015	7 502	3 343
2016	32 433	1 832
2017	4 031	1 090
2018	6305	1314
2019	1119	892
2020	Pas de campagne	Pas de campagne

*estimés sur la base des méthodes de régression entre la série de ces indices au cours des années précédentes et les indices d'upwelling au niveau de Cap Blanc, pour la période de l'année précédant le pic de ponte du maquereau.

5.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales

L'intensité d'échantillonnage au cours de l'année 2020 est présentée dans le tableau 5.4.1.

Le Royaume du Maroc

Malgré l'amélioration de l'intensité d'échantillonnage au niveau de la zone Nord du Royaume du Maroc (Cap Spartel-Cap Cantin) entre 2014 et 2016, cette cadence n'a pas pu être maintenue puisque l'effort de l'échantillonnage est passé à 0,6 échantillon/1 000 tonnes. Ainsi, seuls 611 individus ont été mesurés en 2017 pour 587 individus mesurés en 2016. En 2018, une amélioration très importante de l'effort d'échantillonnage a été enregistrée soit 2,5 échantillons/1 000 tonnes capturées. Malgré la baisse de l'intensité d'échantillonnage de cette zone en 2019, l'effort d'échantillonnage se situe toujours dans la fourchette préconisée avec 1,16 échantillon/1 000 tonnes capturées. En 2020, malgré la pandémie, l'effort d'échantillonnage s'est fortement amélioré en atteignant 6,3 échantillons pour 1 000 tonnes.

Pour la zone Centre (Cap Cantin-Cap Bojador) (zone A+B), l'intensité d'échantillonnage en 2015 a régressé par rapport à 2014, passant de 6 échantillons/1 000 tonnes en 2014, à 2 échantillons/1 000 tonnes en 2015. En 2016, l'effort d'échantillonnage était de l'ordre de 1,3 échantillon/1 000 tonnes et s'est amélioré en 2017 avec 4,5 échantillons/1 000 tonnes. Cette dernière

amélioration concerne aussi bien la zone A que la zone B qui ont déployé un effort de 6,04 et 0,9 échantillon/1 000 tonnes respectivement. L'analyse de l'intensité de l'échantillonnage en 2018 au niveau de la zone centrale montre des améliorations assez importantes au niveau de l'activité d'échantillonnage enregistrée, aussi bien au niveau de la zone A que B. Environ 123 et 58 échantillons, respectivement, ont été analysés au cours de 2018 dans les deux zones.

En 2019, une baisse de l'intensité de l'échantillonnage a été enregistrée au niveau de la zone B par rapport à 2018 soit 0,7 échantillon/1 000 tonnes. Au niveau de la zone A, malgré le recul par rapport à 2018, l'effort d'échantillonnage demeure toujours important et il est de l'ordre 5,33 échantillons/1 000 tonnes débarquées. En 2020, l'intensité d'échantillonnage s'est légèrement améliorée dans la zone A en passant de 5,33 à 5,62 échantillons/1 000 tonnes, tandis qu'au niveau de la zone B, ce taux s'est stabilisé sans pour autant atteindre le seuil préconisé d'1 échantillon/1 000 tonnes.

Au niveau de la zone Sud (Cap Bojador-Cap Blanc), l'intensité de l'échantillonnage de la flottille marocaine reste faible et a connu une diminution passant de 0,4 échantillon/1 000 tonnes en 2015 à 0,2 échantillon pour 1 000 tonnes en 2016 avant de montrer une légère hausse à 0,3 échantillons en 2017. L'année 2018 a été marquée par une légère amélioration de l'intensité de l'échantillonnage de cette zone mais sans atteindre 1 échantillon/1 000 tonnes (0,5). En 2019, l'effort d'échantillonnage dédié au maquereau a baissé et atteint 0,2 échantillon/1 000 tonnes ce qui constitue une diminution de 60 pour cent. Ce même taux d'effort a été maintenu en 2020.

L'intensité d'échantillonnage de la flottille russe s'est légèrement réduite entre 2015 et 2017 en passant de 6,8 échantillons/1 000 tonnes en 2015 à 5,5 échantillons/1 000 tonnes en 2016 et à 2,8 échantillons en 2017. Toutefois, l'effort d'échantillonnage pour cette flottille reste au-dessus du niveau préconisé et fournit également des échantillons pour les études biologiques dans la zone Cap Bojador-Cap Blanc par les observateurs russes. Le nombre de prélèvement d'individus traités a atteint 1 965 en 2018 contre 1 789 en 2017 soit une amélioration de 10 pour cent.

La flottille chalutière pélagique russe a continué en 2019 d'échantillonner le maquereau avec une intensité d'échantillonnage de 3,8 échantillons/1 000 tonnes capturées. Il s'agit d'une amélioration de 10 pour cent par rapport à 2018. Toutefois, en 2020, ce taux a diminué et a atteint 2,5 échantillons/1 000 tonnes.

Si en 2019, 2 862 individus ont été prélevés et subis les différents traitements biologiques, ce nombre n'a pas dépassé 457 individus en 2020. C'est à mettre en relation avec l'activité très réduite de la flottille russe en 2020 qui s'est limitée au premier trimestre de l'année.

Mauritanie

En 2018, la flottille russe et les autres flottilles industrielles de l'Union européenne ont été échantillonnées. L'échantillonnage par les observateurs russes reste toujours représentatif avec une intensité d'échantillonnage de 2,6 échantillons/1 000 tonnes en 2018 contre 3,5 échantillons/1 000 tonnes en 2017 et 5,5 échantillons/1 000 tonnes en 2016. Les observateurs de l'IMROP ont assuré 0,2 échantillon/1 000 tonnes en 2018 à bord des senneurs côtiers qui reste en dessous du niveau recommandé. Par ailleurs, la flottille hollandaise opérationnelle a pu assurer un taux d'échantillonnage de 0,2 échantillon/1 000 tonnes en 2018 ce qui correspond à 13 échantillons de 2 468 individus.

En 2019, l'effort d'échantillonnage de l'espèce s'est poursuivi au niveau de la zone mauritanienne. En effet, la flottille russe a assuré une intensité d'échantillonnage de 4 échantillons/1 000 tonnes capturées (+57 pour cent par rapport à 2018). La flottille hollandaise a également pu continuer à échantillonner le maquereau et a assuré un effort d'échantillonnage dans les normes (1 échantillon/1 000 tonnes) soit une amélioration de 169 pour cent de l'intensité par rapport à 2018.

La flottille côtière mauritanienne a réalisé 0,5 échantillon/1 000 tonnes. Malgré ce faible taux, situé en dessous du seuil préconisé, l'effort d'échantillonnage de 2019 a augmenté de 105 pour cent par rapport à 2018.

En 2020, l'échantillonnage des flottilles nationales mauritaniennes s'est stabilisé à un effort de 0,4 échantillon/1 000 tonnes contre une amélioration de taux d'échantillonnage du maquereau par la flottille russe dont l'intensité est passée de 4 à 5,8 échantillons/1 000 tonnes.

Il est également à noter qu'en 2019, des échantillons (21 570 prélèvements) ont été prélevés par des observateurs russes et européens dans la zone mauritanienne pour des études biologiques. Quatre-vingt-cinq pour cent de ce nombre provient de la flottille russe. Le nombre total d'individus traités a enregistré une légère baisse de 2 pour cent par rapport aux échantillons collectés en 2018 (22 032 prélèvements).

La République du Sénégal

Les années 2016 et 2017 ont été marquées par un effort d'échantillonnage très important déployé par les chercheurs sénégalais pour échantillonner cette espèce au niveau des débarquements de la pêche artisanale. Bien qu'il soit réduit de 37 pour cent par rapport à 2016, l'effort d'échantillonnage alloué au maquereau en 2017 est de 6,04 et reste au-dessus de l'objectif fixé à 1 échantillon/1 000 tonnes. En 2018, l'état de l'échantillonnage biologique du maquereau, fourni en 2020, indique un taux d'échantillonnage toujours important de l'ordre de 5,5 échantillons/1 000 tonnes de maquereau débarqués.

En 2019, l'effort d'échantillonnage de la pêche artisanale à la senne tournante a assuré un taux de 3,3 échantillons/1 000 tonnes ce qui représente une diminution de 40 pour cent par rapport à l'intensité déployée en 2018.

Pour 2020, un effort d'échantillonnage a eu lieu au niveau de la pêche artisanale sénégalaise soit 37,6 échantillons/1 000 tonnes soit une forte amélioration de 1 047 pour cent par rapport à 2019.

Îles Canaries

Au niveau des îles Canaries, l'activité d'échantillonnage a touché 109 échantillons composés de 8 828 individus en 2013, 75 échantillons de 6 352 individus en 2014, 11 échantillons de 1 053 individus en 2015, 50 échantillons de 3 826 individus en 2016 et 23 échantillons de 2 515 individus en 2017 ce qui constitue un effort d'échantillonnage important dédié au maquereau (71 échantillons/1 000 tonnes en 2016 et 23 échantillons/1 000 tonnes en 2017). En 2018, cet effort a continué d'être déployé à travers l'analyse de 70 échantillons (soit 5 174 individus) ce qui constitue un taux d'échantillonnage de 63,4 échantillons/1 000 tonnes.

Durant l'année 2019, l'intensité de l'échantillonnage de la flottille artisanale canarienne était très importante de 55 échantillons/1 000 tonnes. Toutefois, malgré cette importante performance, l'effort d'échantillonnage déployé durant cette année a reculé de 13 pour cent par rapport à l'année 2018.

S'agissant de l'année 2020, l'intensité d'échantillonnage du maquereau au niveau des senneurs des îles Canaries a été de l'ordre de 9,9 échantillons/1 000 tonnes, il a donc baissé de 82 pour cent par rapport à 2019.

Les échantillonnages de longueur sont réalisés dans le cadre des programmes d'échantillonnage à terre et en mer coordonnés par l'IEO, qui ont été suspendus pendant la majeure partie de 2020, en raison notamment de problèmes administratifs et de la covid-19. De même, l'échantillonnage visant à obtenir les variables biologiques de la population (principalement la reproduction et la croissance), effectué dans les laboratoires de l'IEO, a également connu des problèmes en 2020 empêchant d'avoir une activité normale.

Généralement, malgré l'impact de la pandémie, l'activité de suivi semble ne pas avoir été fortement impactée dans la région comme l'indique les performances de suivi réalisées en 2020.

5.5. Données biologiques

Fréquences de taille

Captures commerciales

Pour l'année 2019, la composition en tailles des captures de maquereau débarquées par les senneurs au niveau des zones Nord (entre Cap Spartel et Cap Cantin) et A+B a été établie sur la base des données marocaines à l'instar des années passées. Concernant la zone C, la structure des tailles provient de l'échantillonnage des flottilles marocaines, russes (au Royaume du Maroc et en Mauritanie) et européennes (Hollande). Pour cette dernière zone, la pêche côtière en Mauritanie et artisanale à la République du Sénégal ont également été échantillonnées et leurs données soumises au groupe de travail. Pour les années 2019 et 2020, aucune donnée sur les tailles n'a été fournie au groupe de travail par la République de Gambie.

La distribution des fréquences de taille du maquereau a été analysée pour les zones Nord, A+B et Sud et comparée à celles des années antérieures (figure 5.5.1a, figure 5.5.1b, et figure 5.5.1c). La distribution est indiquée pour les îles Canaries (figure 5.5.1d).

La structure de tailles des débarquements des senneurs le Royaume du Maroc dans la zone Nord en 2019 présente une allure unimodale avec un mode principal de 19 cm. Cette structure est très similaire à celle de 2018. Les tailles échantillonnées sont comprises entre 15 cm et 28 cm. On note l'absence durant cette année de longueurs supérieures à 28 cm présentes les années précédentes, bien qu'en faibles proportions.

En 2020, les débarquements sont composés de tailles plus avancées par rapport à celles échantillonnées en 2019. Ceci est démontré par l'augmentation de la taille moyenne qui est passée de 18,4 cm à 19,2 cm et par la présence d'individus de tailles supérieures à 30 cm.

La zone A+B en 2006 a montré une structure bimodale avec un mode principal de jeunes individus de 12 cm et un mode secondaire de 22 cm. Entre 2007 et 2010, la structure des tailles était unimodale avec un mode de 20 cm en 2007, 19 cm en 2008, 21 cm en 2009 et 21 cm en 2010. La structure était bimodale les années d'après avec des modes non prononcés de 16 cm et 21 cm en 2011, 17 cm et 18 cm en 2012, 11 cm et 19 cm en 2013 et 17 cm et 20 cm en 2014. En 2015, la structure du maquereau exploité au niveau de cette zone est marquée par deux modes, un mode principal de 19 cm et un autre secondaire de 16 cm. Cette même allure s'est reproduite en 2016 avec deux modes: un principal de 14 cm et un secondaire de 20 cm. La fraction du maquereau exploité en 2017 représente une structure unimodale de 15 cm soit une situation de diminution de la taille moyenne de ce stock en comparaison avec 2016. La fraction de maquereau exploitée en 2018 au niveau de la zone centrale indique une structure démographique dominée par une cohorte dont le mode se situe à 18 cm ce qui illustre un avancement de cette composition de tailles par rapport à 2017 où la taille modale était de l'ordre de 15 cm. En 2019, la fraction exploitée par les senneurs est composée d'individus de maquereau dont les longueurs totales sont comprises entre 9 cm et 41 cm. Les individus débarqués présentent une structure bimodale de mode principal de 19 cm et secondaire de très moindre importance de 12 cm (figure 5.5.1a).

En 2020, la fraction du maquereau exploitée représente une structure unimodale de 20 cm. Cette structure est plus avancée par rapport à celle de 2019 comme l'indique l'amélioration de la taille moyenne des individus capturés qui est passée de 18,2 cm à 19,8 cm.

Par ailleurs, l'analyse de l'évolution de la taille moyenne du maquereau au niveau de la zone A+B indique une tendance à l'augmentation durant la période 2013-2015 contrairement à la période 2010-

2013 marquée par une réduction de la taille moyenne. Cette taille moyenne s'est stabilisée autour de 19 cm entre 2015 et 2016 avant de baisser en 2017 (16 cm). La diminution de la taille moyenne observée en 2017 par rapport à 2016 est peut-être liée à la dominance de jeunes de maquereau issus du recrutement important de cette espèce enregistrée en 2016, confirmé par les campagnes russes. En 2018, la taille moyenne des individus échantillonnés a augmenté pour atteindre 18 cm contre 16 cm observés en 2017. De 2018 à 2019, la taille moyenne s'est stabilisée à 18 cm avant de progresser entre 2019 et 2020 en passant de 18,2 cm à 19,8 cm.

Dans la zone sud Cap Bojador, en 2006, la structure des tailles des débarquements est caractérisée par un mode principal de 23 cm avec la présence de tailles de 46 cm. En 2007, trois modes principaux ont été relevés avec des pics de 20 cm, 24 cm et 30 cm. On a également remarqué la présence de grandes tailles de 42 cm et l'absence de tailles inférieures à 17 cm. En 2008, la structure était bimodale avec des pics de 22 à 24 cm et l'éventail des tailles était moins large que celui des deux années précédentes. En 2009 et 2010, la gamme des tailles s'est encore étalée avec des tailles supérieures à 40 cm et la structure était bimodale avec des pics de 23 cm et 30 cm en 2009 et 24 cm et 34 cm en 2010. En 2011, la composition en taille révèle deux modes de 14 cm et 25 cm, identiques à 2012 avec 18 cm et 25 cm. La structure démographique de 2013 a été marquée par la présence de plusieurs modes (13, 20, 33 et 38 cm), mais le mode dominant tournait autour de 20 cm, ce qui représentait 18 pour cent des captures de la zone. Trois modes principaux 17 cm, 23 cm et 26 cm ont été enregistrés en 2014. Notons encore la présence de grands individus (supérieurs à 40 cm) dans la distribution en taille de 2014.

En 2015, la structure de *Scomber colias* échantillonné au niveau de la zone sud de Cap Bojador indique une allure bimodale avec des modes de 20 cm et 30 cm. La structure en 2016 est assez similaire à celle de 2015 (modes principaux de 21 cm et 29 cm) avec l'apparition d'individus de tailles supérieures à 33 cm et des proportions importantes par rapport à l'année 2015. La fraction exploitée en 2017 au niveau de la partie sud de la région fait état d'une distribution démographique de type plurimodale (modes de 14, 18, 23, 26, 33 et 42 cm).

Entre 2018 et 2019, un déplacement des modes vers les tailles supérieures a été enregistré en 2019. En effet, si la structure échantillonnée en 2018 est de type plurimodal avec un mode principal de 18 cm, en 2019, la fraction exploitée du maquereau affiche également une structure dont l'allure est plurimodale avec un mode principal de 23 cm. Notons qu'en 2018, les données sénégalaises, qui font état d'une structure de tailles plus avancées par rapport au reste des zones, n'ont été pas intégrées.

Pour la zone Sud, la taille moyenne a augmenté entre 2017 et 2019 en passant de 21 cm en 2017, à 22 cm en 2018 avant d'atteindre 25 cm en 2019 et 27 cm en 2020 (figure 5.5.1c).

La comparaison des structures démographiques du maquereau entre les deux zones Nord et Sud fait toujours état d'une capture d'individus de petites tailles au nord par rapport au sud bien que la tendance de l'évolution de la taille moyenne soit similaire entre le stock nord et le stock sud avec une amplitude (écart de taille par année) constante au fil des années.

Fait marquant pour 2020, une amélioration de la taille moyenne exploitée a été observée pratiquement dans les trois zones ce qui implique un diagramme d'exploitation plus axé sur des individus de grandes tailles.

Pour les îles Canaries, la fraction exploitée de *Scomber colias* par les senneurs artisanaux a représenté une structure bimodale en 2013 dont les modes se situent entre 18 cm et 23 cm avec une gamme de tailles s'étendant de 14 cm à 40 cm. Pour l'année 2015, la structure échantillonnée est de type bimodal avec des modes situés aux tailles de 21 cm et 30 cm. Les années 2015, 2016, 2017 et 2018 ont été marquées par une distribution unimodale dont les modes sont de 23,5 cm, 22,1 cm, 24,6 cm et 26,5 cm respectivement. En 2019, la structure de tailles est de type bimodal avec un mode principal de 28 cm et un autre secondaire de 22 cm. En 2020, cette structure est aussi bimodale avec la prévalence cette fois d'une cohorte de tailles plus réduite par rapport au passé dont le mode est de 23 cm. L'autre mode

secondaire est de 28 cm. Une légère tendance à l'augmentation des tailles dans les débarquements pourrait être mesurée (figure 5.5.1d).

Campagnes acoustiques

Les structures de tailles collectées lors de la campagne de prospection réalisée par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* ont été actualisées à l'échéance 2019. La République islamique de Mauritanie a fourni des structures de tailles de maquereau collectées lors des campagnes menées en août 2019.

La structure du maquereau capturé lors de la campagne réalisée en automne 2014 par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* montre une structure bimodale au nord du Cap Bojador avec des modes situés aux tailles de 16 cm et 20 cm. En 2015, le *Scomber colias* dans la zone de Cap Cantin-Cap Bojador a indiqué une structure unimodale avec un mode de 16 cm. La structure en 2016 est très proche de celle de 2014 avec deux pics situés à 15 cm et 20 cm. En 2017, la structure du maquereau est dominée par une cohorte de classe modale de 16 cm. Le mode est de 17 cm pour la structure échantillonnée en automne 2018 soit un léger gain de croissance confirmé par l'échantillonnage des débarquements dans cette zone. Concernant l'automne 2019, la fraction du maquereau échantillonné est constituée d'individus présentant une structure démographique de type unimodale avec un mode de 19 cm. Cela confirme l'état d'amélioration des tailles observées au niveau des campagnes et de l'échantillonnage à terre.

Au niveau de la zone C marocaine, les individus rencontrés en 2016 ont une large gamme de tailles allant de 14 cm à 30 cm, avec un mode très prononcé de 17 cm. Pour 2017, cette même structure est de type unimodal dont le mode est situé à 16 cm ce qui représente une situation assez comparable avec les structures obtenues à travers l'échantillonnage des débarquements commerciaux dans cette zone. La prospection menée en 2018 a montré que la fraction dominante est composée de maquereaux de taille modale de 17 cm à l'instar de la zone centrale. En 2019, la structure échantillonnée est de type unimodal avec un mode de 18 cm. Cette situation confirme le léger avancement de tailles du maquereau observé depuis 2017.

La campagne menée par le N/R *Al Awam* dans les eaux mauritaniennes indique qu'en août 2019, le maquereau échantillonné est représenté par une gamme de tailles comprises entre 14 cm et 32 cm. La structure démographique est de type bimodal avec des modes de 17 cm, 25 cm et 29 cm. La cohorte ayant un mode de 17 cm semble être présente dans toute la région.

La campagne acoustique effectuée par le N/R *Atlantida* au nord de Cap Blanc en octobre-novembre 2019 a mis en évidence une structure très étalée pour le maquereau avec des longueurs comprises entre 15 et 43 cm. La structure de taille des individus échantillonnés est plurimodale avec un mode principal de 19 cm et des modes secondaires de 23 cm et 29 cm.

Cette structure de tailles est différente par rapport à celle observée en automne par le N/R *Al-Amir Moulay Abdellah* pour la même espèce.

Les structures de tailles du maquereau établies lors de la campagne d'évaluation menée par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* en septembre-décembre 2019 au niveau de la partie Nord de la région indiquent:

- Pour la zone Cap Blanc-Cap Bojador: la gamme de tailles échantillonnée varie entre 15 et 24 cm de longueur totale. Les modes mesurent entre 17 et 20 cm TL. Aucun poisson dont la taille est supérieure à 15 cm LT n'a été capturé.
- Entre Cap Bojador et Cap Cantin, la structure de tailles est de type unimodal avec un mode de 18 cm.

Depuis des années, la région nord indique, généralement, une dominance de jeunes individus au nord de Cap Juby et une structure mixte entre Cap Juby et Cap Blanc. Pour la partie sud de Cap Blanc, les

deux zones Cap Blanc-Cap Timris et Cap Timris-Saint Louis révèlent des structures démographiques différentes pour le maquereau, qui sont plus avancées au nord qu'au sud.

Au sud de Cap Blanc, les individus échantillonnés sont de grandes tailles par rapport à la partie nord et représentent des structures de type unimodal avec des modes supérieurs à 20 cm.

Composition par âge

Comme pour les années précédentes, la clé taille-âge du maquereau est obtenue à partir de la répartition des échantillons commerciaux russes de 2019 en groupes d'âge. La clé est ensuite utilisée pour l'estimation des effectifs et des poids moyens par âge pour les maquereaux débarqués dans l'ensemble de la sous-région. Les compositions par groupes d'âge estimés et les poids moyens par âge de la région nord, la région sud et de l'ensemble de la sous-région sont mises à jour dans le tableau 5.5.2a et le tableau 5.5.2b. Globalement, les poids moyens par groupes d'âge estimés pour tous les âges en 2014, 2015, 2016, 2018, 2019 et 2020 sont identiques avec quelques petites différences pour les âges 6+.

Paramètres de croissance

Les paramètres de croissance et les coefficients de la relation taille-poids sont calculés au moyen du programme d'analyse des données de fréquence des longueurs (LFDA) en utilisant les données d'échantillonnage recueillies dans les ports marocains en 2014. Ces paramètres sont présentés dans le tableau 5.5.3.

Tableau 5.5.3: Paramètres de croissance en longueur et poids du maquereau *Scomber colias*.

	K (an ⁻¹)	L _{inf} (cm)	t ₀ (an)	A	b	R ²
Zone A+B	0,27	35,78	-0,78	0,0077*	3,0205*	0,89*
Zone C	0,29	45,06	-0,75	0,007	3,05	0,92

* Estimé à partir des données de 2013.

Maturité

Les ogives de maturité par âge du maquereau estimées à partir des données russes sont celles qui ont été calculées pour 1992-2005 (tableau 5.5.4).

Tableau 5.5.4: Pourcentage de matures par classe d'âge de *Scomber colias*.

Années/âge	0	1	2	3	4	5	6+
1992-2005	0	0,2	0,8	1	1	1	1

5.6. Évaluation

Qualité des données d'âge

Le groupe de travail a procédé à une analyse exploratoire de la qualité des données de classes d'âge afin de tester la possibilité d'appliquer un modèle de structure d'âge pour l'évaluation du stock de maquereau, en utilisant les compositions en taille obtenues des différentes flottilles et les clés taille-âge russes. Les coefficients de corrélation linéaire calculés entre les différentes classes d'âge et celles qui leur correspondent les années précédentes, sont présentés dans le tableau 5.6.1.

Tableau 5.6.1: Coefficient de corrélation linéaire entre les captures estimées de cohortes d'âges consécutifs du maquereau.

Groupe d'âge	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
Coefficient de corrélation en 2011	0,39	0,62	0,45	0,26	0,40
Coefficient de corrélation en 2012	0,41	0,49	0,43	0,29	0,39
Coefficient de corrélation en 2013	0,45	0,49	0,43	0,28	0,40
Coefficient de corrélation en 2014	0,46	0,49	0,42	0,28	0,40
Coefficient de corrélation en 2015	0,42	0,48	0,44	0,43	0,33
Coefficient de corrélation en 2016	0,46	0,38	0,44	0,43	0,38
Coefficient de corrélation en 2017	0,45	0,39	0,44	0,42	0,37
Coefficient de corrélation en 2018	0,55	0,38	0,44	0,26	0,36
Coefficient de corrélation en 2019	0,62	0,36	0,46	0,44	0,28
Coefficient de corrélation en 2020	0,59	0,30	0,46	0,48	0,26

Globalement, la corrélation entre les classes d'âge en 2017 et 2018 ne s'est pas améliorée au niveau des âges adultes en raison de l'apparition inhabituelle d'adultes dans les captures réalisées au sud de Cap Blanc. Les chalutiers pélagiques ont réussi à capturer des maquereaux de 5 ans ayant des longueurs comprises entre 28 cm et 32 cm. En 2020, on note des améliorations des corrélations entre les âges 0-1 et 2-3 par rapport aux séries antérieures.

Modèle de production dynamique de Schaefer

Le modèle de production dynamique de Schaefer développé dans une feuille de calcul Excel (FAO, 2012) a été utilisé pour l'évaluation du stock de maquereau. Une autre feuille de calcul Excel, basée sur le même modèle, a été utilisée pour réaliser des projections des captures et des biomasses pour les quatre prochaines années en suivant différents scénarios de gestion (FAO, 2012).

Le CMSY, qui est une méthode d'estimation de MSY et les points de référence (B_{MSY} , F_{MSY}) à partir des données de capture et de résilience des espèces, a été utilisé comme méthode supplémentaire pour l'évaluation du stock de maquereau. Bien que le CMSY soit utilisé pour des stocks à faibles données, il a été utilisé pour le cas du maquereau à des fins de comparaison. Toutefois, l'utilisation de ce modèle n'a pas permis de fournir un diagnostic à l'échéance 2020.

Données d'entrée

Les données de captures totales utilisées par le groupe de travail sont les séries de la capture totale de maquereau déclarée réalisée dans toute la sous-région au cours de la période 1999-2020.

Les indices de biomasse retenus durant les années précédentes pour l'ajustement du modèle sont les biomasses acoustiques de la série Nansen initiée par le N/R *Dr Fridtjof Nansen*, débutée en 1999 et continuée par les N/R nationaux à partir de 2007. Toutefois, entre 2011 et 2014, seul le N/R *Al Amir Moulay Abdellah* a mené des campagnes en automne dans la région nord.

Aucune campagne de prospection coordonnée n'ayant eu lieu entre les différents pays de la région de l'Afrique du Nord-Ouest en automne depuis 2010, le N/R *Dr Fridtjof Nansen* a effectué une campagne acoustique en automne en 2015 dans la sous-région. Puis en 2017, une campagne a été menée par le navire durant la période mai-juillet, toutefois, ses résultats de biomasse n'ont pas été utilisés en raison de la discordance de la période de déroulement avec les campagnes historiques. En 2019, le

N/R *Dr Fridtjof Nansen* a mené de nouveau une campagne dans la région. Toutefois, la série de biomasse disponible précédemment ne couvre pas toute l'aire de répartition de l'espèce, ces indices de biomasse n'ont donc pas été utilisés pour évaluer le stock en 2020.

À cet effet, le groupe de travail a utilisé également les CPUE russes standardisées comme indices pour l'ajustement du modèle. Les CPUE russes de l'année 2012 n'ont pas été utilisées du fait que l'indice de 2012 ne concernait que le mois de décembre et qu'il n'était pas un indice annuel.

Les paramètres sur la capacité de charge **K** (mille tonnes) et la croissance intrinsèque du stock **r** (/an) utilisés en tant qu'entrées pour l'ajustement du modèle sont les suivants:

Stock/indices d'abondance	R (an ⁻¹)	K (tonnes)
Stock de maquereau/indice de biomasse des CPUE russes	0,93	1 126

Résultats

L'ajustement du modèle de production dynamique de Schaefer à l'échéance 2020 a été jugé par le groupe de travail satisfaisant au regard de $R^2=74$ pour cent et des résidus qui répondent aux critères de normalité et qui ne sont pas auto-corrélés. Les résultats du modèle sont présentés dans le tableau 5.6.2 et la figure 5.6.2.

Le CMSY a par ailleurs été utilisé pour l'évaluation du stock de maquereau en utilisant les captures totales et les captures par unité d'effort standardisées de la flottille chalutière russe, toutefois, ce modèle n'a pas fourni de résultats concluants.

Tableau 5.6.2: Résumé des résultats d'ajustement du modèle global.

Stock/indices d'abondance	B_{cur}/B_{MSY}	$B_{cur}/B_{0.1}$	F_{cur}/F_{Scur}	F_{cur}/F_{MSY}	$F_{cur}/F_{0.1}$
Stock de maquereau/indice de biomasse des CPUE russes-Approuvé par le groupe de travail	120%	109%	115%	92%	102%

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

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

F_{cur}/F_{Scur} : 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 $F_{0.1}$.

L'ajustement des captures par l'indice des CPUE russes standardisées par le modèle de production dynamique de Schaefer indique un état de biomasse actuelle (B_{cur}) légèrement au-delà du niveau cible $B_{0.1}$. Par ailleurs, la mortalité par pêche est au même niveau cible ($F_{0.1}$). Cette situation représente une amélioration par rapport à 2018 et serait liée à la baisse des captures de 30 pour cent en 2020 par rapport à 2019.

Toutefois, et dans les perspectives de l'amélioration du modèle, des changements de stratégies de pêche doivent être pris en considération lors de la standardisation de l'indice CPUE russe utilisé. Le groupe de travail, à l'instar des années précédentes, recommande de mener des campagnes acoustiques régionales coordonnées entre les pays pour mettre à sa disposition des indices d'abondance fiables collectés le long de l'aire de distribution de l'espèce et qui reflètent les tendances réelles du stock.

Modèle analytique

Globalement, la corrélation observée entre les classes d'âge par le passé s'est maintenue. Il convient de noter que la répartition spatiale de l'effort de pêche a beaucoup fluctué au cours des dernières années et que l'efficacité du système d'observation à bord des navires commerciaux, qui dépend des saisons de pêche et des zones, s'est améliorée. Le groupe de travail a donc estimé que les données sont assez consistantes pour procéder à une évaluation et une simulation du stock avec les modèles analytiques habituellement utilisés (modèles ICA [Patterson et Melvin, 1995] et XSA [Shepherd, 1999]). Trois sources ont été utilisées pour ajuster les modèles structurés en âge (ICA et XSA), il s'agit des CPUE en tonnes/jour RTMS (russes), des CPUE en tonne/jour de pêche des senneurs côtiers marocains opérant dans la zone Centre et des indices de recrutement (âge 1) des campagnes de recrutement (tableau 5.3.1 et figure 5.3.1).

Le programme MFDP (Multi Fleet Deterministic Projection) (Smith, 2000) a été utilisé en association avec le XSA pour explorer l'évolution du stock de maquereau. Ce programme est utilisé pour réaliser des projections à court terme sur deux ans.

Le recrutement considéré pour les années de projection après 2018 est la moyenne de la série (1992-2018) obtenue par le modèle ICA. Les projections relatives aux valeurs maximales et minimales du recrutement déjà enregistrées ont aussi été explorées.

Résultats

Les tendances de biomasses des reproducteurs estimées par ICA et XSA pour la période 1992-2017 sont présentées dans la figure 5.6.1. Ces deux séries de biomasses affichent des tendances convergentes.

Les mortalités par pêche durant la période 1992-2018 sont recalculées par l'ajustement des modèles XSA et ICA. Les résultats de l'ajustement sont présentés dans le tableau 5.6.3, tableau 5.6.3a, et tableau 5.6.3b.

Tableau 5.6.3: Mortalités par pêche relatives aux groupes d'âge estimées pour 2016-2020 par les modèles ICA et XSA.

Groupes d'âge		1	2	3	4	5
ICA	2018	0.32	0.20	0.38	0.64	0.41
	2019	0.30	0.19	0.35	0.58	0.38
	2020	0.19	0.12	0.22	0.37	0.37
XSA	2018	0.28	0.20	0.25	0.57	0.26
	2019	0.30	0.15	0.29	0.39	0.33
	2020	0.16	0.10	0.17	0.50	0.27

Les mortalités par classe d'âge sont inférieures à la mortalité naturelle $M=0,5/\text{an}$.

Les deux modèles XSA et ICA indiquent une amélioration progressive de la biomasse féconde SSB à partir de 2017. Entre 2019 et 2020, cette biomasse a légèrement augmenté de 3 pour cent si on considère les deux modèles. D'autre part, les captures de maquereau ont diminué de 30 pour cent entre 2019 et 2020 ce qui pourrait induire une augmentation de cette biomasse reproductrice l'année suivante. Ceci n'est pas illustré par le modèle puisque l'estimation de la taille du stock concerne le début de l'année.

En référence au modèle analytique, les résultats indiquent des mortalités par pêche situées en dessous du niveau de la mortalité par pêche cible $F_{0.1}$. La biomasse est légèrement supérieure à la biomasse cible $B_{0.1}$. Cette situation illustre un état de pleine exploitation de ce stock à l'instar du diagnostic précédent.

mené en 2019. Le tableau ci-après illustre les ratios de mortalité par pêche et de biomasses actuels par rapport aux niveaux cibles $F_{0.1}$ et $B_{0.1}$:

Modèles	$F_{cur}/F_{0.1}$	$B_{cur}/B_{0.1}$
ICA	77%	102%
XSA	82%	111%

Méthode de courbe de capture

Pour l'application de la méthode de courbe de capture Powell Wetherall (FiSAT II, 2005), le groupe de travail a utilisé les séries de fréquences de taille de 2014 à 2018 en considérant une mortalité naturelle de 0,58/an calculée à partir de la Méthode de Pauly (1978) et en utilisant les paramètres de croissance estimés pour *Scomber colias* par l'INRH en 2015 soit: $K=0,29/\text{an}$, $L_{inf}=45,06$ cm et $t_0=-0,89$. Les résultats sont présentés dans le tableau 5.6.4.

Tableau 5.6.4: Mortalités estimées pour *Scomber colias* par la méthode de courbe de capture.

Années	Z	M	F	Taux d'exploitation: E
2011	0,98	0,58	0,40	41%
2012	0,92	0,58	0,34	37%
2013	0,94	0,58	0,36	38%
2014	0,68	0,58	0,10	14%
2015	0,92	0,58	0,34	37%
2016	0,79	0,58	0,21	27%
2017	1,04	0,58	0,46	44%
2018	1	0,58	0,41	41%
2019	0,8	0,58	0,23	28%
2020	0,7	0,58	0,09	13%

Z Mortalité totale (/an); M Mortalité naturelle (/an); F Mortalité par pêche (/an)

Il en ressort que le taux d'exploitation du maquereau en 2020, qui représente le rapport entre la mortalité par pêche et la mortalité totale, est de l'ordre de 13 pour cent. Ce taux est jugé trop bas pour un stock dont les captures sont toujours importantes et ciblé par plusieurs flottilles. Donc, les résultats de ce modèle n'ont pas été retenus pour cette année.

Analyse de la composition par taille (LCA) et du rendement par recrue (YPR)

Le groupe de travail a appliqué le modèle d'analyse de cohorte LCA (Jones, 1984) et le modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell (1934) pour évaluer le stock de *Scomber colias* en utilisant la série de fréquences de taille de cette espèce collectée entre 2016 et 2020.

La mortalité naturelle a été calculée en utilisant différentes méthodes (Pauly, 1978; Rikhter Efanov, 1976; Hoenig, 1983 et Hewitt et Hoenig, 2005) avec les paramètres de croissance de l'espèce estimés par INRH en 2015.

Après ajustement par les quatre différentes mortalités naturelles, le meilleur ajustement est obtenu avec $M=0,37/\text{an}$ (Méthode Hewitt et Hoenig, 2005). Les résultats sont présentés dans le tableau 5.6.5.

Tableau 5.6.5: Mortalités par pêche obtenues par la LCA et le YPR pour *Scomber colias*.

Mortalités	$F_{\text{cur}}/F_{0.1}$	$F_{\text{cur}}/F_{\text{MSY}}$	Taux d'exploitation
$M=0,37/\text{an}$	74%	66%	38%

Le diagnostic retenu du modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell (1934) indique que la mortalité par pêche actuelle (F_{cur}) est presque au même niveau que la mortalité par pêche optimale correspondant à $F_{0.1}$ et le rapport $F_{\text{cur}}/F_{0.1}$ est de l'ordre de 74 pour cent pour $M=0,37/\text{an}$. Par ailleurs, le taux d'exploitation est de 38 pour cent. Cette situation indique que le stock de maquereau est dans une situation de non pleinement à pleinement exploité.

Pour les îles Canaries, cette année, des évaluations exploratoires ont été présentées pour la première fois au groupe de travail (voir annexe III and IV). L'approche multi-modèle évaluée n'a pas été concluante et il n'a pas été possible de donner un avis scientifique quantitatif en termes de limites de capture ou d'effort.

Discussion

Le modèle dynamique de production de Schaefer a été utilisé en ajustant les captures avec l'indice des CPUE standardisées russes malgré les incertitudes autour des données liées à l'irrégularité de l'échantillonnage due aux fluctuations des activités de pêche dans la sous-région.

Les résultats obtenus par l'ajustement du modèle global indiquent que le stock de maquereau a une mortalité par pêche située au même niveau que celui optimal $F_{0.1}$ et que le niveau de biomasse est légèrement au-dessus du niveau cible $B_{0.1}$. Le maintien du niveau de biomasse au niveau optimal, malgré la hausse de capture durant les dernières années, semble être lié au fort recrutement de cette espèce observé en 2016 et qui continue à alimenter le stock en plus de la réduction des captures de 30 pour cent en 2020 par rapport à 2019.

Si la situation de croissance continue des captures a préoccupé le groupe de travail durant les années passées, la baisse des captures en 2020 et l'amélioration de la taille moyenne de la fraction exploitée du stock sont des indicateurs positifs qui confirment l'amélioration de l'état de ce stock. Toutefois, le groupe de travail rappelle toujours qu'il est nécessaire de réguler la capture de cette espèce, en respectant le TAC proposé par le groupe de travail, et de préserver d'avantage la pêche des juvéniles pour améliorer la situation du stock.

Les résultats des modèles analytiques (XSA/ICA et LCA/YPR) et du modèle global indiquent une situation de pleine exploitation. Cependant, la méthode de courbe de capture indique une situation plus optimiste soit une situation de non pleine exploitation en termes de mortalité par pêche jugée inappropriée pour refléter la situation de ce stock.

5.7. Projections

Projections du modèle de production dynamique global

Le groupe de travail a procédé à la projection des captures et à l'indice d'abondance du maquereau à l'horizon des cinq prochaines années en adoptant un scénario de *statu quo* de l'effort de pêche actuel puisque ce stock est pleinement exploité. Toutefois, et compte tenu de la tendance croissante des captures en maquereau de ces dernières années malgré la baisse enregistrée en 2020, et de l'impact

éventuel d'un accroissement de capture sur la durabilité du stock, un scénario de réduction de l'effort de pêche a également été testé.

L'ajustement retenu pour établir cette projection est celui des captures totales du maquereau au niveau de la région ajusté par les captures par unité d'effort CPUE de la flottille chalutière russe (série 1997-2020).

Scénario 1. Statu quo pour l'effort: Le maintien de l'effort au niveau actuel de 2020 (*statu quo*) induira une réduction graduelle des captures durant les années qui suivent avant que ces dernières ne se stabilisent pour se situer aux alentours de 76 pour cent pour cent de MSY à partir durant les deux dernières années de la projection. La biomasse aura tendance à diminuer entre 2020 et 2022 et se stabilisera en dessous des niveaux de biomasses cibles et celle correspondant à MSY (figure 5.7.1).

Scénario 2. Réduction de 20 pour cent de l'effort de pêche: Une réduction de 20 pour cent de l'effort de pêche entraînera une diminution des captures jusqu'à 2025 (<80 pour cent MSY). La biomasse aura tendance à diminuer entre 2020 et 2024 pour se stabiliser après à 80 pour cent du niveau cible $B_{0.1}$.

Projection des modèles analytiques

Pour la projection des captures et de la biomasse à court terme, le programme de projection multi Fleet (MFDP) a été utilisé. Cette projection s'est basée sur le niveau géométrique moyen du recrutement pour la période 1992-2018. Ce niveau de recrutement moyen utilisé par le modèle est inférieur aux niveaux estimés durant les 15 dernières années, et peut être interprété comme une approche de précaution.

Le résultat de cette projection indique que le maintien de la mortalité par pêche au même niveau actuel en 2021, qui correspond à un niveau de capture de plus au moins 364 000 tonnes, entraîne une baisse de la biomasse des reproducteurs de 11 pour cent selon le modèle ICA (tableau 5.7.2).

5.8. Recommandations d'aménagement

Le groupe de travail a conclu, sur la base des résultats du modèle de production et des autres modèles et méthodes analytiques que le stock est «pleinement exploité». Les résultats de la projection obtenus par les modèles global et analytique indiquent des tendances similaires montrant que le niveau de la capture actuel n'est pas soutenable et induit une diminution des biomasses féconde et cible. À cet effet, le groupe de travail juge qu'il est important de limiter la tendance moyenne ascendante des captures et recommande, par approche de précaution, de reconduire la recommandation formulée lors des années précédentes soit une capture maximale de 340 000 tonnes ce qui correspond à une réduction de 12 pour cent par rapport aux captures enregistrées dans toute la sous-région en 2020.

Par ailleurs, le groupe de travail a noté qu'une pêche importante de juvéniles avait été observée, qui n'ont pas encore atteint leur première maturité. Il recommande donc la mise en place de mesures de réduction de la mortalité par pêche exercée sur cette fraction vulnérable du stock pour améliorer sa productivité biologique.

5.9. Recherche future

Suivi des recommandations de l'année précédente

Le Royaume du Maroc ont effectué des campagnes acoustiques nationales en 2020. Toutefois, l'indice de biomasse n'a pas pu être pris en considération compte tenu des périodes de déroulement de ces campagnes à des moments inhabituels, les indices qui en découlent ne peuvent donc pas être comparés avec la série antérieure.

Aucune campagne régionale coordonnée n'a eu lieu en 2019 ni 2020, malgré la tenue du groupe de travail de planification des campagnes en décembre 2017.

Une amélioration du taux d'échantillonnage a été notée au niveau des zones Nord et A. Un progrès a également été noté dans la zone C. La pêche côtière et les chalutiers européens opérationnels en Mauritanie ont été échantillonnés, cependant, l'objectif de 1 échantillon/1 000 tonnes n'a pas été atteint. La pêche artisanale sénégalaise a été bien échantillonnée en 2020. Toutefois, cet effort reste à renforcer et à généraliser par rapport à toutes les flottilles et durant tous les trimestres.

Aucune exploration de nouveaux indices pour l'évaluation par modèle de production n'a été réalisée lors de cette année.

La collecte et la lecture des otolithes ont été poursuivies par les chercheurs russes au niveau du Royaume du Maroc et de la République islamique de Mauritanie. Toutefois, peu de progrès est réalisé au niveau des institutions nationales excepté un effort de collecte d'otolithes et d'investigation méthodologique mené au niveau du Royaume du Maroc et dans les îles Canaries depuis 2017. Aucun résultat n'a été communiqué au groupe de travail.

Recommandations futures

Globalement, peu de progrès ont été réalisés en matière de suivi des recommandations de l'année dernière. À cet effet, le groupe de travail a jugé utile de maintenir les recommandations qui avaient déjà été formulées, à savoir:

- Mener des campagnes régionales coordonnées pour suivre l'état du stock le long de son aire de distribution.
- Intégrer les échantillons des îles Canaries dans les études sur l'identité du stock menées dans le cadre du Programme EAF Nansen.
- Explorer d'autres indices d'abondance pour évaluer le stock du maquereau.
- Renforcer et étendre l'échantillonnage biologique du maquereau sur toutes les flottilles opérationnelles au niveau de la sous-région et durant toutes les saisons.
- Dans le cadre de la mesure visant la protection des juvéniles, le groupe de travail recommande la réalisation d'études de la dynamique et la répartition des juvéniles de maquereau.
- Renforcer d'avantage la collecte et la lecture des otolithes afin de déterminer des clés taille-âge par pêche et/ou par zone et stimuler les échanges entre les pays pour améliorer la lecture des âges.

6. ANCHOIS

6.1. Identité du stock

En l'absence de nouveaux résultats sur l'identité de stock de cette espèce, le groupe de travail retient pour cette année les mêmes hypothèses sur le stock (N+A+B) en tant que stock unique.

À l'état actuel, le groupe de travail juge nécessaire de disposer d'autres informations pour se prononcer sur l'existence de deux stocks séparés dans la sous-région (N+A+B et C).

6.2. Les pêcheries

Dans la région de l'Afrique du Nord-Ouest, les anchois sont pêchés principalement dans la zone Nord A et B du Royaume du Maroc et en Mauritanie. Au Royaume du Maroc, les anchois sont ciblés par une flottille de senneurs marocains et espagnols dans le cadre de l'Accord de partenariat dans le secteur de la pêche durable (APPD) entre le Royaume du Maroc et l'Union européenne qui a expiré en juillet 2018. La flottille espagnole a repris ses opérations dans la zone nord du Royaume du Maroc en juillet 2019, en catégorie 1 du nouvel APPD. Ainsi, l'activité a été très limitée en 2019 mais a fortement augmenté en 2020.

En Mauritanie, cette espèce n'est pas ciblée par la pêcherie pélagique industrielle. Elle est considérée comme une capture accessoire souvent transformée en farine. La situation a évolué depuis 2013 suite aux nouvelles mesures de gestion prises par le pays avec l'interdiction de produire de la farine à bord des navires en Mauritanie. De nouvelles orientations du gouvernement encouragent l'exploitation de cette espèce. À cet effet, des avis ont été fournis pour mener des expérimentations à partir de 2018. Cette pêche expérimentale a été réalisée avec le chalut à bœuf sans obtenir de résultat concluant car elle n'a duré que deux mois (de juin à juillet ce qui ne coïncide pas avec la saison de pêche).

Captures

Les captures d'anchois par pays sont présentées dans le tableau 6.2.1 et la figure 6.2.1. Globalement, les captures ont augmenté de 2019 à 2020 (156 pour cent), atteignant 50 626 tonnes, après la baisse survenue entre 2018 et 2019 (18 pour cent). Cette augmentation observée en 2020 est principalement due aux captures réalisées au Royaume du Maroc, à l'exception de la zone C. À l'inverse, en Mauritanie, les captures ont diminué fortement de 2018 à 2019 (66 pour cent) et dans une moindre mesure de 2019 à 2020 (6 pour cent), passant à 514 tonnes.

En ce qui concerne les captures d'anchois au Royaume du Maroc, il y a eu une baisse de 15 pour cent en 2019 par rapport à 2018, suivie d'une forte augmentation (160 pour cent) de 2019 à 2020. Les captures sont passées de 22 581 tonnes en 2018 à 19 283 tonnes en 2019 et 50 144 tonnes en 2020, la valeur maximale de la série chronologique enregistrée depuis 2012.

Les captures d'anchois réalisées par la flottille espagnole dans la zone Nord du Royaume du Maroc, étaient de 16 tonnes en 2019, ce qui correspond à quatre mois de pêche (juillet à octobre), avec un effort de pêche très limité. Cette valeur de capture montre une forte diminution en 2018 qui a également subi une baisse importante l'année précédente. En plus de la tendance à la réduction de l'effort entre 2017 à 2019, principalement liée à l'évolution des APPD, un changement dans la stratégie de pêche de cette flottille a pu être observé. L'anchois était traditionnellement l'espèce cible des senneurs espagnols dans le nord du Royaume du Maroc. La moyenne des pourcentages d'anchois dans les captures annuelles totales après la réouverture de la pêcherie était d'environ 80 pour cent pour la période 2007-2011. Cependant, après une période d'inactivité entre 2012 et 2014, cette proportion est tombée à moins de 30 pour cent en 2014-2019. Bien que les captures d'anchois aient fortement augmenté pour atteindre 479 tonnes en 2020, correspondant à une augmentation de l'effort, le niveau des captures est encore bien

inférieur à celui observé au cours de la période 2007-2011 à des niveaux d'effort similaires. Les captures de la flottille marocaine dans la zone nord ont diminué de 2018 à 2019, puis augmentées d'environ 100 pour cent l'année suivante.

Une tendance à la hausse des captures de la flottille marocaine a été observée dans la zone A en 2018-2020, particulièrement élevée ces deux dernières années (287 pour cent).

Cependant, les captures d'anchois et de sardines en 2019 ne reflètent pas la stratégie de pêche traditionnelle espagnole, l'anchois étant l'espèce cible et la sardine capturée en tant que prise accessoire.

En Mauritanie, les captures de la première période de la série chronologique ont été très importantes pour la sous-région. Cependant, deux baisses consécutives se sont produites en 2012 et 2013 en raison de la diminution de l'activité des flottilles russe, ukrainienne et européenne. Depuis 2016, les principales captures d'anchois proviennent des senneurs côtiers mauritaniens, tandis qu'aucune capture n'a été déclarée en provenance de la Fédération de Russie ni d'Ukraine depuis 2019. Des baisses de captures de 66 pour cent et de 6 pour cent sont déclarées pour 2019 et 2020, respectivement.

Depuis 2012, les captures ont baissé de moins 7 pour cent. En 2013, les déclarations des flottilles russes et ukrainiennes ont baissé de 95 pour cent par rapport à 2012 en raison de l'application de nouvelles réglementations en Mauritanie interdisant la production de farine de poisson à bord, déclarées sous la rubrique «anchois» dans les journaux de bord. En 2015, les captures ont diminué de 13 pour cent suite à l'arrêt de la pêche des bateaux de l'Union européenne. Une diminution est observée aussi en 2016, de l'ordre de 4 pour cent (tableau 6.2.1). Entre 2017 et 2018, les captures restent presque identiques avec une amélioration de 8 pour cent et un même ordre de grandeur que les trois dernières années. Une baisse remarquable d'environ 66 pour cent a été observée en 2019. Toutefois, le groupe de travail réitère la nécessité de passer en revue toute la série de la République islamique de Mauritanie, notamment avant 2013.

Effort

Au niveau du Royaume du Maroc et de la République islamique de Mauritanie, l'effort réalisé par les chalutiers et les senneurs côtiers ne concerne pas uniquement l'anchois mais plutôt l'ensemble des espèces de petits pélagiques.

Pour la zone nord du Royaume du Maroc, l'effort spécifique de la flottille espagnole pourrait être considéré principalement pour l'anchois. En 2019, l'effort de pêche (48 jours de pêche) a diminué de 72 pour cent par rapport à 2018. Il est à noter que l'activité de pêche a été limitée à 4 mois, de juillet à octobre, après le renouvellement de l'APPD et seuls trois navires sur les 22 autorisés ont exploité ses autorisations de pêcher en juillet et septembre alors qu'un seul navire l'a fait en octobre. En 2020, 13 senneurs espagnols ont été actifs durant 8 mois sur cette zone de pêche, ce qui a entraîné une forte augmentation de l'effort par rapport à l'année précédente qui a pu atteindre 500 jours de pêche avec des captures positives de l'espèce.

Développements récents

Dans la zone B, le Royaume du Maroc a instauré depuis 2013 une fermeture spatio-temporelle de la pêche aux petits pélagiques afin de préserver cette ressource.

Le dernier APPD entre l'Union européenne et le Royaume du Maroc a été signé en 2019 pour une durée de quatre ans. Il autorise notamment les pays de l'Union européenne à pêcher des petits pélagiques dans la catégorie 1 («Pêche artisanale pélagique au nord à la senne» et la catégorie 6 («Pêche pélagique industrielle au chalut pélagique ou semi-pélagique et senne tournante»). Le nombre et le type de navires autorisés, les engins de pêche, les zones de pêche, les espèces cibles, les limites de capture accessoire,

les périodes de fermeture et les TAC (pour la catégorie 6) sont spécifiés dans le protocole⁹. L'anchois est considéré comme une espèce cible à la fois pour les catégories 1 et 6.

En 2015, la flottille de l'Union européenne opérant dans le cadre de l'Accord de pêche n'était pas présente dans les eaux mauritaniennes. Un nouvel accord de pêche pour la période 2015-2019 est entré en vigueur en janvier 2016. Au niveau réglementaire, une nouvelle stratégie sectorielle de pêche 2015-2019 mettant en avant l'application du système de quotas a été appliquée. Aussi, on a assisté en 2016 à l'émergence d'une nouvelle flottille de senneurs côtiers qui commence à déclarer des captures d'anchois. En 2017, des demandes pour pêcher l'anchois ont été acceptées à condition de l'accompagnement de recherches expérimentales de cette pêcherie (chalut à bœuf) qui a commencé en 2018. Cette expérimentation a démarré en juin 2018 pour deux mois seulement. Ses résultats n'ont pas été concluants notamment en raison de problèmes liés à l'engin de pêche utilisé ou à la zone ou période étudiée.

6.3. Indices d'abondance

6.3.1. Capture par unité d'effort

En l'absence de données sur l'effort de pêche ciblant l'anchois, les CPUE disponibles ne pourront pas être considérées comme indice d'abondance à utiliser pour évaluer cette espèce dans la région de l'Afrique du Nord-Ouest. Seules les CPUE espagnoles peuvent être considérées comme représentatives de l'abondance de cette espèce, bien que cette flottille soit limitée à une zone restreinte au nord du 34° 18'00"N et au-delà des deux milles marins. De plus, le faible niveau d'activité de cette flottille, limité à quatre mois en 2019, empêche l'utilisation de cette CPUE comme indice d'abondance représentatif de l'espèce cette année. La CPUE calculée pour 2020 était de 958 kg/jour de pêche, encore bien en deçà des valeurs obtenues au cours de la période 2007-2011.

6.3.2. Campagnes acoustiques

Campagnes régionales coordonnées

Durant 2019 et 2020, aucune campagne régionale coordonnée d'évaluation des ressources de petits pélagiques n'a été conduite à l'échelle de la région d'Afrique du Nord-Ouest.

N/R *Dr Fridtjof Nansen*

En 2019, le nouveau N/R *Dr Fridtjof Nansen* a mené une campagne acoustique dans la sous-région en octobre-décembre. En 2020, le N/R *Dr Fridtjof Nansen* n'a pas effectué aucune campagne acoustique dans la sous-région.

N/R *Atlantida*

En 2020, le N/R *Atlantida* n'a pas effectué de campagne d'évaluation durant la période septembre-octobre dans la zone du Cap Cantin-Cap Blanc. Par contre, il a effectué une campagne de recrutement dans la zone nord du Cap Blanc. En 2019, les données des années 2017, 2018 et 2019 pour l'anchois ont pu être récupérées.

⁹Sustainable Fisheries Partnership Agreement between the European Union and the Kingdom of Morocco. OJ L 77, 20.3.2019, pp. 8-55. https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.077.01.0008.01.ENG

Campagnes nationales

N/R *Al-Awam*

La dernière campagne acoustique à bord du N/R mauritanien *Al Awan* a été réalisée en août 2019. La biomasse d'anchois estimée lors de cette campagne était environ le double (42 millions de tonnes) de celle de 2018. En 2020, aucune campagne n'a été menée par le N/R *Al awam*.

N/R *Al-Amir Moulay Abdallah*

La dernière campagne réalisée par le N/R marocain *Al-Amir Moulay Abdallah* a été en novembre 2019. La biomasse d'anchois enregistrée entre le Cap Cantin et le Cap Blanc était de 295 000 tonnes, valeur maximale estimée depuis que cette série est disponible. En 2020, le N/R *Al Amir Moulay Abdallah* a effectué trois campagnes, mais elles n'ont pas coïncidé avec la période habituelle. Les résultats n'ont donc pas été pris en compte.

N/R *Itaf Deme*

Le navire n'a pas effectué de campagne en 2019 ni 2020.

Le tableau 6.3.2, le tableau 6.3.2a et le tableau 6.3.2b présentent des estimations de la biomasse de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) réalisées par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* en automne entre 2000 et 2019 pour le Royaume du Maroc et la République islamique de Mauritanie et les estimations réalisées par les navires nationaux depuis 2007.

Tableau 6.3.2: Estimations de la biomasse d'*Engraulis encrasicolus* en novembre (2000-2018) pour la République islamique de Mauritanie et le Le Royaume du Maroc réalisées par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* et les navires nationaux convertis depuis 2007.

Zone	Navire de recherche				Total '000 tonnes
	<i>Dr Fridtjof Nansen</i>		<i>AWAM</i>	<i>AMIR</i>	
	St Louis-Cap Blanc	Cap Blanc-Cap Cantin	St Louis-Cap Blanc	Cap Blanc-Cap Cantin	
2000	237	115			352
2001	23	8			31
2002	35	36			71
2003	30	30			60
2004	80	80			160
2005	98	55			153
2006	33	41			74
2007	Aucune camp.	Aucune camp.	41	145	186
2008	Aucune camp.	Aucune camp.	52	74	126
2009	Aucune camp.	Aucune camp.	1	52	53
2010	Aucune camp.	Aucune camp.	8	135	143
2011	Aucune camp.	Aucune camp.	Aucune camp.	174	
2012	Aucune camp.	Aucune camp.	Aucune camp.	61	
2013	Aucune camp.	Aucune camp.	Aucune camp.	38	
2014	Aucune camp.	Aucune camp.	55	69	124
2015	0	138	Aucune camp.	70	70
2016	Aucune camp.	Aucune camp.	Aucune camp.	56	
*2017	78	55	Aucune camp.	28	
2018	Aucune camp.	Aucune camp.	20	76	
2019	46		42	295	
2020	Aucune camp.	Aucune camp.	Aucune camp.	---	

*Du N/R *Dr Fridtjof Nansen* au printemps (mai-juillet).

6.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales

Les intensités d'échantillonnage de l'anchois mesurées dans les pêcheries commerciales au Royaume du Maroc et en Mauritanie en 2020 sont présentées dans le tableau 6.4.1.

Dans la zone marocaine, on constate une amélioration globale du taux d'échantillonnage en 2019 par rapport à 2018. Au niveau de la zone Nord, 5 échantillons avec 515 individus ont été mesurés par les scientifiques de l'IEO soit 311 échantillons/1 000 tonnes. Cet échantillonnage a été réalisé par le réseau d'information et d'échantillonnage de l'IEO dans le port de Barbate (Cadix, péninsule ibérique), où la plupart des débarquements ont lieu dans le cadre du programme de collecte de données de l'Union européenne durant la période juillet-octobre. En 2020, 10 échantillons de 687 individus ont été mesurés par l'IEO au cours des premier, deuxième et troisième trimestre de l'année, lorsque la flottille était opérationnelle. Au niveau de la même zone, cinq échantillons et 505 individus ont été mesurés par les scientifiques de l'INRH soit environ 3 échantillons/1 000 tonnes, passant à 5 échantillons/1 000 tonnes en 2020 (17 échantillons et 2 055 individus).

Dans les zones A et B, les scientifiques de l'INRH ont échantillonné à raison de 11,4 échantillons/1 000 tonnes pour la zone A et de 4,65 échantillons/1 000 tonnes pour la zone B en 2019. En 2020, ces taux sont passés à 8,7 échantillons/1 000 tonnes (304 échantillons de plus de 39 000 individus) pour la zone A et augmenté à 6 échantillons/1 000 tonnes (69 échantillons et environ 7 000 individus mesurés) pour la zone B en 2020. Concernant la zone C au nord du Cap Blanc, aucune capture n'a été enregistrée en 2019 et 2020.

Dans la zone mauritanienne, il y a eu une amélioration progressive du taux d'échantillonnage depuis que les échantillonnages sont déclarés en 2018. Alors qu'un seul échantillon de 50 individus a été mesuré en 2019, deux échantillons et 348 individus ont été mesurés en 2020. Tous proviennent de captures des «autres flottilles».

6.5. Données biologiques

Comme pour les années précédentes, les données biologiques disponibles à partir de 2019 et 2020 se réfèrent uniquement à l'échantillonnage réalisé sur les captures commerciales d'anchois dans les zones nord, et A+B du Royaume du Maroc (figure 6.5.1). En 2019 et 2020, un échantillonnage a été réalisé dans les trois zones ainsi qu'une extrapolation de la capture totale à partir de la matrice de fréquence des tailles (tableau 6.5.2a, tableau 6.5.2b, tableau 6.5.2c, et tableau 6.5.2d).

La distribution des longueurs des captures d'anchois de la flottille espagnole de senneurs opérant dans la zone nord du Royaume du Maroc en 2019 provient d'échantillonnages effectués uniquement au troisième trimestre, lorsque la majeure partie de l'activité de pêche s'est développée. Aucune activité de pêche de la flottille espagnole n'a eu lieu au cours du premier semestre et elle a été très limitée au dernier trimestre (voir tableau 6.4.1). Cette distribution des longueurs montre des tailles allant de 11,5 cm à 16,5 cm, avec un seul mode de 15 cm. Des informations biologiques supplémentaires (sexe, poids, maturité, etc.) de la flottille de senneurs dans le nord du Royaume du Maroc n'ont pu être obtenues que pendant un mois et ne peuvent donc pas être considérées comme représentatives de la population de 12,5 cm à 18 cm, avec deux modes (13,5 cm et 17 cm). L'échantillonnage pour obtenir les variables biologiques de la population est normalement effectué dans les laboratoires de l'IEO, mais en 2020, cette activité a rencontré quelques difficultés. D'une part, les difficultés administratives et financières de l'IEO au cours de cette année ont empêché l'achat d'échantillons sur le marché où les captures sont débarquées et d'autre part, la fermeture des laboratoires durant trois mois en raison de la covid-19 n'a pas permis une activité normale. Ainsi, seuls des prélèvements biologiques ont pu être effectués durant trois mois et les informations obtenues sont très limitées.

Les fréquences de tailles globales dans la zone Nord, issues des échantillonnages de l'IEO et de l'INRH, vont de 10 cm à 16,5 cm en 2019 et de 9,5 cm à 18 cm en 2020. Dans la zone A, les fréquences de taille obtenues par l'INRH varient entre 7 et 17 cm en 2019 et 8 à 18 cm en 2020. Dans la zone B, les fréquences de taille de l'anchois varient de 8,5 à 17 cm en 2019 et de 9 à 17 cm en 2020.

Des études sur les paramètres biologiques de l'anchois ont été réalisées par l'INRH pour la zone Nord et Centre et les zones A et B. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.5.3.

6.6. Évaluation

Modèles

Les données sur l'anchois collectées dans la sous-région présentées au groupe de travail en 2020 ne permettent pas d'utiliser un modèle global. Le groupe de travail a donc continué d'appliquer le modèle d'analyse des cohortes de taille (Jones, 1984) pour estimer le niveau F actuel et le mode d'exploitation de la pêcherie au cours des 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 du rendement par recrue ont été réalisées dans Excel (voir les instructions en annexe I et II).

Données d'entrée

Les données d'entrée des deux modèles LCA et rendement par recrue sont les compositions de taille de l'anchois capturé dans la zone Nord, A et B durant la période 2018-2020. La relation taille-poids et les paramètres de croissance utilisés ont été estimés en 2012 par les scientifiques de l'INRH lors des études réalisées au niveau de la zone nord, A et B (tableau 6.6.1). La valeur de mortalité naturelle de 1,35 (Ibrahima, 1988) a été utilisée.

En tenant compte de la courte durée de vie de l'anchois dans la sous-région qui ne dépasse pas, en général, trois ans, une moyenne de composition de taille annuelle de 2018 à 2020 a été utilisée pour l'ajustement du modèle LCA (tableau 6.6.1).

Tableau 6.6.1: Paramètres de croissance pour *Engraulis encrasicolus* dans la zone A+B du Royaume du Maroc pour 2012.

Paramètres de croissance			Paramètres de la relation taille-poids		
L_{∞} (cm)	K (an ⁻¹)	t_0 (an)	a	b	r^2
17	1,39	-0,15	0,0041	3,1818	0,9075

Résultats

Le modèle LCA a été utilisé avec la valeur de la mortalité naturelle 1,35 et les paramètres biologiques de croissance issus de la zone Cap Spartel-Cap Bojador (Nord+A+B). Le diagnostic retenu du modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell indique que la mortalité par pêche actuelle F_{cur} est inférieure à la mortalité par pêche correspondante à $F_{0.1}$ et le rapport $F_{\text{cur}}/F_{0.1}$ est de l'ordre de 76 pour cent (tableau 6.6.2). Les résultats obtenus ont baissé par rapport à ceux de l'évaluation précédente en 2019, mais la biomasse acoustique et les captures dans cette zone (Nord+A+B) ont augmenté, le groupe de travail a donc conclu que le stock nord (Nord+A+B) reste pleinement exploité.

Tableau 6.6.2: Résultats des évaluations.

Année	M an ⁻¹	F _{cur} /F _{0.1}	Observation	Groupe de travail COPACE
2013	1,35	137%	Retenu	2013
	1,5	161%	Tenté	
2014	1,35	112%	Retenu	2015
	1,5	101%	Tenté	
2015	1,35	111%	Retenu	2016
	1,5	116%	Tenté	2016
2016	1,35	119%	Retenu	2017
2017	1,35	84%	Retenu	2018
2016-2018	1.35	69%	Retenu	2019
2018-2020	1.35	76%	Retenu	2021

Discussion

Comme pour les sessions précédentes, les discussions du groupe de travail ont porté sur l'insuffisance quantitative et qualitative des données pour cette espèce au niveau de la sous-région et notamment pour la zone C dont fait partie la République islamique de Mauritanie. La durée de vie des anchois qui ne dépasse pas en général trois ans, fait que l'abondance de cette espèce dépend fortement des fluctuations de son recrutement. D'autre part, la pêche de l'anchois dépend fortement de sa disponibilité dans la zone de pêche ainsi que des facteurs environnementaux.

En 2018, nous avons constaté une augmentation de la biomasse par rapport aux cinq dernières années 2014-2017 durant laquelle la biomasse a connu une diminution. Une augmentation de la capture a été également constatée cette année par rapport à 2017. Ces changements n'ont pas affecté le diagnostic de l'état du stock. Le stock de l'anchois est jugé pleinement exploité.

D'autres points ont été soulevés par le groupe de travail, comme l'alternance entre cette espèce et la sardine. Les biomasses importantes enregistrées en 2019 se sont accompagnées de captures élevées en 2020, notamment dans la zone B. Cette zone a connu une tendance à la baisse de la biomasse de la sardine depuis 2017 et une diminution de ses captures.

6.7. Projection

En raison de la courte durée de vie de l'anchois qui ne dépasse pas trois ans et la forte variabilité interannuelle d'abondance dans la sous-région, ajouté au manque de données, le groupe de travail n'a pas été en mesure de réaliser des projections à court terme.

6.8. Recommandations d'aménagement

L'évaluation de cette espèce a été réalisée sur la base des informations provenant de la zone Cap Sparte-Cap Bojador (zone Nord+A+B). Les résultats du modèle montrent que l'anchois est non pleinement exploité. Cependant, l'augmentation de la biomasse observée en 2018 est plus importante en 2019. Toutefois, de fortes captures ont été enregistrées en 2020 représentant les plus importantes de la série.

Par mesure de précaution et en raison de l'absence d'un indice de biomasse en 2020 avec une importante capture, le groupe de travail n'a pas modifié le diagnostic final pour ce stock. Il maintient qu'il est toujours pleinement exploité. Étant donné que la disponibilité de l'anchois dépend fortement de facteurs environnementaux, qu'il est exploité de manière opportuniste et que les captures varient

considérablement d'une année sur l'autre, le groupe de travail recommande que l'effort soit ajusté aux fluctuations naturelles de ce stock.

6.9. Recherche future

Suivi des recommandations de l'année dernière:

- Une étude sur l'identité du stock de l'anchois a été réalisée au niveau de la zone marocaine par les scientifiques de l'INRH.
- La lecture de l'âge a été initiée par l'INRH. Cependant, les progrès de lecture restent à poursuivre pour confirmer les résultats.
- Une amélioration de l'échantillonnage est notable pour les zones Nord +A+B, beaucoup moins s'agissant de la zone C.
- Des essais d'évaluations ont été menés tels que CMSY et LBB, mais les résultats n'ont pas été présentés.

Recommandations de cette année:

Le groupe de travail réitère les recommandations formulées l'année dernière en raison de leur importance. Il s'agit de:

- Intensifier l'échantillonnage au niveau des différents segments de la pêcherie d'anchois, en particulier en Mauritanie.
- Étendre l'étude génétique sur l'identité des stocks d'anchois sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce.
- Procéder et étendre la lecture de l'âge de l'anchois par pêcherie dans toutes les zones.
- Élaborer une série chronologique pour les fréquences de tailles dans la zone C.
- Collecter des échantillons à bord du N/R *Dr Fridtjof Nansen* durant la prochaine campagne sur l'identité du stock (génétique, otolithe).
- Organiser un atelier pour harmoniser et analyser la lecture de l'âge.

En plus de ces recommandations, le groupe de travail recommande de:

- Revoir la série de capture de cette espèce, en particulier en Mauritanie.
- Faire des investigations pour appliquer d'autres modèles en intégrant les facteurs environnementaux.

Le suivi des recommandations sera assuré par le coordinateur du sous-groupe de travail.

7. ETHMALOSE

7.1. Identité du stock

Les principales concentrations d'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*), également appelé *bonga*, dans la zone d'étude se trouvent à la République du Sénégal (la plus forte concentration s'étendrait de Sangomar jusqu'en Casamance), en Gambie et en Mauritanie. On ignore les relations qui peuvent exister entre les concentrations présentes dans ces différentes zones, mais des différences dans leur biologie ont été notées. Étant présentes sur l'ensemble de la zone proche du rivage, la possibilité d'échanges entre les zones de concentration est fort probable (Sow, *com. pers.* 2016).

Plusieurs études ont été menées sur l'identification des populations de la zone d'Afrique du Nord-Ouest (voir rapport du groupe de travail 2017 FAO). Il n'y a pas eu de nouvelles études pour l'évaluation 2020.

7.2. Les pêcheries

Captures

Le tableau 7.2.1 et la figure 7.2.1 présentent les captures totales d'éthmalose par pays pour la région de l'Afrique du Nord-Ouest.

Les séries de données sur les captures d'éthmalose ont été mises à jour pour 2020 en Mauritanie, à la République du Sénégal et en Gambie. Globalement, la capture totale d'éthmalose dans la sous-région en 2020 a augmenté de 68 pour cent, passant de 34 889 tonnes en 2019 à une capture estimée à environ 58 454 tonnes en 2020. Les captures d'éthmalose dans la sous-région ont fluctué entre 1990 et 2001, avec une légère tendance à la hausse, se situant autour de 49 000 tonnes en 2001, puis en légère baisse jusqu'à environ 23 000 tonnes en 2006 (figure 7.2.1). Depuis 2008, les captures ont augmenté dans la sous-région jusqu'en 2013, mise à part la baisse enregistrée en 2011. Les captures d'éthmalose ont augmenté dans les trois pays en 2020. Un total de 7 671 tonnes a été enregistré en 2019 puis une hausse a été observée avec 10 421 tonnes en 2020 en Mauritanie.

Pour la République du Sénégal, la capture a fortement augmenté en passant de 15 601 tonnes en 2019 à 31 646 tonnes en 2020. En Gambie, les captures sont passées de 11 637 tonnes en 2019 à 16 387 tonnes en 2020. En Gambie, toutefois, des niveaux de captures presque stables ont été observés au cours des cinq dernières années, mais, en 2017, les captures ont augmenté de 89 pour cent par rapport aux cinq années précédentes.

Effort de pêche

Les données sur l'effort de pêche dans la sous-région sont présentées dans le tableau 7.2.2 en nombre de sorties. Les pêcheries artisanales ciblant l'éthmalose utilisent des filets maillants encerclant en Gambie, mais aussi des sennes coulissantes en Mauritanie. Les séries d'effort de pêche ont été mises à jour en 2020 pour la République islamique de Mauritanie, la République du Sénégal et la République de Gambie. Une augmentation de l'effort de pêche de 40 pour cent a été observée chez les senneurs en Mauritanie par rapport à 2019. Pour la République du Sénégal, l'effort de pêche a connu une augmentation de 21 pour cent par rapport à 2019. En revanche, en Gambie, l'effort de pêche a diminué de 5 pour cent en 2020 par rapport à 2019. L'effort global concernant l'éthmalose dans la sous-région fluctue tout au long de la période considérée, avec une tendance à la baisse de 18 pour cent en 2020 par rapport à 2019.

7.3. Indices d'abondance

7.3.1. Capture par unité d'effort

L'estimation de la CPUE réalisée en 2020 a été calculée à partir des données d'effort fournies par la République islamique de Mauritanie, la République du Sénégal et la République de Gambie (tableau 7.3.1 et figure 7.3.1).

La CPUE atteinte par la flottille artisanale mauritanienne utilisant la senne coulissante a diminué depuis 2009 (passant de 12 tonnes par sortie en 2009 à 4 tonnes par sortie en 2013, 0,91 tonne par sortie en 2016 et 4 tonnes par sortie en 2017). Toutefois, cela a encore diminué pour atteindre 1,18 et 0,38 tonnes par sortie en 2018 et 2019 respectivement. Mais en 2020, la CPUE a légèrement augmenté.

La CPUE des filets maillants encerclant à la République du Sénégal a enregistré une légère augmentation (16 pour cent) en 2017 par rapport à 2016. En effet, il est passé de 0,57 tonne par sortie en 2016 à 0,66 tonne par sortie en 2017.

La CPUE des filets maillants en Gambie, estimée d'après les séries actualisées présentées au groupe de travail, a diminué de 33 pour cent en 2017, contre 0,8 tonne par sortie en 2016. La tendance de 0,5 tonne par sortie s'est maintenue entre 2017 et 2018. Toutefois, en 2019, la CPUE est passée à 0,42 tonne par sortie en 2019 avant de remonter à 0,63 tonne en 2020.

7.3.2. Campagnes acoustiques

Aucune campagne acoustique régionale coordonnée n'a été effectuée dans la sous-région pour estimer la biomasse de cette espèce.

7.4. Échantillonnage des pêcheries commerciales

En Mauritanie, l'échantillonnage des débarquements d'ethmalose de la flottille artisanale a été réalisé en 2020. Une amélioration a été notée par rapport à 2019. L'intensité d'échantillonnage est de 2 échantillons/1 000 tonnes.

Pour la République du Sénégal, l'échantillonnage des débarquements de la pêche artisanale a été réalisé en 2020. L'intensité d'échantillonnage a été de 65 échantillons/1 000 tonnes. Une forte amélioration a été notée depuis 2019.

7.5. Données biologiques

Le groupe de travail a disposé des données de fréquence de taille des pêcheries commerciales de 2020 pour la République islamique de Mauritanie et la République du Sénégal. Par contre, les données sur les fréquences de taille d'ethmalose à la République du Sénégal et en Gambie n'étaient pas disponibles.

La figure 7.5.1 montre les compositions en tailles des captures à la République du Sénégal d'*Ethmalosa fimbriata* (2020) avec une classe modale entre 20 et 23 cm.

La composition en taille des captures de la pêche artisanale mauritanienne en 2020 indique une classe modale entre 29 et 30 cm (figure 7.5.2).

7.6. Évaluation

Méthode

Le groupe de travail a continué d'appliquer le modèle d'analyse des cohortes par longueur LCA (Jones, 1984) pour estimer le niveau moyen de F actuel et le mode d'exploitation de la pêche au cours des dernières années. L'analyse du rendement par recrue a ensuite été réalisée pour estimer les points de référence biologique F_{Max} et $F_{0.1}$. L'analyse des cohortes par longueur et l'analyse du rendement par recrue ont été réalisées dans Excel (voir les instructions en annexe I et II).

Données d'entrée

Les données de fréquences de taille de la République de Gambie n'étaient pas disponibles au moment où le groupe de travail s'est réuni, les séries de fréquence de taille provenant des pêcheries artisanales de la République islamique de Mauritanie et de la République du Sénégal de 2016 à 2020 ont donc été utilisées pour calculer les deux modèles.

Le groupe de travail a décidé d'analyser les compositions en tailles des captures pour les trois scénarios suivants:

1. Mauritanie
2. La République du Sénégal
3. Mauritanie + la République du Sénégal

La moyenne de la fréquence de longueur des captures totales dans les zones concernées pour la période 2016-2020 a été utilisée. Les longueurs des individus de la matrice finale sont comprises entre et 48 cm. Les résultats de LCA ont ensuite été utilisés comme données d'entrée pour le modèle de rendement par recrue.

Les paramètres de croissance et de la mortalité naturelle utilisés 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» (outils d'évaluation des stocks FAO-ICLARM) (Gayanilo, Sparre et Pauly, 2005). Les paramètres de la relation taille-poids utilisés sont issus de la base de données FishBase (tableau 7.6.1).

Tableau 7.6.1: Paramètres de croissance de l'*Ethmalosa fimbriata*.

Paramètres de croissance			Relation longueur-poids		M (an ⁻¹)
L [∞] (cm)	K (an ⁻¹)	t ₀ (an)	A	b	0,4
40	0,46	-0,483	0,0120	3,098	

Résultats

Les résultats de l'application de LCA et de rendement par recrue à l'échelle sous-régionale ne sont satisfaisants. Ainsi, le groupe de travail a décidé de ne retenir que les résultats des analyses conduites par pays séparés.

Les résultats de LCA et du rendement par recrue pour le stock de l'ethmalose ont été présentés.

Pour la zone Mauritanie, les résultats du modèle montrent que le stock est surexploité et le niveau d'exploitation concerne principalement les grandes tailles (figure 7.6.2). Les résultats du modèle de rendement par recrue de Thomson et Bell montrent que le niveau de mortalité par pêche actuel (F_{cur}) est très au-dessus du niveau de mortalité par pêche cible ($F_{0.1}$) (tableau 7.6.2).

Pour la zone de la République du Sénégal, les résultats du modèle montrent que le niveau d'exploitation actuel est de très loin au-dessus de $F_{0.1}$ (figure 7.6.2). Le stock est surexploité. Ce niveau d'exploitation concerne principalement les jeunes individus (tableau 7.6.2).

Tableau 7.6.2: Résultats de LCA et du rendement par recrue pour le stock de l'ethmalose.

Stock/Unit	$F_{cur}/F_{0.1}$	F_{cur}/F_{Max}
Mauritanie	130%	56%
Sénégal	209%	104%

Discussion

L'analyse de la composition en longueur moyenne sur une série de cinq ans (2016-2020) par le modèle montre une exploitation différente selon les pays. En Mauritanie, ce sont principalement les grandes tailles qui sont capturées, alors qu'à la République du Sénégal, les captures ont toutes les tailles mais les jeunes individus prédominent.

Les résultats ont montré que la pression de pêche sur le stock d'ethmalose est très élevée et que le stock de la sous-région est surexploité. On constate que dans la zone mauritanienne, le stock est soumis à une pression de pêche élevée en raison du développement des usines de fabrication de farine de poisson.

À la République du Sénégal, la pression sur le stock d'ethmalose est très élevée et ce niveau d'exploitation n'est pas durable. Toutefois, la situation pourrait être pire si l'on considère les incertitudes et l'absence d'informations permettant de formuler des hypothèses sur l'identité du stock de l'ethmalose dans la sous-région et sa distribution géographique ainsi que le manque de données biologiques relatives aux différentes pêcheries.

7.7. Projections

Le groupe de travail n'est pas en mesure de faire des projections à court terme pour le stock d'ethmalose.

7.8. Recommandations d'aménagement

Le groupe de travail maintient les diagnostics du groupe de travail de 2019 et recommande de ramener l'effort et les captures à un niveau inférieur à celui de 2020 afin de permettre un niveau de biomasse capable d'assurer la durabilité du stock.

7.9. Recherches futures

En ce qui concerne les limites et les incertitudes des données disponibles pour l'évaluation d'*Ethmalosa fimbriata* en 2020, le groupe de travail n'est pas en mesure de donner de nouveaux conseils sur les niveaux de capture fondés sur les évaluations. Par précaution, le groupe de travail a recommandé de maintenir les recommandations suivantes de l'évaluation de 2019.

- L'échantillonnage biologique commencé en 2014 sur l'ethmalose en Gambie devrait être renforcé afin de disposer de données de fréquence de longueurs sur cette espèce sur une base continue.

- La surveillance dans les usines de fabrication de farine de poisson devrait être maintenue et renforcée dans toutes les régions.
- Il faut réaliser des études sur l'identité du stock et la lecture de l'âge de l'ethmalose.
- Il faudrait entreprendre des études biologiques et présenter les résultats lors de la prochaine réunion.
- Les données de la sous-région durant la période de l'intersession doivent être analysées sous la coordination du coordonnateur du groupe de travail.

Le suivi de ces recommandations devrait être assuré par le coordonnateur du sous-groupe de travail.

- Il faudrait également élargir la zone de couverture des campagnes acoustiques avec l'utilisation de petits bateaux pour couvrir les zones d'eaux peu profondes où le N/R *Dr Fridtjof Nansen* ne peut pas naviguer.

8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

8.1. État des stocks et de la pêche

Les développements récents qui ont influencé les pêcheries et les ressources de petits pélagiques dans la sous-région sont décrits au chapitre 1.

Il est à noter qu'une partie de la pêche artisanale et côtière est utilisée pour alimenter les usines de fabrication de farine de poisson et que cette industrie s'est étendue à tous les pays de la sous-région. Dans un contexte de surexploitation de certains des principaux stocks de petits pélagiques en Afrique du Nord-Ouest, le COPACE s'est dit préoccupé par le fait que l'avènement et l'expansion de l'industrie des aliments pour animaux à base de poisson (ABP) pourraient aggraver la situation dans l'ensemble de la sous-région en favorisant l'augmentation de l'intensité de pêche et une modification du schéma de pêche (flottes, espèces cibles et zones) (FAO, 2020b). Par exemple, en Mauritanie, 340 000 tonnes de sardinelles ont été transformées en farine et en huile de poisson en 2018 (Corten, Braham et Sadegh, 2017), soit 87 pour cent de la capture totale (capture totale estimée à 390 000 tonnes) (FAO, 2020b). De plus, outre l'ethmalose qui n'avait jamais été exploité commercialement dans ce pays avant le développement des usines des ingrédients dérivés du poisson (IDP) (Corten, Braham et Sadegh, 2017), il a été signalé que, pour la première fois, en 2018, la sardine avait commencé à être utilisée, ce qui a été l'une des raisons de la croissance de la production de farine et d'huile de poisson au cours de cette année (FAO, 2020b). Selon les informations partagées lors des entretiens des campagne par pays, avec la mise en place de l'industrie, les pêcheurs de la sous-région ont désormais plus de possibilités de vendre leurs prises et sont donc encouragés à intensifier l'effort de pêche.

Dans l'ensemble, l'état des stocks évalués s'est amélioré par rapport à l'évaluation de 2019. Parmi les stocks analysés, les deux stocks de sardines sont considérés comme non pleinement exploités, ceux de sardinelles et d'ethmalose sont surexploités tandis que ceux de maquereau, de chinchard et d'anchois sont considérés comme pleinement exploités.

Le stock de sardines dans les zones A+B est considéré comme non pleinement exploité. Les résultats des projections montrent que le stock pourrait supporter une augmentation des captures. Néanmoins, la variabilité de cette ressource due à l'influence des changements hydroclimatiques impose l'adoption d'une approche de précaution. Le groupe de travail maintient sa recommandation de prendre des mesures de précaution pour que le total des captures dans les zones A+B ne dépasse pas 550 000 tonnes, soit la capture recommandée pour la période 2016-2018.

La sardine dans la zone C est également considérée comme n'étant pas pleinement exploitée. Toutefois, des captures importantes ont été enregistrées au cours des trois dernières années, tandis que la biomasse est restée stable. Ce stock est fortement influencé par des facteurs environnementaux. Pour cette raison, et compte tenu des fluctuations observées de la biomasse au cours des années précédentes, il est recommandé d'ajuster toutes les captures en fonction de l'évolution naturelle du stock. La structure et l'abondance du stock doivent être surveillées de près par des méthodes indépendantes de la pêche, telles que des campagnes d'évaluation acoustique dans toute l'aire de distribution de l'espèce.

Aucune évaluation des stocks n'a pu être réalisée pour les deux espèces de sardinelles (*S. aurita* et *S. maderensis*) en raison du manque de données. La République du Sénégal, l'un des principaux pays pratiquant la pêche de la sardine, n'a fourni aucune nouvelle donnée et les principaux autres pays pratiquant la pêche à la sardine ont fourni des données insuffisantes pour appliquer des méthodes d'évaluation. Une analyse des indices des campagnes disponibles et des autres indicateurs sélectionnés indique que les stocks de sardinelles, en particulier ceux de *S. aurita*, sont surexploités. Le manque d'informations complètes sur ce stock, associé à l'augmentation des captures et à la faible biomasse, souligne le besoin urgent pour les pays de prendre des mesures pour éviter que la ressource et la pêche ne soient davantage touchées. Le groupe de travail recommande une réduction immédiate et substantielle de l'effort de pêche et des captures dans tous les pays de la sous-région. Le groupe de

travail ne peut pas quantifier exactement de combien l'effort de pêche devrait être réduit, mais il souligne l'urgence d'agir dans la situation actuelle. Il y a un besoin urgent de disposer de données provenant à la fois de sources dépendantes mais également indépendantes de la pêche pour appuyer la formulation d'avis de gestion pour cette espèce.

Le statut des deux stocks de chinchard (*T. trecae* et *T. trachurus*) s'est amélioré et ces stocks sont maintenant considérés comme pleinement exploités. Cette amélioration est probablement due à une diminution de la mortalité par pêche en 2016 et 2017 ainsi qu'à une amélioration observée de l'indice de recrutement pour le chinchard. Il n'y a aucune information d'amélioration du recrutement pour le chinchard du Cunène. Compte tenu de la nature multi-spécifique de ces pêcheries et des résultats des projections, le groupe de travail recommande de ne pas dépasser le niveau de capture de 2018 pour les deux espèces (environ 300 000 tonnes).

Pour le maquereau (*Scomber colias*), le groupe de travail a conclu, sur la base des résultats du modèle de production et du modèle analytique, que le stock de maquereau est pleinement exploité. Ce sont les mêmes conclusions que pour l'évaluation de 2018. Le modèle global indique que le niveau actuel des captures n'est pas durable, tandis que le modèle analytique indique un niveau optimal de biomasse du stock reproducteur au niveau actuel des captures. À cette fin, le groupe de travail recommande une approche de précaution et renouvelle la recommandation formulée l'année dernière avec une capture maximale de 340 000 tonnes pour la sous-région.

L'évaluation de l'anchois a été réalisée à partir des informations de la zone Nord+A+B. Les résultats du modèle montrent que le stock d'anchois est pleinement exploité. Malgré une augmentation de la biomasse acoustique en 2018 par rapport aux quatre dernières années (2014-2017) au cours desquelles la biomasse a diminué et une augmentation des captures a été observée en 2018 par rapport à 2017, le diagnostic final pour ce stock n'a pas changé. Étant donné que la disponibilité de l'anchois dépend fortement de facteurs environnementaux, qu'il est exploité de manière opportuniste et que les captures varient considérablement d'une année à l'autre, le groupe de travail recommande d'ajuster l'effort de pêche aux fluctuations naturelles de ce stock.

L'évaluation de l'ethmalose a également été affectée par l'absence de toute nouvelle donnée de la République du Sénégal. Une mise à jour des évaluations de 2018 a été réalisée à la suite d'une révision des données de capture de la République islamique de Mauritanie pour 2017. Les résultats de l'évaluation du stock de l'ethmalose montrent qu'il est surexploité dans la sous-région. Les captures et l'effort de pêche de cette espèce ont augmenté en 2017 par rapport à 2016, malgré la recommandation de 2017 de réduire l'effort par rapport aux niveaux enregistrés. Le groupe de travail a réitéré la recommandation de 2018 et recommande que l'effort et les captures soient réduits au-dessous des niveaux de 2017 afin de permettre un niveau de biomasse suffisant pour assurer la durabilité.

L'ethmalose est le stock le plus pauvre en données que le groupe de travail évalue, ce dernier est donc confronté à de nombreuses difficultés pour procéder à une évaluation en raison du nombre limité de données et d'informations mises à sa disposition. Si la situation ne s'améliore pas, le groupe de travail passera d'une approche d'évaluation à un simple cadre d'évaluation d'indicateurs pour cette espèce.

Pour les îles Canaries, bien que le système officiel de déclaration/d'enregistrement des débarquements soit entré en vigueur en 2007, les séries chronologiques des captures ne sont considérées comme fiables qu'à partir de 2013, lorsqu'un programme de suivi de la pêche artisanale à la senne coulissante est entré en vigueur dans le cadre de la collecte de données de l'Union européenne. L'intensité de l'échantillonnage atteint en général les niveaux appropriés établis par le groupe de travail; toutefois, les séries chronologiques actuelles ne sont toujours pas suffisantes pour évaluer l'état des stocks. En fait, l'approche multi-modèle évaluée n'a pas été concluante (voir annexe III and IV) et il n'est pas possible d'émettre des avis scientifiques quantitatifs en termes de limites de capture ou d'effort. De nombreuses lacunes ont été identifiées dans les données disponibles, telles que: i) l'identification erronée des espèces sur les sites de débarquement (laissant les captures de *Trachurus* spp. et *Sardinella* spp. au niveau du genre); ii) les informations sur les rejets sont rares et n'ont été enregistrées que récemment; iii) les petits

pélagiques capturés pour être utilisés comme appâts vivants dans d'autres pêcheries (principalement le thon) ne sont toujours pas enregistrés ou nettement sous-déclarés; iv) une caractérisation actualisée du cycle biologique des stocks est nécessaire; v) l'absence d'indices d'abondance/de biomasse indépendants des pêcheries, qui limite l'utilisation de modèles d'évaluation plus fiables. En outre, l'archipel des Canaries présente des gradients longitudinaux bien connus des caractéristiques et du schéma de circulation des masses d'eau, avec des conditions très différentes entre les îles, ce qui devrait être pris en compte à l'avenir. De nombreux efforts sont déployés par l'IEO, situé à Tenerife, mais certaines de ces questions devraient être abordées en collaboration avec les gestionnaires régionaux et nationaux dans les meilleurs délais afin de faciliter les évaluations de ces espèces.

Enfin, le groupe de travail note avec satisfaction que des campagnes nationales ont été réalisées dans la sous-région par les N/R *Al Amir Moulay Abdellah* et *Al Awam* en 2017 et 2018, ainsi que des campagnes internationales menées par le N/R *Dr Fridtjof Nansen* et le N/R *Atlantida*. En outre, le groupe de travail note que la nouvelle campagne sur les petits pélagiques aura lieu en septembre-décembre 2019 avec le N/R *Dr Fridtjof Nansen* et le N/R *Atlantida*. Le groupe de travail a réitéré l'importance de ces campagnes dans le cadre de l'évaluation des stocks de petits pélagiques, afin notamment de rétablir la couverture régionale avec les trois navires nationaux du Royaume du Maroc, de la République islamique de Mauritanie et de la République du Sénégal.

Le tableau 8.1 ci-dessous fournit un résumé des évaluations et des recommandations de gestion du groupe de travail de 2021.

Tableau 8.1: Résumé des évaluations et des recommandations de gestion par le groupe de travail 2021.

Stock	2020 captures de 1 000 tonnes (2016-2020) moy.)*	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations générales
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone A+B	389 (439)	141%	54%	Non pleinement exploité	Le stock est considéré comme non pleinement exploité à l'échéance de 2019. Le groupe de travail n'a pas été en mesure d'évaluer l'état du stock pour l'année 2020 en l'absence d'un indice d'abondance approprié. Cependant, on constate une légère diminution des CPUE et des tailles moyennes des sardines capturées dans la zone centrale. Ce constat incite à la vigilance quant à l'exploitation de ce stock dont les niveaux de biomasse fluctuent. Les projections montrent que le stock pourrait supporter une augmentation des captures. Cependant, la variabilité de la ressource vis-à-vis des changements hydroclimatiques nécessite l'adoption d'une approche de précaution. Le groupe de travail maintient la recommandation de limiter les captures de sardines dans cette zone à un niveau ne dépassant pas 550 000 tonnes (limite de capture recommandée en 2016, 2017 et 2018).
Sardine <i>S. pilchardus</i> Zone C	824 (795)	130%	70%	Non pleinement exploité	Le stock était considéré comme non pleinement exploité en 2019. En raison de l'absence d'un indice d'abondance approprié, le groupe de travail n'a pas été en mesure d'évaluer l'état du stock pour 2020. Une diminution de 13 pour cent de la capture a été enregistrée en 2020 par rapport à 2019. Cependant, des captures importantes ont été enregistrées ces dernières années (2016-2019), tandis que la biomasse est restée stable. La taille moyenne de la sardine capturée a montré une tendance à la baisse ces dernières années. D'où la nécessité d'être vigilant dans l'exploitation de ce stock. Ce stock est fortement influencé par les facteurs environnementaux et présente des fluctuations de la biomasse indépendantes de la pêche. Pour cette raison, la capture totale permise doit être adaptée aux modifications naturelles du stock. La structure et l'abondance du stock doivent également être étroitement surveillées par des méthodes indépendantes de la pêche, telles que des campagnes d'évaluation acoustique coordonnées dans toute l'aire de répartition de l'espèce.

Stock	2020 captures de 1 000 tonnes (2016-2020) moy.)*	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations générales
Sardinelle^{10**}					
<i>S. aurita</i>	197 (350)	-	147%	Surexploité	L'évaluation et les séries historiques sur la sardinelle montrent que le stock de sardinelle est toujours surexploité . Le groupe de travail ne fait donc que répéter la recommandation des années précédentes pour la gestion du stock: une réduction substantielle de l'effort de pêche dans les meilleurs délais est nécessaire. Le groupe de travail ne peut pas quantifier exactement de combien il faudrait réduire l'effort de pêche mais il estime que cette réduction devrait être au moins de l'ordre de 50 pour cent pour atteindre un niveau d'exploitation durable. Afin d'améliorer l'état des stocks combinés de sardinelles, il est recommandé d'interdire l'utilisation de sardinelles plates pour la fabrication de farine de poisson. Le groupe de travail recommande également aux gouvernements nationaux d'assumer leurs responsabilités en matière de gestion durable de la sardinelle et de lancer des consultations mutuelles sur la gestion conjointe de cette ressource fondamentale.
<i>S. maderensis</i>	336 (219)	-	-		
<i>Sardinella</i> spp.	533 (577)	-	-		
Toute la sous-région					

¹⁰ Captures sans données sur le Sénégal pour 2018.

Stock	2020 captures de 1 000 tonnes (2016-2020) moy.)*	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations générales
Chinchard** <i>T. trachurus</i> <i>T. trecae</i> Toute la sous- région	82 (106) 226 ¹¹ (229)	128% 118%	61% 65%	Pleinement exploité	Les résultats du modèle montrent que les stocks de <i>T. trecae</i> et de <i>T. trachurus</i> sont pleinement exploités . Cela indique une amélioration de l'état des stocks des deux espèces de chinchard. Cette amélioration est probablement due à une diminution de la mortalité par pêche en 2016 et 2017 ainsi qu'à une amélioration de l'indice de recrutement pour le chinchard. Aucune information n'est disponible sur l'amélioration du recrutement pour le chinchard du Cunène. Compte tenu de la nature multi-spécifique de ces pêcheries et des résultats des projections, le groupe de travail recommande de ne pas dépasser le niveau de capture estimé pour 2020 pour les deux espèces (environ 300 000 tonnes).

¹¹ Comprend une estimation pour le Sénégal en 2018 à des fins d'évaluation.

Stock	2020 captures de 1 000 tonnes (2016-2020) moy.)*	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations générales
Maquereau **Scomber <i>colias</i> Toute la sous- région	381 (439)	109% (Global) 111% (XSA) 102% (ICA)	102% (Global) 82% (XSA) 77% (ICA)	Pleinement exploité	Le groupe de travail a conclu, sur la base des résultats du modèle de production et des autres modèles analytiques, que le stock est «pleinement exploité». Les résultats des projections obtenus par les modèles globaux et analytiques indiquent que des tendances similaires montrent que le niveau actuel de capture n'est pas durable et induirait une diminution de la biomasse féconde et de la biomasse cible. À cet effet, le groupe de travail considère qu'il est important de limiter la tendance générale à la hausse des captures et recommande, à titre de précaution, de reconduire la recommandation faite les années précédentes, à savoir limiter la capture maximale à 340 000 tonnes, ce qui correspond à une réduction de 12 pour cent par rapport aux captures enregistrées dans toute la sous-région en 2020. Par ailleurs, le groupe de travail constate une pêche importante de juvéniles, qui n'ont pas encore atteint leur première maturité, et recommande la mise en œuvre de mesures visant à réduire la mortalité par pêche exercée sur cette fraction vulnérable du stock afin d'améliorer sa productivité biologique.
Anchois <i>Engraulis</i> <i>encrasicolus</i> Zone Nord, A et B	50 (29)*	N/A	76% (LCA-Y/R)	Pleinement exploité	L'évaluation de l'anchois a été basée sur les informations de la zone Nord+A+B. Les résultats du modèle montrent que le stock d'anchois est pleinement exploité. L'augmentation de la biomasse observée en 2018 est continue en 2019. De fortes captures ont été enregistrées en 2020, représentant les plus importantes de la série. Ces résultats ne font pas évoluer le diagnostic final pour ce stock car nous n'avons aucune donnée de biomasse en 2020. Étant donné que la disponibilité de l'anchois dépend fortement de facteurs environnementaux, qu'il est exploité de manière opportuniste et que les captures varient considérablement d'une année à l'autre, le groupe de travail recommande d'ajuster l'effort de pêche aux fluctuations naturelles de ce stock.

Stock	2020 captures de 1 000 tonnes (2016-2020) moy.)*	*B _{cur} /B _{0.1}	*F _{cur} /F _{0.1}	Évaluation	Recommandations générales
Ethmalose ¹²					
<i>Ethmalosa</i> <i>fimbriata</i>	10 (24)	N/A	130% (LCA-Y/R)	Surexploité	Le groupe de travail considère que l'ethmalose est surexploité à la fois en Mauritanie et au Sénégal. Le groupe de travail recommande que l'effort et les captures soient réduits au-dessous des niveaux de 2020 afin de permettre un niveau de biomasse pouvant assurer la durabilité.
Stock Nord Mauritanie	32 (20)	N/A	209%	Surexploité	
Stock Sud Sénégal					

* Moyenne de trois ans.

** Ne comprend pas les îles Canaries.

*** Ne comprend pas le Sénégal.

¹² Captures 2018 non comprises pour le Sénégal.

9. RECOMMANDATIONS

Suivi des recommandations du dernier groupe de travail.

Le tableau 9.1 présente le suivi des recommandations du dernier groupe de travail du COPACE, des recommandations du groupe de travail sur les domaines de travail devant être renforcés et des propositions de recherche future prioritaire.

Les recommandations ont été réorganisées pour suivre les catégories proposées par le sous-comité scientifique en 2015.

Les recommandations spécifiques pour chaque groupe d'espèces sont rapportées dans leurs chapitres respectifs.

Tableau 9.1: Aperçu du suivi des recommandations du groupe de travail de 2018

Axe nécessitant une action corrective ou un renforcement	Recommandations spécifiques pour 2018-2019	Suivi des recommandations depuis 2018
Données statistiques et biologiques sur la pêche	Le groupe de travail réitère sa recommandation d'intensifier l'échantillonnage biologique au niveau des différents pays de la sous-région, en particulier pour les fréquences de longueur des sardinelles, de l'anchois (zone sud) et de l'ethmalose. Sans ces fréquences de longueur, il serait difficile de décider du statut de ces stocks. Des travaux d'exploration devraient être faits pour mettre à la disposition du groupe de travail des séries d'efforts standard pour la sardine et l'ethmalose et explorer d'autres indices d'abondance pour évaluer certains stocks tels que le maquereau et la sardine.	La qualité des systèmes statistiques diffère selon les espèces et les pays. En général, des informations sur les captures et l'effort ont été soumises pour certaines espèces exception faite du Sénégal. Aucune série d'efforts de pêche n'a été établie pour les flottilles opérant dans la sous-région. Aucun examen des données d'effort (correction, séries manquantes, etc.) n'a été entrepris au niveau régional. En ce qui concerne les données biologiques, il convient de noter les points suivants: (1) les compositions de longueurs pour les espèces cibles (sauf l'ethmalose) ont été collectées durant les différentes campagnes effectuées en 2017-2018 (N/R <i>Moulay Abdellah</i> et <i>Al-Awam</i>); (2) l'échantillonnage biologique des captures réalisé au niveau des différentes pêcheries n'est pas adéquat, sauf au Maroc pour l'échantillonnage des fréquences de longueur de la sardine.
Indices d'abondance indépendants des pêcheries commerciales	Il a été recommandé que la prochaine campagne du N/R <i>Dr Fridtjof Nansen</i> en 2019 réalise une étude acoustique permettant de traiter des questions scientifiques pertinentes concernant la sous-région et des problèmes identifiés lors de l'atelier organisé au début du groupe de travail: • Les résultats de la campagne fournis au groupe de travail ont été jugés très utiles et il est recommandé de renouveler cette initiative à l'avenir. • L'intercalibration entre les navires de la sous-région (<i>Al Amir</i>, <i>Al-Awam</i> et <i>Itaf Deme</i>) et le <i>Dr Fridtjof Nansen</i> est nécessaire. • Les campagnes de recrutement devraient être étendues à toute la sous-région. • Il est recommandé qu'un chercheur de la sous-région participe à la prochaine campagne avec le N/R <i>Atlantida</i> afin d'étudier la possibilité d'obtenir un indice de recrutement pour l'anchois.	Le N/R <i>Dr Fridtjof Nansen</i> n'a effectué aucune campagne régionale en 2018. Le Maroc effectue des campagnes régulières sans réelle coordination avec les autres pays qui organisent des campagnes de manière irrégulière. La Mauritanie a effectué deux campagnes en 2018 (mars et juillet 2003). Le N/R russe <i>Atlantida</i> a effectué une campagne de recrutement en octobre-novembre 2018, mais sans la participation de navires nationaux. Aucune intercalibration n'a été faite entre les différents navires de recherche.

Biologie et écologie des espèces	Le degré d'avancement de cette activité devrait être présenté à la prochaine session. Voir la possibilité d'inclure des échantillons des îles Canaries dans les analyses globales. Bien qu'il existe des populations stables de petits pélagiques dans les eaux des îles Canaries, il est nécessaire de clarifier les limites des stocks et les mélanges probables avec d'autres populations de la sous-région. Le niveau d'avancement de ces activités du Programme EAF-Nansen doit être présenté à la prochaine session. Le groupe de travail doit également examiner la possibilité d'inclure les discussions d'experts sur le maquereau.	Le Programme EAF-Nansen a recueilli des échantillons lors de la campagne de 2017 pour des études génétiques et holistiques (sardinelle, maquereau, anchois, sardine) et certaines analyses morphométriques ont été effectuées en 2018, mais les résultats de l'atelier sur la méthodologie ne sont pas disponibles. Ces sujets sont inclus dans le programme scientifique du Programme EAF-Nansen et des priorités ont été définies avec les pays. D'autres études ont été réalisées par la recherche (voir la liste des publications). La lecture de l'âge des sardines et des maquereaux est effectuée régulièrement par la Fédération de Russie. Dans les îles Canaries, l'IEO a également régulièrement fait lecture des otolithes de maquereau. Les îles Canaries ont aussi participé à l'échange et à la lecture d'âges pour ces deux espèces dans le cadre des travaux du CIEM. Au Maroc, un laboratoire a été créé pour la lecture de l'âge et cibler les sardines, les anchois, le maquereau et le chinchard. À l'exception d'un effort de collecte d'otolithes et d'une enquête méthodologique menées au Maroc et dans les îles Canaries, il n'y a eu aucun échange d'échantillons et de résultats au niveau régional pour la détermination de l'âge.

Axe nécessitant une action corrective ou un renforcement	Recommandations spécifiques pour 2018-2019	Suivi des recommandations depuis 2018
Développement et amélioration des outils méthodologiques et des approches d'évaluation.	Une exploration plus approfondie des méthodes alternatives d'évaluation des différentes espèces de petits pélagiques est appropriée pour la sous-région, en particulier pour l'anchois et la sardinelle.	Quelques essais pour <i>Thachurus</i> spp. avec d'autres méthodes ont été explorés et présentés lors de la réunion du groupe de travail.
Coopération	Appliquer les méthodes d'évaluation dans le groupe de travail. Le groupe de planification de la campagne devrait se réunir avant la prochaine session du groupe de travail pour répondre aux questions de la réunion préalable à la campagne de 2018. Renforcer les capacités de l'équipage des navires nationaux et dispenser une formation à la pêche pélagique (Mauritanie et Sénégal).	Aucune formation ni atelier sur les outils d'évaluation n'a été organisé. Le groupe de planification s'est réuni en novembre 2018 et de nouveaux termes de référence ont été proposés. L'étalonnage des chaluts de différents navires de recherche n'a pas été effectué.
Amélioration des procédures	Pour le suivi des recommandations par le responsable de chaque sous-groupe, une formalisation de ce cadre est essentielle. Cette formalisation devrait s'effectuer dans le cadre du COPACE. Veiller à ce que les documentations des groupes de travail soient mises à jour sur le site web du COPACE de la FAO.	Certains progrès ont été réalisés dans ce domaine. Plusieurs pays ont fourni au président du groupe de travail les données avant la réunion.

TABLES/TABLEAUX

Table/tableau 1.6.1: Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

Country/Pays	Species/Espèces	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco/ Maroc	<i>S. pilchardus</i>	1 112 762	1 067 776	720 633	622 605	645 707	646 046	587 449	629 767	592 200	519 551
	<i>S. aurita</i>	103 075	18 829	267	3 524	3 318	14 558	12 333	29 560	81 493	84 332
	<i>S. maderensis</i>	38 014	7 186	0	14	14	59	49	118	327	339
	<i>T. trachurus</i>	12 069	10 092	16 185	24 987	41 000	49 104	31 712	38 940	64 409	68 106
	<i>T. trecae</i>	0	0	0	585	4 695	6 982	5 667	7 846	14 445	14 301
	<i>C. rhonchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. colias</i>	26 512	10 592	13 244	22 451	69 877	100 041	81 869	159 967	158 829	112 920
	<i>E. encrasicolus</i>	10 324	19 125	16 635	10 310	7 516	10 257	12 039	24 697	40 403	30 373
	<i>E. fimbriata</i>										
	Total Morocco/ Maroc	1 302 756	1 133 600	766 964	684 476	772 127	827 047	731 118	890 895	952 106	829 922
Mauritania/ Mauritanie	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	11 579	24 394	19 602	11 278
	<i>S. aurita</i>	78 645	50 425	53 756	35 436	23 409	65 175	205 756	188 166	258 602	185 893
	<i>S. maderensis</i>	28 355	7 445	14 146	8 859	5 799	16 350	41 804	23 675	35 427	17 747
	<i>T. trachurus</i>	33 000	11 949	20 316	23 250	15 172	22 492	16 054	11 558	20 601	15 051
	<i>T. trecae</i>	57 000	94 398	116 995	86 769	56 850	97 272	70 274	52 320	91 455	65 206
	<i>C. rhonchus</i>	22 000	6 487	1 927	9 451	6 235	345	630	1 236	1 386	648
	<i>S. colias</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>E. encrasicolus</i>		8 279	17 358	6 489	2 612	986	3 609	34 511	79 162	93 164
	<i>E. fimbriata</i>					50	52	49	120	185	161
	Total Mauritania/ Mauritanie	219 000	178 983	224 498	170 254	110 127	202 672	349 755	335 981	506 420	389 148
Senegal/ Sénégal	<i>S. pilchardus</i>	0	167	123	1	1 892	268	0	0	3	1
	<i>S. aurita</i>	94 422	115 404	175 455	149 443	135 564	100 793	145 342	147 704	115 661	83 554
	<i>S. maderensis</i>	75 420	79 537	88 611	85 357	50 919	57 301	121 714	89 943	100 885	106 520
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	1 558	4 191	3 095	17 957	11 559	17 198	14 442	12 251	16 604	4 065
	<i>C. rhonchus</i>	4 731	2 907	13 716	4 874	3 154	4 175	3 268	5 423	4 107	19 308
	<i>S. colias</i>	2 499	931	2 290	2 616	3 413	2 297	4 924	5 768	4 993	7 809
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	14 785	11 542	12 164	17 332	13 504	15 686	17 462	16 423	13 833	20 540

Country/Pays	Species/Espèces	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Total Senegal/Sénégal	193 415	214 679	295 454	277 580	220 005	197 718	307 152	277 512	256 086	241 797

Table/tableau 1.6.1 (cont.): Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

Country/Pays	Species/Espèces	1990	1991	1992	1993	199 4	1995	1996	1997	1998	1999
Gambia/ Gambie	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. aurita</i>	2 697	933	77	57	6	6	12	81	39	124
	<i>S. maderensis</i>	3 274	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. colias</i>	284	294	30	66	61	106	126	158	42	184
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	8 039	17 646	12 019	14 053	16 897	13 897	22 648	21 523	21 952	16 115
	Total Gambia/ Gambie	14 953	20 291	12 388	14 891	17 221	14 432	23 207	22 328	22 258	16 986
Canary Islands/ Iles Canaries	<i>S. pilchardus</i>										
	<i>Sardinella spp.</i>										
	<i>Trachurus spp.</i>										
	<i>Scomber colias</i>										
	Total Canarias/ Canaries										
All countries/ Tous les pays	<i>S. pilchardus</i>	1 112 762	1 067 943	720 756	622 606	647 600	646 313	599 028	654 161	611 805	530 830
	<i>S. aurita</i>	278 839	185 591	229 555	188 460	162 297	180 532	363 443	365 511	455 795	353 903
	<i>S. maderensis</i>	145 063	94 735	102 773	94 263	56 737	73 715	163 576	113 772	136 676	124 711
	<i>T. trachurus</i>	45 069	22 041	36 501	48 237	56 172	71 596	47 766	50 498	85 010	83 157
	<i>T. trecae</i>	59 040	99 396	120 131	105 902	73 291	121 697	90 619	72 813	122 632	83 845
	<i>C. rhonchus</i>	26 908	9 438	15 848	14 416	9 454	4 693	4 074	6 793	5 553	20 141
	<i>S. colias</i>	29 295	11 817	15 564	25 133	73 351	102 444	86 919	165 893	163 864	120 913
	<i>E. encrasicolus</i>	10 324	27 404	33 993	16 799	10 128	11 243	15 648	59 208	119 565	123 537
	<i>E. fimbriata</i>	22 824	29 188	24 183	31 385	30 451	29 635	40 159	38 066	35 970	36 816

Country/Pays	Species/Espèces	1990	1991	1992	1993	199 4	1995	1996	1997	1998	1999
	Total Sub-region/Sous-région	1 730 123	1 547 553	1 299 303	1 147 202	1 119 480	1 241 868	1 411 232	1 526 716	1 736 870	1 477 853

Table/tableau 1.6.1 (cont.): Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

[illegible]

Country/Pays	Species/Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	<i>T. trecae</i>	667	2 735	4 545	2 573	2 584	5 640	5 356	4 017	8 419	8 113
	<i>C. rhonchus</i>	4 029	2 392	5 806	3 455	4 179	4 833	5 264	4 438	3 716	5 492
	<i>S. colias</i>	2 823	1 949	8 896	14 173	3 942	5 852	3 428	4 383	2 597	5 122
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	15 227	24 471	11 828	13 095	9 792	8 731	5 675	9 225	9 000	5 727
	Total Senegal/Sénégal	245 763	274 866	276 480	319 381	317 464	355 594	272 254	329 679	366 701	375 987

Table/tableau 1.6.1 (cont.): Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

Country/Pays	Species/Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gambia/ Gambie	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>S. aurita</i>	115	203	1 022	804	680	1 030	1 117	1 639	2 335	2 522
	<i>S. maderensis</i>	94	281	1 275	1 291	1 029	1 287	4 024	2 800	4 771	5 130
	<i>T. trachurus</i>										
	<i>T. trecae</i>	189	225	290	255	265	303	341	308	349	387
	<i>C. rhonchus</i>	136	169	249	202	200	0	124	153	432	456
	<i>S. colias</i>	140	169	344	308	276	186	277	261	126	133
	<i>E. encrasicolus</i>										
	<i>E. fimbriata</i>	20 508	18 516	18 701	22 118	16 052	19 881	13 187	13 247	11 744	11 868
	Total Gambia/ Gambie	21 182	19 563	21 881	24 978	18 502	22 687	19 070	18 408	19 757	20 496
Canary Islands/ Iles Canaries	<i>S. pilchardus</i>										
	<i>Sardinella spp.</i>										
	<i>Trachurus spp.</i>										
	<i>Scomber colias</i>										
	Total Canarias/ Canaries										
All countries/Tous les pays	<i>S. pilchardus</i>	582 732	787 180	712 199	739 963	716 366	776 216	704 634	670 469	768 842	927 664
	<i>S. aurita</i>	356 032	318 831	310 281	330 940	279 252	401 807	311 954	485 136	555 828	505 492
	<i>S. maderensis</i>	117 589	150 406	150 602	190 772	178 192	135 250	115 313	138 388	119 122	129 769
	<i>T. trachurus</i>	68 180	69 949	41 362	64 057	169 350	120 810	92 391	63 383	119 679	119 565

Country/Pays	Species/Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	<i>T. trecae</i>	172 113	211 983	153 849	101 375	181 621	272 334	256 698	307 042	401 397	346 996
	<i>C. rhonchus</i>	47 455	24 223	72 158	35 428	43 049	21 515	46 949	25 649	35 623	42 761
	<i>S. colias</i>	126 653	92 923	31 942	182 237	222 784	182 050	206 266	257 544	268 325	243 931
	<i>E. encrasicolus</i>	126 186	152 767	154 705	179 854	143 845	84 163	119 977	139 695	122 111	115 643
	<i>E. fimbriata</i>	39 761	49 365	43 428	43 511	27 524	33 157	23 407	25 383	23 716	51 763
	Total Sub-region/Sous-région	1 636 700	1 857 627	1 670 527	1 868 136	1 961 983	2 027 302	1 877 589	2 112 688	2 414 642	2 483 583

Table/tableau 1.6.1 (cont.): Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

Country/Pays	Species/Espèces	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco/ Maroc	<i>S. pilchardus</i>	805 870	575 359	676 599	690 876	868 324	888 124	987 378	1 053 327	979 048	1 022 425	884 112
	<i>S. aurita</i>	51 777	85 239	72 652	93 942	51 522	35 260	8 592	24 367	17 004	4 939	1 263
	<i>S. maderensis</i>	436	0	154	0	6 477	29	113	0	0	0	0
	<i>T. trachurus</i>	31 630	25 104	32 734	53 276	36 239	61 991	89 109	48 896	33 081	45 623	47 914
	<i>T. trecae</i>	17 791	14 574	384	43 518	18 551	39 646	23 722	53 588	9 663	310	91
	<i>C. rhonchus</i>	0	86	0	0	150	419	0	0	0		
	<i>S. colias</i>	137 525	202 120	144 122	224 707	245 271	240 300	298 243	240 271	224 392	303 716	239 043
	<i>E. encrasicolus</i>	36 092	39 075	52 009	34 644	17 522	24 901	27 187	18 603	22 581	19 283	50 144
	<i>E. fimbriata</i>											
	Total Morocco/ Maroc	1 081 121	941 557	978 654	1 140 963	1 244 056	1 290 669	1 434 344	1 439 052	1 285 769	1 396 296	1 222 566
Mauritania/ Mauritanie	<i>S. pilchardus</i>	125 454	205 217	84 329	23 042	60 782	18 036	79 227	166 227	380 590	394 225	351 254
	<i>S. aurita</i>	342 036	326 638	323 414	218 542	306 298	224 642	293 826	241 884	317 784	140 525	104 524
	<i>S. maderensis</i>	42 495	37 930	43 331	72 221	55 984	63 005	91 013	93 900	74 355	68 971	190 188
	<i>T. trachurus</i>	78 853	42 516	25 826	33 101	68 066	52 949	71 100	62 737	66 154	29 886	33 795
	<i>T. trecae</i>	315 812	198 148	129 681	83 933	172 595	136 110	190 653	159 082	167 914	216 673	190 356
	<i>C. rhonchus</i>	57 589	18 980	9 399	1 182	2 431	1 873	2 540	2 241	2 343	2 490	15 564
	<i>S. colias</i>	75 269	99 829	57 752	41 521	82 908	86 291	81 926	120 884	193 723	194 779	113 902
	<i>E. encrasicolus</i>	113 429	111 336	63 024	2 573	1 646	1 438	1 379	1 492	1 490	514	485
	<i>E. fimbriata</i>	35 787	26 010	42 258	90 361	43 291	36 374	38 579	33 485	30 183	7651	10421

Country/Pays	Species/Espèces	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Total Mauritania/ Mauritanie	1 186 724	1 066 603	779 014	566 476	794 001	620 718	850 242	881 931	1 234 537	1 055 714	1 010 489
Senegal/ Sénégal	<i>S. pilchardus</i>	18	3 391	10	317	173	1 414	1 061	595		204	186
	<i>S. aurita</i>	182 717	209 405	191 778	134 591	233 394	216 309	193 532	191 498		114 658	85 512
	<i>S. maderensis</i>	100 755	120 928	108 754	120 522	134 015	148 447	125 552	127 085		98 654	141 806
	<i>T. trachurus</i>											
	<i>T. trecae</i>	18 349	44 073	43 377	11 849	30 718	30 590	19 611	21 804		28 087	35 617
	<i>C. rhonchus</i>	3 984	8 404	13 990	9 640	13 551	13 592	10 405	11 648		10 036	8 709
	<i>S. colias</i>	11 502	19 713	24 729	12 197	15 727	23 611	19 195	16 746		46 074	27 320
	<i>E. encrasicolus</i>											
	<i>E. fimbriata</i>	13 243	4 660	7 372	13 180	23 641	20 670	13 905	15 735		15 601	31 646
	Total Senegal/ Sénégal	330 567	410 574	390 009	302 296	451 219	454 633	383 261	385 111	0	313 314	330 796

Table/tableau 1.6.1 (cont.): Catches in the subregion by species and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

Country/Pays	Species/Espèces	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gambia/ Gambie	<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
	<i>S. aurita</i>	2 614	1 729	2 333	10 001	7 213	4 520	5 680	2 876	4 264	3 083	5 653
	<i>S. maderensis</i>	5 341	5 210	897	13 496	6 276	5 701	6 929	11 172	5 472	10 337	4 486
	<i>T. trachurus</i>						30	20	23	37		
	<i>T. trecae</i>	392	405	42	364	1 150	1 019	1 860	263	353	155	395
	<i>C. rhonchus</i>	469	398	54	411	2 005	1 638	1 704				
	<i>S. colias</i>	312	279	123	0	162	723	852	346	352	28	240
	<i>E. encrasicolus</i>											
	<i>E. fimbriata</i>	12 587	12 461	12 729	11 400	16 881	17 559	15 060	28 446	17 424	11 637	16 387
	Total Gambia/ Gambie	21 715	20 482	16 178	35 671	33 686	31 190	32 104	43 126	27 902	25 239	27 161
Canary Islands/ Îles Canaries	<i>S. pilchardus</i>				303	258	506	523	338	230	79	42
	<i>Sardinella spp.</i>				553	481	275	326	397	118	110	55
	<i>Trachurus spp.</i>				557	431	630	713	710	408	495	628
	<i>Scomber colias</i>				889	696	712	706	987	1 105	1 149	710

Country/Pays	Species/Espèces	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Total Canarias/ Canaries				2 302	1 866	2 123	2 268	2 432	2 162	1832	1 435
All countries/ Tous les pays	<i>S. pilchardus</i>	931 342	783 967	760 938	714 538	929537	908 080	1 068 189	1 220 487	1 360 328	1 416 933	1 235 594
	<i>S. aurita</i>	579 143	623 011	590 177	457 076	598427	480 731	438 037	426 642	425 561	263 205	196 951
	<i>S. maderensis</i>	149 027	164 068	153 290	206 239	202752	217 182	233 728	194 301	150 887	177 962	336 480
	<i>T. trachurus</i>	110 483	67 620	58 560	86 377	104305	114 970	160 229	111 655	99 273	75 509	81 709
	<i>T. trecae</i>	352 344	257 200	173 484	139 664	223014	207 365	235 845	234 737	204 883	245 224	226 459
	<i>C. rhonchus</i>	62 042	27 868	23 443	11 233	18137	17 522	14 649	13 889	11 653	12 526	24 273
	<i>S. colias</i>	224 608	321 941	226 726	279 314	344764	351 637	425 549	393 989	450 405	545 746	381 215
	<i>E. encrasicolus</i>	149 521	150 411	115 033	37 217	19168	26 339	28 566	20 095	24 071	19 797	50 629
	<i>E. fimbriata</i>	61 617	43 131	62 359	114 941	83813	74 603	67 544	77 666	71 226	34 889	58 454
	Total Sub-region/ Sous-région	2 620 127	2 439 216	2 164 010	2 046 598	2523916	2 398 428	2 672 336	2 693 461	2 798 287	2 791 790	2 591 764

Table/tableau 2.2.1a: Catches (tonnes) of *sardina pilchardus* (1990-2020) by zone, fleet, and year/captures (tonnes) de *sardina pilchardus* (1990-2020) par zone, flottille, et année.

Zone	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	15 478	17 261	18 745	24 496	16 643	16 661	11 497	7 154	5 567	4 277
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols										
	Total North/Nord	15 478	17 261	18 745	24 496	16 643	16 661	11 497	7 154	5 567	4 277
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	48 881	33 643	46 199	54 145	30 838	19 381	3 546	16 237	33 186	21 814
	Total A	48 881	33 643	46 199	54 145	30 838	19 381	3 546	16 237	33 186	21 814
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	223 714	261 757	197 939	253 322	399 051	477 947	354 820	423 268	347 965	370 164
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols	58 481	100 319	28 071	2 218	12 790	89	25			
	Total B	282 195	362 076	226 010	255 540	411 841	478 036	354 845	423 268	347 965	370 164
Total A+B		331 076	395 719	272 209	309 685	442 679	497 417	358 391	439 505	381 151	391 978
C (26°N-South/Sud)	Moroccan coastal purse seiners and RSW/	28 450	33 727	31 919	30 127	18 880	27 561	8 439	37 951	45 355	18 715

[illegible]

Table/tableau 2.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990-2020) by zone, fleet, and year/Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990-2020) par zone, flottille, et année.

Zone	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	6 790	6 302	18 516	20 655	21 451	17 363	18 484	13 399	11 072	9 100	7 045
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols								240	282	382	116
	Total North/Nord	6 790	6 302	18 516	20 655	21 451	17 363	18 484	13 639	11 354	9 482	7 161
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	29 694	45 725	23 206	74 578	60 471	25 160	25 618	11 725	32 791	10 793	25 476
	Total A	29 694	45 725	23 206	74 578	60 471	25 160	25 618	11 725	32 791	10 793	25 476
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse seiners Senneurs côtiers marocains	485 124	699 246	610 872	517 271	473 987	528 071	363 297	356 810	446 141	589 703	479 161
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols											
	Total B	485 124	699 246	610 872	517 271	473 987	528 071	363 297	356 810	446 141	589 703	479 161
Total A+B		514 818	744 970	634 078	591 849	534 458	553 231	388 915	368 535	478 932	600 496	504 637
C (26°N-South/Sud)	Moroccan coastal purse seiners and RSW/Senneurs côtiers marocains et RSW	1 448	3 118	21 527	43 903	76 249	108 331	148 779	134 536	136 388	163 480	239 866
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols											
	Ukrainian and other pelagic trawlers/Chalutiers ukrainiens et autres chalutiers pélagiques ⁽⁵⁾	36 127	14 156			476	6 599	33 290	16 071	15 100	12 732	
	Russian Federation pelagic trawlers/ Chalutiers pélagiques Fédération de Russie ⁽³⁾					2 902	10 575	31 334	32 461	10 673	11 863	31 953
	Other pelagic trawlers/ Autres chalutiers pélagiques ⁽²⁾											
	European Union/ Union européenne ⁽⁵⁾								7 780	31 142	17 341	22 252
	Mauritanian/ Mauritanienne (artisanale)											
	Mauritanian coastal trawlers/ Chalutiers côtiers mauritaniens											
	Mauritanian coastal purse seiner/Senneurs côtiers mauritaniens						45					

Zone	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Others Mauritania/ Autres Mauritanie ^{(4)*}	11 952	4 988	9 783	32 853	25 359	25 597	53 472	68 363	64 778	74 351	83 720
	European Union/ Union européenne ⁽⁴⁾	11 593	13 644	27 789	50 703	55 471	39 597	20 190	16 889	16 440	30 287	41 734
	Senegalese (artisanal)/ Sénégalaise (artisanale)	3	2	507			14 212	10 170	12 191	3 758	6 302	18
	Senegalese (industrial)/ Sénégalaise (industrielle)						666		4	276	1 242	
	Gambia/Gambie											
	Total C	61 123	35 908	59 605	127 459	160 457	205 622	297 235	288 295	278 555	317 598	419 544
All fleets and zones/ Toutes les flottilles et zones		582 732	787 180	712 199	739 963	716 366	776 216	704 634	670 469	768 842	927 576	931 342
Canary Islands/ Iles Canaries	Spanish purse-seiners/ Senneurs côtiers espagnols											

Table/tableau 2.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Sardina pilchardus* (1990-2020) by zone, fleet, and year/Captures (tonnes) de *Sardina pilchardus* (1990-2020) par zone, flottille, et année.

Zone	Fleet/Flottille	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	9 794	11 190	11 806	11 320	13 879	27 072	36 114	20 096	25 915	22 080
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols	57			4	896	440	546	602	91	638
	Total North/Nord	9 851	11 190	11 806	11 324	14 775	27 512	36 661	20 698	26 006	22 718
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	15 844	34 124	22 464	23 715	36 915	40 479	51 365	37 059	79 423	99 724
	Total A	15 844	34 124	22 464	23 715	36 915	40 479	51 365	37 059	79 423	99 724
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains	339 170	355 973	331 279	550 189	329 978	400 006	432 697	397 440	365 449	289 354
	Spanish purse seiners/ Senneurs espagnols										
	Total B	339 170	355 973	331 279	550 189	329 978	400 006	432 697	397 440	365 449	289 354
A+B (32°N - 26°N)	Total A+B	355 014	390 097	353 743	573 904	366 894	440 485	484 062	434 498	444 872	389 079
C (26°N-South/Sud)	Moroccan coastal purse seiners and RSW/Senneurs côtiers marocains et RSW	175 636	275 180	322 473	252 104	449 855	469 435	478 095	487 280	493 848	430 944

Zone	Fleet/Flottille	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Spanish purse seiners/ Senneurs côtiers espagnols										
	Ukrainian and other pelagic trawlers/Chalutiers ukrainiens et autres chalutiers pélagiques ⁽⁵⁾										
	Russian Federation pelagic trawlers/ Chalutiers pélagiques russes ⁽³⁾	26 160	132	2 854	20 057	25 523	21 410	25 049	26 191	34 551	7 015
	Other pelagic trawlers/ Autres chalutiers pélagiques ⁽²⁾										
	European Union/ Union européenne ⁽⁵⁾	8 698			10 935	31 213	28 536	29 460	10 381	23 149	34 356
	Mauritanian (artisanal)/ Mauritanienne (artisanale)				5				1 226	9 689	20 194
	Mauritanian coastal trawlers/ Chalutiers côtiers mauritaniens							9 690	29 419		
	Mauritanian coastal purse seiners/ Senneurs côtiers mauritaniens					1 678	20 357	97 158	294 953	319 836	312 930
	Others Mauritania/ Autres Mauritanie ^{(4)*}	133 662	34 165	13 176	15 194	16 359	23 135	34 812	23 532	46 516	17 460
	European Union/ Union européenne ⁽⁴⁾	71 555	50 164	9 866	45 583		35 735	24 566	31 462	18 184	670
	Senegalese (artisanal)/ Sénégalaise (artisanale)	3 391	10	317	173	1 414	1 061	595		204	186
	Senegalese (industrial)/ Sénégalaise (industrielle)										
	Gambia/Gambie										
	Total C	419 102	359 651	348 686	344 051	526 041	599 669	699 426	904 442	945 976	823 755
	TOTAL (all fleets and zones/ toutes les flottilles et zones)	783 967	760 938	714 235	929 279	907 710	1 067 666	1 220 149	1 359 638	1 416 854	1 235 552
Canary Islands/ Iles Canaries	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols			303	258	506	523	338	230	79	42

- (1) Data obtained from COPACE/PACE SÉRIES 90/50 tables A 3 (page 31) and A 7 (page 35)/Données issues des tableaux COPACE/PACE SÉRIES 90/50 A 3 (page 31) et A 7 (page 35); (2) Data obtained from COPACE/PACE SERIES 97/60 Table 9 page 15/Données obtenues auprès de COPACE/PACE SÉRIES 97/60 Tableau 9 page 15; (3) Data from from 1983-1995 obtained from COPACE/PACE/SERIES 97/60 Table 9, Page 15. For the period 1996-1999 the data are Russian Federation statistics from statistical subdivisions 34.1.3 and 34.3.1. For these years the Russian Federation did not fish in Senegal/Données de 1983-1995 obtenues à partir de COPACE/PACE/SERIES 97/60 Tableau 9, page 15. Pour la période 1996-1999, les données sont des statistiques russes des subdivisions statistiques 34.1.3

et 34.3.1. Pendant ces années, la Fédération de Russie n'a pas pêché au Sénégal; **(4)** Data obtained from IMROP statistics/Données obtenues à partir des statistiques IMROP; **(5)** Moroccan statistics (INRH)/Statistiques marocaines (INRH).

(2)

Table/tableau 2.2.1b: Effort of *Sardina pilchardus* by zone, fleet and year/Effort de *Sardina pilchardus* par zone, flottille et année.

Zone	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	1 675	1 943	3 160	3 189	2 865	3 046	1 872	936	800	(**)
	Spanish purse seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾										
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	7 330	4 605	5 848	6 829	4 135	1 943	578	1 530	2 364	5 122
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	7 023	10 085	9 163	10 404	16 375	20 693	19 361	9 365	10 248	14 102
	Spanish purse seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾	407	782	477	20	259	2	1			
A+B (32°N - 26°N)	Moroccan and Spanish coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains et espagnols ⁽¹⁾⁽²⁾	14 760	15 472	15 488	17 253	20 769	22 638	19 940	10 895	12 612	19 224
C (26°N-20°N)	Moroccan coastal purse seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Moroccan purse seiners RSW/ Senneurs côtiers marocains RSW ⁽²⁾										
	Spanish purse seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾	416	187	546	715	471	115	910	814	870	567
	Ukrainian and other pelagic trawlers/Chalutiers ukrainiens et autres chalutiers pélagiques ⁽²⁾⁽⁴⁾	NA	NA	NA	93	1 194	2 323	2 239	3 080	5 797	4 803
	Russian Federation/ Fédération de Russie ⁽²⁾⁽⁴⁾				1 476	2 818	4 162	2 952	4 411	7 399	6 524
	All fleets/Toutes les flottilles ⁽²⁾⁽⁵⁾	15 188	14 199	7 497	5 027	3 389	2 297				

Zone	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mauritanian coastal trawlers/ Chalutiers côtiers mauritaniens ⁽¹⁾										
	Mauritanian coastal purse seiners/ Senneurs côtiers mauritaniens ⁽¹⁾										
	Others Mauritania/ Autres Mauritanie ⁽³⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	European Union/ Union européenne ⁽⁴⁾							715	940	1 300	1 538
	Senegalese (artisanal)/ Sénégalaise (artisanale)										
	Senegalese (industrial)/ Sénégalaise (industrielle)										

NA: not available/indisponible; **(1)** Trips with sardine catches/Sorties avec captures de sardines; **(2)** Fishing days/Journées de pêche; **(3)** Do not target sardine/Ne visez pas la sardine; **(4)** Morocco/Maroc-INRH; **(5)** Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)/Effort standardisé (RTMS, de la série COPAC/PACE 97/61 p. 17, tableau 13); **(6)** Total trips/Total voyages.

Table/tableau 2.2.1b (cont.): Effort of *Sardina pilchardus* by zone, fleet and year/Effort de *Sardina pilchardus* par zone, flottille et année.

Zone	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾											
	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾								315	323	438	246
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	8 797	3 674	4 012	6 847	7 440	2 204	1 245	4 845	6 246	3 439	4 117
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	23 367	15 512	28 392	18 780	26 945	27 338	21 137	20 146	24 134	26 959	23 081
	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾											
A+B (32°N - 26°N)	Moroccan & Spanish coastal purse seiners/Senneurs côtiers marocains et espagnols ⁽¹⁾⁽²⁾	32 164	19 186	32 404	25 627	34 385	29 542	22 382	24 991	30 380	30 398	27 198

Zone	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
C (26°N-20°N)	Moroccan coastal purse-seiners/Senieurs côtiers marocains ⁽¹⁾	NA	NA	180	805	1 762	1 117	1 236	1 366	1 125	1 271	5 309
	Moroccan RSW/RSW marocains ⁽²⁾			346	342	479	2 415	2 204	2 883	2 230	1 643	1 425
	Spanish purse-seiners/Senieurs espagnols ⁽²⁾											
	Ukraine and other pelagic trawlers/Chalutiers ukrainiens et autres chalutiers pélagiques ⁽²⁾⁽⁴⁾	3 982	2 218			479	1 603		1 231	1 103	560	
	Russian Federation/Fédération de Russie ⁽²⁾⁽⁴⁾					1 466	1 623	2 212	1 026	778	1 115	821
	European Union/Union européenne ⁽⁴⁾								355	296	445	
	All fleets/Toutes les flottilles ⁽²⁾⁽⁵⁾											
	Mauritanian coastal trawlers/Chalutiers côtiers mauritaniens ⁽¹⁾											
	Mauritanian coastal purse seiner/Chalutiers côtiers mauritaniens ⁽¹⁾											
	Others Mauritania/Autres Mauritanie ⁽³⁾	8 147	8 337	7 833	8 158	11 571	7 168	7 108	7 080	7 494	9 373	9 098
	European Union/Union européenne ⁽⁷⁾	1 308	1 857	2 178	2 085	2 006	1 456	791	729	782	925	717
	Senegalese (artisanal)/Sénégalaise (artisanale) ⁽⁶⁾						81 461	76 303	84 571	100 148	72 320	83 815
	Senegalese (industrial)/Sénégalaise (industrielle) ⁽²⁾						159		59	204	150	
Canary Islands/Iles Canaries	Spanish purse seiners/Senieurs espagnols ⁽⁶⁾											

NA: not available/indisponible; (1) Trips with sardine catches/Sorties avec captures de sardines; (2) Fishing days/Journées de pêche; (3) Do not target sardine/Ne visez pas la sardine; (4) Morocco/Maroc-INRH; (5) Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)/Effort standardisé (RTMS, de la série COPAC/PACE 97/61 p. 17, tableau 13); (6) Total trips/Total voyages; (7) Nederland type/Type hollandais.

Table/tableau 2.2.1b (cont.): Effort of *Sardina pilchardus* by zone, fleet and year/Effort de *Sardina pilchardus* par zone, flottille et année.

Zone	Fleet/Flottille	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾					15 829	8 444	10 979	9 380	10 962	9 447
	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾	150			4	599	323	471	260	68	496
A (32°N-29°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	7 771	8 464	6 671	7 960	11 342	8 376	8 946	8 503	12 831	16 178
B (29°N-26°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	14 728	16 443	14 533	23 612	26 624	23 681	22 475	25 507	24 851	18 719
	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾					37 966	32 057				
A+B (32°N - 26°N)	Moroccan & Spanish coastal purse seiners/Senneurs côtiers marocains et espagnols ⁽¹⁾⁽²⁾	22 499	24 907	21 204	31 572	37 966	32 057	31 421	34 010	37 682	34 897
C (26°N-20°N)	Moroccan coastal purse-seiners/ Senneurs côtiers marocains ⁽¹⁾	4 335	8 043	7 663	6 519	10 244	8 373	8 336	7 241	8 050	6 591
	Moroccan RSW/RSW marocains ⁽²⁾	1 520	2 088	2 301	2 186	2 748	2 776	2 949	3 180	3 089	2 887
	Spanish purse-seiners/ Senneurs espagnols ⁽²⁾										
	Ukraine and other pelagic trawlers/Chalutiers ukrainiens et autres chalutiers pélagiques ⁽²⁾⁽⁴⁾										
	Russian Federation/Fédération de Russie ⁽²⁾⁽⁴⁾	510		1 764	932	1 236	1 190	1 586	1 116	1 360	375
	European Union/ Union européenne ⁽⁴⁾						627	706	63	476	704
	All fleets/Toutes les flottilles ⁽²⁾⁽⁵⁾										
	Mauritanian coastal trawlers/ Chalutiers côtiers mauritaniens ⁽¹⁾							3 663	3 011		
	Mauritanian coastal purse seiners/ Seinners côtiers mauritaniens ⁽¹⁾						1 859	3 962	3 256	4 239	3 456
	Others Mauritania/ Autres Mauritanie ⁽³⁾	15 121	4 139	5 070			6 779	6 172	8 151	9 266	6 977
	European Union/	1 516	709	185			1 341	743	1 651	1 062	535

Zone	Fleet/Flottille	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Union européenne ⁽⁷⁾										
	Senegal (artisanal)/ Sénégal (artisanale) ⁽⁶⁾	75 092	79 095	93 924	107 805	80 435	99 179	23 761			
	Senegal (industriel)/ Sénégal (industrielle) ⁽²⁾										
Canary Islands/ Iles Canaries	Spanish purse seiners/ Senneurs espagnols ⁽⁶⁾			992	773	1 559	1 616	1 337	1 040	453	305

NA: not available/indisponible; **(1)** Trips with sardine catches/Sorties avec captures de sardines; **(2)** Fishing days/Journées de pêche; **(3)** Do not target sardine/Ne visez pas la sardine; **(4)** Morocco/Maroc-INRH; **(5)** Standardized effort (RTMS, from COPAC/PACE Series 97/61 p. 17, table 13)/Effort standardisé (RTMS, de la série COPAC/PACE 97/61 p. 17, tableau 13); **(6)** Total trips/Total voyages; **(7)** Nederland type/Type hollandais.

Table/tableau 2.4.1: Sampling intensity of *sardina pilchardus* in 2020/intensité d'échantillonnage de *sardina pilchardus* en 2020.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Spain/ Espagnole	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	324	251	40	1	615
		number of samples/nombre d'échantillons	1	1	1	0	3
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	150	151	125	0	426
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Morocco/ Maroc	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	9 011	1 132	3 507	8 430	22 080
		number of samples/nombre d'échantillons	56	28	21	83	188
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	4 478	2 206	1 422	6 141	14 247
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Morocco/ Maroc	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	12 518	33 561	20 964	32 681	99 724
		number of samples/nombre d'échantillons	92	145	95	151	483
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	8 187	10 220	6 917	11 171	36 495
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Morocco/ Maroc	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	45 529	63 073	95 612	85 140	289 354
		number of samples/nombre d'échantillons	39	124	97	92	352
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	3 563	13 396	11 092	9 955	38 006
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Zone C, north of Cap Blanc/ Zone C, nord de Cap Blanc	Morocco/ Maroc	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	73 608	102 114	97 660	157 562	430 944
		number of samples/nombre d'échantillons	18	23	15	44	100
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	1 622	2 083	1 128	3 924	8 757
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/ Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	7 006	0	0	0	7 006
		number of samples/nombre d'échantillons	16	0	0	0	16

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	3 551	0	0	0	3 551
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	372	0	0	0	372
Mauritania (IEO sampling)/ Mauritanie (échantillonnage IEO)	European Union/Union européenne	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania (IMROP sampling)/ Mauritanie (échantillonnage IMROP)	European Union/Union européenne	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	119 860	112 895	0	115 370	348 126
		number of samples/nombre d'échantillons	91	292	0	324	707
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	9 236	33 370	0	36 982	79 588
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation/ Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	460	2 566	496	1 637	5 159
		number of samples/nombre d'échantillons	0	0	0	22	22
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	0	0	6 547	6 547
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	316	316
Mauritania/ Mauritanie	Ukraine & Others/ Ukraine et autres	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Senegal/ Sénégal	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes					

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Spain (Canary Islands)/ Espagne (Iles Canaries)	Spanish/ Espagnole	number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
		total catch in tonnes/ captures totales en tonnes	26	4	7	5	42
		number of samples/nombre d'échantillons	1				1
		number of fish measured/ nombre de poissons mesurés	240				240
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0

Table/tableau 2.5.1a: INRH (Morocco) age composition of sardine for 2020, Zone A+B (in thousands of individuals)/INRH (Maroc) composition par âge de la sardine pour 2020, Zone A+B (en milliers d'individus).

Length/Longueur (cm)	AGE/ÂGE 0	AGE/ÂGE 1	AGE/ÂGE 2	AGE/ÂGE 3	AGE/ÂGE 4	AGE/ÂGE 5	Total
7.5	22	0	0	0	0	0	22
8	305	0	0	0	0	0	305
8.5	412	0	0	0	0	0	412
9	1 073	0	0	0	0	0	1 073
9.5	1 648	0	0	0	0	0	1 648
10	4 362	0	0	0	0	0	4 362
10.5	5 681	0	0	0	0	0	5 681
11	17 275	0	0	0	0	0	17 275
11.5	27 212	0	0	0	0	0	27 212
12	56 423	0	0	0	0	0	56 423
12.5	13 095	65 477	0	0	0	0	78 573
13	75 195	50 130	0	0	0	0	125 324
13.5	49 594	80 591	0	0	0	0	130 185
14	91 917	128 684	0	0	0	0	220 601
14.5	81 222	121 833	0	0	0	0	203 055
15	127 852	149 161	0	0	0	0	277 013
15.5	102 285	149 494	15 736	0	0	0	267 515
16	61 453	276 540	34 568	0	0	0	372 561
16.5	32 714	249 444	61 339	4 089	0	0	347 586
17	45 443	299 921	81 797	9 089	0	0	436 248
17.5	7 630	240 349	110 637	7 630	0	0	366 246
18	3 817	229 038	232 855	30 538	0	0	496 248
18.5	0	177 972	192 803	85 278	3 708	0	459 760
19	0	146 951	306 497	167 944	25 192	0	646 583
19.5	0	61 579	242 693	177 492	21 734	0	503 498
20	0	30 568	213 979	236 906	26 747	0	508 201
20.5	0	0	75 130	162 378	53 318	7 271	298 097
21	0	0	40 604	150 813	92 808	5 801	290 026
21.5	0	0	11 108	64 795	66 646	11 108	153 657

22	0	0	2 669	45 366	96 068	16 011	160 114
22.5	0	0	0	12 401	90 940	16 535	119 875
23	0	0	0	11 752	70 509	35 255	117 515
23.5	0	0	0	0	29 426	29 426	58 851
24	0	0	0	0	23 622	23 622	47 244
24.5	0	0	0	0	0	17 750	17 750
25	0	0	0	0	0	9 292	9 292
25.5	0	0	0	0	0	2 860	2 860
26	0	0	0	0	0	1 490	1 490
26.5	0	0	0	0	0	1 014	1 014
27	0	0	0	0	0	0	0
27.5	0	0	0	0	0	13	13
Total (in thous./en milliers)	806 632	2 457 730	1 622 413	1 166 470	600 718	177 447	6 831 409
Mean length/Longueur moyenne (cm)	14.62	16.25	18.50	19.73	21.43	22.91	18
Mean weight / Poids moyen (kg)	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.05

Table/tableau 2.5.1b: Age composition of sardine in 2020 from Russian Federation samples, Zone C (in thousands of individuals)/composition par âge de la sardine en 2020 à partir d'échantillons Russes, Zone C (en milliers d'individus).

Length/longueur (cm)	AGE/ÂGE 0	AGE/ÂGE 1	AGE/ÂGE 2	AGE/ÂGE 3	AGE/ÂGE 4	AGE/ÂGE 5	AGE/ÂGE 6
9.5	100	0	0	0	0	0	0
10	100	0	0	0	0	0	0
10.5	100	0	0	0	0	0	0
11	100	0	0	0	0	0	0
11.5	100	0	0	0	0	0	0
12	100	0	0	0	0	0	0
12.5	100	0	0	0	0	0	0
13	100	0	0	0	0	0	0
13.5	100	0	0	0	0	0	0
14	100	0	0	0	0	0	0
14.5	100	0	0	0	0	0	0
15	78	22	0	0	0	0	0
15.5	51	47	2	0	0	0	0
16	47	49	4	0	0	0	0
16.5	31	56	13	0	0	0	0
17	21	56	23	0	0	0	0
17.5	13	50	37	0	0	0	0
18	8	42	50	0	0	0	0
18.5	1	34	62	3	0	0	0
19	0	21	68	11	0	0	0
19.5	0	15	58	27	0	0	0
20	0	7	59	34	0	0	0
20.5	0	0	54	44	2	0	0
21	0	0	48	47	5	0	0
21.5	0	0	32	50	17	0	0
22	0	0	22	51	26	1	0

22.5	0	0	11	51	34	4	0
23	0	0	4	43	42	11	1
23.5	0	0	0	31	50	17	1
24	0	0	0	23	46	28	3
24.5	0	0	0	13	42	37	8
25	0	0	0	0	43	42	16
25.5	0	0	0	0	37	37	26
26	0	0	0	0	18	33	48
26.5	0	0	0	0	0	43	57
27	0	0	0	0	0	50	50
27.5	0	0	0	0	0	0	100
28	0	0	0	0	0	0	100
28.5	0	0	0	0	0	0	100

Table/tableau 2.5.1c: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B / Capture par âge (en milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* en Zone A+B.

Age/year Âge/année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	45 270	15 128	38 261	2 999 957	1 869 433	1 882 528	1 596 381	8 566 572	3 058 732	1 045 264
1	589 629	1 636 731	450 608	1 777 920	4 717 104	3 757 581	3 908 056	6 083 372	5 898 782	2 346 296
2	1 826 829	1 530 553	2 643 529	954 213	1 824 105	2 723 592	1 646 273	1 199 298	2 111 017	1 871 809
3	1 222 857	994 532	333 241	253 858	454 180	1 131 255	997 641	252 393	187 031	832 765
4	516 916	486 308	113 119	205 332	264 557	497 298	270 374	125 102	105 540	710 509
5	386 516	302 275	23 395	292 772	122 245	177 757	333 451	145 026	84 831	488 961
6	25 909	40 272	737	115 747	37 865	130 572	53 847	28 611	84 525	233 510
7+	37 319	45 478	129	24	33	37	32	59	41	27
Total	4 651 245	5 051 277	3 603 019	6 599 823	9 289 523	10 300 622	8 806 054	16 400 434	11 530 499	7 529 140

Age/year Âge/année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	3 422 264	1 630 954	3 626 884	2 918 742	1 358 525	721 420	509 436	1 022 757	4 572 024	1 262 589
1	2 166 548	2 729 404	4 118 047	2 891 346	2 293 358	1 430 273	970 472	653 529	1 284 682	3 477 343
2	1 970 485	4 450 602	2 591 126	2 461 023	3 719 324	4 464 664	2 199 032	513 022	701 427	2 889 843
3	1 483 769	2 671 350	655 140	1 304 157	1 006 405	1 165 911	1 049 341	1 030 476	538 860	1 256 343
4	560 989	472 617	605 361	541 733	307 211	311 665	470 092	700 234	730 076	349 493
5	266 672	259 516	176 381	195 026	71 976	88 027	94 749	250 953	509 108	167 747
6	48 739	239 837		31 005	12 915	14 249	23 252		52 215	29 522
7+	36	45								
Total	9 919 501	12 454 323	11 772 939	10 343 033	8 769 715	8 196 209	5 316 375	4 170 971	8 388 392	9 432 881

Age/year Âge/année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	104 171	993 719	387 837	543 263	2 914 522	854 846	744 205	127 313	61 694	747 475	806 632
1	3 663 178	4 353 792	3 042 203	3 730 709	2 751 114	1 625 434	1 157 473	2 994 960	2 209 356	3 183 628	2 457 730
2	3 736 142	1 505 661	1 953 158	1 450 659	2 460 282	1 793 766	2 354 656	5 061 470	3 716 192	2 113 422	1 622 413
3	1 072 810	584 611	1 147 620	927 686	806 382	1 220 152	1 400 317	1 363 020	1 295 568	1 236 619	1 166 470
4	392 535	406 432	375 671	269 570	342 247	206 084	444 663	281 160	226 706	718 512	600 718
5	118 248	208 825	35 076	6 209	277 708	100 803	106 826	46 255	28 276	245 657	177 447
6	15 493	57 031	5 303	262	17 099	5 237	11 275				
7+											
Total	9 102 577	8 110 071	6 946 869	6 928 358	9 569 355	5 806 322	6 219 415	9 874 180	7 537 792	8 245 313	6 831 409

Table/tableau 2.5.1d: Mean weight-at-age (kg) of *Sardina pilchardus* in Zone A+B / Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans la Zone A+B.

Age/year Âge/année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	0.027	0.037	0.026	0.026	0.031	0.027	0.023	0.022	0.022	0.023
1	0.046	0.089	0.054	0.040	0.042	0.041	0.035	0.031	0.035	0.037
2	0.065	0.088	0.071	0.053	0.051	0.046	0.044	0.038	0.043	0.051
3	0.079	0.097	0.070	0.060	0.068	0.060	0.055	0.048	0.050	0.059
4	0.084	0.099	0.081	0.074	0.090	0.074	0.078	0.056	0.060	0.066
5	0.090	0.103	0.085	0.085	0.101	0.085	0.092	0.080	0.075	0.072
6	0.094	0.114	0.096	0.106	0.105	0.104	0.119	0.106	0.085	0.084
7+	0.131	0.139	0.114							

Age/year Âge/année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0	0.025	0.024	0.023	0.026	0.029	0.024	0.025	0.035	0.033	0.031	0.016	0.016	0.018
1	0.038	0.038	0.045	0.037	0.045	0.052	0.045	0.050	0.049	0.053	0.044	0.032	0.033
2	0.059	0.055	0.058	0.065	0.061	0.070	0.069	0.082	0.066	0.069	0.057	0.049	0.056
3	0.074	0.066	0.097	0.095	0.094	0.098	0.094	0.108	0.100	0.083	0.073	0.080	0.078
4	0.086	0.076	0.120	0.119	0.116	0.132	0.118	0.129	0.116	0.119	0.105	0.104	0.091
5	0.095	0.084	0.139	0.136	0.133	0.152	0.133	0.144	0.129	0.134	0.133	0.127	0.123
6	0.108	0.096		0.148	0.147	0.170	0.153		0	0.152	0.150	0.143	0.142
7+													

Age/year Âge/année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	0.017	0.025	0.030	0.029	0.014	0.012	0.027	0.025
1	0.032	0.041	0.043	0.035	0.036	0.037	0.037	0.035
2	0.057	0.056	0.061	0.050	0.047	0.049	0.049	0.051
3	0.083	0.077	0.080	0.071	0.067	0.068	0.060	0.061
4	0.091	0.106	0.099	0.086	0.095	0.091	0.081	0.078
5	0.127	0.114	0.117	0.109	0.107	0.099	0.097	0.096
6	0.149	0.148	0.153	0.128				
7+								

Table/tableau 2.5.1e: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Sardina pilchardus* in Zone C/Capture par âge (en milliers d'individus) de *Sardina pilchardus* en Zone C.

Age/year Âge/année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	129		420	68	1 741	125	2 894	77 448	19 813	28 108
1	889 223	624 613	588 710	106 919	55 705	41 876	62 995	551 093	1 211 337	330 086
2	2 036 191	1 604 457	1 961 506	623 152	664 866	170 317	417 509	741 833	979 006	541 112
3	2 658 165	2 327 931	1 495 437	1 971 575	1 347 683	320 607	980 631	496 298	423 899	110 766
4	2 891 544	2 658 842	172 164	644 966	547 308	574 014	495 336	424 345	283 838	27 746
5	1 309 369	1 130 307	1 090 898	303 493	100 737	340 482	153 962	110 890	113 496	10 520
6	314 011	233 996	298 608	100 455	6 565	89 430	7 030	41 633	7 808	2 592
7	91 165	31 124	12 199	16 051	1 726	5 595	4 197	0	1 715	526
Total	10 189 797	8 611 270	5 619 942	3 766 679	2 726 331	1 542 446	2 124 554	2 443 540	3 040 911	1 051 458

Age/year Âge/année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0	8 144	4 784	523				5 487	58	1 679	559	8 016	705 355	208 245
1	261 948	153 886	86 732	142 702	4 399	552	109 133	18 392	56 924	169 732	44 070	235 163	1 113 248
2	258 328	151 759	177 207	258 420	179 480	81 894	961 899	180 174	244 956	473 156	139 313	818 415	2 264 278
3	90 861	53 378	137 394	363 571	466 303	483 289	1 023 005	644 529	598 211	477 028	128 578	369 180	703 379
4	52 950	31 107	99 051	259 917	217 335	412 637	360 939	531 603	791 175	323 258	82 473	195 181	317 563
5	21 075	12 381	37 950	150 986	122 344	260 291	102 013	220 729	454 449	168 007	19 248	57 329	37 771
6	1 767	1 038		28 268	13 740	38 497	11 301	43 785	103 360	27 529	2 235		
7	381	224											
Total	695 454	408 556	538 857	1 203 864	1 003 601	1 277 158	2 573 777	1 639 269	2 250 753	1 639 269	423 932	2 380 623	4 644 484

Age/year Âge/année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	270 474	34 452	52 936	184 040	154 118	226 190	154 589	-
1	946 115	553 682	1 106 083	288 467	1 170 843	754 951	578 809	-
2	2 227 719	1 566 947	2 147 728	1 710 186	2 798 972	2 975 552	2 285 824	-
3	709 235	740 444	1 350 625	2 106 305	1 836 466	2 739 842	3 110 097	-
4	109 638	280 729	536 377	826 119	759 242	1 886 487	2 180 724	-
5	14 470	47 331	121 017	201 391	215 495	600 178	717 811	-
6		1 831	17 181	34 323	77 989	199 567	135 061	-
7								-
Total	4 277 651	3 225 417	5 331 947	5 350 832	7 013 125	9 382 768	9 162 916	-

Table/tableau 2.5.1f: Mean weight-at-age (kg) of *Zardina pilchardus* in Zone C/Poids moyen par âge (kg) de *Sardina pilchardus* dans Zone C (note: 1983-1995, p. 16 FAO (1997). *Data based on Spanish information/Donnees basees sur des informations Espagnoles.

Age/year Âge/année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996*	1997	1998	1999*
0	0.018	0.023	0.027	0.020	0.022	0.021	0.024	0.014	0.019	0.027
1	0.067	0.072	0.070	0.048	0.043	0.046	0.029	0.040	0.051	0.062
2	0.081	0.083	0.072	0.072	0.055	0.083	0.068	0.070	0.064	0.077
3	0.089	0.089	0.071	0.076	0.059	0.089	0.085	0.094	0.086	0.092
4	0.094	0.093	0.113	0.083	0.085	0.105	0.104	0.107	0.117	0.111
5	0.102	0.101	0.104	0.091	0.108	0.100	0.117	0.114	0.121	0.119
6	0.108	0.101	0.093	0.110	0.102	0.106	0.128	0.124	0.119	0.141
7+	0.103	0.101	0.131	0.110	0.109	0.109	0.130	0.122	0.132	0.160

Age/year Âge/année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0	0.023	0.025	0.026				0.031	0.040	0.030	0.045
1	0.056	0.059	0.051	0.050	0.057	0.064	0.067	0.077	0.069	0.087
2	0.070	0.074	0.100	0.076	0.090	0.096	0.097	0.108	0.103	0.103
3	0.089	0.091	0.115	0.105	0.105	0.114	0.115	0.122	0.125	0.117
4	0.114	0.112	0.128	0.129	0.125	0.130	0.129	0.142	0.137	0.125
5	0.120	0.120	0.147	0.145	0.138	0.142	0.142	0.159	0.147	0.134
6	0.130	0.135		0.174	0.166	0.166	0.154	0.176	0.171	0.163
7+	0.146	0.153								

[illegible]

Table/tableau 2.5.1g: Mean length (cm) of *Sardina pilchardus* for Zone A+B and Zone C, by age class/Longueur moyenne (cm) de *Sardina pilchardus* pour la zone A+B et la Zone C, par classe d'âge.

		0	1	2	3	4	5	6
ZONE A+B	2003	15.2	16.9	19.9	22.4	24.0	25.0	25.7
	2004	15.3	17.6	19.5	22.3	23.9	25.0	25.8
	2005	14.5	18.4	20.1	22.2	24.2	25.2	26.1
	2006	14.5	17.4	20.0	22.2	23.9	24.8	25.9
	2007	15.9	17.9	21.1	23.1	24.4	25.3	
	2008	15.7	18.0	19.8	22.8	24.0	24.8	25.6
	2009	15.4	18.4	20.1	21.3	24.1	25.0	26.1
	2010	12.4	17.2	18.9	20.5	23.0	25.0	26.0
	2011	12.5	15.8	18.3	21.5	23.6	25.2	26.2
	2012	13.0	16.0	19.1	21.4	22.5	24.9	26.1
	2013	12.8	15.6	19.0	21.4	22.1	24.6	25.9
	2014	14.4	16.9	18.5	20.6	22.7	23.2	25.2
	2015	15.4	17.3	19.2	20.8	22.2	23.4	25.4
	2016	15.3	16.4	18.4	20.7	22.1	24.0	25.3
	2017	12.1	16.5	18.1	20.3	22.9	23.8	
	2018	11.3	16.6	18.3	20.4	22.5	23.2	
	2019	15.0	16.7	18.2	19.6	21.6	23.0	
	2020	14.6	16.2	18.5	19.7	21.4	22.9	
ZONE C	2003	-	18.3	20.6	22.8	24.2	25.0	26.4
	2004	-	18.5	21.6	22.7	24.1	25.0	26.5
	2005	-	19.2	22.1	23.4	24.6	25.3	26.7
	2006	15.0	19.6	22.1	23.5	24.4	25.3	26.0
	2007	16.2	20.5	22.7	24.2	25.2	25.8	26.5
	2008	15.3	18.6	23.1	24.3	25.0	25.7	26.5
	2009	17.8	22.2	23.5	24.5	25.1	25.6	27.4
	2010	16.1	19.6	22.4	24.1	25.0	25.7	26.5
	2011	14.6	20.9	22.7	24.2	25.2	25.9	
	2012	12.5	17.0	20.9	23.0	24.1	26.0	
	2013	14.9	20.5	22.1	23.3	24.6	25.9	
	2014	15.6	19.3	22.7	23.6	24.2	24.8	26.4
	2015	16.1	20.5	21.8	23.2	24.2	24.8	25.5
	2016	14.8	19.4	22.1	23.5	24.3	25.1	26.1
	2017	16.0	19.6	21.8	23.2	24.0	24.8	25.1
	2018	15.3	18.1	21.3	22.5	23.5	24.3	25.1
	2019	16.7	18.3	20.5	22.2	23.4	24.2	25.0
	2020							

Table/tableau 2.5.1i: Length composition (TL cm) of *Sardina pilchardus* for the Canary Islands (2015-2020)/Composition en longueur (TL cm) de *Sardina pilchardus* pour les Îles Canaries (2015-2020).

TL (cm)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
6	0	0	0	0	0	0
6.5	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
8.5	0	0	0	0	0	0
9	0	0	43 284	0	0	0
9.5	0	5 989	62 958	22 627	0	0
10	0	53 905	125 916	45 253	0	0
10.5	0	131 767	251 833	131 234	0	0
11	11 979	263 534	259 702	400 490	0	0
11.5	263 534	329 417	302 986	733 101	0	0
12	580 972	563 004	385 619	624 493	4	0
12.5	1 072 102	419 258	625 647	468 370	49	0
13	1 227 827	563 004	767 302	511 360	90	0
13.5	1 108 039	772 632	602 037	382 389	34	0
14	832 526	1 425 477	511 535	264 731	19	0
14.5	634 876	1 599 170	645 321	162 911	11	0
15	329 417	1 922 597	842 065	128 971	154	0
15.5	485 141	1 766 873	649 256	140 285	213	0
16	1 173 922	1 317 668	472 186	196 851	217	48
16.5	964 293	1 293 710	483 991	144 810	124	179
17	461 184	1 024 187	503 665	178 750	56	119
17.5	275 512	898 410	554 819	196 851	45	251
18	533 057	946 325	889 284	545 300	172	183
18.5	802 579	934 346	822 391	647 120	232	56
19	928 357	473 163	743 693	676 534	273	84
19.5	940 336	317 438	373 814	452 531	225	36
20	706 749	35 936	114 112	210 427	41	0
20.5	365 353	82	15 740	70 142	0	0
21	125 777	21	0	13 576	0	0
21.5	35 936	21	0	0	0	0
22	5 989	0	0	0	4	0
22.5	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
23.5	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
24.5	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
25.5	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
26.5	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0
27.5	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
Total (milliers)	13 865	17 058	11 049	7 349	1 962	955
Total capture (t)	506	523	338	230	79	42
Poids moyen (g)	36	31	31	31	40	44
Taille moyenne (cm)	16.2	15.7	15.6	15.4	17.3	17.8

Table/tableau 3.2.1a: Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella aurita* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone A/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone B/Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine										
Zone C, north of C. Blanc/Nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine										
	Russian Federation/ Fédération de Russie	103 075	18 829	267	3 423	1 932	5 619	1 537	13 790	15 256	23 089
	Ukrainian and others/ Ukrainienne et autres				101	1 386	8 939	10 796	15 770	66 237	61 243
	European Union/Union européenne										
Mauritania/Mauritanie	European Union (Holland, France, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and Germany) / Union européenne (Hollande, France, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et Allemagne)							51 989	99 464	137 123	137 691
	Other industrial/ Autre industrielle	78 645	50 425	53 756	35 436	23 409	65 175	153 767	68 598	106 549	35 732
	Artisanal/Artisanale								20 104	14 930	12 470
Senegal/Sénégal	Industrial/Industrielle	10 761	20 290	19 586	4 499	3 455	5 948	6 610	6 024	2 423	3 525
	Artisanal/Artisanale	83 661	95 114	155 869	144 944	132 109	94 845	138 732	141 680	113 238	80 029
	Russian Federation/ la Fédération de Russie										
Gambia/Gambie	Industrial/Industrielle	2 691	933	74	55	6	5	6	21	6	88
	Artisanal/Artisanale	6	0	3	2	0	1	6	60	33	36

Total	All fleets/ Toutes les flottilles	278 839	185 591	229 555	188 460	162 297	180 532	363 443	365 511	455 795	353 903

Table/tableau 3.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella aurita* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine							34	19	42	7	0	67
Morocco Zone A/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine								1		2	208	1 180
Morocco Zone B/Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine							3	106	118	719	16 909	9 591
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord du C. Blanc	Moroccan/Marocaine				94			530	20 578	13 015	21 523	25 178	65 985
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	0	0	0	0	880	3 970	11 980	11 277	5 161	5 499	4 630	1 939
	Ukraine & others/ Ukraine et autres	46 308	13 893	0	0	508	8 852	21 435	9 356	17 391	10 983		
	European Union/Union européenne									5 571	4 291	4 852	6 477
Mauritania/ Mauritanie	Dutch type/ Type hollandaise	109 268	112 224	87 696	130 237	72 437	91 927	58 270	101 577	77 482	61 171	94 242	62 262
	Russian Federation type/Type Fédération de Russie	68 250	50 067	82 926	52 517	42 138	79 263	51 598	127 275	127 408	101 759	133 517	179 206
	Artisanal/Artisanale	20 186	18 878	20 624	25 672	22 055	17 810	16 200	24 880	49 800	33 422	114 277	85 170
	Coastal seinners/ Senneurs côtiers	444	1 282	1 326	409								
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	111 461	122 284	116 687	121 207	885	1 035	264	324	2 011	1 033	1 263	1 736
	Artisanal/Artisanale					139 669	197 920	150 523	188 104	255 494	262 561	181 454	203 705
	Russian Federation/Fédération de Russie	110	174	215	199								3 964

Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	5	29	807	605	168	107	122	55	19	47	63	0
	Artisanal/Artisanale					512	923	995	1 584	2 316	2 475	2 551	1 729
Canary Islands/ Iles Canaries¹	Coastal seinners/ Senneurs côtiers												
Total	All fleets/ Toutes les flottilles	356 032	318 831	310 281	330 940	279 252	401 807	311 954	485 136	555 828	505 492	579 143	623 011

*Dutch type and Russian Federation type/Type hollandais et type de la Fédération de Russie

Table/tableau 3.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Sardinella aurita* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella aurita* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	47	35	81	60	42	39	41	18	37
Morocco Zone A/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	6	4	6	5		8	0	13	18
Morocco Zone B/Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	2 476	872	279	206	279	477	892	517	278
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord du C. Blanc	Moroccan/Marocaine	70 093	80 315	44 012	34 989	8 271	23 844	16 071	4 026	930
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	30	12 716	3 838	5 499	1 314	6 653	1 462	257	0
	Ukraine & others/ Ukraine et autres			0						0
	European Union/Union européenne			3 306	951	488	637	123	108	0
Mauritania/ Mauritanie	Dutch type/ Type hollandais	23 741	8 790	18 489						0
	Russian Federation type/Type Fédération de Russie	159 499	36 765	136 314	61 467	66 265	19 932	40 353	12 347	4 693
	Artisanal/Artisanale	140 174	172 987	134 372	140 931	120 045	96 442	66 081	76 835	63 667
	Coastal seinners/ Senneurs côtiers			17 123	15 794	105 714	118 221	209 765	51 343	36 164

Senegal / Sénégal	Industrial/Industrielle	923	50	6 690						0
	Artisanal/Artisanale	186 403	134 541	226 704	216 309	129 939	157 515	86 509	114 658	85 512
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	4 452		0						0
Gambia / Gambie	Industrial/Industrielle	0								0
	Artisanal/Artisanale	2 333	10 001	7 213	4 520	5 680	2 876	4 264	3 083	5 653
Canary Islands / Iles Canaries¹	Coastal seinners / Senneurs côtiers		553	481	275	326	397	118	110	55
Total	All fleets / Toutes les flottilles	590 177	457 076	598 427	480 731	438 037	426 642	425 679	263 315	197 007

*Dutch type and Russian Federation type/Type hollandais et type de la Fédération de Russie

Table/tableau 3.2.1b: Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella maderensis* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine										
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord du C. Blanc	Moroccan/Marocaine										
	Russian Federation/ Fédération de Russie	38 014	7186		14	8	23	6	55	61	93
	Ukrainian and others/ Ukrainienne et autres				0	6	36	43	63	266	246
	European Union/Union européenne										
Mauritania/ Mauritanie	Dutch-type/Type hollandaise							36 027	12 331	20 006	8 955

	Russian Federation type/Type Fédération de Russie	28 355	7 445	14 146	8 859	5 799	16 350	5 777	11 052	15 236	8 213
	Artisanal/Artisanale								292	185	579
	Coastal seiners/ Senneurs côtiers										
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	6 714	9 962	14 286	8 389	4 639	10 717	7 398	9 008	4 306	3 720
	Artisanal/Artisanale	68 706	69 575	74 325	76 968	46 280	46 584	114 316	80 935	96 579	102 800
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	3 257	567	15	32	5	4	4	10	6	73
	Artisanal/Artisanale	17	0	1	0.8	0	0.5	5	26	31	32
Total	All fleets/ Toutes les flottilles	145 063	94 735	102 773	94 263	56 737	73 715	163 576	113 772	136 676	124 711

Table/tableau 3.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella maderensis* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/ Marocaine												
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine												
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine												
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord du C. Blanc	Moroccan/Marocaine									1 370	370		0
	Russian Federation/ Fédération de Russie	0	0	0		120	700	2 114	785	543		436	145
	Ukraine & others/ Ukraine et autres	0	5 957	0		69	1 356	3 784	651	1 831		0	0
	European Union/Union européenne										111	0	0
Mauritania/ Mauritanie	Dutch-type/ Type hollandaise	2 613	13 396	12 939	6 186	7 279	3 758	4 115	1 756	2 732	4 778	5 276	6 020

	Russian Federation type/Type Fédération de Russie	1 632	9 682	7 138	18 826	11 880	10 566	9 477	25 254	26 096	20 842	8 529	9 240
	Artisanal/Artisanale	2 141	1 339	2 365	0	1 402	878	225	149	348	18 143	28 690	22 525
	Coastal seiners/ Senneurs côtiers												
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	1 176	1 288	1 362	2 186	1 776	1 960	17	122	597.8	502	475	31
	Artisanal/Artisanale	109 933	118 463	125 523	162 283	154 637	114 745	91 557	106 871	80 833	79 893	100 280	117 885
	Russian Federation/Fédération de Russie	88	250	375	408	275							3 012
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	6	31	900	883	754	162	78	38	12	33	31	0
	Artisanal/Artisanale						1 125	3 946	2 762	4 759	5 097	5 310	5 210
Total	All fleets/Toutes les flottes	117 589	150 406	150 602	190 772	178 192	135 250	115 313	138 388	119 122	129 769	149 027	164 068

Table/tableau 3.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Sardinella maderensis* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Sardinella maderensis* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine									
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord du C. Blanc	Moroccan/Marocaine	154		5 565						
	Russian Federation/Fédération de Russie	0		490	29	113				

	Russian Federation/Fédération de Russie ¹⁾				1 383	1 624	1 839	713	1 331	1 602	1 721
	Ukraine & others/ Ukraine et autres ¹⁾				93	1 194	2 323	2 239	3 080	5 797	4 803
	European Union/Union européenne ²⁾										
Mauritania/Mauritanie	Russian Federation type trawlers/ Chalutiers de type de la Fédération de Russie ¹⁾		7 865	8 415	7 317	3 893	6 272	9 318	6 879	8 100	7 340
	Dutch type trawlers/ Chalutiers de type hollandais ¹⁾							744	879	1 143	1 276
	Senneurs côtiers (MRT)										
	artisanal/artisanale ²⁾										
Senegal/Sénégal	industrial/industrielle ¹⁾	239	636	1 347	770	344	431	482	598	480	1 367
	artisanal/artisanale ²⁾	72 800	69 174	80 000	80 555	70 322	65 377	71 365	87 157	77 844	76 810
Gambia/Gambie	artisanal/artisanale ²⁾										
	industrial/industrielle ¹⁾										
Canary Islands/ Iles Canaries	Coastal vessels/ Navires côtiers										
Total		73 039	77 675	89 762	90 118	77 377	76 242	84 861	99 924	94 966	93 317

(1) fishing days; **(2)** standardized fishing days; **(3)** fishing trips; **(4)** trips with sardinella catches/**(1)** jours de pêche; **(2)** jours de pêche standardisés; **(3)** sorties de pêche; **(4)** sorties avec captures de sardinella.

Table/tableau 3.2.2 (cont.): Fishing Effort of sardinellas/Effort de pêche des sardinelles.

[illegible]

Nord de Cap Blanc	Senneurs marocains ³⁾												
	Moroccan RSW/ RSW marocains ¹⁾											1 425	1 520
	Russian Federation/Fédération de Russie ¹⁾						1 603	2 212	1 026	778	1 115	870	
	Ukraine & others/ Ukraine et autres ¹⁾	3 982	2 218				1 623		1 231	1 103	560		
	European Union/Union européenne ²⁾												
Mauritania/Mauritanie	Russian Federation type trawlers/Chalutiers type de la Fédération de Russie ¹⁾	8 147	8 337	7 833	8 158	11 571	7 168	7 108	8 892	7 488	5 344	15 181	15 121
	Dutch type trawlers/Chalutiers type hollandais ¹⁾	1 125	1 396	1 689	1 590	1 602	1 218	635	633	650	925	717	1 516
	Senneurs cotiers (MRT)												
	artisanal/artisanale ²⁾							4 802	8 563	2 772	9 126	21 789	11 560
Senegal/Sénégal	industrial/industrielle ¹⁾	121	185	153	172	178	159	20	60	204	150	164	125
	artisanal/artisanale ²⁾	82 187	91 684	92 339	97 315	75 439	81 461	76 303	82 011	100 148	72 320	83 815	83 180
Gambia/Gambie	artisanal/artisanale ²⁾								5 563	4 985			1 020
	industrial/industrielle ¹⁾												
Canary Islands/ Iles Canaries	Coastal vessels/ Navires côtiers												
Total		95 562	103 820	102 014	107 235	88 790	93 232	91 080	107 979	118 128	89 540	129 270	118 377

(1) fishing days; (2) standardized fishing days; (3) fishing trips; (4) trips with sardinella catches/jours de pêche; (2) jours de pêche standardisés; (3) sorties de pêche; (4) sorties avec captures de sardinelles.

Table/tableau 3.2.2 (cont.): Fishing Effort of sardinellas/Effort de pêche des sardinelles.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
North of Cap Blanc/ Nord de Cap Blanc	Moroccan purse-seiners/ Senneurs marocains ³⁾	8 043	7 663	6 519	10 244	8 373	11 285	10 421	11 139	6 591
	Moroccan RSW/ RSW marocains ¹⁾	2 088	2 301	2 186	2 748	2 776				2 887
	Russian Federation/Fédération de Russie ¹⁾		1 764	932	1 236	1 190	1 586	1 116	1 360	8 058
	Ukraine & others/ Ukraine et autres ¹⁾									
	European Union/Union européenne ²⁾					627	706	63	476	704
Mauritania/Mauritanie	Russian Federation type trawlers/Chalutiers type de la Fédération de Russie ¹⁾	9 458	5 070	10 333	5 828	6 779	8 837	9 530	10 328	7 512
	Dutch type trawlers/Chalutiers type hollandais ¹⁾	709	185		0					
	Senneurs côtiers (MRT)				153	1 859	5 703	6 268	4 239	3 456
	artisanal/artisanale ²⁾	18 415	20 399	21 703	26 490	42 172	18 154	19 346	20 040	28 087
Senegal/Sénégal	industrial/industrielle ¹⁾	58	45	46						
	artisanal/artisanale ²⁾	96 957	93 924	107 805	114 029	136 873	151 031	127 714	143 818	144 181
Gambia/Gambie	artisanal/artisanale ²⁾	3 804	20 605	27 479	24 951	19 329	54 576	32 952	27 519	26 187
	industrial/industrielle ¹⁾			8 256	0	0	3 741	29 388	25 268	17 593
Canary Islands/ Iles Canaries	Coastal vessels/ Navires côtiers		1 723	1 366	1 017	1 088	1 304	570	440	357
Total		139 532	153 679	186 625	186 696	221 066	256 923	237 368	244 627	245 613

(1) fishing days/jours de pêche; (2) standardized fishing days/jours de pêche standardisés; (3) fishing trips/sorties de pêche; (4) trips with sardinella catches/sorties avec captures de sardinelles.

Table/tableau 3.4.1a: Sampling intensity of *Sardinella aurita* in 2020/Intensité d'échantillonnage de *Sardinella aurita* en 2020.

Country/Pays	Fleet/ Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Maroc Zone A	Moroccan/ Marocaine/	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/ nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Maroc Zone B	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	10	0	1	7	18
		number of samples/ nombre d'échantillons	0	0	0	0	0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	0	0	0	0
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Zone C	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	0	32	49	197	278
		number of samples/ nombre d'échantillons	0	2	0	1	3
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	321	0	214	535
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/ Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	7 007	41	45	74	7 166
		number of samples/ nombre d'échantillons	0	0	0	0	0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation trawlers +	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	0	0	0	0	0

Country/Pays	Fleet/ Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
	Russian Federation sampling/ Chalutiers russes + Echantillonnage la Fédération de Russie	number of samples/nombre d'échantillons	0	0	0	0	0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	0	0	0	0
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
	Other trawlers, IMROP sampling/ Autres chaluts, échantillonnage IMROP	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	160	0	296	129	585
		number of samples/nombre d'échantillons	0	0	1	8	9
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	0	135	856	991
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Artisanal, coastal purse seiners/ Senneurs côtiers artisanaux	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Senegal/ Sénégal	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	12 147	33 952	46 281	7 451	99 831
		number of samples/nombre d'échantillons	29	45	73	34	181
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	1 590	5 370	6 591	3 981	17 532
		number of fish aged/Nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Gambia/ Gambie	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	10 103	42 321	23 831	9 256	85 511
		number of samples/nombre d'échantillons	211	317	40	243	811
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	2 629	5 635	1 299	3 459	13 022

Country/Pays	Fleet/ Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Canary Islands/Iles Canaries (*)	Senneurs	total catch in tonnes/captures totales en tonnes*					5 653
		number of samples/nombre d'échantillons					0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

(*) Catches of *S. aurita* and *S. maderensis* combined/Captures de *S. aurita* et *S. maderensis* combinées.

Table/tableau 3.4.1b: Sampling intensity of *Sardinella maderensis* in 2020/Intensité d'échantillonnage de *Sardinella maderensis* en 2020.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Zone C	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation trawlers, Russian Federation sampling/ Chalutiers de la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	17	225	1 907	235	2 384
		number of samples/nombre d'échantillons			12	6	18

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
	+ Echantillonnage de la Fédération de Russie	number of fish measured/nombre de poissons mesurés			1 957	962	2 919
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Other trawlers, IMROP sampling/ Autres chaluts, échantillonnage IMROP	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	17 645	21 136	89 327	41 001	169 109
		number of samples/nombre d'échantillons	32	57	80	84	253
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	1 847	6 523	8 297	9 609	26 276
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Senegal/ Sénégal	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	38 652	45 629	24 125	33 401	141 807
		number of samples/nombre d'échantillons	629	738	455	536	2 358
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	9 409	12 805	7 842	8 531	38 587
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Gambia/ Gambie	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					4 486
		number of samples/nombre d'échantillons					0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

Table/tableau 4.2.1a: Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Morocco Zone North Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	7 111	4 851	7 085	12 380	9 250	11 291	2 259	3 873	3 384	5 824	7 170	5 167	6 128
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	4 948	5 231	9 071	10 255	12 863	9 773	6 695	3 149	1 899	4 389	4 634	4 482	2 858
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	10	10	29	12	110	111	90	533	1 346	688	1 062	281	165
Zone C, north of C. Blanc/nord de C. Blanc	Moroccan RSW and coastal seine/ RSW marocain et senneur côtier									3	3	7	1	0
	Russian Federation/Fédération de Russie				2 020	2 523	6 897	4 024	4 736	10 147	13 418	0	0	0
	Ukraine & others/ Ukraine et autres				320	16 254	21 032	18 644	26 649	47 630	43 784	50 175	45 812	8
	European Union/Union européenne													
Total Morocco/Maroc		12 069	10 092	16 185	24 987	41 000	49 104	31 712	38 940	64 409	68 106	63 048	55 743	9 159
Mauritania/Mauritanie	European Union/Union européenne													
	Others/Autres													
	All/Toutes	33 000	11 949	20 316	23 250	15 172	22 492	16 054	11 558	20 601	15 051	5 132	14 206	32 203
Total Mauritania/Mauritanie		33 000	11 949	20 316	23 250	15 172	22 492	16 054	11 558	20 601	15 051	5 132	14 206	32 203
Senegal/Sénégal	Industrial/Industrielle													
	Artisanal/Artisanale													
Total Senegal/Sénégal														
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle													
	Artisanal/Artisanale													
Total Gambia/Gambie														
All fleets/Toutes les flottilles		45 069	22 041	36 501	48 237	56 172	71 596	47 766	50 498	85 010	83 157	68 180	69 949	41 362

Table/tableau 4.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	8 731	10 431	7 811	12 217	9 776	8 299	6 731	2 703	4 087	7 942
	European Union/Union européenne										
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	5 192	3 368	3 688	1 330	2 993	3 704	4 401	5 228	3 366	5 927
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	459	424	256	3 430	374	533	1 704	922	4 220	5 508
Zone C, north of C. Blanc/nord de C. Blanc	Moroccan RSW and coastal purse seiner		11	4 953	1 586	2 255	1 026	2 798		5 724	9 760
	Russian Federation/Fédération de Russie		51 223	32 316	27 755	3 689	10 084	7 343	8 651	7 707	3 598
	Ukraine & others		27 916	47 833	22 979		26 225	34 024			
	European Union/Union européenne					0	7 126	11 009	14 126		
Total Morocco/Maroc		14 382	93 371	96 857	69 297	19 086	56 998	68 011	31 630	25 104	32 734
Mauritania/Mauritanie	European Union/Union européenne	1 050	684	7 668	4 409	12 257	13 721	12 170	1 820	14 915	6 071
	Others/Autres	48 625	75 295	16 285	18 685	32 040	48 961	39 384	77 033	27 601	19 755
	Coastal purse seiner (MRT)										
	All/Toutes										
Total Mauritania/Mauritanie		49 675	75 979	23 953	23 094	44 297	62 682	51 554	78 853	42 516	25 826
Senegal/Sénégal	Industrial/Industrielle										
	Artisanal/artisale										
Total Senegal/Sénégal											
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle										
	Artisanal/Artisanale										
Total Gambia/Gambie											
All fleets/Toutes les flottilles		64 057	169 350	120 810	92 391	63 383	119 679	119 565	110 483	67 620	58 560

Table/tableau 4.2.1a (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trachurus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trachurus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	6 666	6 207	6 104	10 731	9 304	5 436	6 223	7 776
	European Union/Union européenne			2		18		5	
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	5 042	4 928	5 401	7 358	8 257	2 976	4 397	6 736
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	5 323	4 508	5 600	9 101	10 477	4 493	5 304	5 380
Zone C, north of C. Blanc/nord de C. Blanc	Moroccan RSW and coastal purse seiner/RSW marocains et sennear côtier	9 217	13 863	14 575	23 926	6 149	9 472	9 725	9 722
	Russian Federation/Fédération de Russie	27 027	4 795	24 564	24 245	9 008	10 674	13 783	3 499
	Ukraine & others/Ukraine et autres								
	European Union/Union européenne		1 937	5 745	13 747	5 682	30	6 185	14 800
Total Morocco/Maroc		53 276	36 239	61 991	89 109	48 896	33 081		45 623
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne	24 590	27 907						
	Others/Autres	8 511	40 159	52 437	65 539	57 800	62 831	28 477	31 952
	Coastal purse seiner (MRT)/ Senneurs côtiers (MRT)			512	5 561	4 937	3 324	1 409	1 344
	All/Toutes								499
Total Mauritania/Mauritanie		33 101	68 066	52 949	71 100	62 737	66 154		29 886
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle								
	Artisanal/Artisanale								
Total Senegal/Sénégal									
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle								
	Artisanal/Artisanale		947	30	20	23	37		
Total Gambia/Gambie			947	30	20	23	37		
All fleets/Toutes les flottilles		86 377	105 252	114 970	160 229	111 655	99 273	75 509	81 709

Table/tableau 4.2.1b: Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trecae* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine										
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine										
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan RSW/ RSW marocains										
	Russian Federation/Fédération de Russie				505	631	1 724	1 006	1 184	2 537	3 355
	European Union/Union européenne										
	Ukraine & others/Ukraine et autres				80	4 064	5 258	4 661	6 662	11 908	10 946
	Total North Cape Blanc/ Nord Cap Blanc				585	4 695	6 982	5 667	7 846	14 445	14 301
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne										
	Others/Autres										
	Coastal purse seiners (MRT)/Senneurs côtiers (MRT)										
	Artisanal (purse seiners)/Artisanale (senneurs)										
	All/Toutes	57 000	94 398	116 995	86 769	56 850	97 272	70 274	52 320	91 455	65 206
	Total Mauritania/Mauritanie	57 000	94 398	116 995	86 769	56 850	97 272	70 274	52 320	91 455	65 206
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	33	234	877	14 614	10 597	15 816	13 397	11 666	13 888	2 600
	Industrial Russe/Industrielle russe										
	Artisanal/Artisanale	1 525	3 957	2 218	3 343	962	1 382	1 045	585	2 716	1 465
	Total Senegal/Sénégal	1 558	4 191	3 095	17 957	11 559	17 198	14 442	12 251	16 604	4 065
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	452	747	14	542	166	181	176	383	90	170
	Artisanal/Artisanale	30	60	27	49	21	64	60	13	38	103
	Total Gambia/Gambie	482	807	41	591	187	245	236	396	128	273
	All fleets/ Toutes les flottilles	59 040	99 396	120 131	105 902	73 291	121 697	90 619	72 813	122 632	83 845

Table/tableau 4.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trecae* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine												
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine												
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine												
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan RSW/ RSW marocains						3 806	1 219		1 540	1 441		455
	Russian Federation/Fédération de Russie					595	26 893	23 097	5 857	15 126	39 635	17 791	14 119
	European Union/Union européenne												
	Ukraine & others/ Ukraine et autres	42 481	38 788				45 459	21 838	34 819	39 338	36 860		
	Total North Cape Blanc	42 481	38 788			595	76 158	46 154	40 676	56 004	77 936	17 791	14 574
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne				4 471	18 938	14 668	39 524	61 427	67 338	43 946	45 496	39 322
	Others/Autres				94 077	159 239	175 566	165 323	200 614	269 287	216 614	270 316	158 826
	Senneurs côtiers (MRT)												
	Artisanal (purse seiners)/ Artisanale (senneurs)												
	All/Toutes	128 776	170 235	149 014									
	Total Mauritania/Mauritanie	128 776	170 235	149 014	98 547	178 176	190 233	204 847	262 041	336 625	260 560	315 812	198 148
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle		7	8	3		83			236	1	233	12
	Industrial Russe/ Industrielle russe											7 500	35 434
	Artisanal/Artisanale	667	2 728	4 537	2 570	2 584	5 557	5 356	4 017	8 183	8 112	10 616	8 627
	Total Senegal/Sénégal	667	2 735	4 545	2 573	2 584	5 640	5 356	4 017	8 419	8 113	18 349	44 073
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	111	132	140	110	125	121	117	41	23	38	44	
	Artisanal/Artisanale	78	93	150	145	140	182	224	267	326	349	348	405
	Total Gambia/Gambie	189	225	290	255	265	303	341	308	349	387	392	405

All fleets/Toutes les flottilles	181 621	172 113	211 983	153 849	101 375	272 334	256 698	307 042	401 397	346 996	352 344	257 200

Table/tableau 4.2.1b (cont.): Catches (tonnes) of *Trachurus trecae* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Trachurus trecae* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine									
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan RSW/RSW marocains	72	5 114	21	8 875	6 083	15 813	713	101	91
	Russian Federation/Fédération de Russie	312	38 404	13 198	14 958	9 213	23 164	8 948	137	
	European Union/Union européenne			5 332	15 813	8 426	14 611	2	72	
	Ukraine & others/ Ukraine et autres									
	Total North Cape Blanc/Nord Cap Blanc	384	43 518	18 551	39 646	23 722	53 588	9 663	310	91
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne	16 006	62 352	70 764						
	Others/Autres	113 675	21 581	101 831	132 965	166 187	146 563	159 321	206 457	179 977
	Senneurs côtiers (MRT)				3 145	14 101	12 519	8 428	10 216	7 569
	Artisanal (purse seiners)/ Artisanale (senneurs)					10 364		165		2 810
	All/Toutes									
	Total Mauritania/Mauritanie	129 681	83 933	172 595	136 110	190 653	159 082	167 914	216 673	190 356
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle									
	Industrial Russe/ Industrielle russe	27 108								
	Artisanal/Artisanale	16 269	11 849	30 718	30 590	19 611	21 804	26 953	28 087	35 617
	Total Senegal/Sénégal	43 377	11 849	30 718	30 590	19 611	21 804	26 953	28 087	35 617
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle		176	162						
	Artisanal/Artisanale	42	188	989	1 048	1 879	263	353	155	395

	Total Gambia/Gambie	42	364	203	1 019	1 860	263	353	155	395
All fleets/Toutes les flottilles		139 664	173 484	223 014	207 394	235 865	234 737	204 883	204 883	245 224

Table/tableau 4.2.1c: Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine															
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine															
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine															
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine															
	Russian Federation/Fédération de Russie															
	Ukraine & others/ Ukraine et autres															
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne														1 733	891
	Others/Autres														30 038	37 779
	All/Toutes	22 000	6 487	1 927	9 451	6 235	345	630	1 236	1 386	648	43 290	21 662	66 103	31 771	38 670
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	6	0	10 066	867	564	601	288	1 742	140	16 251	5	0	5	0	0
	Industrial Russe/Industrielle russe															
	Artisanal/Artisanale	4 725	2 907	3 650	4 007	2 590	3 574	2 980	3 681	3 967	3 057	4 024	2 392	5 801	3 455	4 179
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	83	0	161	32	9	7	4	57	1	98	81	109	115	76	89
	Artisanal/Artisanale	94	44	44	59	56	166	172	77	59	87	55	60	134	126	111
All fleets/Toutes les flottilles		26 908	9 438	15 848	14 416	9 454	4 693	4 074	6 793	5 553	20 141	47 455	24 223	72 158	35 428	43 049

Table/tableau 4.2.1c (cont.): Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine														
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine											418			
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine											0.22			
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine														
	Russian Federation/Fédération de Russie							86			107				
	European Union/Union européenne										43				
	Ukraine & others/ Ukraine et autres														
	Total Morocco/Maroc										150	419			
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne	4 106	8 276	461		11 494	43 676	13 559	5 519	878	1 434				
	Others/Autres	12 576	33 285	20 597	31 475	25 319	13 912	5 421	3 880	304	997	1 873	2 341	2 064	2 224
	Senneurs cotiers (MRT)												199	176	119
	All/Toutes														
	Total Mauritania/Mauritanie	16 682	41 561	21 058	31 475	36 813	57 589	18 980	9 399	1 182	2 431	1 873	2 540	2 241	2 343
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	0	0	5	100	34	36	3	6						
	Industrial Russe/Industrielle russe							4 061	2 932						
	Artisanal/Artisanale	4 833	5 264	4 433	3 616	5 458	3 948	4 340	11 052	9 640	13 551	13 592	10 405	11 648	9 310
	Total Senegal/Sénégal	4 833	5 264	4 438	3 716	5 492	3 984	8 404	13 990	9 640	13 551	13 592	10 405	11 648	9 310
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle		33	16	28	23	36	0	0	231	1 002				
	Artisanal/Artisanale		91	137	404	433	433	398	54	180	1.002	1 638	1704		
	Total Gambia/Gambie	0	124	153	432	456	469	398	54	411	2 005	1 638	1704		

All fleets/Toutes les flottilles	21 515	46 949	25 649	35 623	42 761	62 042	27 782	23 443	11 233	18 137	17 522	14 649	13 889	11 653

Table/tableau 4.2.1c (cont.): Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2019	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine		
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine		
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine		
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine		
	Russian Federation/Fédération de Russie		
	European Union/Union européenne		
	Ukraine & others/ Ukraine et autres		
	Total Morocco/Maroc		
Mauritania/ Mauritanie	European Union/Union européenne		
	Others/Autres	2 490	14 936
	Senneurs cotiers (MRT)		628
	All/Toutes		233
	Total Mauritania/Mauritanie	2 490	15 564
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle		
	Industrial Russe/Industrielle russe		
	Artisanal/Artisanale	10 036	
	Total Senegal/Sénégal	10 036	8 709
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle		
	Artisanal/Artisanale		
	Total Gambia/Gambie		
All fleets/Toutes les flottilles		12 526	24 273

Table/tableau 4.2.1c (cont.): Catches (tonnes) of *Caranx rhonchus* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) de *Caranx rhonchus* par zone, flottille et année.

Canary Islands/ Iles Canaries	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>T. picturatus</i> + <i>T. trachurus</i>	557	431	630	713	710	408	495	628

Table/tableau 4.4.1: Sampling intensity of *Trachurus trachurus*/Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trachurus*.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
North/Nord (35°45'-32°N)	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	3 212	1 187	1 591	1 787	7 776
		number of samples/ nombre d'échantillons	1	1		2	4
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	37	33		113	183
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0
A (32°N- 29°N)	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	1 049	1 496	1 154	3 036	6 736
		number of samples/nombre d'échantillons	18	28	5	42	93
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	1 088	2 176	355	3 019	6 638
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0
B (29°N- 26°N)	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	1 197	1 281	1 214	1 689	5 380
		number of samples/nombre d'échantillons		2	3	3	8
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés		48	223	104	375
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0
C (26°N- North Cap Blanc)/Nord Cap Blanc	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					9 722
		number of samples/ nombre d'échantillons					0
		number of fish measured/ nombre de poissons mesurés					0
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	3478	0	0	0	3478
		number of samples/nombre d'échantillons	28	0	0	0	28
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	5209	0	0	0	5209
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	347	0	0	0	347
Mauritania/ Mauritanie	Mauritania/ Mauritanie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	6556	12596	6030	3612	28794
		number of samples/nombre d'échantillons					0
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					0
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					0
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	473	1 682	330	489	2 974
		number of samples/nombre d'échantillons	0	5	6	28	39

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	1 125	931	5 157	7 213
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	65	87	312	464

Table/tableau 4.4.2: Sampling intensity of *Trachurus trecae*/Intensité d'échantillonnage de *Trachurus trecae*.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
C (26°N-North Cap Blanc)/ Nord Cap Blanc	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	Mauritania/ Mauritanie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	5 605	23 238	5 580	1 918	36 341
		number of samples/nombre d'échantillons	0	17	31	63	111
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	3 612	6 544	12 963	23 119
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	138	333	589	1 060
Senegal/Sénégal	Senegal/Sénégal	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

Table/tableau 4.4.4: Sampling intensity of *Caranx rhonchus*/Intensité d'échantillonnage de *Caranx rhonchus*.

Country/ Pays	Fleet/ Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
C (26°N - North Cap Blanc)/ Nord Cap Blanc	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritanie	Mauritanie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	521	0	1 436	1 059	3 016
		number of samples/nombre d'échantillons	0	0	19	23	42
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	0	3 168	4 517	7 685
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	441	441
	Senegal/ Sénégal	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

Table/tableau 4.4.4: Sampling intensity of *Trachurus picturatus*/Intensité d'échantillonnage de *Trachurus picturatus*.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Spain (Canary Islands)/ Espagne (Iles Canaries)	Artisanal/ Artisanale	Total catch (t) <i>Trachurus</i> spp./Captures totales (t) <i>Trachurus</i> spp.	189	121	172	145	628
		Number of samples (Biol/Length)/ Nombre d'échantillons (Biol/Longueur)	2	0	1	5	8
		Number of fish measured (L- W/Length)/Nombre de poissons mesurés (L-W/Longueur)	1 094	0	201	890	2 185
		Number of fish/Nombre de poissons					

Table/tableau 4.6.1a: Age composition of *Trachurus trachurus* (Russian Federation age-length-key) in CECAF North/Composition par âge de *Trachurus trachurus* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0										
1	4	6 484	53 108	66 916	1 536	12 098	15 126	10 646	326	1 376
2	4 586	13 185	28 247	35 600	107 303	14 031	30 261	24 820	94 706	15 260
3	22 892	9 050	15 942	20 089	111 357	40 680	32 404	18 779	134 126	19 154
4	48 754	6 983	5 970	7 534	8 222	64 130	33 910	17 397	79 966	25 152
5	17 855	7 626	5 444	6 796	584	51 569	33 737	38 216	38 008	29 947
6	6 014	3 872	6 198	7 829	238	8 145	15 470	29 132	28 945	40 700
7	3 721	807	1 967	2 511	482	1 459	3 514	13 619	26 358	37 394
8	38	9	252	295	369	1 215	1 159	1 243	25 607	61 210
Catch/Capture (N)	105 854	50 008	119 118	149 562	232 085	195 322	167 577	155 849	430 041	232 193
Catch/Capture (t)	33 000	11 949	20 316	25 590	33 949	50 421	38 722	42 943	78 381	72 256

Table/tableau 4.6.1a (cont.): Age composition of *Trachurus trachurus* (Russian Federation Age-Length-Key) in CECAF North/Composition par âge de *Trachurus trachurus* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0								123 936		76 898	7 063	558
1	0	0	12	2 600	8 464	7 551	10 610	83 414	26 219	68 842	48 160	126 339
2	1 661	2 761	1 234	15 928	494 776	253 340	188 088	297 826	418 534	102 233	51 533	116 393
3	4 760	13 933	14 836	34 786	308 491	350 470	328 260	491 275	238 908	134 411	36 756	74 986
4	15 375	67 957	26 026	38 726	161 607	76 289	188 763	303 117	66 362	103 459	31 378	26 113
5	28 735	59 492	18 538	29 972	82 263	41 694	54 488	81 114	38 254	115 208	26 873	14 195
6	31 238	46 787	20 378	25 957	33 521	36 823	25 621	24 077	27 598	110 876	31 502	8 392
7	31 015	31 598	15 360	11 925	8 728	15 638	12 694	33 973	15 633	68 505	33 616	2 785
8	19 660	7 541	4 267	6 914	5 138	5 398	5 714	69 577	7 579	10 317	116 400	1 079
Catch/Capture (N)	134 444	230 069	100 651	166 808	1 102 990	789 208	814 239	1 508 309	1 508 309	790 749	383 279	370 839
Catch/Capture (t)	55 314	69 949	31 916	54 604	169 350	120 810	92 391	63 383	119 679	119 565	110 483	67 620

Table/tableau 4.6.1a (cont.): Age composition of *Trachurus trachurus* (Russian Federation Age-Length-Key) in CECAF North/Composition par âge de *Trachurus trachurus* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	192	25 738			38 980	2 719	395 637	609 487	4 460
1	1 258	117 092	258 817	67 168	992	13 914	63 013	16 392	86 517
2	162 195	101 311	361 806	290 107	48 391	64 206	127 381	69 558	227 945
3	77 751	181 984	149 264	120 312	111 826	197 317	133 171	99 753	290 314
4	14 928	118 094	66 782	46 803	75 423	148 096	109 589	50 403	92 107
5	5 695	24 740	10 122	17 395	53 038	93 327	50 970	16 006	24 633
6	2 056	2 712	1 928	24 372	36 662	43 445	48 476	4 990	15 479
7	1 401	859	756	14 996	25 712	25 709	27 252	2 206	11 559
8	1 085	693	227	8 785	19 102	9 979	20 577	735	7 310
Catch/Capture (N)	266 560	573 225	849 701	589 937	410 127	598 713	976 067	869 530	760 323
Catch/Capture (t)	58 560	86 377	105 252	114 970	160 229	111 655	99 273	75 509	81 709

Table/tableau 4.6.1b: Age composition of *Trachurus trecae* (Russian Federation age-length-key) in CECAF north/Composition par âge de *Trachurus trecae* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0										
1	38	12 677	54 654	44 199	56 387	3 025	13 503	2 492	3 616	1 075
2	1 313	54 198	248 592	188 981	127 537	10 938	5 974	29 124	4 175	12 010
3	41 906	93 601	85 537	96 421	64 950	94 808	8 138	31 855	24 753	20 126
4	60 131	99 139	45 507	40 423	27 161	111 123	14 507	19 509	24 555	19 473
5	41 011	45 512	44 714	38 346	25 979	56 587	32 892	51 305	3 812	26 416
6	14 893	15 279	21 722	18 504	12 400	24 002	113 357	41 444	1 783	64 113
7	1 492	3 692	7 599	6 611	4 429	11 916	65 982	27 841	1 528	42 040
8+	254	694	4 210	4 427	2 952	7 575	11 228	11 527	1 769	26 494
Catch/Capture (N)	161 037	324 793	512 535	437 912	321 795	319 976	265 581	215 097	65 992	211 747
Catch/Capture (t)	59 040	99 396	120 130	105 902	73 291	121 697	90 619	72 737	122 720	84 145

Table/tableau 4.6.1b (cont.): Age composition of *Trachurus trecae* (Russian Federation Age-Length-Key) in CECAF North/Composition par âge de *Trachurus trecae* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0								110 318	242 590	68 302	6 743	28 819
1	11 672	4 962	87	9 846	64 240	19 694	346 054	1 611 664	349 490	267 067	49 945	307 932
2	38 323	161 508	9 895	11 870	495 572	172 353	366 131	1 692 360	370 275	386 735	106 560	369 673
3	74 209	199 627	136 052	32 852	246 183	179 968	408 270	962 663	382 290	200 781	174 025	228 214
4	71 320	159 871	130 940	57 701	233 177	123 763	283 962	272 460	271 835	180 754	200 058	126 017
5	102 520	103 886	79 390	50 233	94 663	93 817	145 690	280 119	235 793	142 871	274 410	157 298
6	107 894	72 646	55 764	34 346	25 199	72 455	35 658	153 909	127 840	93 724	178 622	81 766
7	55 660	56 142	34 046	28 750	5 578	32 996	4 107	33 879	54 753	30 716	107 464	48 302
8+	59 365	48 022	39 578	47 201	12 744	33 824	330	5 597	12 452	7 543	61 412	13 761
Catch/Capture (N)	520 963	806 665	485 752	272 799	1 177 355	728 871	1 590 201	5 122 970	2 047 318	1 378 493	1 159 238	1 361 784
Catch/Capture (t)	171 906	210 043	168 339	100 624	178 951	190 300	256 698	307 042	401 397	346 996	352 344	257 200

Table/tableau 4.6.1b (cont.): Age composition of *Trachurus trecae* (Russian Federation Age-Length-Key) in CECAF North/Composition par âge de *Trachurus trecae* (clé de la Fédération de Russie âge-longueur) dans le nord du COPACE.

Age/Year Âge/Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	59 344	1 383			2 342	656	26 477	33 116	16 921
1	57 669	89 486	89 322	22 566	5 454	69 416	67 090	72 405	248 799
2	58 025	165 025	164 391	53 740	10 176	53 918	77 436	87 660	314 206
3	128 036	168 541	167 711	98 562	105 311	28 806	194 699	117 573	92 167
4	183 532	101 770	101 722	132 541	173 527	101 156	207 274	170 714	99 516
5	142 909	58 576	58 689	158 919	114 846	133 915	105 493	157 037	111 683
6	90 744	38 014	38 177	112 715	94 476	130 529	64 020	93 561	101 700
7	31 452	17 557	17 501	75 488	69 917	78 194	29 730	38 023	40 058
8+	8 421	6 893	6 905	22 953	35 782	59 918	24 673	7 881	66 738
Catch/Capture (N)	762 145	647 246	644 418	677 485	611 830	656 508	796 890	777 970	1 091 788
Catch/Capture (t)	173 484	139 664	222 067	207 365	235 845	231 563	167 914	245 224	226 459

Table/tableau 5.2.1: Catch (tonnes) of *Scomber colias* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber colias* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	2 474	829	1 051	1 181	1 710	1 678	887	2 224	862	3 353
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	21 519	6 145	8 863	9 948	34 886	24 762	10 600	13 712	5 272	11 034
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	2 519	3 618	3 330	4 510	384	910	4 021	11 761	4 849	1 401
Total Northern Fishery/Total pêcheurie nord		26 512	10 592	13 244	15 639	36 980	27 350	15 508	27 697	10 983	15 788
Zone C, Cap Boujdour to C. Blanc/ Cap Boujdour à C. Blanc	Moroccan/Marocaine								55	1	
	Russian Federation/ la Fédération de Russie				4 988	20 970	27 030	10 975	50 200	32 290	30 531
	Ukraine & others/ Ukraine et autres				1 824	11 927	45 661	55 386	82 015	115 555	66 601
	European Union/Union européenne										
	Total				6 812	32 897	72 691	66 361	132 270	147 846	97 132
Mauritania/ Mauritanie	European Union-type (lettonie)										
	European Union-type Hollande										
	Non-European Union/Non- Union européenne										
	Artisanal/Artisanale										
	Senneurs côtières (<60m)										
	Chalutiers côtiers										
	Total	20 000	8 235	20 303	16 578	19 094	44 730	98 017	48 464	41 192	21 470
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	17	88	431	1 240	2 189	1	3 532	3 534	3 062	6 461
	Industrial Senegalese/ Industrielle sénégalaise										
	Industrial Russian Federation/Industrielle la Fédération de Russie										
	Artisanal/Artisanale	2 482	843	1 859	1 376	1 224	2 296	1 392	2 234	1 931	1 348
	Artisanal ST/Artisanale ST										
	Artisanal FME/Artisanale FME										
	Artisanal other/Artisanale autre										
	Total	2 499	931	2 290	2 616	3 413	2 297	4 924	5 768	4 993	7 809
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	235	281	7	46	34	0	46	116	20	125
	Artisanal/Artisanale	49	13	23	20	27	106	80	42	22	59
	Total	284	294	30	66	61	106	126	158	42	184
Senegal + Gambia/Sénégal + Gambie		2 783	1 225	2 320	2 682	3 474	2 403	5 050	5 926	5 035	7 993

Total Southern Fishery/Total pêcheurie Sud	22 783	9 460	22 623	26 072	55 465	119 824	169 428	186 660	194 073	126 595
Total Northern and Southern/Total Nord et Sud	49 295	20 052	35 867	41 711	92 445	147 174	184 936	214 357	205 056	142 383
Catch/Capture Zone A+B	24 038	9 763	12 193	14 458	35 270	25 672	14 621	25 473	10 121	12 435

Table/tableau 5.2.1 (cont.): Catch (tonnes) of *Scomber colias* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber colias* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	5 612	1 911	5 779	6 039	7 174	12 369	11 097	14 604	10 515	12 886	18 740	20 804
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	23 267	9 347	7 426	9 487	44 402	45 359	16 491	58 691	36 772	31 866	30 187	12 809
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	4 281	14 361	9 495	18 940	4 423	4 174	40 389	10 509	24 860	7 323	2 036	15 496
Total Northern Fishery/Total pêcheurie Nord		33 160	25 619	22 700	34 465	55 999	61 902	67 977	83 804	72 146	52 075	50 963	49 110
Zone C, Cap Boujdour to C. Blanc/ Zone C, Cap Boujdour à C. Blanc	Moroccan/Marocaine			2	72	1 826	21 494	18 276	22 779	33 792	44 084	31 494	71 501
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	0	0	0	0	57 636	40 343	66 187	34 156	35 740	38 469	36 682	43 888
	Ukraine & others/Ukraine et autre others	90 530	65 186	0	0	6 539	14 312	16 675	31 984	40 639	45 220		
	European Union/Union européenne									15 023	14 328	18 386	37 621
	Total	90 530	65 186	2	72	66 002	76 149	101 138	88 919	125 194	142 100	86 562	153 010
Mauritania/ Mauritanie	European Union-type/Type Union européenne (Lettonie)				32 168	8 356	4 645	7 345	15 202	11 201	9 905	12 032	15 506
	European Union-type/Type Union européenneHollande												5 747
	Non-European Union/Non-Union européenne				101 050	88 210	33 314	26 101	64 974	57 036	34 515	63 237	78 576
	Artisanal/Artisanale				0	0	1	0*	1	25	80		
	Senneurs côtiers (<60m)												
	Chalutiers côtiers												
	Total	65 074	65 662	104 615	133 218	96 566	37 961	33 446	80 177	68 262	44 500	75 269	99 829
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle	51	13	27	0	1	71	0	0	116	39		
	Industrial Senegalese/ Industrielle sénégalaise											35	25
	Industrial Russian Federation/Industrielle la Fédération de Russie											1 174	9 345
	Artisanal/Artisanale	2 772	1 936	8 869	14 173	3 941	5 781	3 428	4 383	2 481	5 083		
	Artisanal ST/ Artisanale ST											9 302	7 337
	Artisanal FME/ Artisanale FME											0	177
	Artisanal other/ Artisanale autre											990	2 829
	Total	2 823	1 949	8 896	14 173	3 942	5 852	3 428	4 383	2 597	5 122	11 502	19 713
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	98	107	125	187	148	120	121	53	30	32	67	55
	Artisanal/ Artisanale	42	62	219	121	128	66	156	208	96	101	245	224
	Total	140	169	344	308	276	186	277	261	126	133	312	279
Senegal + Gambia/Sénégal + Gambie		2 963	2 118	9 240	14 481	4 218	6 038	3 705	4 644	2 723	5 255	11 814	19 992
Total Southern Fishery/Total pêcheurie Sud		158 567	132 966	113 857	147 771	166 785	120 148	138 289	173 740	196 179	191 856	173 644	272 831
Total Northern and Southern/Total Nord et Sud		191 727	158 585	136 557	182 237	222 784	182 050	206 266	257 544	268 325	243 931	224 608	321 941

Catch/Capture Zone A+B	27 548	23 708	16 921	28 427	48 825	49 533	56 880	69 200	61 632	39 189	32 224	28 305

This second part of the table was modified in the WG 2011; * 1 824 tonnes were caught in Mauritania/Mauritanie 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)./Cette deuxième partie du tableau a été modifiée dans le GT 2011; * 1 824 tonnes ont été capturées en Mauritanie/Mauritanie et déclarées dans les débarquements du Sénégal dans le cadre des accords de pêche. La capture artisanale en 2007 du Sénégal est estimée par les quatre dernières années. Note: Dans la zone C au nord du Cap Blanc, les bateaux sont des navires exploités dans le cadre d'accords de location ou de joint ventures (Fédération de Russie, Ukraine et autres).

Table/tableau 5.2.1 (cont.): Catch (tonnes) of *Scomber colias* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber colias* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine	23 495	21 391	16 018	15 485	17 412	23 520	13 740	18 090	15 689
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	16 428	16 095	17 596	17 385	13 479	13 570	13 111	19 311	16 368
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine	10 386	11 654	6 744	40 287	66 660	5 552	55 842	70 440	56 846
Total Northern Fishery/Total pêcheurie nord		50 309	49 140	40 358	73 157	97 551	42 642	82 694	107 841	
Zone C, Cap Boujdour to C. Blanc/ Zone C, Cap Boujdour à C. Blanc	Moroccan/ Marocaine	80 078	112 915	144 042	96 019	119 904	91 502	74 763	103 133	96 862
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	13 735	62 652	38 008	49 586	57 434	78 498	66 738	68 901	14 664
	Ukraine & others/Ukraine et autres	0								
	European Union/Union européenne	0		22 863	21 538	23 354	27 629	198	23 842	38 614
	Total	93 813	175 567	204 913	167 143	200 692	197 629	141 699	195 875	150 140
Mauritania/ Mauritanie	European Union-type/Type Union européenne (Lettonie)	10 118	28 116				12 517	34 327	28 465	5 961
	European Union-type/Type Union européenneHollande	1 357	1 374	1 658			2 034			
	Non-European Union/Non-Union européenne	46 277	11 900	81 249	86 208	78 255	89 411	141 406	15 0891	60 998
	Artisanal/Artisanale		131		83			2 492	536	1 908
	Seineurs côtiers (<60m)					3 671	16 922	13 534	14 887	45 035
	Chalutiers côtiers						2 456	1 964		
	Total	57 752	41 521	82 908	86 291	81 926	123 340	193 723	194 779	113 902
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle									
	Industrial Senegalese/Industrielle sénégalaise	50								
	Industrial Russian Federation/Industrielle la Fédération de Russie	6 548								
	Artisanal/Artisanle									
	Artisanal ST/Artisanale ST	15 631	10 864	14 118	21 541	15 898	14 610	21 872	32 683	26 135
	Artisanal FME/Artisanale FME	0	6	60		61	0	528	788	1
	Artisanal other/Artisanale autre	2 500	1 327	1 549	2 070	3 236	2 136	8 433	12 602	1 184
	Total	24 729	12 197	15 727	23 611	19 195	16 746	30 833	46 074	27 320
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle	0					19			
	Artisanal/Artisanale	123		162	723	852	327		28	240
	Total	123	0	162	723	852	346	352	28	240
Senegal + Gambia/Sénégal + Gambie		24 852	12 197	15 889	24 334	20 047	17 073	352	46 102	27 560
Total Southern Fishery/Total pêcheurie Sud		176 417	229 285	303 709	277 768	302 664	338 061	335 774	436 756	291 602
Total Northern and Southern/ Nord et Sud		226 726	278 425	344 068	350 925	400 215	380 703	418 467	544 597	380 505

Catch Zone A+B/Capture Zone A+B	26 814	27 749	24 340	57 672	80 139	19 122	68 953	89 752	73 213

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)./Cette deuxième partie du tableau a été modifiée dans le GT 2011; * 1 824 tonnes ont été capturées en Mauritanie et déclarées dans les débarquements du Sénégal dans le cadre des accords de pêche. La capture artisanale du Sénégal en 2007 est estimée par les quatre dernières années. Note: Dans la zone C au nord du Cap Blanc, les bateaux sont des navires exploités dans le cadre de contrats de location ou de joint-ventures (Fédération de Russie, Ukraine et autres).

Table/tableau 5.2.1 (cont.): Catch (tonnes) of *Scomber colias* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) de *Scomber colias* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Canary Island (Spain)/ Îles Canaries (Espagne)	Purse seiner Canary Island/ Sennneur Îles Canaries	889	696	712	706	987	1 105	1 149	710
Total		889	696	712	706	987	1 105	1 149	710

Table/tableau 5.3.1: CPUE of *Scomber colias*, catch (tonnes) and effort (fishing days) standardized to units of rtms (Russian Federation) and t/positive trips of purse seiners from Morocco/CPUE de *Scomber colias*, capture (tonnes) et effort (jours de pêche) standardisés aux unités de rtms (la Fédération de Russie) et t/sorties positives des senneurs du Maroc.

Year/Année	Catch/Captures (tonnes)			Standardized effort (fishing days RTMS)/ Effort standardisé (jours de pêche RTMS)			CPUE Zone A+B+C (tonnes/RTMS day)/ (tonnes/jour RTMS)	Catch/Capture Zone (A+B)	Effort Zone (A+B)	CPUE Zone A+B (tonnes/day Moroccan purse seiners/ (tonnes/jour senneurs marocains) (tonnes)
	South/ Sud	North/ Nord	Total	South/ Sud	North/ Nord	Total				
1992	22 623	13 244	35 867	425	249	674	53.2	12 193	31 301	0.39
1993	26 072	15 639	41 711	447	268	715	58.3	14 458	33 842	0.43
1994	55 465	36 979	92 444	1 098	732	1 831	50.5	35 270	36 894	0.96
1995	119 824	27 351	147 175	2 278	520	2 798	52.6	25 672	36 268	0.71
1996	169 428	15 507	184 935	3 246	297	3 543	52.2	14 621	33 755	0.43
1997	186 660	27 697	214 357	3 825	568	4 393	48.8	25 473	45 716	0.56
1998	194 073	10 983	205 056	4 120	233	4 354	47.1	10 121	33 436	0.30
1999	126 595	15 788	142 383	3 007	375	3 382	42.1	12 435	37 415	0.33
2000	158 567	33 160	191 727	3 197	669	3 865	49.6	27 548	50 165	0.55
2001	132 966	25 619	158 585	2 353	453	2 807	56.5	23 708	27 831	0.85
2002	113 857	22 700	136 557	2 797	558	3 355	40.7	16 921	52 200	0.32
2003	147 771	34 465	182 237	3 151	735	3 886	46.9	28 427	47 104	0.60
2004	166 785	55 999	222 784	3 317	1 114	4 431	50.3	48 825	48 030	1.02
2005	120 148	61 902	182 050	2 888	1 488	4 376	41.6	49 533	40 461	1.22
2006	138 289	67 977	206 266	3 381	1 662	5 043	40.9	56 880	34 724	1.64
2007	173 740	83 804	257 544	4 227	2 039	6 266	41.1	69 200	24 991	2.77
2008	196 179	72 146	268 325	4 156	1 529	5 685	47.2	61 632	30 380	2.03
2009	191 856	52 075	243 931	3 868	1 050	4 918	49.6	39 189	30 398	1.29
2010	173 644	50 963	224 608	4 134	1 213	5 348	42.0	32 224	27 198	1.18
2011	268 161	49 110	317 271	6 355	1 164	7 518	42.2	28 305	22 499	1.26
2012	168 600	50 309	218 908					26 814	24 907	1.08
2013	229 285	49 140	278 425	6 589	1 412	8 001	34.8	27 749	21 204	1.31
2014	303 548	40 358	343 906	7 126	947	8 073	42.6	24 340	31 572	0.77
2015	277 045	73 157	350 202	7 549	1 993	9 542	36.7	57 672	37 966	1.52
2016	327 292	97 551	424 843	8 846	2 637	11 483	37.0	80 139	32 057	2.50
2017	352 816	42 642	395 458	9 070	1 096	10 166	38.9	19 122	31 421	0.61
2018	366 607	82 694	449 300	8 506	1 919	10 425	43.1	68 953	34 010	2.03
2019	436 756	107 841	544 597	10 575	2 611	13 186	41.3	89 751	37 682	2.38
2020	291 602	88 902	380 505	7 040	2 146	9 187	41.4	73 213	34 897	2.10

Table/tableau 5.4.1: Sampling intensity of *Scomber colias* by country (zone) and fleet/Intensité d'échantillonnage de *Scomber colias* par pays (zone) et flottille.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Morocco Zone North/Maroc Zone nord	Moroccan/Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	2 779	2 533	3 847	6 528	15 687
		number of samples/nombre d'échantillons	5	14	34	46	99
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	287	886	2 391	3 257	6 821
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	1 714	3 298	3 079	8 277	16 368
		number of samples/nombre d'échantillons	8	25	32	27	92
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	392	1 407	1 822	1 400	5 021
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco Zone B	Moroccan/Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	7 151	13 041	21 736	14 918	56 846
		number of samples/nombre d'échantillons	1	10	14	22	47
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	102	858	1 399	2 005	4 364
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Morocco Zone C/ Maroc zone C	Moroccan/Marocaine	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	11 031	18 921	43 968	22 942	96 862
		number of samples/nombre d'échantillons	3	4	6	8	21
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	86	136	333	182	737
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
North of C. Blanc/	Russian Federation/ la	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	14 664	0	0	0	14 664

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Nord du C. Blanc	Fédération de Russie	number of samples/nombre d'échantillons	36	0	0	0	36
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	457	0	0	0	457
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Mauritania/ Mauritanie	Toutes flottilles PI (IMROP sampling)/ (échantillonnage IMROP)	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	20 092	30 326	17 694	43 882	111 994
		number of samples/nombre d'échantillons	17	2		25	44
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	350	72		2 092	2 514
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	2 353	5 994	1 113	1 041	10 501
		number of samples/nombre d'échantillons	0	6	13	42	61
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	0	1 313	1 914	3 352	6 579
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	57	170	311	538
	European Union/Union européenne	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Senegal/ Sénégal	Industrial/ Industrielle	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	18 347	1 298	74	7 603	27 320
		number of samples/nombre d'échantillons	496	218	23	290	1 027
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	4 784	1 644	168	3 035	9 631
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Gambia/ Gambie	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
Canary Islands/ Iles Canaries	Spain (Artisanal)/ Espagne (artisanale)	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	160	222	221	107	710
		number of samples/nombre d'échantillons	2	0	1	4	7
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	349	0	70	441	860
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

Table/tableau 5.5.2a: Catch-at-age (thousands of individuals) of *Scomber colias*/Capture par âge (milliers d'individus) de *Scomber colias*.**Catch-at-age Northern fishery/Captures par âge Pêche au Nord**

Age/Âge	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	2 299	261	1 463	110	88	62 610	37	12 152	71	2 958	41	134 681	172	17 591	985 974	283 295	321 285
1	7 459	548	16 048	23 752	9 202	17 556	20 443	58 920	13 565	36 671	76 482	108 040	396 062	464 539	172 745	555 521	332 336
2	2 652	2 867	16 854	30 898	49 999	18 056	27 984	47 172	54 090	22 756	20 362	36 925	68 406	156 846	192 038	134 880	276 483
3	3 398	4 228	17 428	17 596	25 258	7 262	11 561	7 238	42 175	34 080	24 875	43 854	27 828	25 584	45 208	11 291	26 548
4	3 190	2 526	21 556	13 093	7 017	6 817	6 161	3 283	15 927	11 714	12 423	9 737	10 841	22 394	3 717	1 478	1 746
5	3 449	2 615	16 079	7 970	1 735	7 307	1 509	906	1 988	1 610	2 643	7 335	1 814	6 857	241	18	116
6+	6 680	11 654	18 640	9 813	261	21 812	496	341	429	601	611	3 029	183	542	27	3	21

Age/Âge	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	30 340	7	548 601	600 973	268 866	91 208	299 810	821 875	838 614	1 029 973	1 685 453	376 400
1	118 696	5 675	332 461	408 705	245 790	141 543	683 761	530 558	5 639	352 003	522 993	498 338
2	327 944	28 389	67 737	183 069	28 388	27 435	67 224	17 430	492	9 991	3 616	50 916
3	32 741	94 314	13 056	139 461	20 382	1 844	16 359	1 698	38	2 244	116	4 574
4	6 712	53 450	8 859	61 310	4 008	130	359	547	0	11 702	535	8 089
5	131	9 052	8 248	23 697	213	43	2	19	0	1 858	67	1 629
6+	11	183	2 218	13 282	58	0	0	0	0	607	0	66

Table/tableau 5.5.2a (cont.): Catch-at-age (thousands of individuals) of *Scomber colias*/Capture par âge (milliers d'individus) de *Scomber colias*.**Catch-at-age Southern fishery/Capture par âge Pêche au sud**

Age/Âge	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0													14	2 828	48 580	60 034	342 712
1	8 183	4 498	35 055	46 550	17 925	31 292	20 329	92 849	2 308	34 078	23 922	360 111	86 010	26 975	246 942	251 289	518 369
2	13 009	13 590	129 184	99 270	180 866	94 725	113 192	49 287	40 097	24 917	203 398	347 178	356 013	56 844	160 077	221 902	816 428
3	19 745	19 296	79 351	97 803	167 190	71 091	140 459	48 866	125 987	160 809	99 517	122 761	148 921	123 936	191 236	177 324	311 983
4	9 973	9 453	17 871	103 182	102 857	124 697	151 813	70 084	82 484	74 060	57 191	54 356	55 508	101 899	122 681	121 831	100 892
5	4 008	4 115	6 065	51 575	92 490	101 892	100 758	64 717	16 667	20 819	26 989	22 823	33 517	80 169	86 385	36 092	40 935
6+	4 238	9 194	5 944	22 260	40 602	83 725	48 929	52 657	61 975	36 486	30 255	6 049	37 690	41 780	47 617	8 744	12 053

Age/Âge	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	7 209	2 278	768 830	6 349	114 859	288 572	273 906	432 790	969 592	525 041	458 428	72 040
1	225 579	159 750	390 174	30 151	1 009 914	476 174	763 496	655 772	614 829	801 877	832 895	268 836
2	679 840	188 855	682 111	34 300	372 223	547 341	258 315	314 847	473 432	497 226	297 622	178 431
3	233 870	95 783	327 851	63 509	172 575	378 463	228 759	199 109	198 703	389 708	349 020	180 691
4	48 439	49 886	66 653	57 680	70 518	96 770	205 770	201 482	169 642	314 075	275 964	236 664
5	21 783	64 998	80 309	42 712	73 219	45 606	171 353	98 679	77 422	34 416	72 386	80 563
6+	8 044	112 494	28 567	43 966	26 852	9 532	42 286	29 804	37 237	15 698	8 788	31 259

Table/tableau 5.5.2a (cont.): Catch-at-age (thousands of individuals) of *Scomber colias*/Capture par âge (milliers d'individus) de *Scomber colias*.**Catch-at-age Northern+Southern fishery/Capture par âge Nord + Pêche au Sud**

Age/Âge	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0	2 299	261	1 463	110	88	62 610	37	12 152	71	2 958	41	134 681	186	20 419	1 034 554
1	15 642	5 046	51 103	70 302	27 127	48 848	40 772	151 769	15 873	70 749	100 404	468 151	482 072	491 514	419 686
2	15 661	16 457	146 038	130 168	230 865	112 781	141 176	96 459	94 187	47 673	223 760	384 103	424 419	213 690	352 114
3	23 143	23 524	96 779	115 399	192 448	78 353	152 020	56 104	168 162	194 889	124 392	166 615	176 749	149 519	236 444
4	13 163	11 979	39 427	116 275	109 874	131 514	157 974	73 367	98 411	85 774	69 614	64 093	66 349	124 293	126 398
5	7 457	6 730	22 144	59 545	94 225	109 199	102 267	65 623	18 655	22 429	29 632	30 158	35 331	87 026	86 627
6+	10 918	20 848	24 584	32 073	40 863	105 537	49 425	52 998	62 404	37 087	30 866	9 078	37 873	42 322	47 644

Age/Âge	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	343 329	663 996	37 549	2 285	1 317 431	607 322	383 726	379 780	573 716	1 254 665	1 808 206	1 555 014	2 143 882	448 440
1	806 810	850 706	344 275	165 425	722 635	438 856	1 255 704	617 717	1 447 257	1 186 331	620 468	1 153 880	1 355 889	767 174
2	356 782	1 092 911	1 007 784	217 245	749 847	217 369	400 610	574 776	325 539	332 277	473 923	507 217	301 238	229 347
3	188 615	338 531	266 611	190 097	340 906	202 970	192 957	380 306	245 118	200 807	198 742	391 952	349 136	185 265
4	123 309	102 638	55 151	103 336	75 512	118 991	74 527	96 900	206 129	202 029	169 642	325 777	276 500	244 753
5	36 110	41 051	21 915	74 050	88 557	66 409	73 432	45 649	171 355	98 699	77 422	36 274	72 453	82 192
6+	8 748	12 074	8 055	112 678	30 785	57 248	26 911	9 532	42 286	29 805	37 237	16 305	8 788	31 324

Age-length key from Russian Federation only/Clé de longueur d'âge de la Fédération de Russie uniquement

Table/tableau 5.5.2b: Mean weight-at-age (kg) of *Scomber japonicus*/Poids moyen par classe d'âge (kg) de *Scomber japonicus*.

Age/Âge	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0																	
1	0.12	0.12	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.11	0.12	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.07	0.07
2	0.21	0.21	0.15	0.13	0.12	0.13	0.14	0.19	0.18	0.21	0.16	0.16	0.14	0.12	0.10	0.10	0.10
3	0.35	0.35	0.25	0.23	0.22	0.21	0.23	0.27	0.31	0.28	0.28	0.27	0.23	0.20	0.13	0.18	0.16
4	0.51	0.51	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34	0.39	0.44	0.45	0.36	0.37	0.41	0.27	0.21	0.26	0.26
5	0.73	0.73	0.52	0.50	0.50	0.50	0.49	0.53	0.57	0.60	0.43	0.45	0.64	0.38	0.32	0.41	0.35
6+	0.96	0.88	0.69	0.91	0.72	0.77	0.89	0.75	1.08	0.91	0.62	0.54	0.86	0.56	0.48	0.54	0.83

Age/Âge	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0					0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.08
1	0.09	0.13	0.075	0.06	0.07	0.09	0.06	0.08	0.09	0.07	0.08	0.10
2	0.11	0.16	0.134	0.11	0.12	0.15	0.09	0.13	0.15	0.14	0.16	0.13
3	0.18	0.23	0.170	0.19	0.17	0.24	0.14	0.19	0.21	0.22	0.27	0.24
4	0.34	0.29	0.254	0.26	0.35	0.34	0.27	0.36	0.38	0.36	0.46	0.38
5	0.69	0.41	0.392	0.36	0.51	0.48	0.41	0.58	0.62	0.56	0.74	0.66
6+	0.85	0.59	0.627	0.63	0.68	0.85	0.74	0.71	0.87	0.86	1.01	0.92

Table/tableau 5.6.3a: Chub mackerel fishing mortalities and residuals per year, as estimated in ICA final run/Mortalités par pêche et résiduels par an résultant des analyses avec ICA.

Fishing Mortality ICA/Mortalités par pêche ICA

Age/Âge	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	0.00	0.00	0.13	0.04	0.10	0.01	0.00	0.15	0.07	0.07	0.04	0.11	0.12	0.12	0.16	0.15	0.09
1	0.16	0.17	0.08	0.12	0.09	0.09	0.05	0.14	0.09	0.28	0.22	0.20	0.22	0.23	0.32	0.30	0.19
2	0.35	0.14	0.25	0.20	0.41	0.47	0.10	0.51	0.08	0.16	0.28	0.18	0.20	0.21	0.20	0.19	0.12
3	0.19	0.29	0.31	0.62	0.32	0.31	0.21	0.33	0.36	0.13	0.31	0.24	0.27	0.27	0.38	0.35	0.22
4	0.13	0.27	0.60	0.51	0.93	0.09	0.26	0.16	0.26	0.30	0.12	0.48	0.53	0.54	0.63	0.59	0.37
5	0.39	0.35	0.44	0.55	0.61	0.46	0.23	0.53	0.30	0.35	0.43	0.41	0.46	0.47	0.41	0.38	0.24

Residuals ICA/Résiduels ICA

Age/Âge	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	1.00	1.08	0.40	0.73	0.09	0.39	-0.31	0.44	1.06	0.77	0.88	0.44	0.08	0.72	0.58	-0.07	1.00
1	1.07	0.13	0.80	0.53	0.96	1.33	-0.35	1.03	-0.24	0.30	-0.07	-0.73	-0.36	-0.23	-0.83	-0.89	1.07
2	0.05	0.48	0.64	1.29	0.31	0.51	-0.04	0.21	-0.86	0.02	-0.35	-0.33	-0.77	-0.23	-0.45	-0.66	0.05
3	-0.60	0.18	1.07	0.83	1.18	-0.99	-0.07	-0.76	-0.24	-1.23	-0.12	-0.04	0.27	0.33	-0.09	0.13	-0.60
4	0.44	0.33	0.65	0.81	0.63	0.57	-0.29	0.35	-0.17	-0.01	-0.17	-0.11	0.03	-0.48	-0.50	-0.16	0.44
5	0.47	0.36	0.69	0.84	0.66	0.60	-0.26	0.38	-0.14	0.03	-0.21	-0.21	-0.07	-0.29	-0.60	-0.74	0.47
6	1.00	1.08	0.40	0.73	0.09	0.39	-0.31	0.44	1.06	0.77	0.88	0.44	0.08	0.72	0.58	-0.07	1.00

Table/tableau 5.6.3b: Chub mackerel. Fishing mortalities and residuals per year from XSA final run/mortalités par pêche et résiduels par an résultant des analyses avec XSA.

Fishing Mortality XSA/Mortalité par pêche XSA

Age/Âge	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	0.00	0.00	0.09	0.04	0.08	0.01	0.00	0.13	0.06	0.04	0.05	0.14	0.21	0.17	0.23	0.13	0.00
1	0.10	0.12	0.07	0.09	0.08	0.07	0.05	0.14	0.24	0.19	0.28	0.19	0.13	0.28	0.30	0.16	0.10
2	0.19	0.08	0.17	0.17	0.28	0.40	0.08	0.44	0.13	0.23	0.20	0.13	0.15	0.20	0.15	0.10	0.19
3	0.09	0.13	0.16	0.36	0.25	0.18	0.17	0.25	0.12	0.24	0.20	0.25	0.15	0.25	0.30	0.18	0.09
4	0.06	0.11	0.21	0.20	0.38	0.07	0.13	0.13	0.22	0.11	0.28	0.37	0.51	0.58	0.40	0.51	0.06
5	0.12	0.13	0.15	0.13	0.17	0.11	0.17	0.22	0.23	0.28	0.43	0.29	0.33	0.27	0.34	0.27	0.12

Residuals XSA/Résiduels XSA

Age/Âge	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	-5.78	-2.27	0.95	0.20	0.58	-1.28	-4.15	0.80	0.24	-0.27	-0.24	0.53	0.97	0.71	0.75	0.74	-5.78
1	0.03	0.30	-0.17	-0.08	-0.32	-0.13	-0.47	-0.02	0.30	0.24	0.25	-0.15	-0.25	0.23	0.11	-0.09	0.03
2	0.64	-0.24	0.63	0.57	0.76	1.37	-0.35	1.06	-0.24	0.32	-0.02	-0.54	-0.30	-0.09	-0.64	-0.66	0.64
3	-0.27	0.10	0.37	1.15	0.51	0.39	0.18	0.36	-0.45	0.18	-0.16	-0.08	-0.46	-0.06	-0.12	-0.31	-0.27
4	-0.95	-0.24	0.43	0.35	0.67	-0.80	-0.29	-0.55	-0.11	-0.80	-0.08	0.07	0.51	0.54	-0.07	0.51	-0.95
5	-0.18	-0.03	0.15	-0.08	-0.07	-0.23	0.00	0.05	-0.02	0.15	0.40	-0.10	0.14	-0.18	-0.16	-0.06	-0.18
6	-5.78	-2.27	0.95	0.20	0.58	-1.28	-4.15	0.80	0.24	-0.27	-0.24	0.53	0.97	0.71	0.75	0.74	-5.78

Table/tableau 5.7.2: *Scomber colias*. Short term projections. Spawning stock biomass and catch in tonnes/*Scomber colias*. Prévision à court terme. Biomasse et capture du stock reproducteur en tonnes.

2021						
Biomass/ Biomasse	SSB	F _{Mult}	F _{Bar}	Landings/ Débarquements		
1 869 021	1 275 252	0.7832	0.2581	364 816		

2022					2023	
Biomass/ Biomasse	SSB	F _{Mult}	F _{Bar}	Landings/ Débarquements	Biomass/ Biomasse	SSB
1 762 600	1 237 422	0	0	0	1 975 670	1 415 697
.	1 237 422	0.1	0.033	53 103	1 928 797	1 373 895
.	1 237 422	0.2	0.0659	104 600	1 883 434	1 333 512
.	1 237 422	0.3	0.0989	154 548	1 839 525	1 294 496
.	1 237 422	0.4	0.1318	203 002	1 797 017	1 256 794
.	1 237 422	0.5	0.1648	250 014	1 755 858	1 220 358
.	1 237 422	0.6	0.1977	295 635	1 716 001	1 185 141
.	1 237 422	0.7	0.2307	339 914	1 677 399	1 151 097
.	1 237 422	0.8	0.2636	382 898	1 640 005	1 118 183
.	1 237 422	0.9	0.2966	424 632	1 603 778	1 086 357
.	1 237 422	1	0.3296	465 159	1 568 676	1 055 580
.	1 237 422	1.1	0.3625	504 520	1 534 658	1 025 812
.	1 237 422	1.2	0.3955	542 756	1 501 687	997 018
.	1 237 422	1.3	0.4284	579 904	1 469 725	969 161
.	1 237 422	1.4	0.4614	616 002	1 438 738	942 208
.	1 237 422	1.5	0.4943	651 086	1 408 690	916 126
.	1 237 422	1.6	0.5273	685 189	1 379 551	890 885
.	1 237 422	1.7	0.5602	718 344	1 351 288	866 452
.	1 237 422	1.8	0.5932	750 584	1 323 871	842 801
.	1 237 422	1.9	0.6261	781 937	1 297 270	819 903

Table/tableau 6.2.1: Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Zone North/ Zone Nord	Moroccan/Marocaine										
	Spanish/Espagnole										
Zone A	Moroccan/Marocaine										
Zone B	Moroccan/Marocaine										
Zone C, C. Blanc N	Moroccan/Marocaine										
	Russian Federation/ la Fédération de Russie										
	Ukrainian and others/ Ukrainienne et autres										
	European Union/Union européenne										
Total Morocco/Maroc		10 324	19 125	16 635	10 310	7 516	10 257	12 039	24 697	40 403	30 373
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation, Ukrainian and others/ la Fédération de Russie, ukrainienne et autres										
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland/Lituanie, Lettonie, Estonie et Pologne										
Total Mauritania/Mauritanie			8 279	17 358	6 489	2 612	986	3 609	34 511	79 162	93 164
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle										
	Artisanal/Artisanale										
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle										
	Artisanal/Artisanale										
TOTAL		10 324	27 404	33 993	16 799	10 128	11 243	15 648	59 208	119 565	123 537

Table/tableau 6.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Zone North/ Zone Nord	Moroccan/Marocaine					1 561	1 837	1 440	3 212	3 175	3 137	10 357	10 571
	Spanish/Espagnole								928	1 008	775	970	724
Zone A	Moroccan/Marocaine					5 380	2 393	1 407	6 158	5 364	5 367	17 729	22 594
Zone B	Moroccan/Marocaine					126	1 538	6 828	8 601	10 237	7 125	6 150	4 838
Zone C, C. Blanc N	Moroccan/Marocaine						305	362	0	0	1	0	0
	Russian Federation / la Fédération de Russie									27	780	877	348
	Ukrainian and others/ Ukrainienne et autres										3	0	0
	European Union/Union européenne										7	8	0
Total Morocco/Maroc		22 096	47 417	18 473	17 000	7 068	6 073	10 037	18 899	19 811	17 195	36 092	39 075
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation, Ukrainian and others/ la Fédération de Russie, ukrainien et autres					104 934	51 589	74 691	86 538	71 078	74 215	80 555	77 260
	Mauritanian coastal seinners/ Senneurs côtiers mauritaniens												
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland/Lituanie, Lettonie, Estonie et Pologne	104 090	105 350	136 232		31 843	26 501	35 249	34 258	31 222	24 233	32 874	34 076
Total Mauritania/Mauritanie					162 854	136 777	78 090	109 940	120 796	102 300	98 448	113 429	111 336
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle												
	Artisanal/Artisanale												
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle												
	Artisanal/Artisanale	126 186	152 767	154 705									
TOTAL					179 854	143 845	84 163	119 977	139 695	122 111	115 643	149 521	150 411

Table/tableau 6.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* by zone, fleet and year/Captures (en tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Zone North/Nord	Moroccan/Marocaine	12 084	8 642	6 169	9 192	5 532	8 067	2 506	1 635	3 287
	Spanish/Espagnole	0	0	0.1	553	241	1 094	113	16	479
Zone A	Moroccan/Marocaine	28 781	11 569	6 396	12 047	12 679	8 530	6 465	9 024	34 894
Zone B	Moroccan/Marocaine	11 144	14 400	4 931	3 100	8 679	889	13 497	8 605	11 484
Zone C, C. Blanc N	Moroccan/Marocaine	0	0	19	2	42			3	1
	Russian Federation/ la Fédération de Russie	0	33	2	7	9				
	Ukrainian and others/Ukrainienne et autres	0	0	---						
	European Union/Union européenne	0	0	4	0	5	23			
Total Morocco/Maroc		52 009	34 644	17 522	24 901	27 187	18 603	22 581	19 283	50 144
Mauritania/ Mauritanie	Russian Federation, Ukrainian and others/ la Fédération de Russie, ukrainienne et autres	48 048	2 310		1 438	645	729	530		
	Mauritanian coastal seinners/ Senneurs côtiers mauritaniens					608	422	788	254	475
	Lithuania, Latvia, Estonia and Poland/Lituanie, Lettonie, Estonie et Pologne	14 976	263			126	341	172	260	9
Total Mauritania/Mauritanie		63 024	2 573	1 646	1 438	1 379	1 492	1 490	514	485
Senegal/ Sénégal	Industrial/Industrielle									
	Artisanal/Artisanale									
Gambia/ Gambie	Industrial/Industrielle									
	Artisanal/Artisanale									
TOTAL		115 033	37 217	19 168	26 339	28 566	20 095	24 071	19 797	50 629

Table/tableau 6.3.2a: Biomass estimates (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* with R/V *Al-Awam*/Estimations de la biomasse (tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* avec le N/R *Al-Awam*.

Survey/ Campagne	Cap Timiris-Cap Blanc	Saint Louis-Cap Timiris	Total
Jun-03	333 122	-	333 122
Dec-03	53 789	9 754	63 544
Apr-04	248 996	79 495	328 490
Nov-04	16 160	0	16 160
Mar-05	5 969	1 727	7 695
Nov-05	44 842	0	44 842
Mar-06	27 536	483	28 019
Nov-07	18 888	0	18 888
Mar-08	21 000	7 000	28 000
Nov-08	24 000	0	24 000
Mar-09	19 400	110 700	130 100
Jul-09	0	0	0
Nov-09	500	0	500
Jul-10	0	0	0
Nov-10	4 300	0	4 300
Jul-12	148 900	176 500	325 400
Jul-13	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne
Nov-13	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne
Jul-14	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne
Nov-14	102 000	0	102 000
Jul-15	0	0	0
2016	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne
2017	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne	No Survey/ Aucune campagne
Mar-18	55 000	1 600	56 600
Jul-18	18 300	1 364	19 664
Aug-19	15 000	27 000	42 000
2020	NO SURVEY/AUCUNE CAMPAGNE		

Table/tableau 6.3.2b: Biomass estimates (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* with R/V *Al-Amir Moulay Abdallah*/Estimations de la biomasse (tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* avec le N/R *Al-Amir Moulay Abdallah*.

Survey/ Campagne	Cap Cantin-Cap Bojador	Cap Bojador-Cap Blanc	Total
Dec-03	14 000	-	14 000
Dec-04	4 000	-	4 000
Dec-05	32 000	-	32 000
Jun-06	0	-	0
Dec-06	0	25 000	25 000
Jun-07	140 000	0	140 000
Dec-07	118 000	28 000	146 000
Jun-08	161 000	23 000	184 000
Dec-08	71 000	35 000	106 000
Jul-09	0	5 000	5 000
Dec-09	74 000	1 000	75 000
Jun-10	52 000	5 000	57 000
Dec-10	123 000	68 000	191 000
Jul-11	179 000	58 000	237 000
Nov-11	225 000	22 000	247 000
Jul-12	92 000	111 000	203 000
Nov-12	56 000	30 000	86 000
Nov-13	40 000	13 000	53 000
Nov-14	40 000	58 000	98 000
Nov-15	67 000	33 000	100 000
Nov-16	41 000	38 000	79 000
Nov-17	41 059	11 412	52 471
Nov-18	83 000	7 000	90 000
Nov-19	237 000	58 000	295 000
2020	NO SURVEY/AUCUNE CAMPAGNE		

Table/tableau 6.4.1: Sampling intensity of *Engraulis encrasicolus* by country (zone) and fleet/Intensité d'échantillonnage d'*Engraulis encrasicolus* par pays (zone) et flottille.

Country/Pays	Fleet/Flottille		Q1	Q2	Q3	Q4	2020
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Spanish/Espagnole	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes	29	165	284	1	479
		number of samples/nombre d'échantillons	2	5	3	0	10
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	157	363	167	0	687
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
Morocco Zone North/ Maroc Zone Nord	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes	465 795	1 096 579	1 269 677	454 768	3 286 819
		number of samples/nombre d'échantillons		9	3	5	17
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés		1 133	239	683	2 055
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
Morocco Zone A/ Maroc Zone A	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes	1 463 5521	8 731 793	6 994 485	4 532 110	34 893 909
		number of samples/nombre d'échantillons	123	74	69	38	304
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	17 207	8 795	8 446	4 671	39 119
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
Morocco Zone B/ Maroc Zone B	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes	38 388	7 780 350	2 468 354	1 196 661	11 483 753
		number of samples/nombre d'échantillons	4	43	12	10	69
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	594	4 023	1 462	1 014	7 093
		number of fish aged/nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	0
Zone C, north of C. Blanc/nord de Cap Blanc	Moroccan/ Marocaine	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					

Mauritania/ Mauritanie		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/ nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	
	European Union/Union européenne	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/ nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Russian Federation, Ukrainian and others/ la Fédération de Russie, ukrainienne et autres	total catch in tonnes/ captures totales en tonnes					
		number of samples/nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		number of fish aged/ nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					
	Others/ Autres	total catch in tonnes/captures totales en tonnes	128 550	98 207	27 290	221 200	475 247
		number of samples/ nombre d'échantillons	4	0	0	0	4
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés	347				347
		number of fish aged/ nombre de poissons dont l'âge a été déterminé	0	0	0	0	
	Artisanal/ Artisanale	total catch in tonnes/captures totales en tonnes					
		number of samples/ nombre d'échantillons					
		number of fish measured/nombre de poissons mesurés					
		Number of fish aged/ nombre de poissons dont l'âge a été déterminé					

Table/tableau 6.5.2a: Length composition of *Engraulis encrasicolus* in Morocco Zone North by Spanish fleet/Composition de taille d'*Engraulis encrasicolus* au Maroc Zone Nord pour les bateaux Espagnols.

Zone: North/Nord					
(cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	2020
6					
6.5					
7					
7.5					
8					
8.5					
9					
9.5					
10					
10.5					
11					
11.5					
12					
12.5	0	0	97	0	97
13	0	25	390	0	415
13.5	0	107	3315	0	3 422
14	20	374	1 560	0	1 953
14.5	57	617	466	0	1 140
15	95	515	547	0	1 158
15.5	63	711	561	0	1 334
16	109	409	580	0	1 097
16.5	218	124	1 050	0	1 392
17	256	25	1 976	0	2 257
17.5	85	0	586	0	671
18	9	0	73	0	83
18.5					
19					
19.5					
20					
Total (milliers)	912	2 906	11 201	0	15 019
Captures (t)	29	165	284	1	479
Poids moyen g	16	15	15		15
Taille moyenne (cm)	16	15	15		15

Table/tableau 6.5.2b: Length composition of *Engraulis encrasicolus* in Morocco Zone North by Morocco fleets/Composition de taille d'*Engraulis encrasicolus* au Maroc Zone Nord pour les bateaux Marocains.

Zone: North/Nord					
(cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	2020
6		0	0	0	0
6.5		0	0	0	0
7		0	0	0	0
7.5		0	0	0	0
8		0	0	0	0
8.5		0	0	0	0
9		0	0	0	0
9.5		0	654 604	0	654 604
10		0	1 309 209	0	1 309 209
10.5		0	1 309 209	42 219	1 351 428
11		665 212	1 963 813	206 944	2 835 969
11.5		1 663 030	5 236 836	872 252	7 772 117
12		4 325 514	18 591 955	3 073 903	25 991 372
12.5	NO SAMPLING/ PAS D'ÉCHANTILLONNAGE	7 138 520	23 807 478	3 968 027	34 914 025
13		7 161 112	9 816 763	5 397 354	22 375 230
13.5		7 561 406	3 344 495	4 184 478	15 090 379
14		5 533 742	7 334 423	3 317 540	16 185 706
14.5		5 237 526	3 032 897	2 204 706	10 475 129
15		5 838 088	526 060	1 228 832	7 592 980
15.5		5 353 597	789 091	711 983	6 854 670
16		3 427 046	0	578 250	4 005 296
16.5		1 723 425	0	0	1 723 425
17		531 528	0	0	531 528
17.5		45 395	0	0	45 395
18		0	0	0	0
18.5		0	0	0	0
19		0	0	0	0
19.5		0	0	0	0
20		0	0	0	0
Total		56 205 141	77 716 835	25 786 488	159 708 464
Captures (t)	466	1 097	1 270	455	3 287
P moyen g		20	16	18	18

Table/tableau 6.5.2c: Length frequency of *Engraulis encrasicolus* in Morocco Zone A by Moroccan fleets/Frequence de taille d'*Engraulis encrasicolus* au Maroc Zone A pour les bateaux Marocains.

Zone: A					
(cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	2020
6					0
6.5					0
7	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0
8	0	0	1 784 727	0	1 784 727
8.5	14 597	0	148 727	0	163 324
9	175 165	0	1 767 845	29 164	1 972 175
9.5	270 912	6 435	1 740 604	142 303	2 160 254
10	719 338	154 449	3 674 075	490 635	5 038 497
10.5	692 747	145 020	2 976 470	3 148 527	6 962 764
11	3 140 601	530 085	4 020 925	7 572 996	15 264 607
11.5	27 399 603	2 289 704	6 531 706	15 316 410	51 537 422
12	79 035 872	10 189 807	10 348 760	17 919 069	117 493 507
12.5	145 111 049	29 852 188	15 512 221	12 223 581	202 699 039
13	158 957 041	101 949 435	28 394 575	10 620 211	299 921 262
13.5	179 011 851	129 426 245	42 572 111	15 854 016	366 864 222
14	163 796 112	107 948 809	56 858 558	23 186 520	351 789 999
14.5	96 791 796	75 435 404	64 577 424	35 481 733	272 286 356
15	33 799 563	25 061 521	56 096 260	33 395 578	148 352 922
15.5	7 455 987	9 205 948	32 952 077	34 304 048	83 918 060
16	1 162 890	1 324 015	11 721 279	11 373 802	25 581 985
16.5	237 142	994 549	1 727 725	4 514 151	7 473 567
17	0	343 430	178 333	691 675	1 213 438
17.5	88 324	248 637	0	243 700	580 661
18	0	248 637	0	0	248 637
18.5	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
19.5	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
Total	897 860 588	495 354 319	343 584 401	226 508 120	1 963 307 428
Captures (t)	14 635 521	8 731 793	6 994 485	4 532 110	34 894
P moyen g	16	18	20	20	18

Table/tableau 6.5.2d: Length frequency of *Engraulis encrasicolus* in Morocco Zone B by Moroccan fleets/Fréquence de taille d'*Engraulis encrasicolus* au Maroc Zone B pour les bateaux Marocains.

Zone: B					
(cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	2020
6					0
6.5					0
7	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
8.5	0	0	0	0	0
9	0	86 518	0	0	86 518
9.5	169	250 330	112 020	0	362 520
10	2 957	558 612	948 687	0	1 510 256
10.5	5 926	664 943	7642 828	113 916	8 427 613
11	14 504	2 036 873	24 385 170	227 832	26 664 378
11.5	17 988	4 927 382	26 757 297	799 426	32 502 093
12	37 095	19 937 824	30 811 983	1 714 784	52 501 686
12.5	134 456	50 125 506	36 514 873	2 632 158	89 406 994
13	383 544	101 184 840	25 022 026	9 108 847	135 699 257
13.5	568 829	114 503 601	10 368 603	10 283 181	135 724 213
14	490 637	84 858 998	6 189 456	10 210 364	101 749 454
14.5	300 352	48 132 779	6 605 169	11 191 621	66 229 921
15	111 337	17 389 601	5 255 302	7 447 783	30 204 022
15.5	36 168	3 595 309	3 348 514	5 009 036	11 989 028
16	18 024	622 287	1 386 152	3 223 440	5 249 902
16.5	5 145	395 853	606 712	529 959	1 537 669
17	2 264	0	15 215	162 941	180 420
17.5	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
18.5	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
19.5	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
Total	2 129 395	449 271 255	185 970 006	62 655 287	700 025 944
Captures (t)	38 388	7 780 350	2 468 354	1 196 661	11 484
P moyen g	18	17	13	19	16

Table/tableau 6.5.3: Biological parameters *Engraulis encrasicolus* by zone and year/Parametres biologiques de l'anchois *Engraulis encrasicolus* par zone et par annee.

Zone	Year/ Année	K	Linf	t0	a	b	r2
Zone A+B	2015	1.7	18.38	-0.1	0.006	3.001	0.906
Zone A+B	2014	-	-	-	0.0039	3.2100	0.9082
Zone A+B	2013	-	-	-	0.0030	3.2928	0.9661
Zone A+B	2012	1.39	17.00	-0.15	0.0041	3.1818	0.9075
Zone A	2010	1.20	17.26	-0.33	0.0027	3.3444	0.9400
Zone Nord	2010	-	-	-	0.0040	3.2200	-
Zone North (Spanish catches)/ Zone Nord (captures espagnoles)	2020	-	-	-	0.0017	3.5374	0.8574
	2019	-	-	-	0.0153	2.7043	0.8159
	2018	-	-	-	0.0010	3.7357	0.9598
	2017	-	-	-	0.0039	3.2470	0.9837
	2016	-	-	-	0.0018	3.5271	0.9765
	2015	-	-	-	0.0040	3.1969	0.9572
	2011	-	-	-	0.0035	3.2505	0.9787
	2010	-	-	-	0.0036	3.2539	0.9585
	2009	-	-	-	0.0022	3.4376	0.9738
Zone A	2008	1.20	17.26	-0.33	0.0040	3.2051	0.8900

Table/tableau 7.2.1: Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone A/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine									
Morocco Zone B/Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine									
Zone C, north of C. Blanc/Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan Marocaine									
	Russian Federation/ la Fédération de Russie									
	Ukraine & others/Ukraine et autres									
Mauritania/Mauritanie	European Union Industrial/ Union européenne industrielle									
	Other Industrial/ Autre industrielle									
	Artisanal/ Artisanale					50	52	49	120	185
	All/Toutes									
Senegal/Sénégal	Industrial/ Industrielle									
	Artisanal/ Artisanale	14 785	11 542	12 164	17 332	13 504	15 686	17 462	16 423	13 833
Gambia/Gambie	Industrial/ Industrielle									
	Artisanal/ Artisanale	8 039	17 646	12 019	14 053	16 897	13 897	22 648	21 523	21 952
Total	All fleets/Toutes les flottilles	22 824	29 188	24 183	31 385	30 451	29 635	40 159	38 066	35 970

Table/tableau 7.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine													
Morocco Zone A /Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine													
Morocco Zone B /Maroc Zone B	Moroccan/Marocaine													
Zone C, north of C. Blanc/ Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine													
	Russian Federation/ la Fédération de Russie													
	Ukraine & others/ Ukraine et autres													
Mauritania/ Mauritanie	European Union Industrial/ Union européenne industrielle													
	Other Industrial/ Autre industrielle													
	Artisanal/ Artisanale	161	4 026	6 378	12 899	8 298	1 680	4 545	4 545	2 911	2 972	34 168	35 787	26 010
	All/Toutes													
Senegal/ Sénégal	Industrial/ Industrielle													
	Artisanal/ Artisanale	20 540	15 227	24 471	11 828	13 095	9 792	8 731	5 675	9 225	9 000	5 727	13 243	4 660

Gambia/ Gambie	Industrial/ Industrielle													
	Artisanal/ Artisanale	16 115	20 508	18 516	18 701	22 118	16 052	19 881	13 187	13 247	11 744	11 868	12 587	12 461
Total	All fleets/ Toutes les flottes	36 816	39 761	49 365	43 428	43 511	27 524	33 157	23 407	25 383	23 716	51 763	61 617	43 131

Table/tableau 7.2.1 (cont.): Catches (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* by zone, fleet and year/Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* par zone, flottille et année.

Country/Pays	Fleet/Flottille	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Morocco Zone North/Maroc Zone Nord	Moroccan/Marocaine								
Morocco Zone A/Maroc Zone A	Moroccan/Marocaine								
Morocco Zone B/Maroc Zone B	Moroccan/Marocain								
Zone C, north of C. Blanc/Zone C, nord de C. Blanc	Moroccan/Marocaine								
	Russian Federation/ la Fédération de Russie								
	Ukraine & others/ Ukraine et autres								
Mauritania/Mauritanie	European Union Industrial/Union européenne industrielle								
	Other industrial/ Autre industrielle								
	Artisanal/ Artisanale	90 361	43 291	36 374	38 579	33 485	30 183	7 651	10 421
	All/Toutes								
Senegal/Sénégal*	Industrial/ Industrielle								
	Artisanal/ Artisanale	13 180	23 641	20 670	13 905	15 735	23 619	15 601	31 646
Gambia/Gambie	Industrial/ Industrielle								
	Artisanal/ Artisanale	11 400	16 881	17 559	15 060	28 446	17 424	11 637	16 387
Total	All fleets/ Toutes les flottilles	114 941	83 813	74 603	67 544	77 666	47 607	34 889	58 454

Table/tableau 7.3.1: Effort and CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* of surrounding gillnets/Effort et CPUE (tonnes/sorties) d'*Ethmalosa fimbriata* des filets maillants tournants.

Fishing effort/Effort de pêche

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Effort Maur. (No of trips) (Artisanal)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (artisanale)*												
Effort Maur. (No of trips) (coastal seine)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (senneurs côtiers)**												
Effort Sen. (No of trips) (FME)/ Effort Sen. (Nbre de sorties) (FME)	22 283	18 547	22 671	18 197	13 645	15 697	27 434	35 953	22 401	22 040	20 618	24 418
Effort Gam. (No of trips) (SGN)/ Effort Gam. (Nbre de sorties) (SGN)												

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Effort Maur. (No of trips) (Artisanal)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (artisanale)*					173	2 012	1 686	2 952	2 501	2 755	5 741
Effort Maur. (No of trips) (coastal seine)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (senneurs côtiers)**											
Effort Sen. (No of trips) (FME)/ Effort Sen. (Nbre de sorties) (FME)	19 543	22 091	19 427	23 317	22 988	21 483	19 604	17 650	23 130	16 832	17 862
Effort Gam. (No of trips) (SGN)/ Effort Gam. (Nbre de sorties) (SGN)					25 504	31 156	19 882	20 365		10 020	31 383

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Effort Maur. (No of trips) (Artisanal)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (Artisanale)**	20 399	21 907	26 490	42 172	18 154	19 346		
Effort Maur. (No of trips) (coastal seine)/ Effort Maur. (Nbre de sorties) (senneurs côtiers)**		4 623	1 235	710	5 780	6 268		
Effort Sen. (No of trips) (FME)/ Effort Sen. (Nbre de sorties) (FME)	22 553	30 513	33 594	24 281	23 761	61 161	52 602	63 779
Effort Gam. (No of trips) (SGN)/ Effort Gam. (Nbre de sorties) (SGN)	29 164	27 479	24 951	19 329	54 576	32 952	27 519	26 187

*total number of trips fishers using surround gillnet/nombre total de sorties des pêcheurs utilisant un filet maillant avoisinant

**Senegalese fishermen working for Mauritanian fishmeal industry; New Mauritanian fleet/Les pêcheurs sénégalais travaillant pour l'industrie mauritanienne de la farine de poisson; nouvelle flottille mauritanienne.

CPUE

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
CPUE*1000	664	622	537	952	990	999	636	457	618	932	739	1 002
CPUE Mauritania/ Mauritanie												
CPUE Senegal/Sénégal	0.66	0.62	0.54	0.95	0.99	1.00	0.64	0.46	0.62	0.93	0.74	1.00
CPUE Gambia/Gambie												

CPUE

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CPUE*1000	605	593	504	374	27 036	2 301	2 813	12 482		10 961	8 180
CPUE Mauritania/ Mauritanie					26	1	2	12	14	9	7
CPUE Senegal/Sénégal	0.61	0.59	0.50	0.37	0.25	0.43	0.46	0.32	0.57	0.28	0.41
CPUE Gambia/Gambie					0.52	0.43	0.59	0.58	1.83	1.24	0.4

CPUE

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CPUE*1000	5 405	3 021	2 631	2 251	2 582	2 100	1 170	1 650
CPUE Mauritania/ Mauritanie	4	1.63	1.31	0.90	1.40	1.18	0.38	0.52
CPUE Senegal/Sénégal	0.6	0.77	0.62	0.57	0.66	0.39	0.37	0.5
CPUE Gambia/Gambie	0.4	0.6	0.7	0.8	0.52	0.53	0.42	0.63

FIGURES

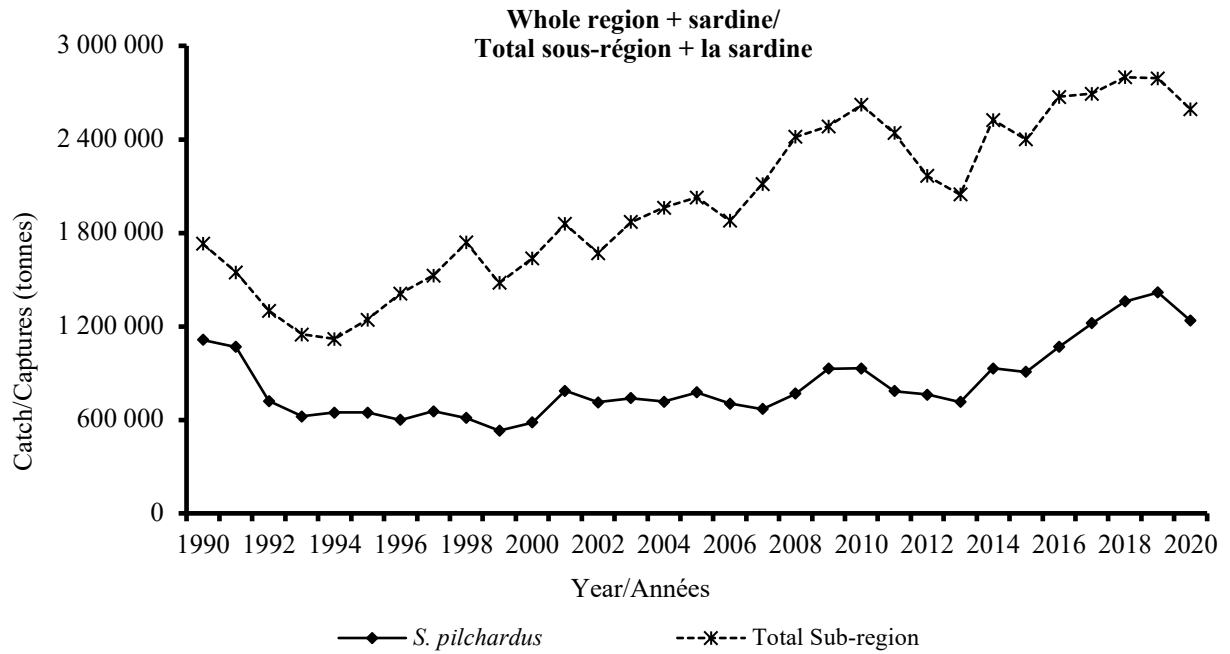


Figure 1.6.1a: Catches in the sub-region with sardine and year (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes).

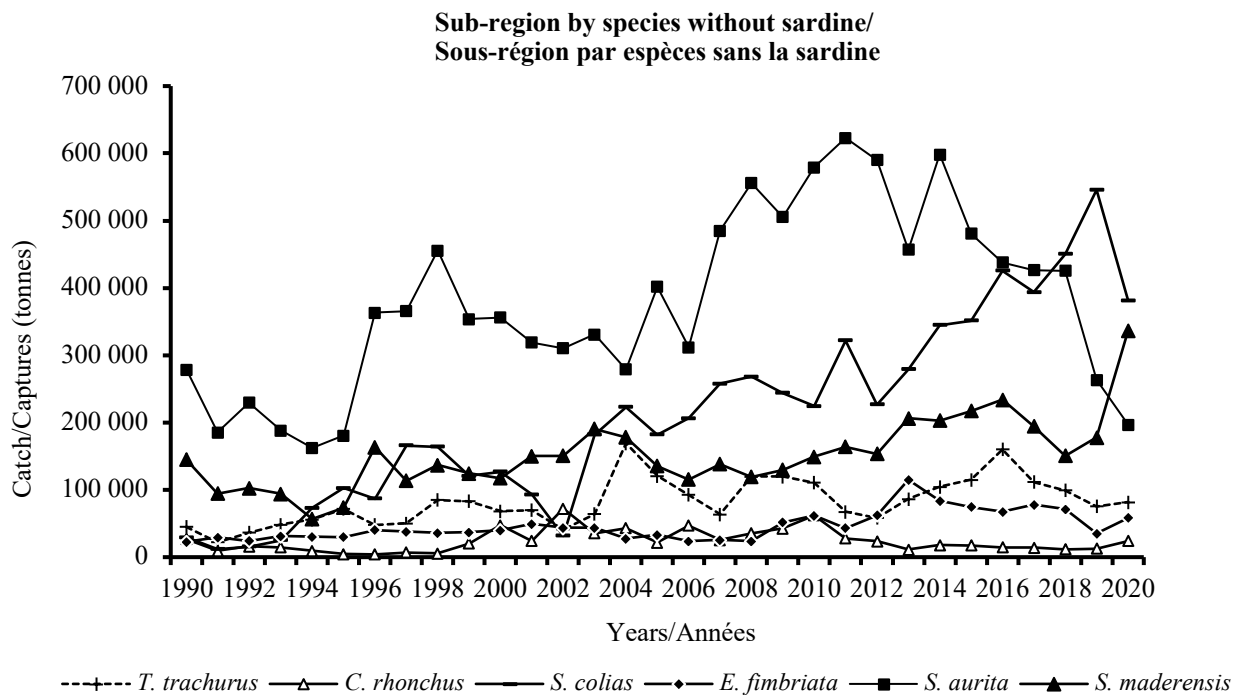


Figure 1.6.1b: Catches in the sub-region by species and by year, without sardine (weight in tonnes)/Captures totales dans la sous-région par espèce et par année (poids en tonnes).

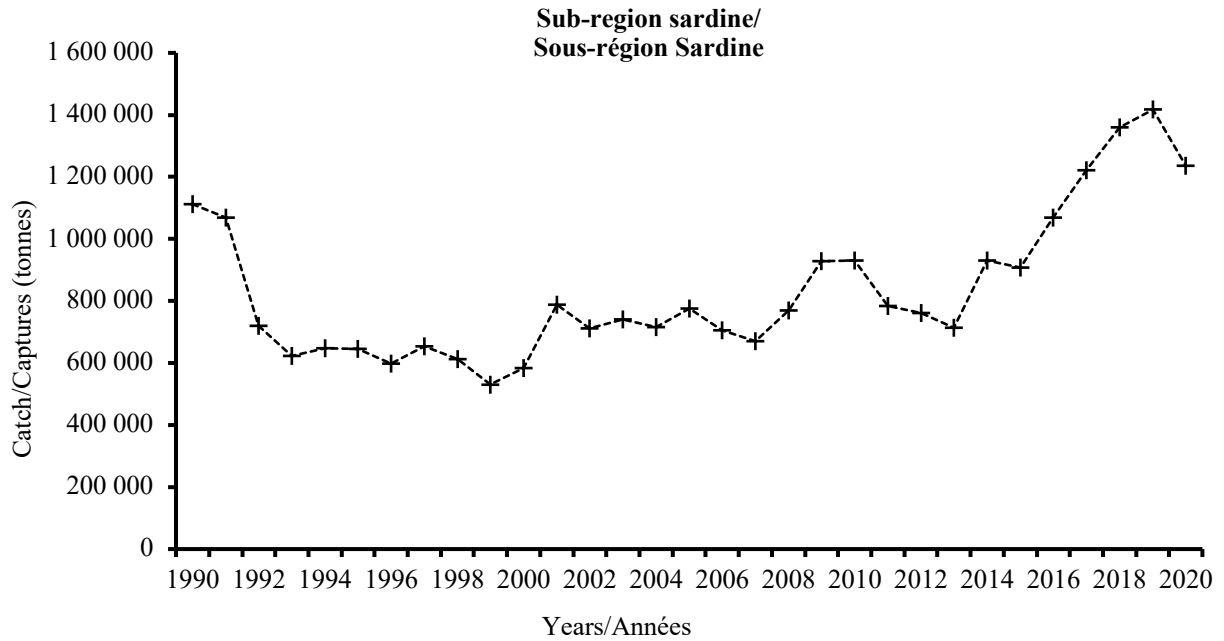


Figure 1.6.1c: Catches of sardine in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de sardine dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

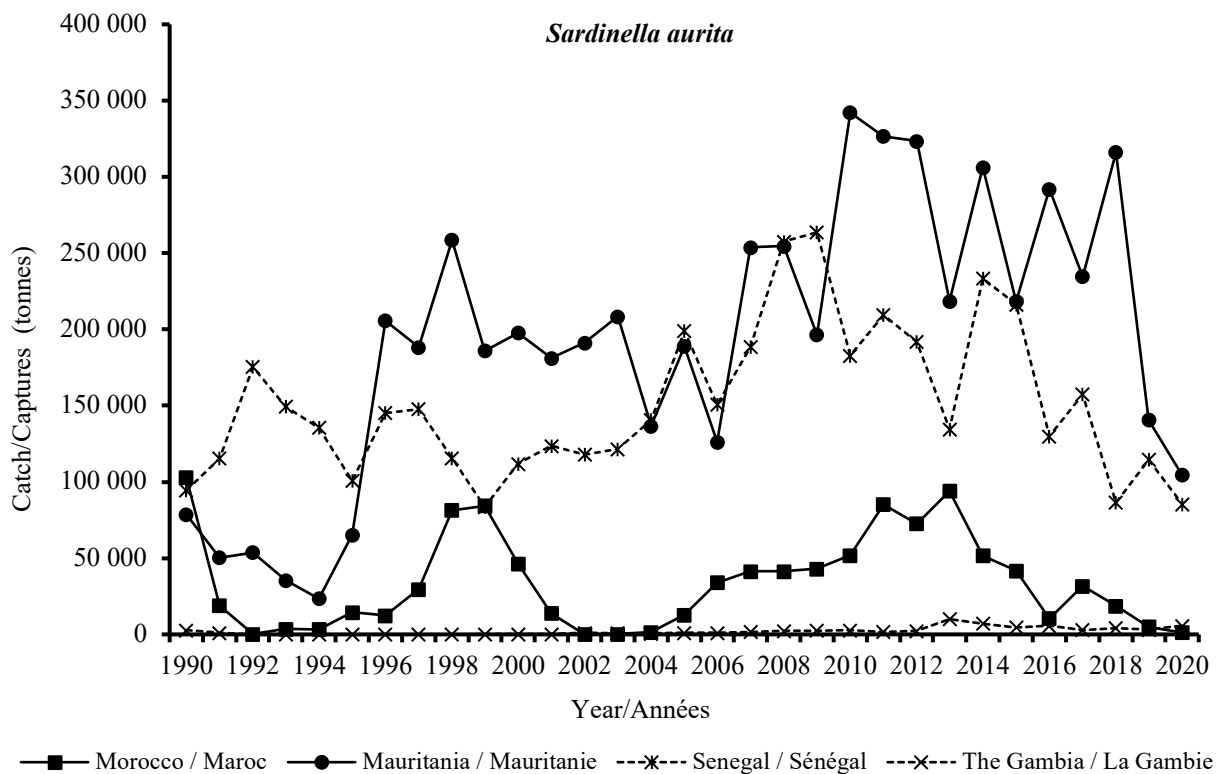


Figure 1.6.1d: Catches of *Sardinella aurita* by country (weight in tonnes)/Captures de *Sardinella aurita* par pays (poids en tonnes).

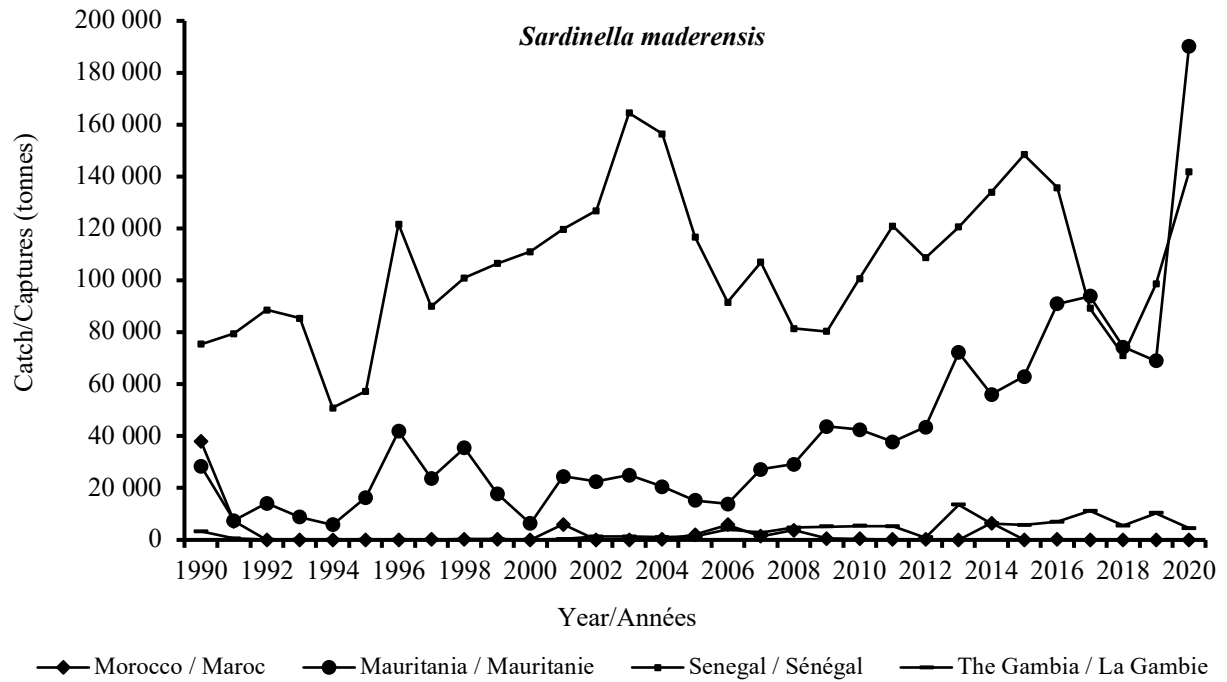


Figure 1.6.1e: Catches of *Sardinella maderensis* by country (weight in tonnes)/Captures de *Sardinella maderensis* par pays (poids en tonnes).

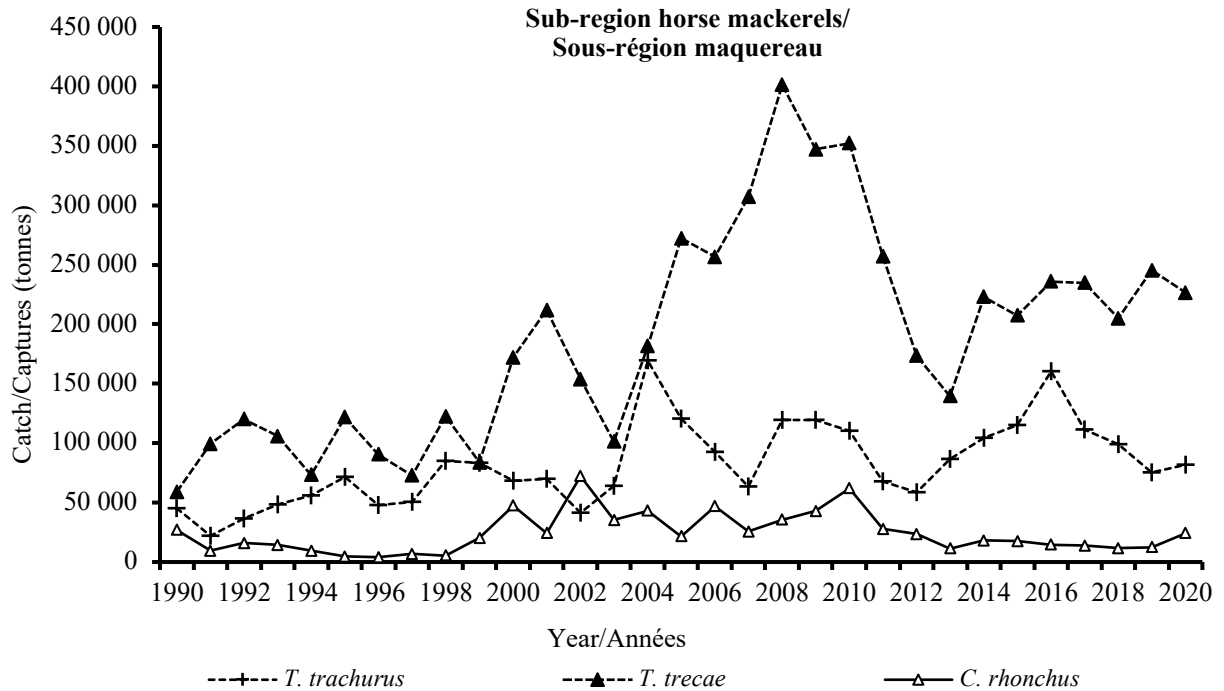


Figure 1.6.1f: Catches of Horse Mackerel in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de maquereau dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

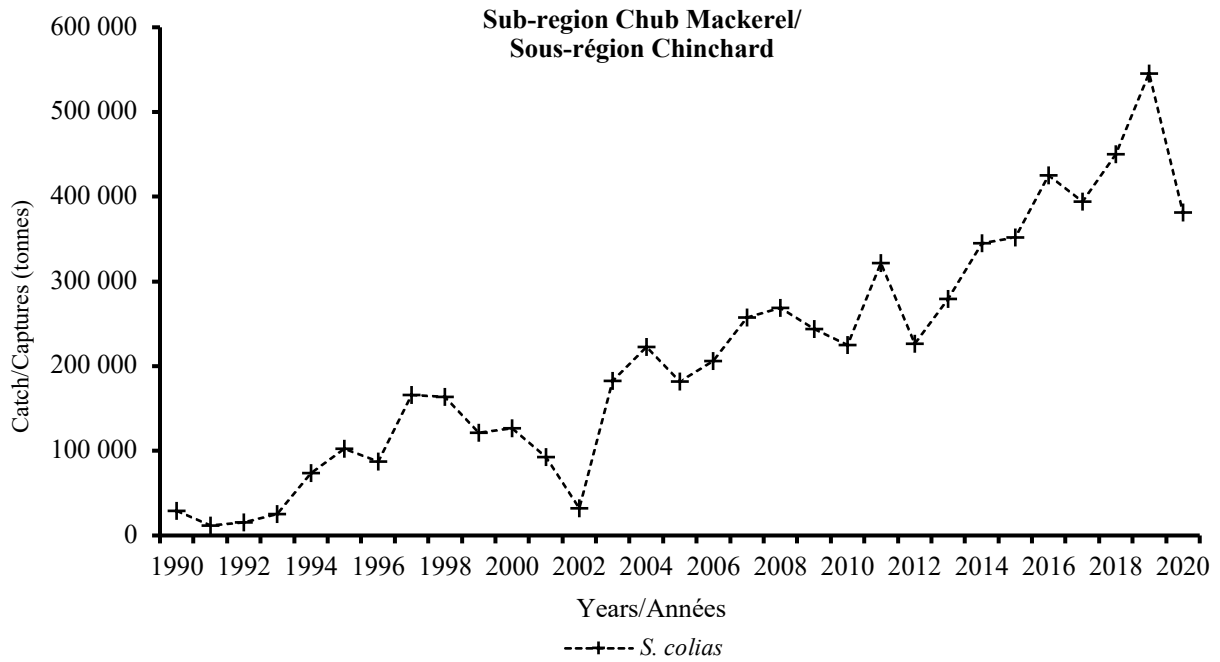


Figure 1.6.1g: Catches of Chub Mackerel in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures de maquereau dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

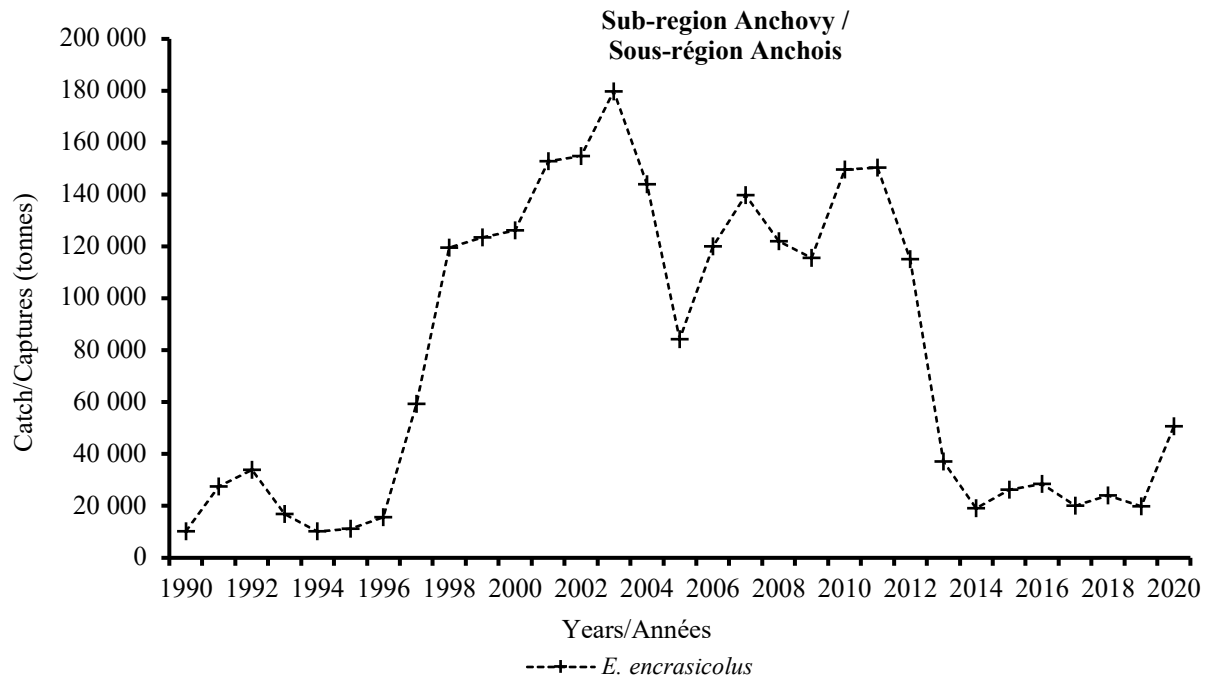


Figure 1.6.1h: Catches of anchovy in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures d'anchois dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

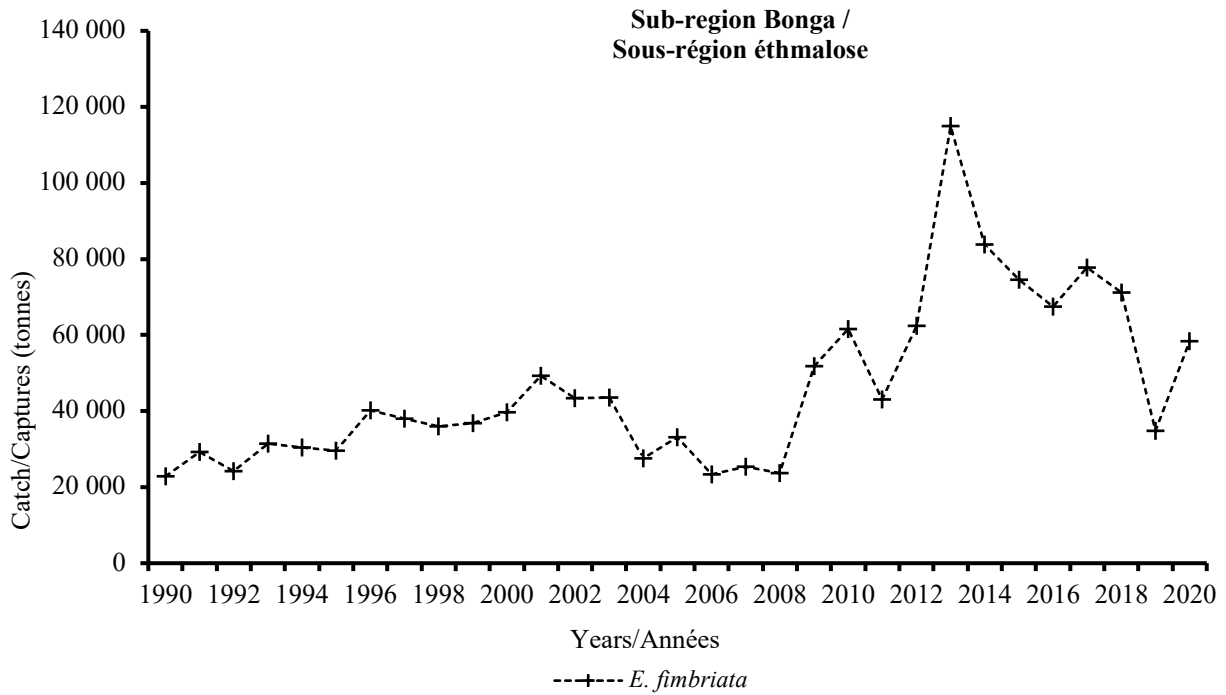


Figure 1.6.1i: Catches of bonga in the sub-region by species (weight in tonnes)/Captures d'éthmalose dans la sous-région par espèce (poids en tonnes).

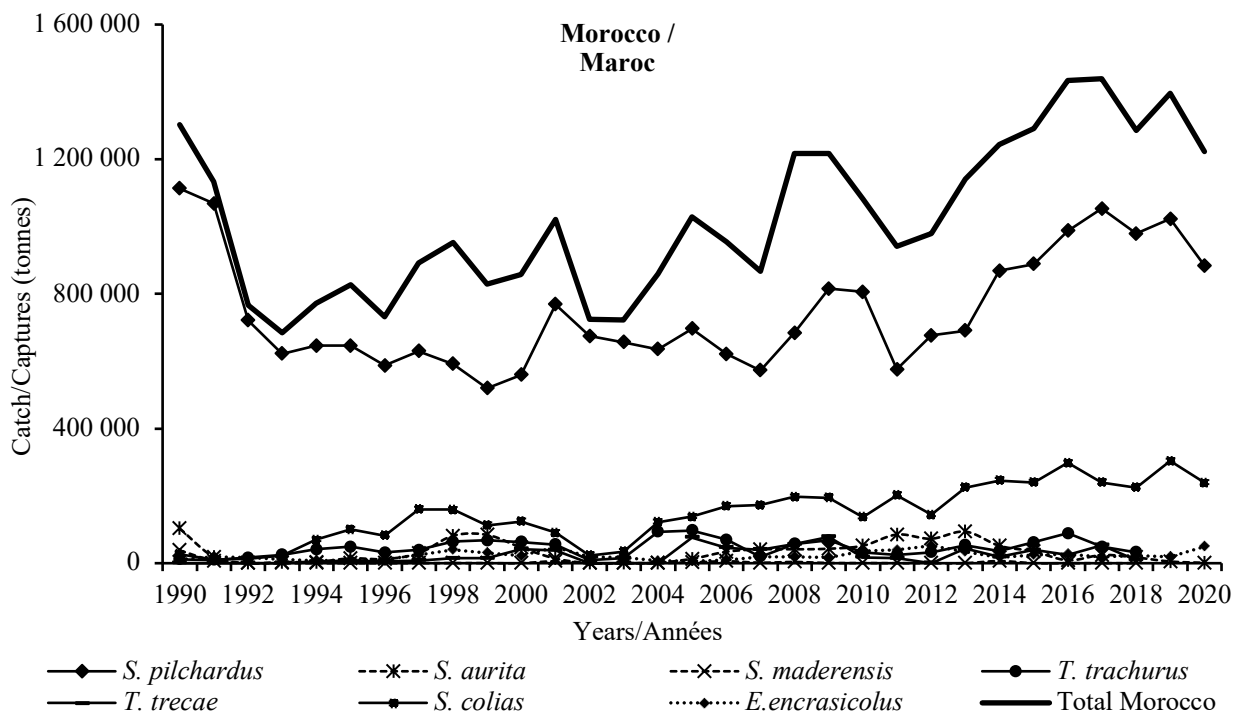


Figure 1.6.1j: Catches (1990-2020) in Morocco by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Maroc par espèce et par année (poids en tonnes).

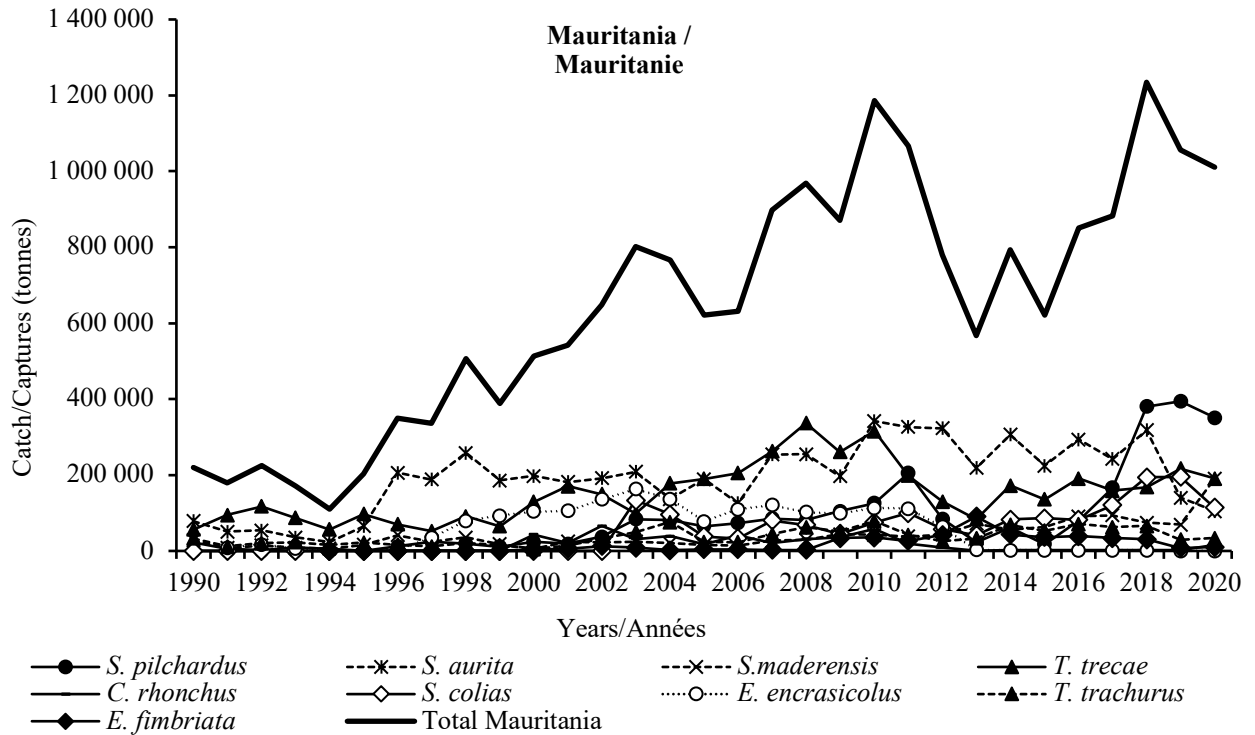


Figure 1.6.1k: Catches (1990-2020) in Mauritania by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Mauritanie par espèce et par année (poids en tonnes).

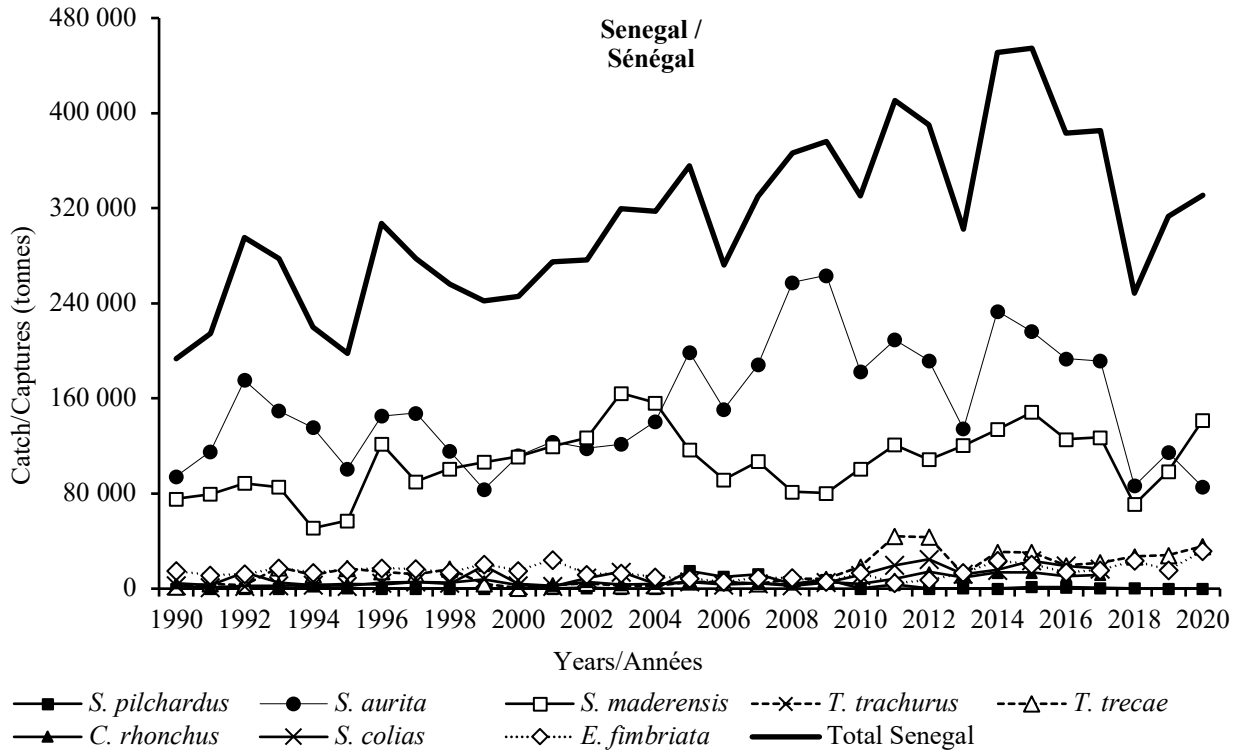


Figure 1.6.1l: Catches (1990-2020) in Senegal by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de Sénégal par espèce et par année (poids en tonnes).

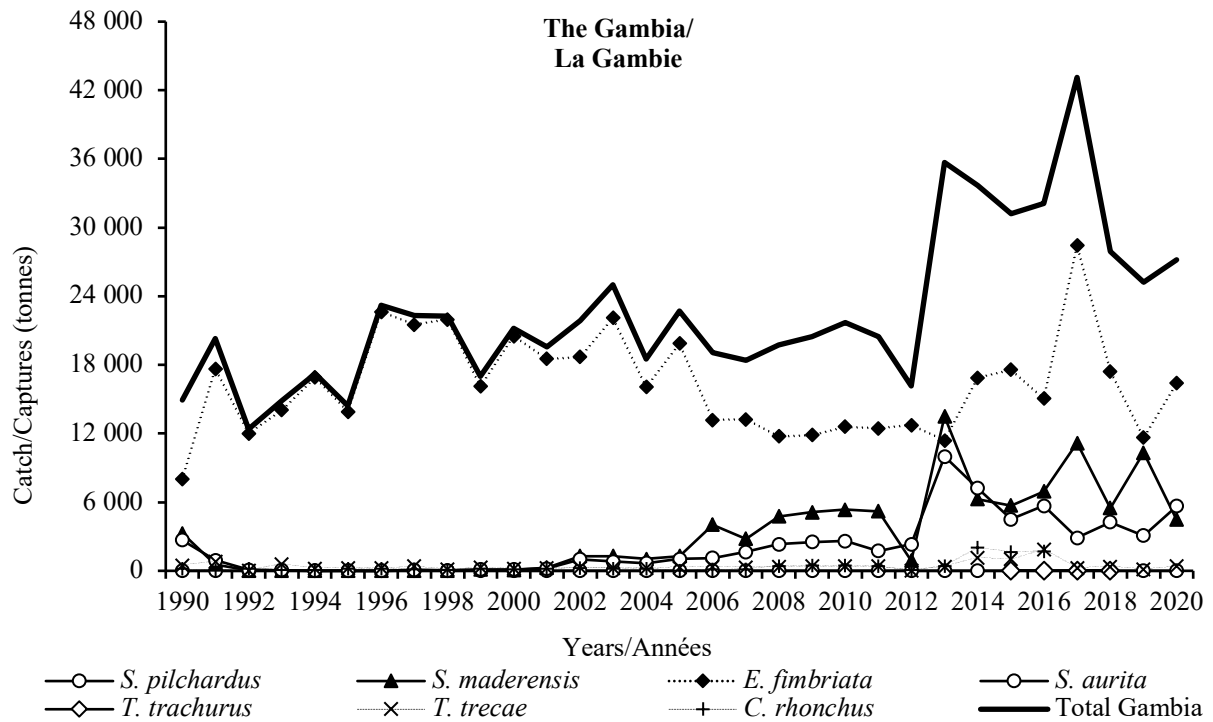


Figure 1.6.1m: Catches (1990-2020) in the Gambia by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de la Gambie par espèce et par année (poids en tonnes).

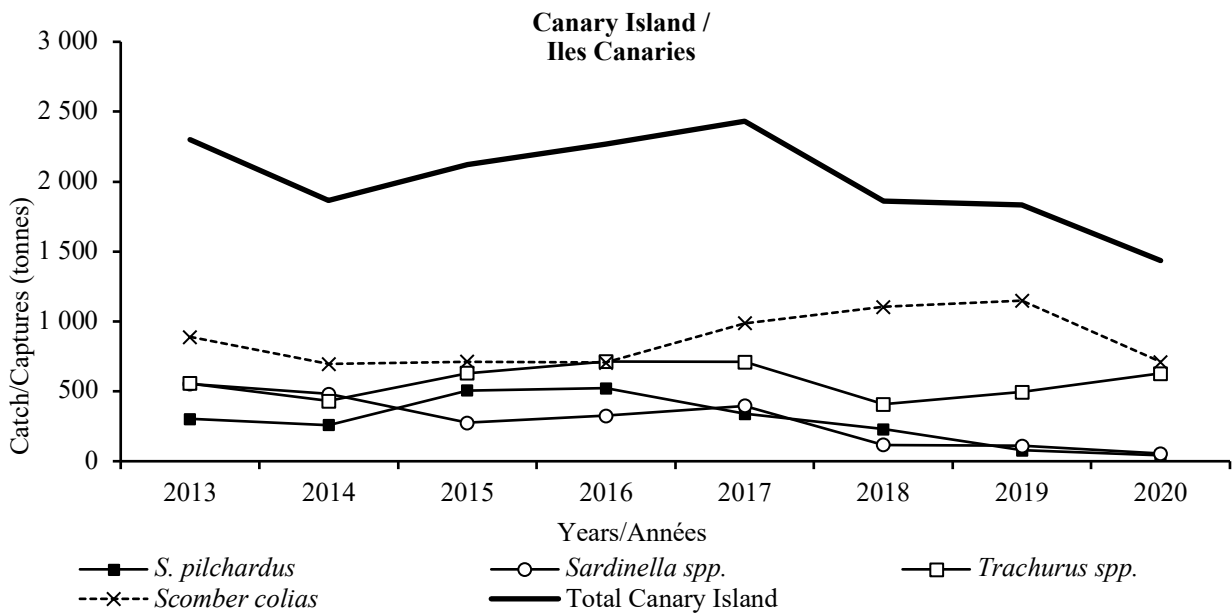


Figure 1.6.1n: Catches (1990-2020) in the Gambia by species and year (weight in tonnes)/Captures (1990-2020) de la Gambie par espèce et par année (poids en tonnes).

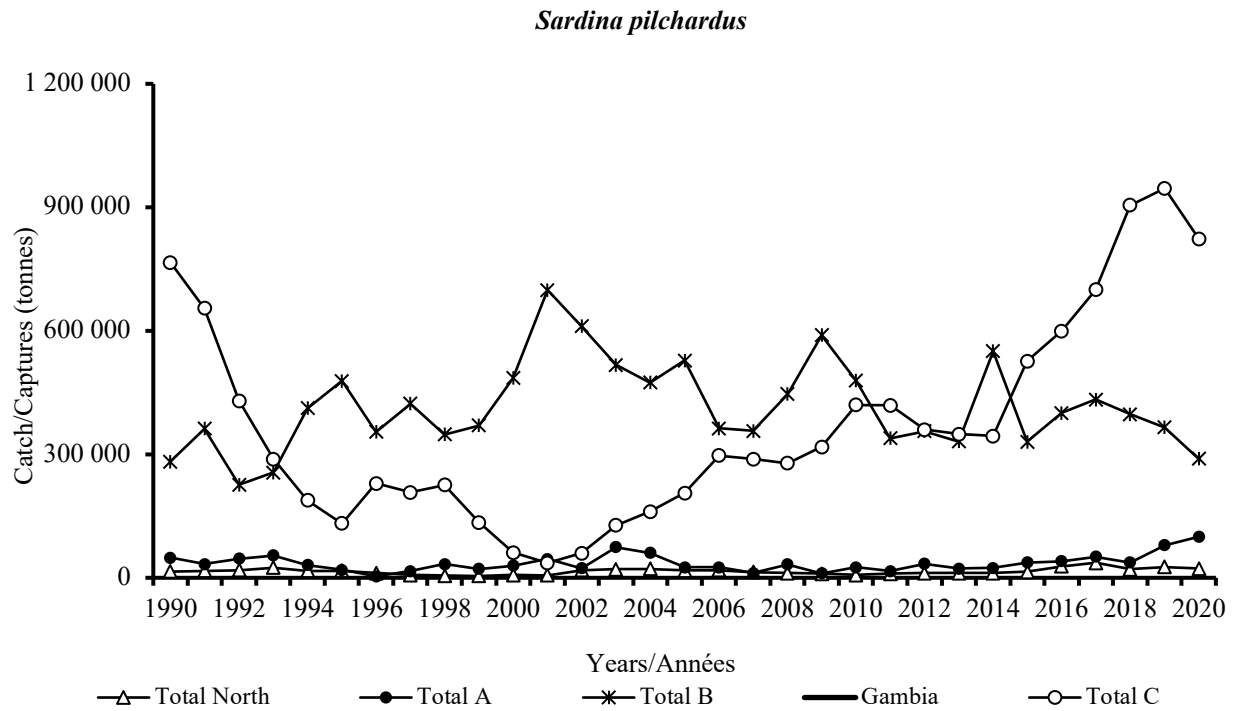


Figure 2.2.1a: Sardine catch by country and fleet/Captures de sardines par pays et par flottille.

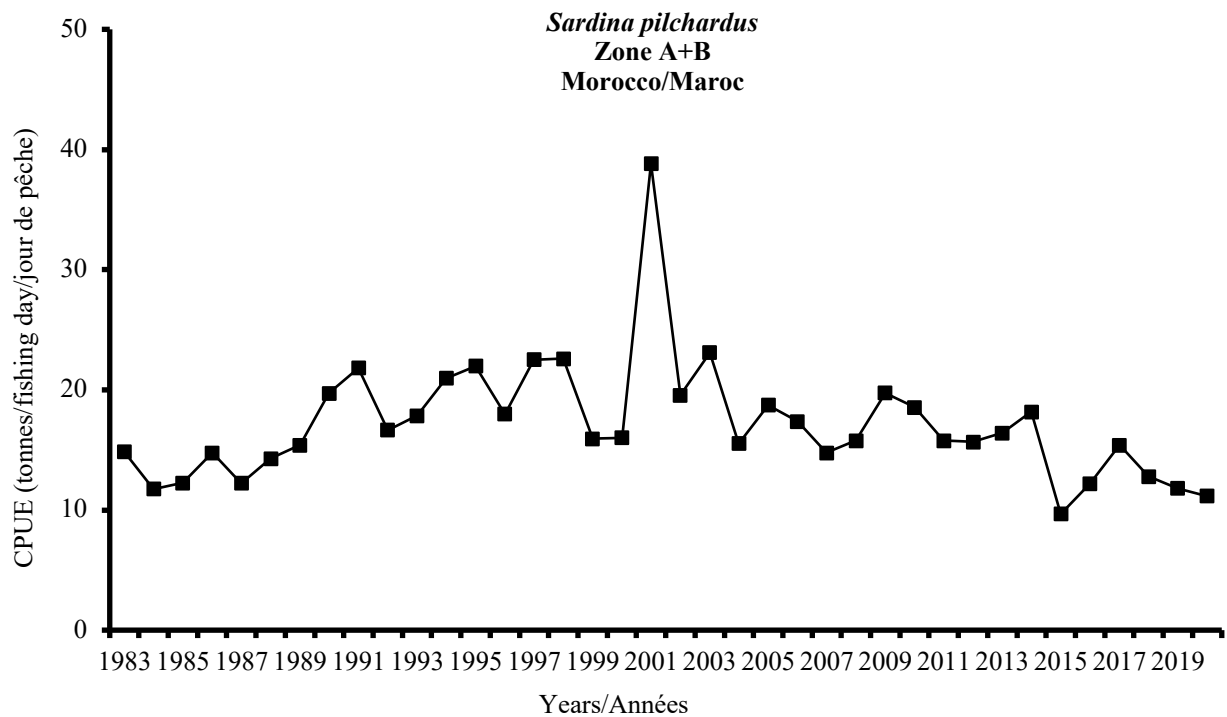


Figure 2.3.1a: CPUE (1990-2020) of *Sardina pilchardus* by fishery in Zone A+B (tonnes/fishing day)/CPUE (1990-2020) de *Sardina pilchardus* par pecherie dans la Zone A+B (tonnes/jours de pêche).

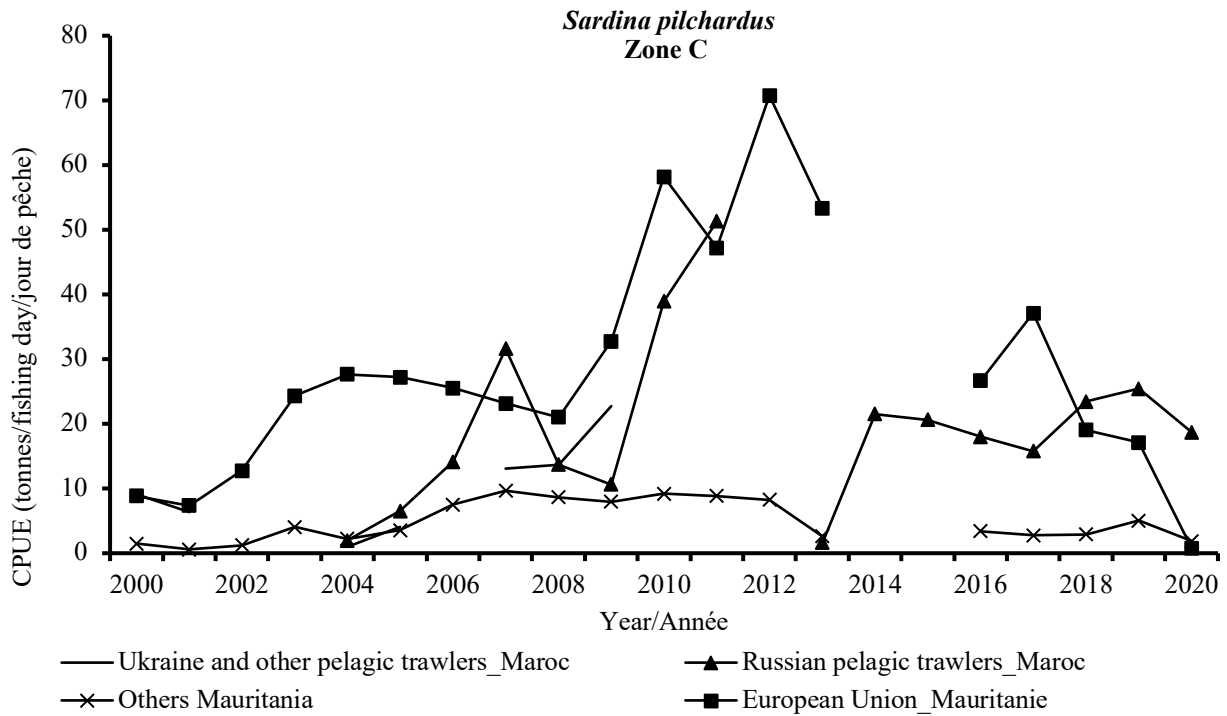


Figure 2.3.1b: CPUE (1990-2020) of *Sardina pilchardus* by fishery in Zone C (tonnes/fishing day)/CPUE (1990-2020) de *Sardina pilchardus* par pecherie dans la Zone C (tonnes/jours de pêche).

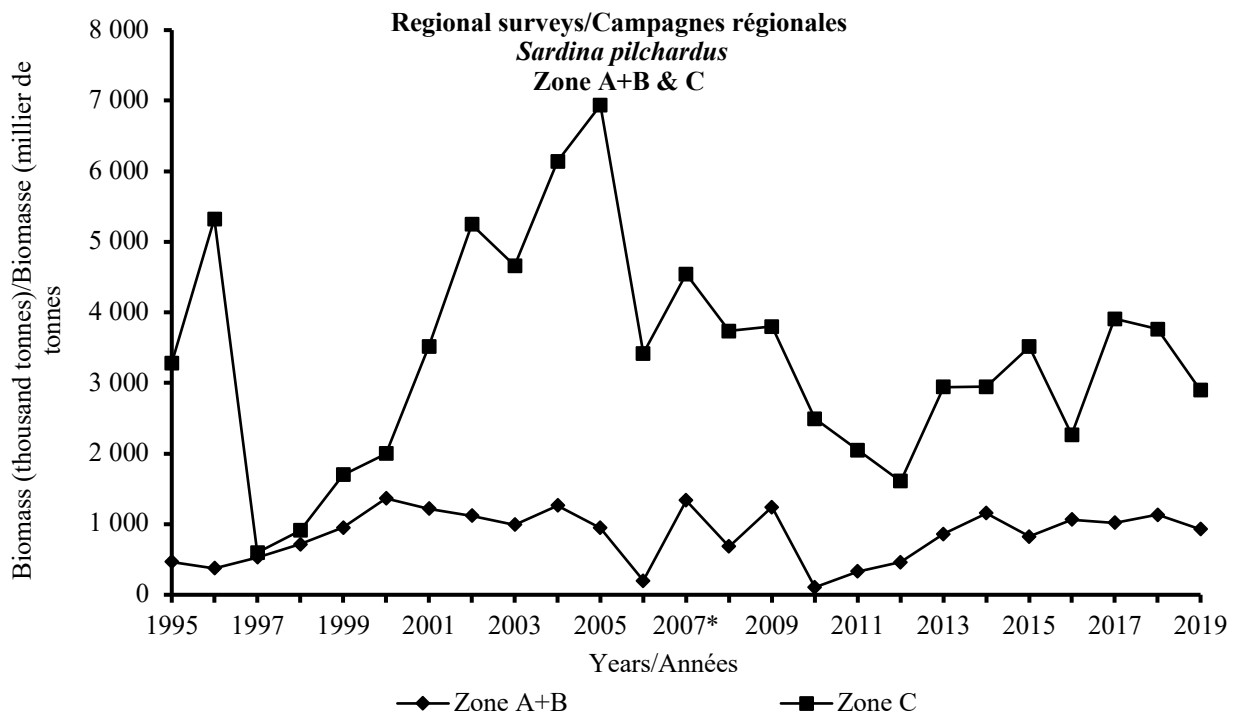


Figure 2.3.2: Biomass estimates of sardine (1995-2019) for Zone A+B and Zone C from R/V *Dr Fridtjof Nansen* and regional research vessels (in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de la sardine (1995-2019) pour la Zone A+B et la Zone C du N/R *Dr Fridtjof Nansen* et des navires de recherche régionaux (en milliers de tonnes).

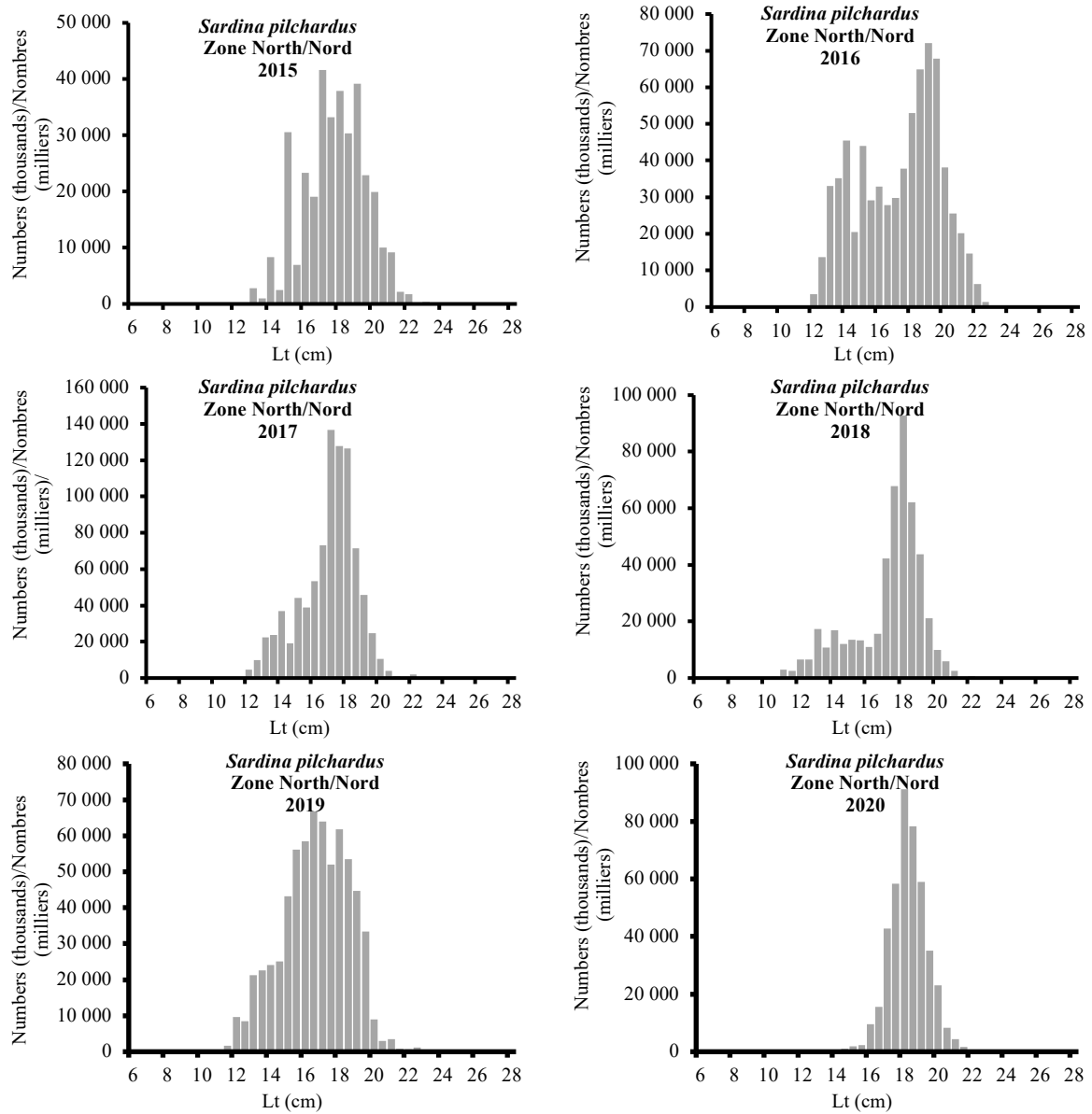


Figure 2.5.1a: Length composition of catches for the period 2015-2020 in Zone North/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 dans la Zone Nord.

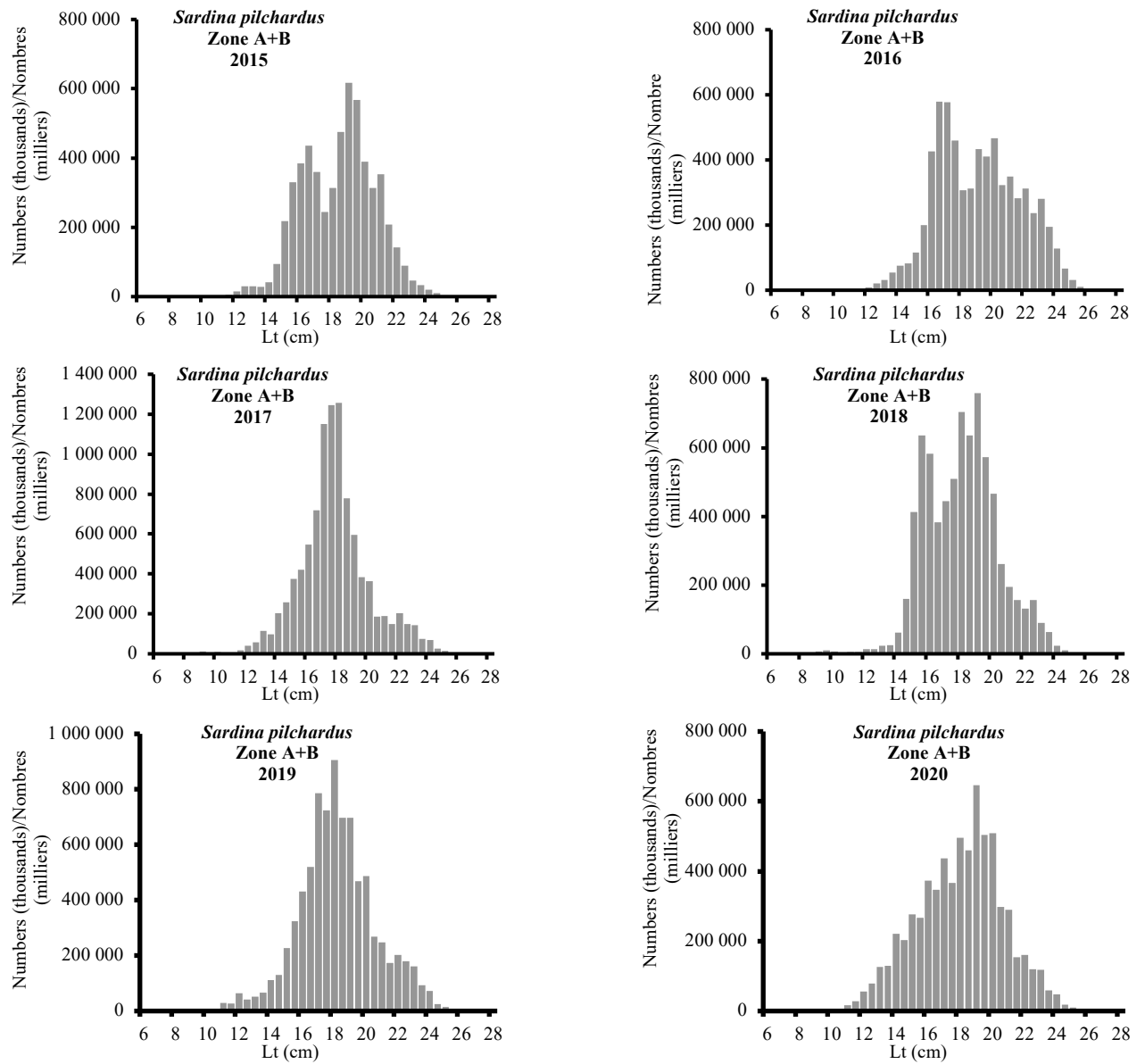


Figure 2.5.1b: Length composition of catches for the period 2015-2020 in Zone A+B/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 dans la Zone A+B.

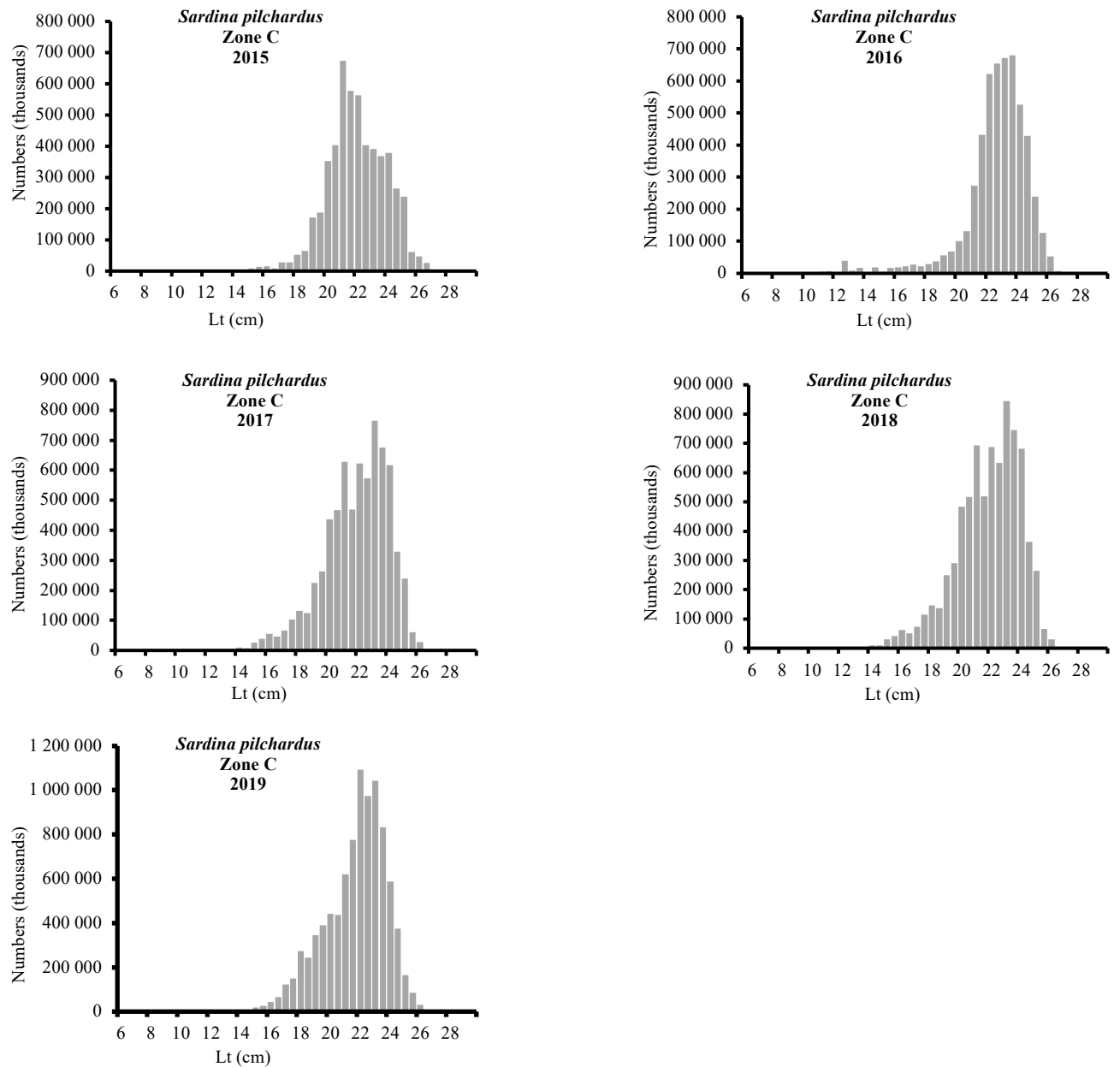


Figure 2.5.1c: Length composition of catches for the period (2015-2019) in Zone C/Composition en longueur des captures pour la periode (2015-2019) dans la Zone C.

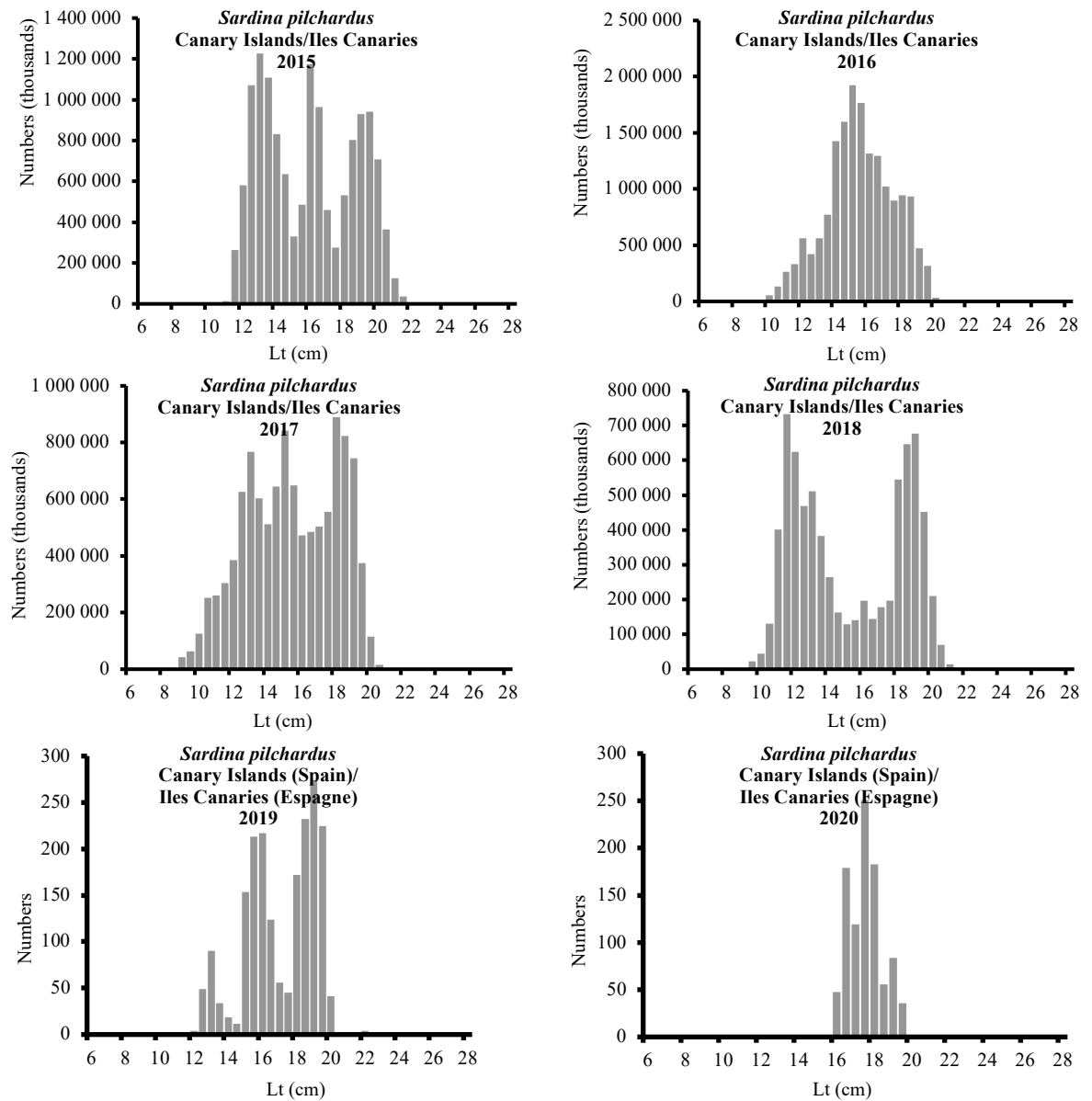


Figure 2.5.1d: Length composition of catches for the period 2015-2020 in the Canary Islands/Composition en longueur des captures pour la période 2015-2020 aux îles Canaries.

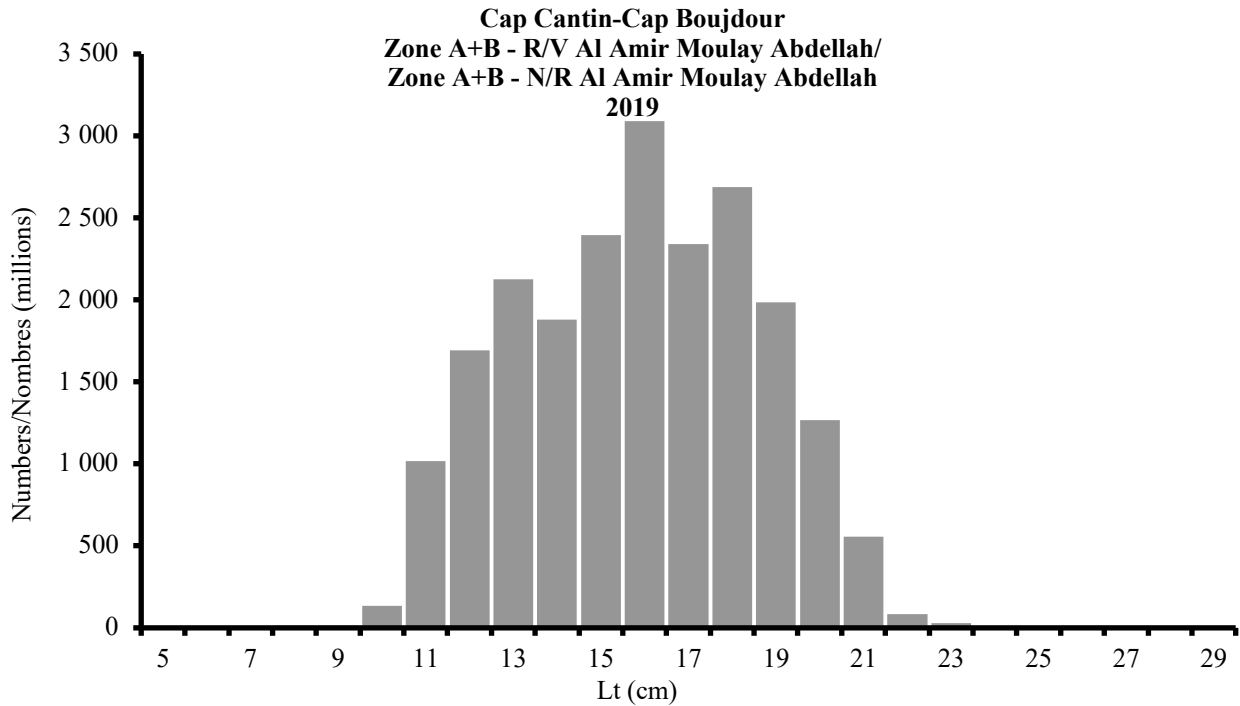


Figure 2.5.1e: Length composition of *Sardina pilchardus* from R/V *Al Amir Moulay Abdellah* for Cap Cantin-Cap Boujdour in 2019/Composition en longueur de *Sardina pilchardus* du N/R *Al Amir Moulay Abdellah* pour Cap Cantin-Cap Boujdour en 2019.

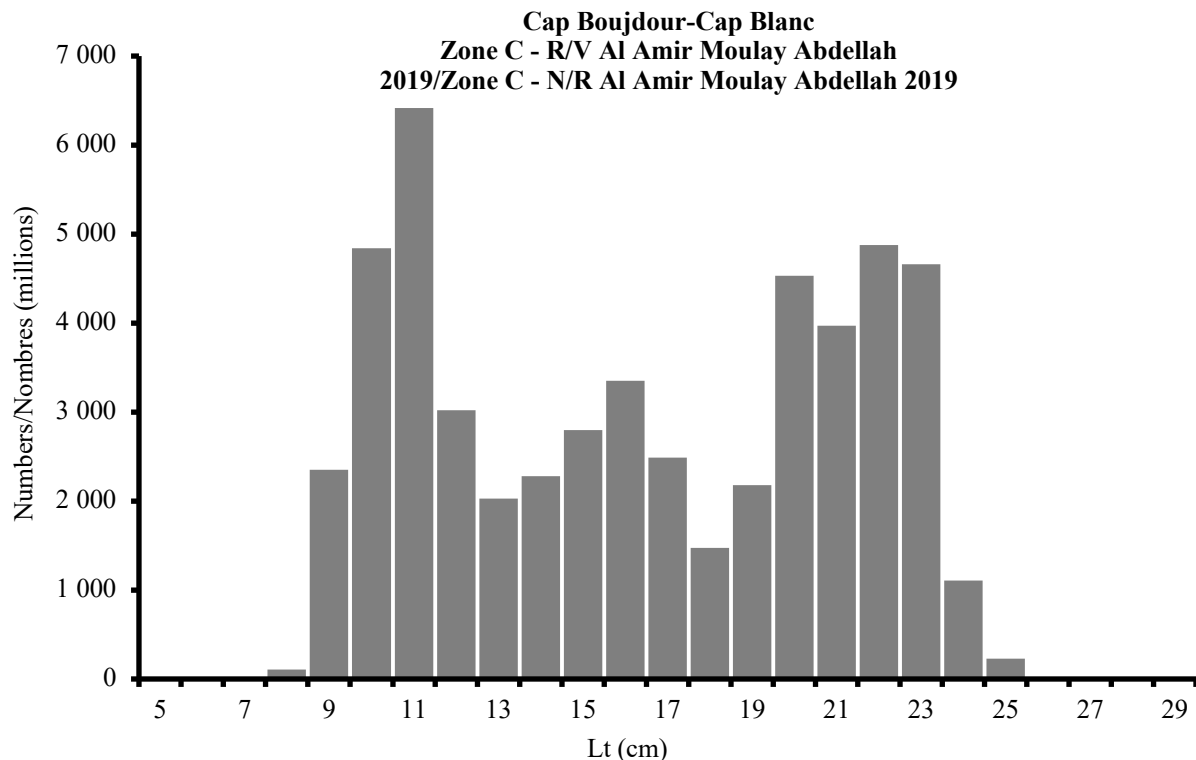


Figure 2.5.1f: Length composition of *Sardina pilchardus* from R/V *Al Amir Moulay Abdellah* for Cap Boujdour-Cap Cantin in 2019/Composition en longueur de *Sardina pilchardus* du N/R *Al Amir Moulay Abdellah* pour Cap Boujdour-Cap Cantin en 2019.

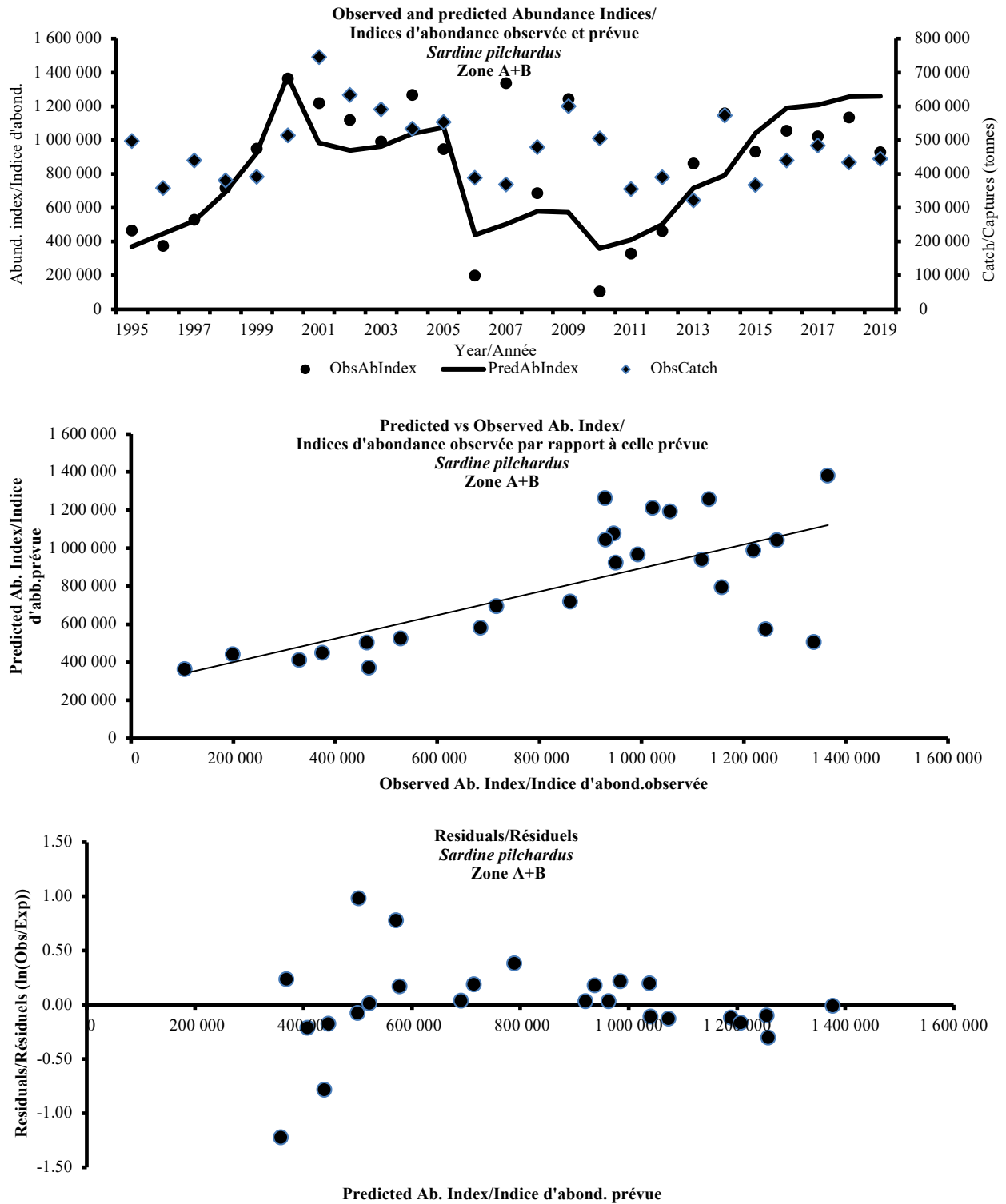


Figure 2.6.1a: Observed and predicted abundance indices for *Sardina pilchardus* Zone A+B using estimates from 2019 and diagnostics of model fit/Indices d'abondance observée et prévue pour *Sardina pilchardus* Zone A+B à l'aide d'estimations de 2019 et des diagnostics de l'ajustement du modèle.

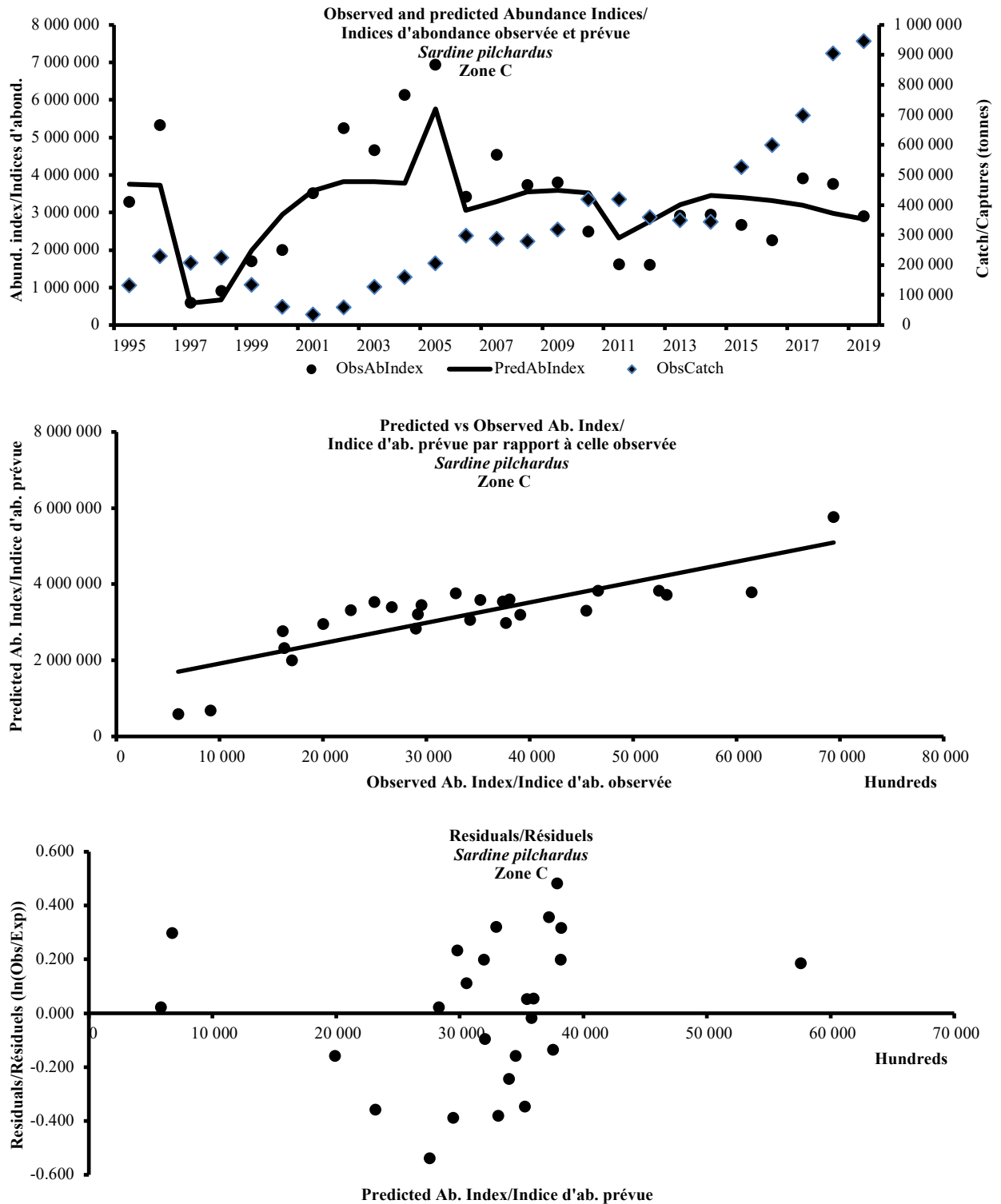


Figure 2.6.1b: Observed and predicted abundance indices for *Sardina pilchardus* Zone C using estimates from 2019 and diagnostics of model fit/Indices d'abondance observée et prévue pour *Sardina pilchardus* Zone C à l'aide d'estimations de 2019 et de diagnostics de l'ajustement du modèle.

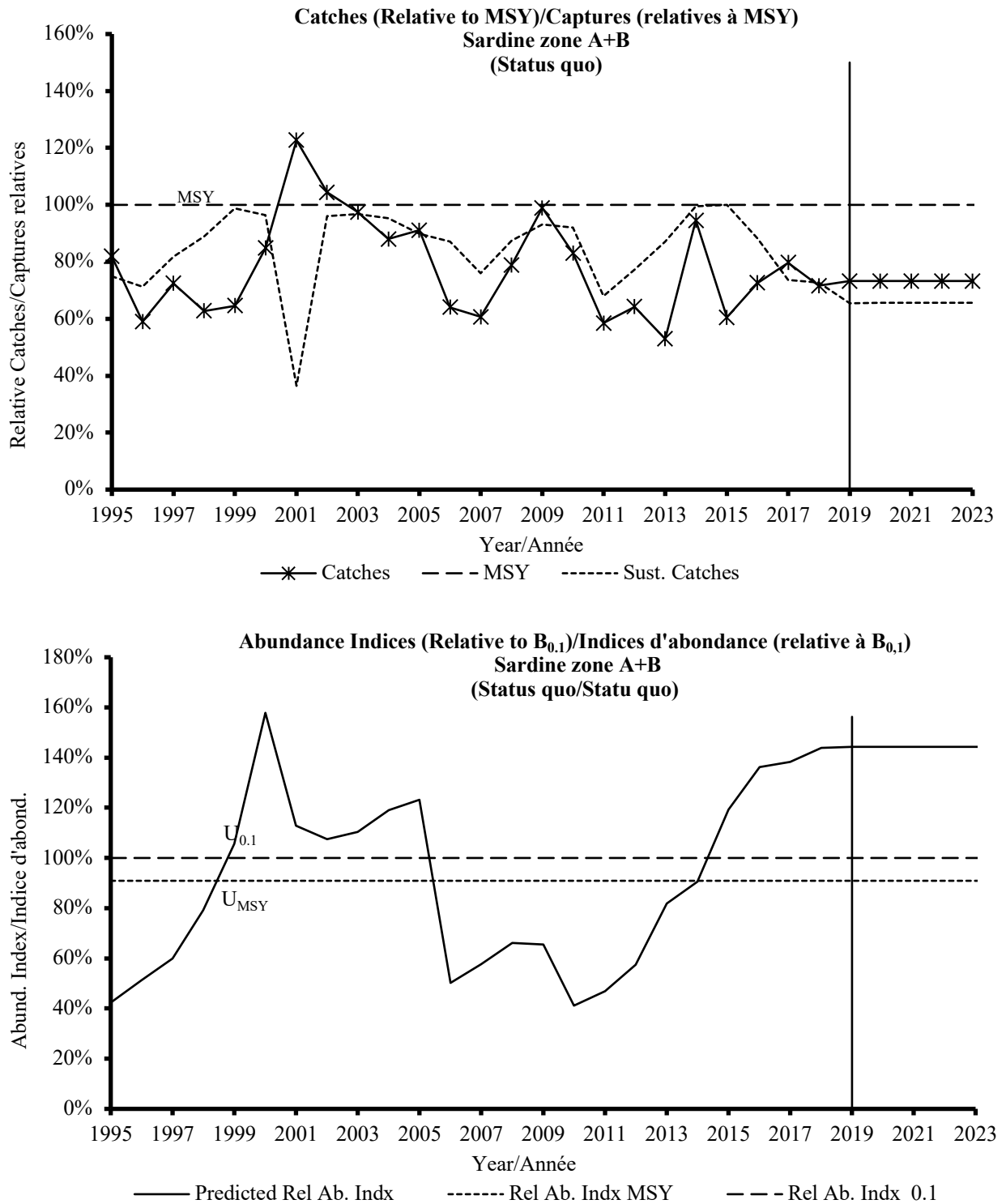


Figure 2.7.1a: Predicted catches and abundance of sardine in Zone A+B-*status quo* scenario/Captures et abondance prévues de sardine dans la Zone A+B - scénario de *statu quo*.

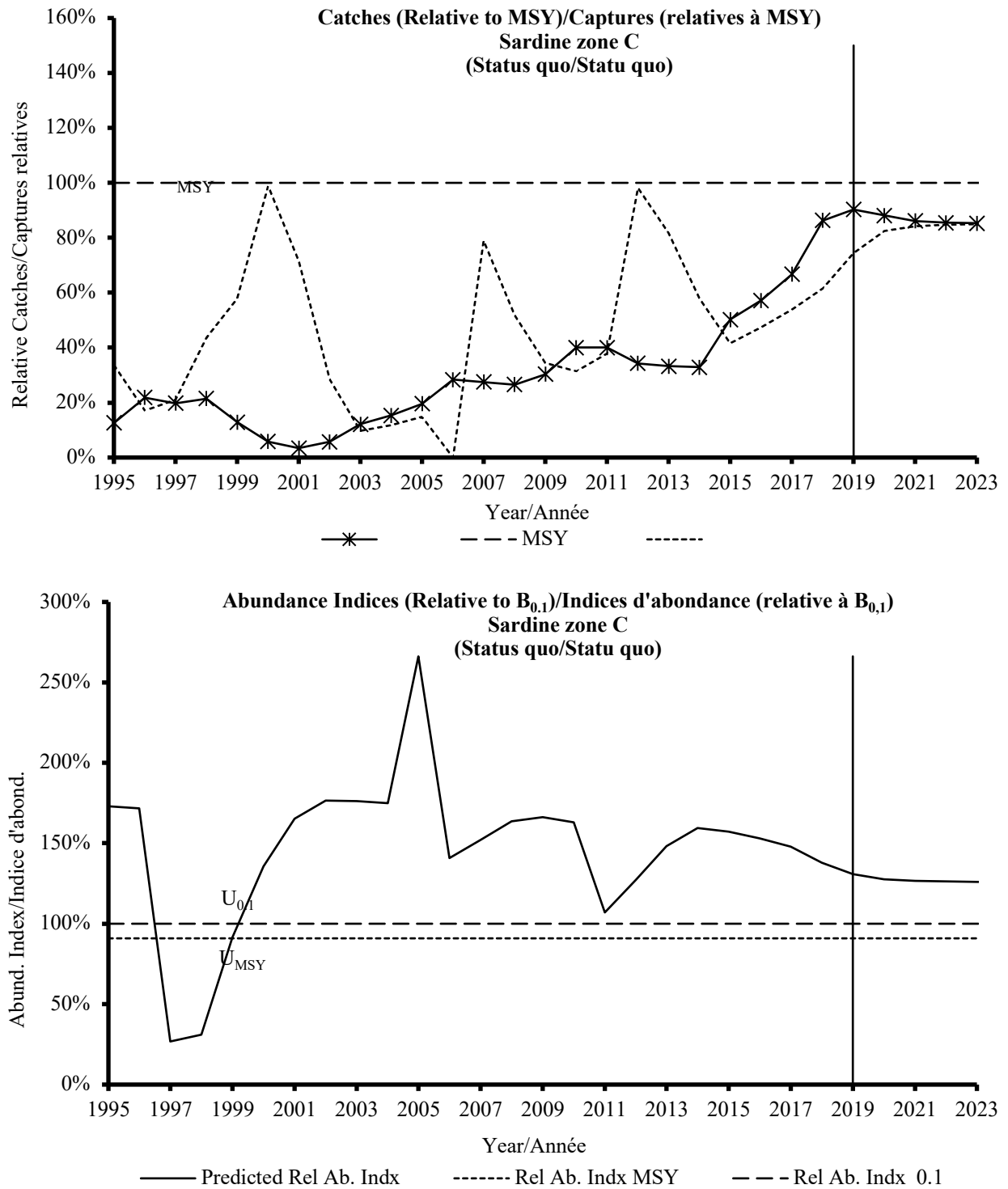


Figure 2.7.1b: Predicted catches and abundance of Zone C - status quo scenario/Captures et abondance prévues de la Zone C - scénario de *statu quo*.

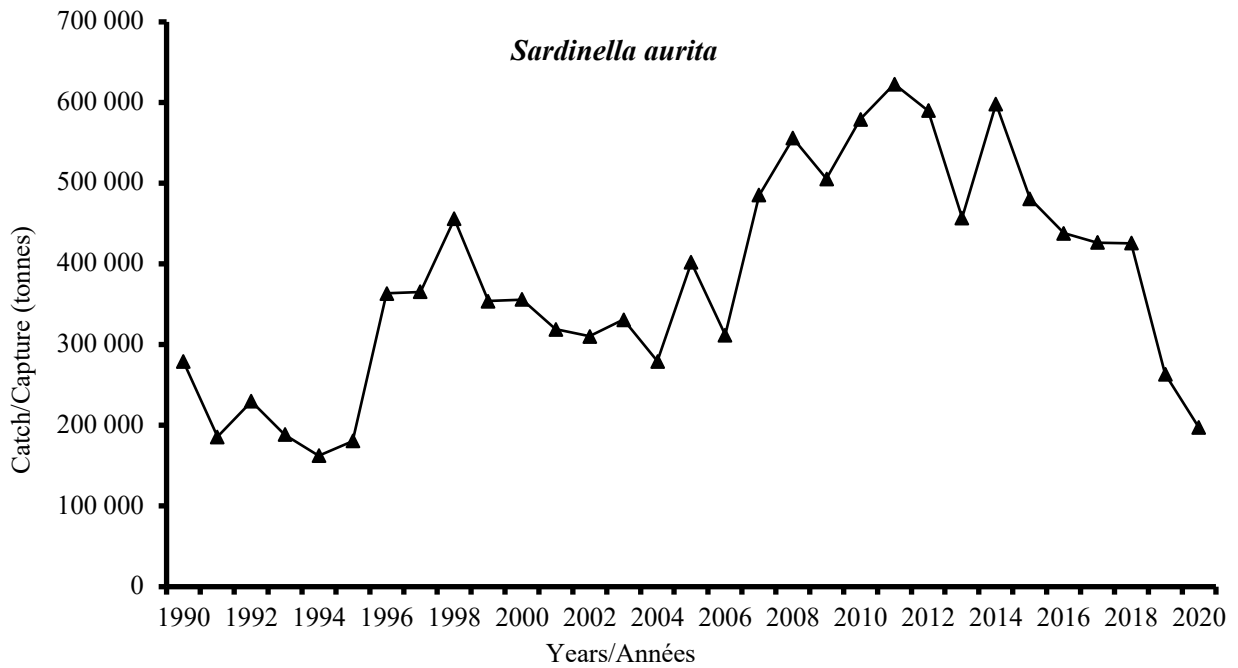


Figure 3.2.1a: Total catch of *Sardinella aurita* (1990-2020) in all regions/Capture totale de *Sardinella aurita* (1990-2020) dans toutes les régions.

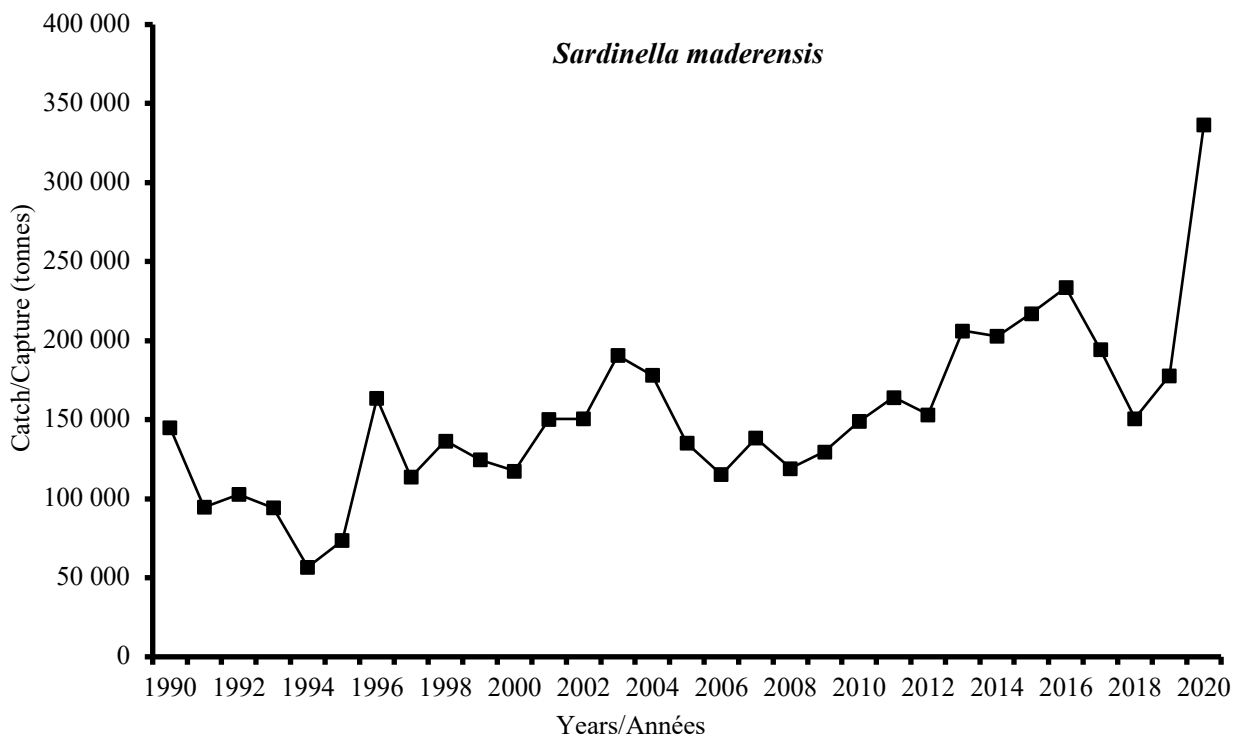


Figure 3.2.1b: Total catch of *Sardinella maderensis* (1990-2020)* in all regions/Capture totale de *Sardinella maderensis* (1990-2020)* dans toutes les régions. *Senegal did not provide data for 2018/le Senegal n'ayant pas fourni de données pour 2018.

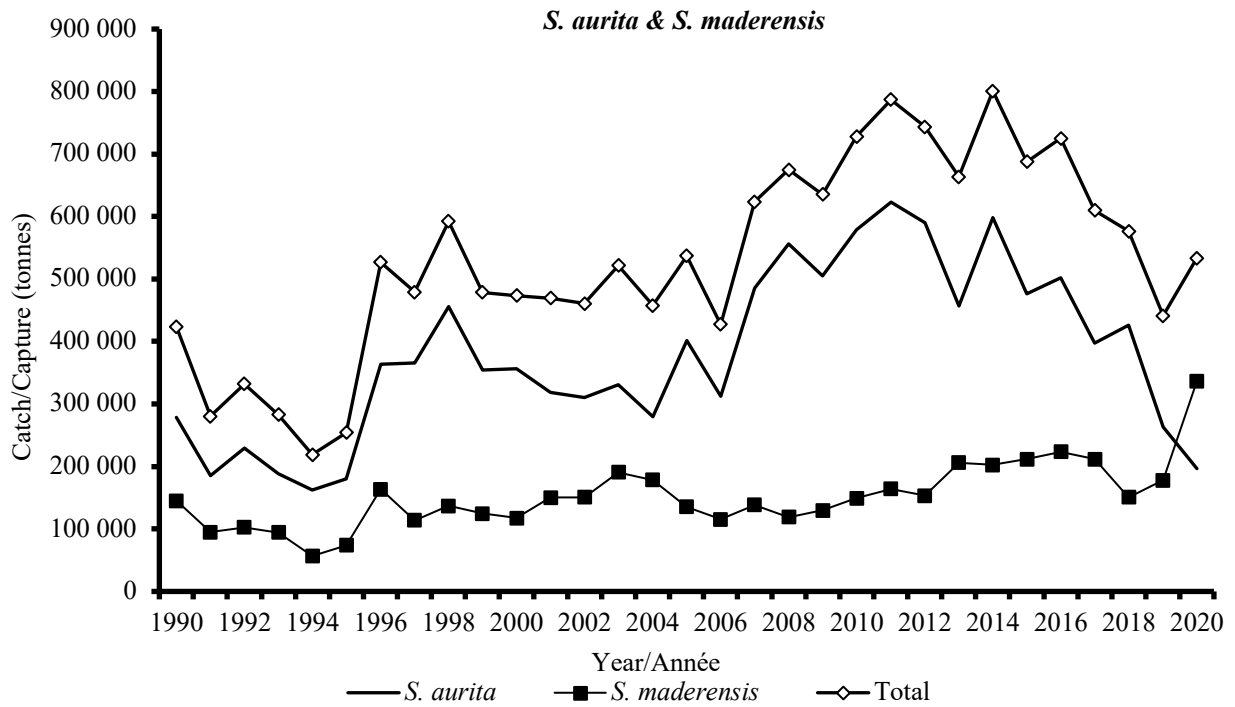


Figure 3.2.1c: Total catch of *Sardinella* spp. In the whole of the region*/Capture totale de *Sardinella* spp. Dans toute la région*. *Senegal did not provide data for 2018/le Senegal n'ayant pas fourni de données pour 2018.



Figure 3.2.2a: Fishing effort of *Sardinella* spp. by fleet and year/Effort de pêche de *Sardinella* spp. par flottille et année.

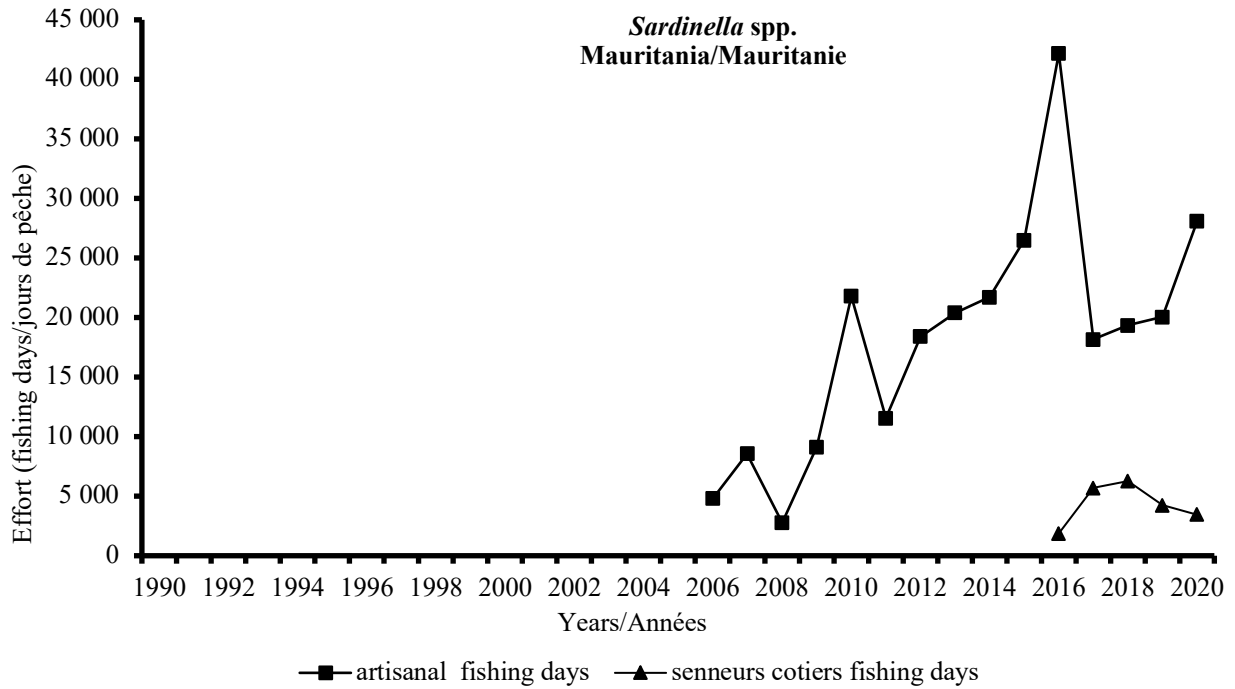


Figure 3.2.2b: Fishing effort of *Sardinella* spp. by fleet and year/Effort de pêche de *Sardinella* spp. par flottille et année.

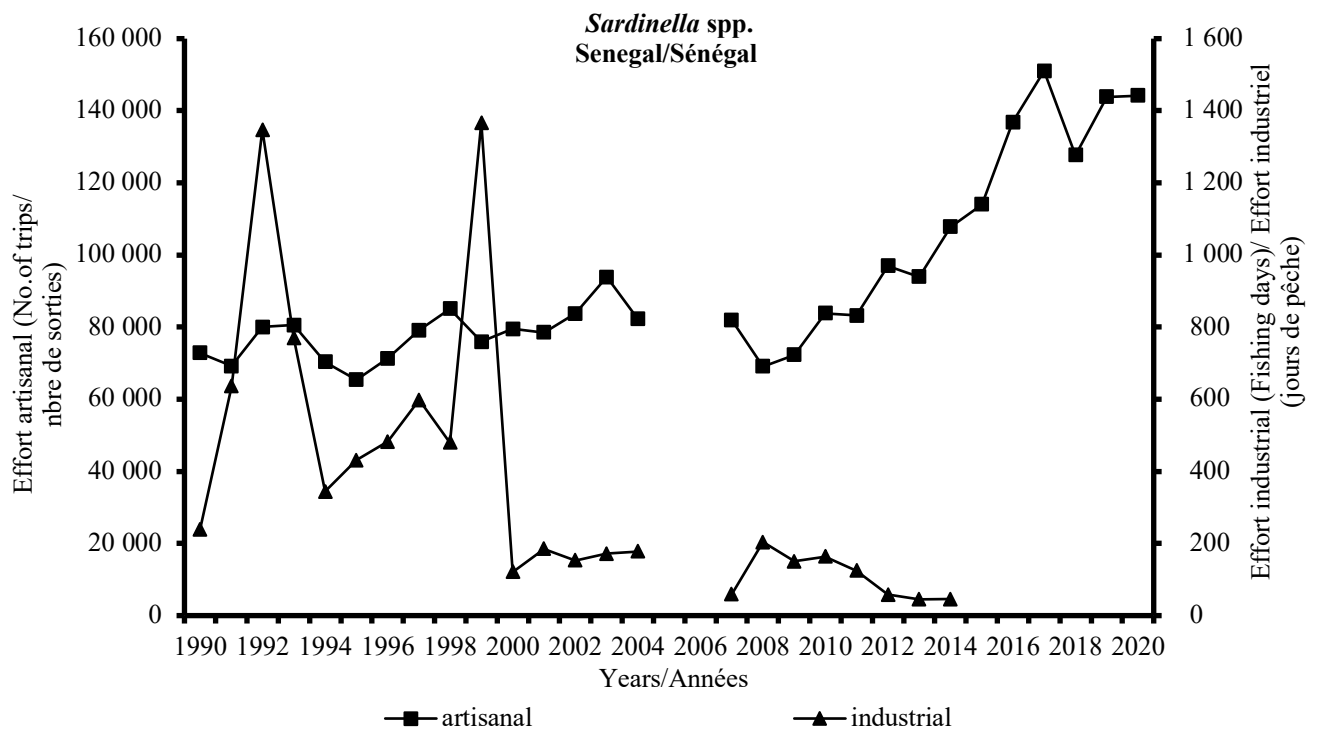


Figure 3.2.2c: Fishing effort of *Sardinella* spp. by fleet and year/Effort de pêche de *Sardinella* spp. par flottille et année.

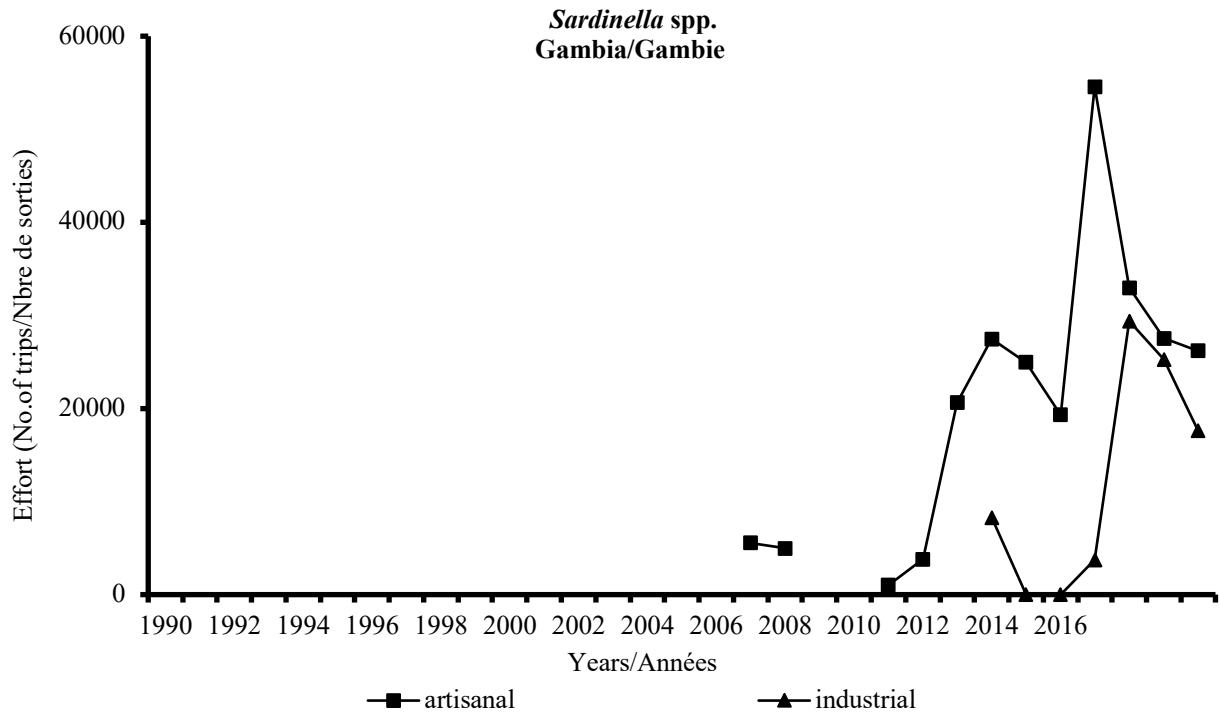


Figure 3.2.2d: Fishing effort of *Sardinella* spp. by fleet and year/Effort de pêche de *Sardinella* spp. par flottille et année.

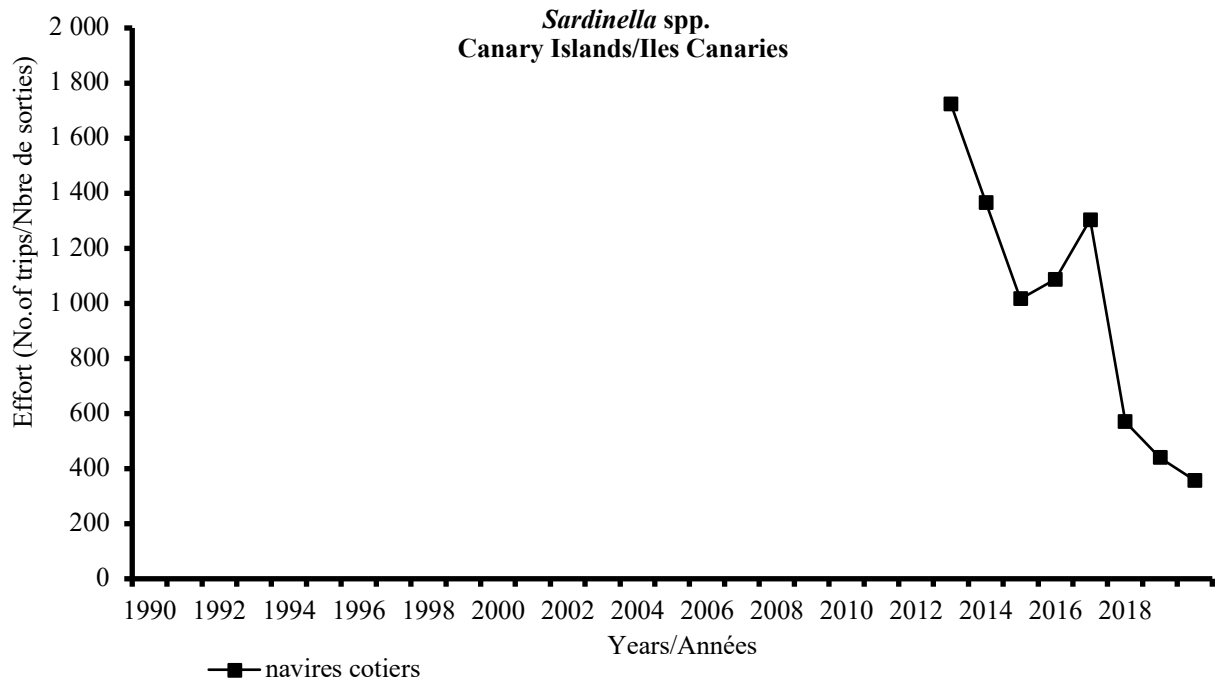


Figure 3.2.2e: Fishing effort of *Sardinella* spp. by fleet and year/Effort de pêche de *Sardinella* spp. par flottille et année.

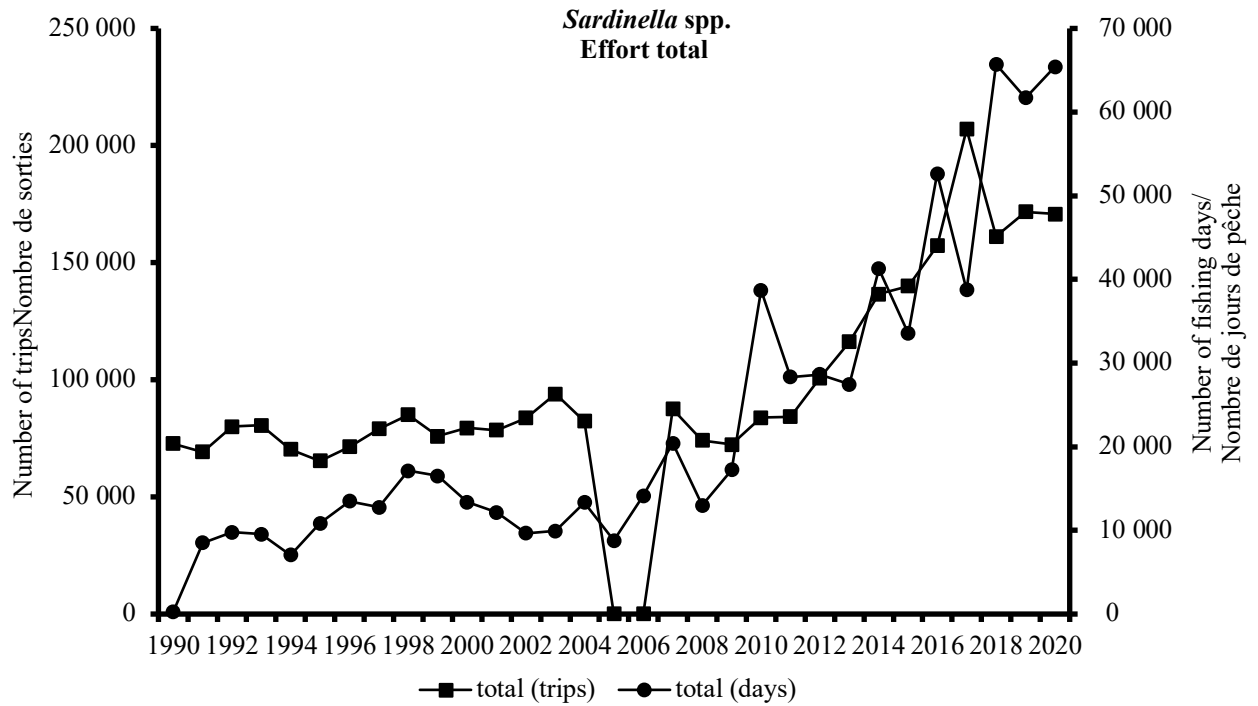


Figure 3.2.2f: Total fishing effort of *Sardinella* spp./Effort de pêche total de *Sardinella* spp.

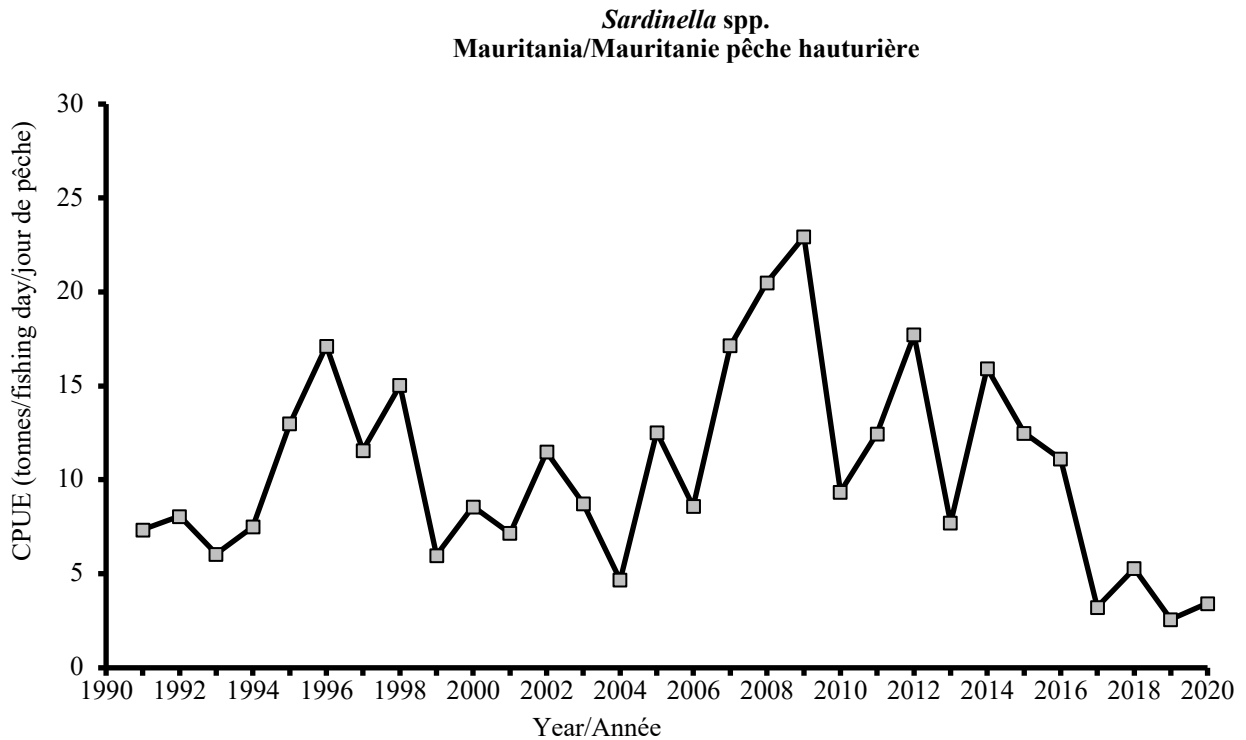


Figure 3.3.1a: CPUE of *sardinella* spp. by the offshore fleet in Mauritania (trawlers from the European Union and other foreign countries)/CPUE de *Sardinella* spp. par la flottille hauturière en Mauritanie (chalutiers de l'Union européenne et d'autres pays étrangers).

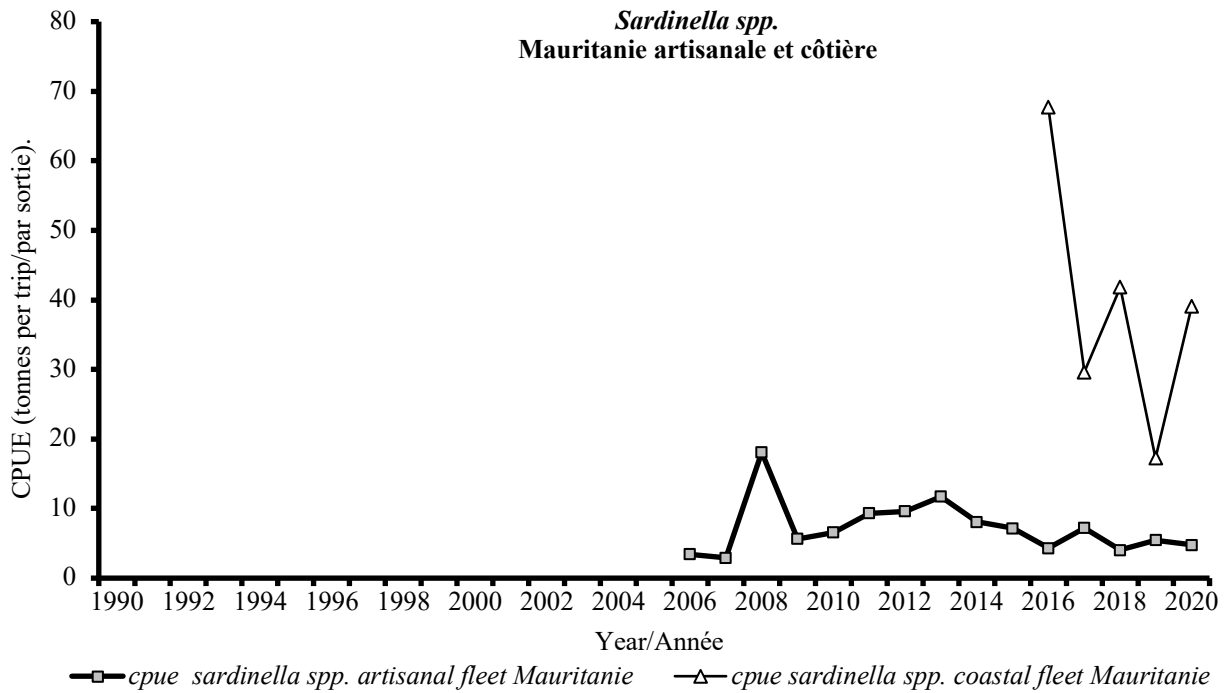


Figure 3.3.1b: CPUE of *Sardinella spp.* by artisanal fleet (catch in tonnes and effort in number of trips)/CPUE de *Sardinella spp.* par la flottille artisanale (capture en tonnes et effort en nombre de sorties).

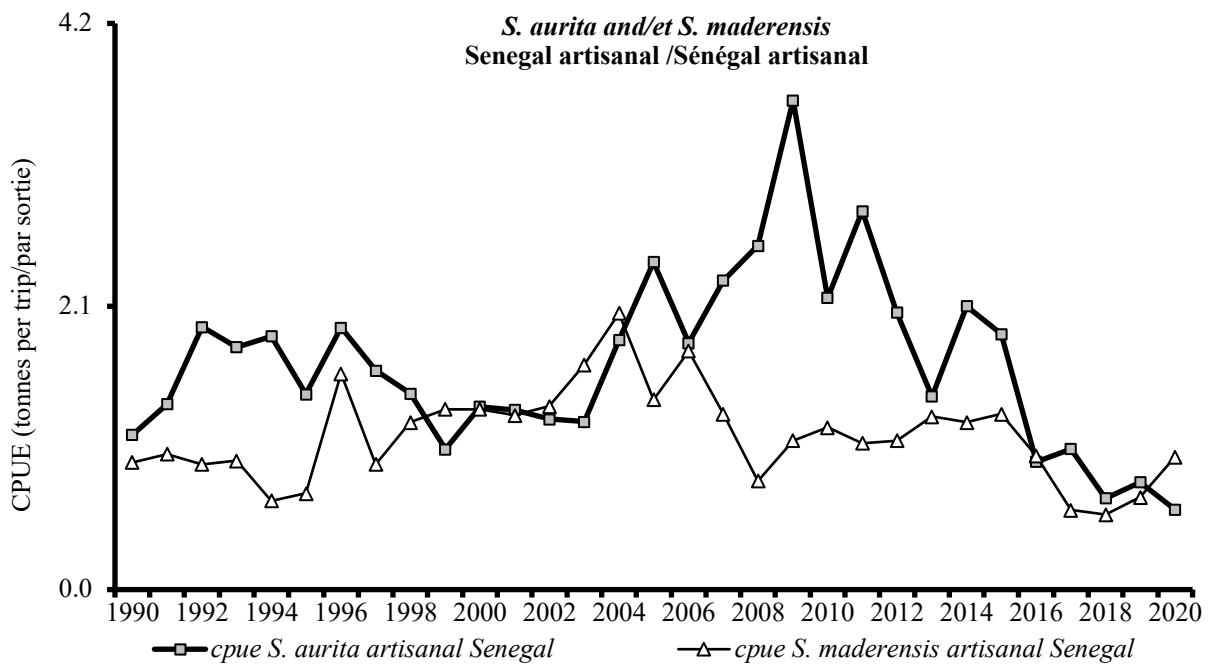


Figure 3.3.1c: CPUE of *S. aurita* and *S. maderensis* by artisanal fleet in Senegal (catch in tonnes; effort in number of trips)/CPUE de *S. aurita* et *S. maderensis* par la pêche artisanale en Sénégal (capture en tonnes; effort en nombre de sorties).

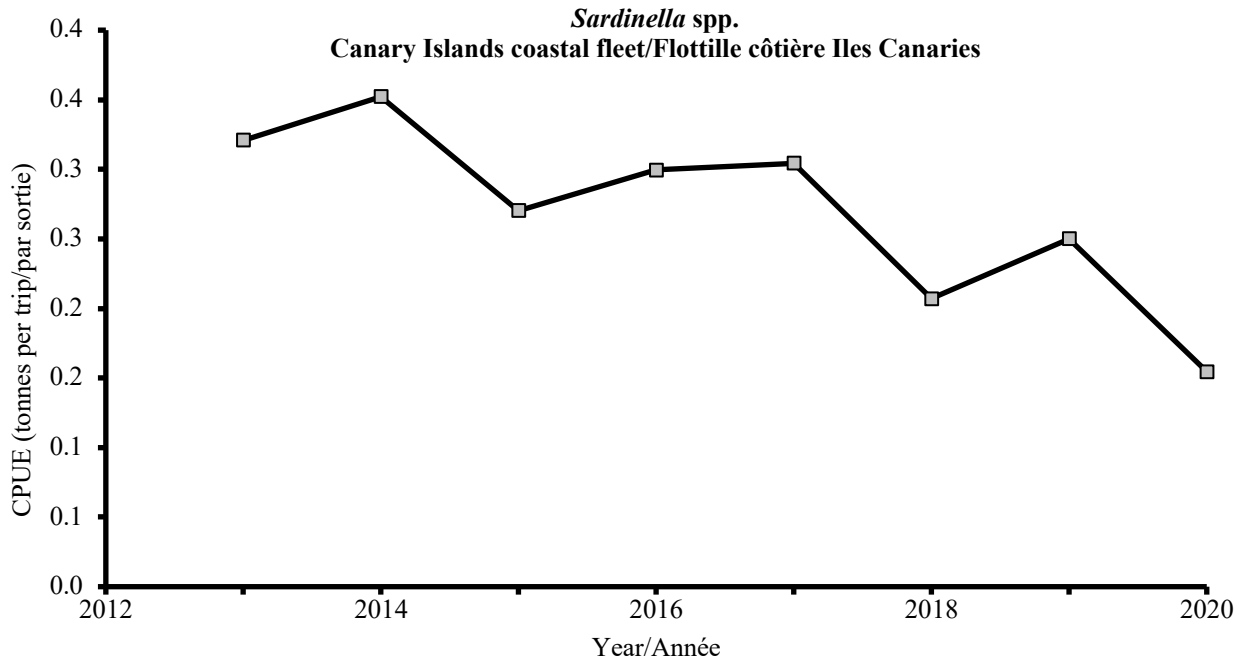


Figure 3.3.1d: CPUE of *Sardinella* spp. by coastal fleet in the Canary Islands (catch in tonnes; effort in number of trips)/CPUE de *Sardinella* spp. par la pêche côtière aux Îles Canaries (capture en tonnes; effort en nombre de sorties).

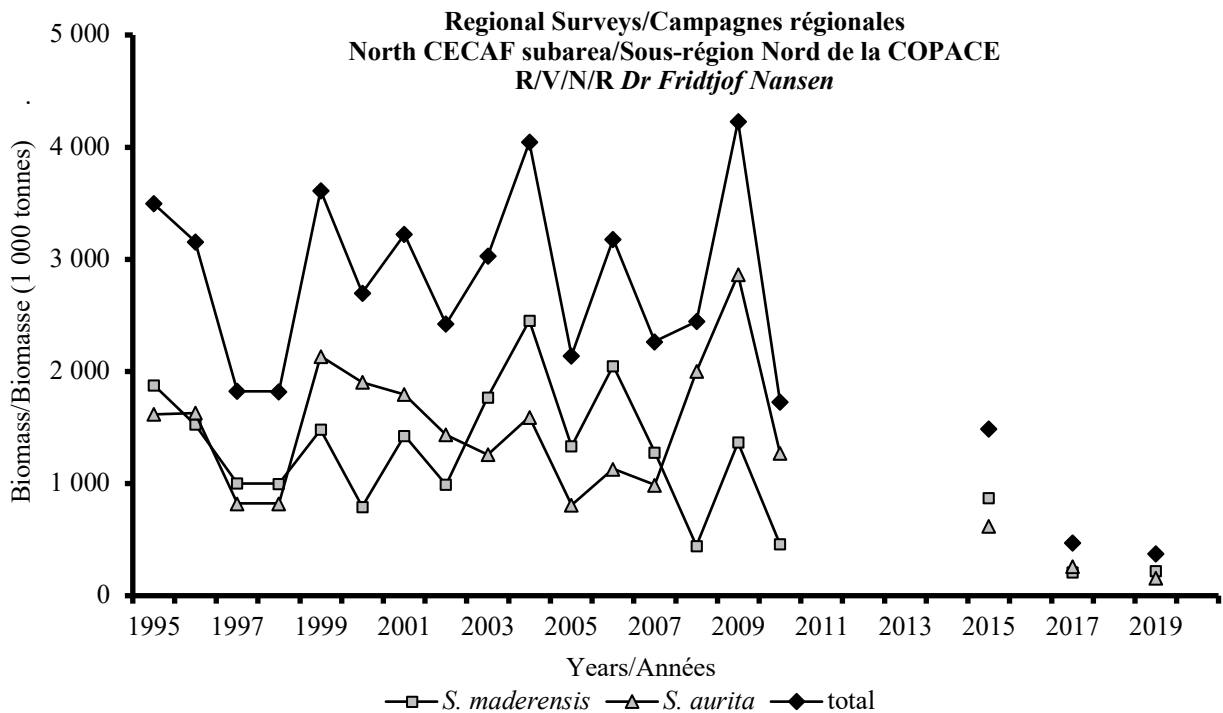


Figure 3.3.2a: Biomass estimates of *Sardinella aurita* and *S. maderensis* for the northern CECAF sub-region from the R/V Dr Fridtjof Nansen (weight in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *Sardinella aurita* et *S. maderensis* pour la sous-région Nord de la COPACE à partir du N/R Dr Fridtjof Nansen (poids en milliers de tonnes).

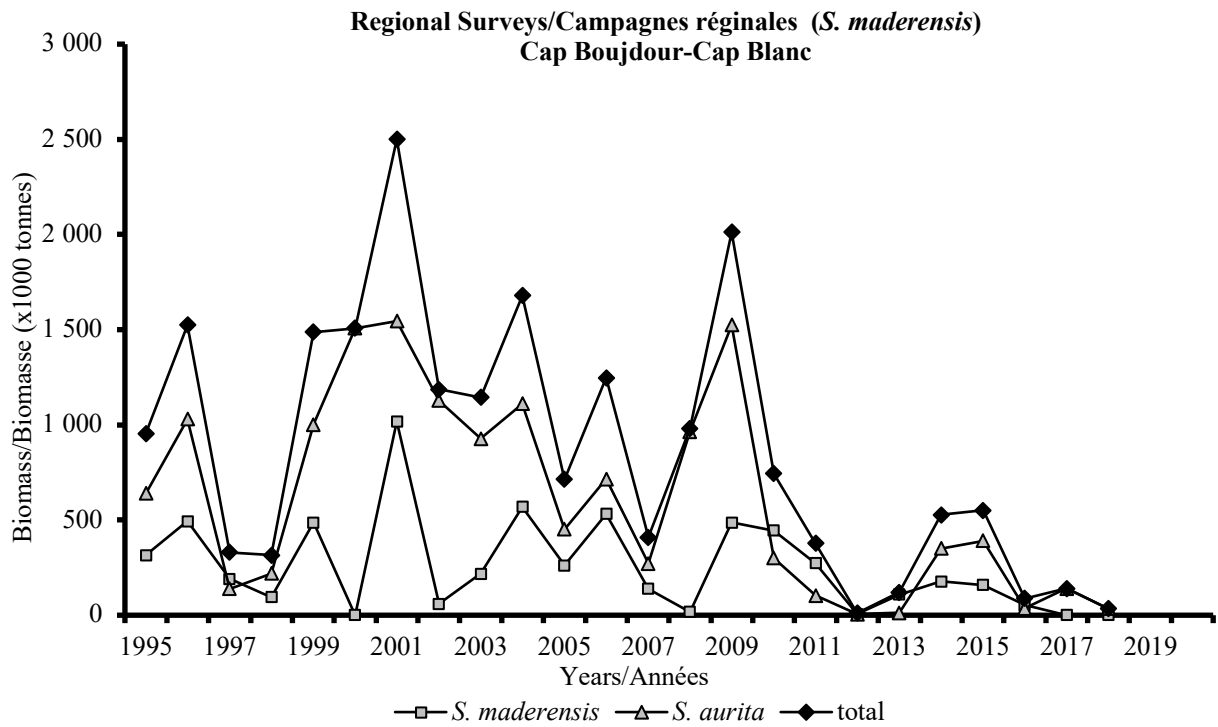


Figure 3.3.2b: Biomass estimates of *Sardinella aurita* and *S. maderensis* for Cap Boujdour-Cap Blanc (weight in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *Sardinella aurita* et *S. maderensis* pour Cap Boujdour-Cap Blanc (poids en milliers de tonnes).

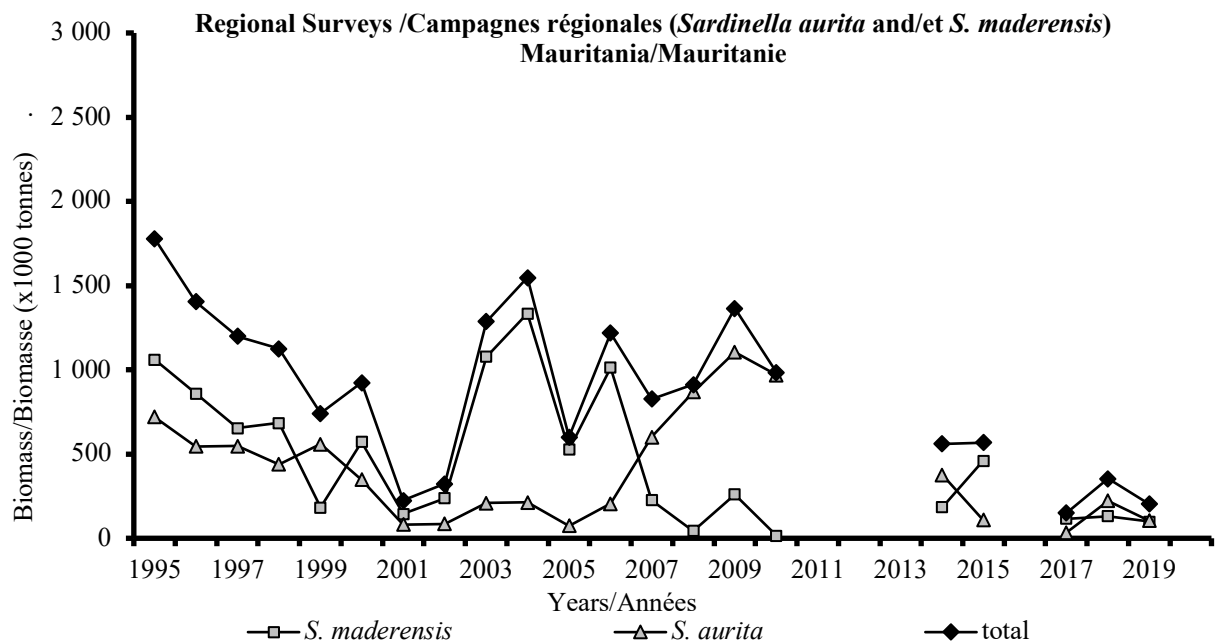


Figure 3.3.2c: Biomass estimates of *Sardinella aurita* and *S. maderensis* for Mauritania (weight in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *Sardinella aurita* et *S. maderensis* pour la Mauritanie (poids en milliers de tonnes).

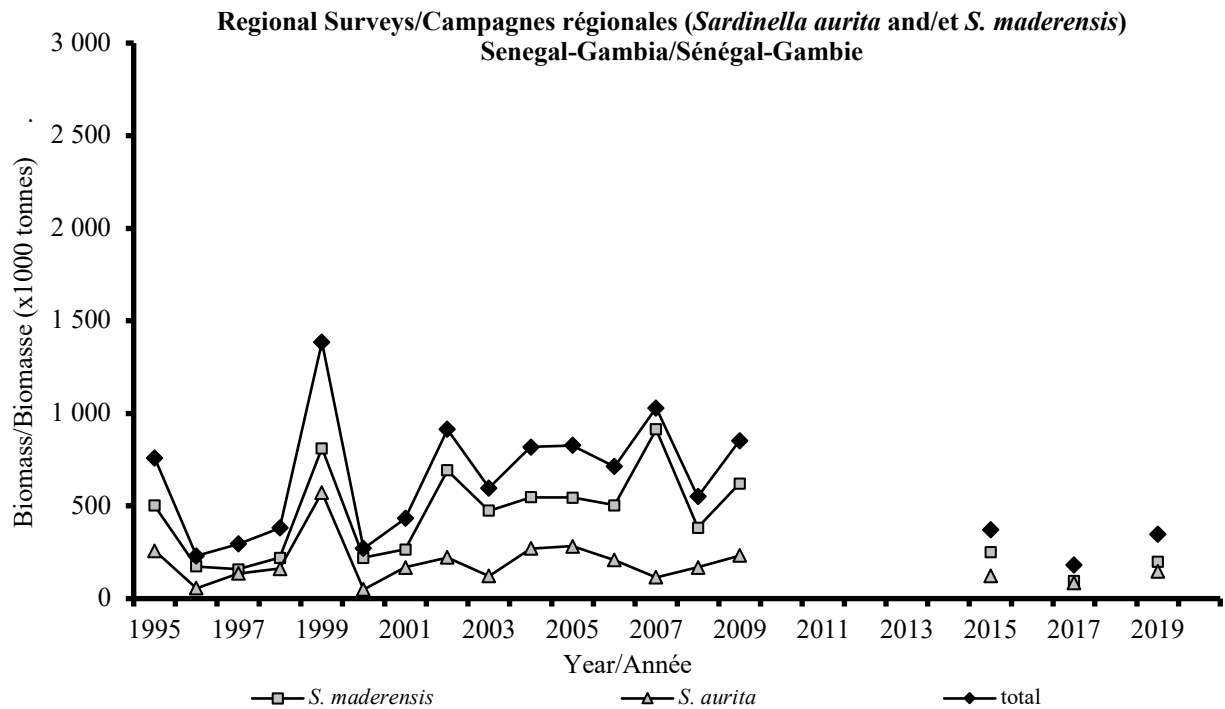
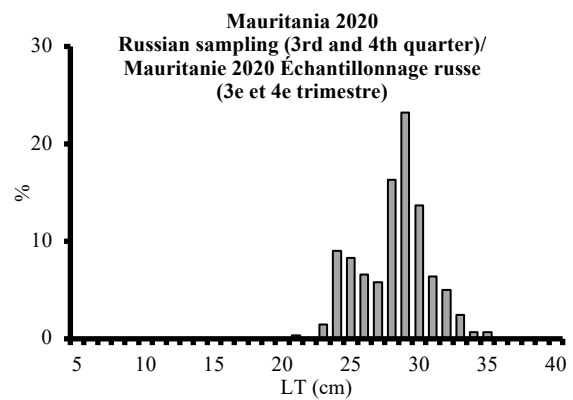
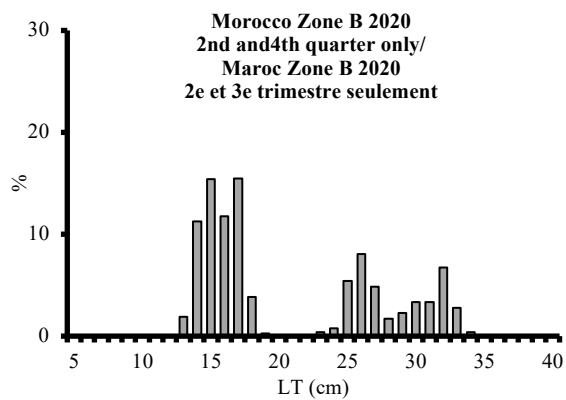


Figure 3.3.2d: Biomass estimates of *Sardinella aurita* and *S. maderensis* for Senegal-Gambia (weight in thousand tonnes)/Estimations de la biomasse de *Sardinella aurita* et *S. maderensis* pour le Sénégal-Gambie (poids en milliers de tonnes).



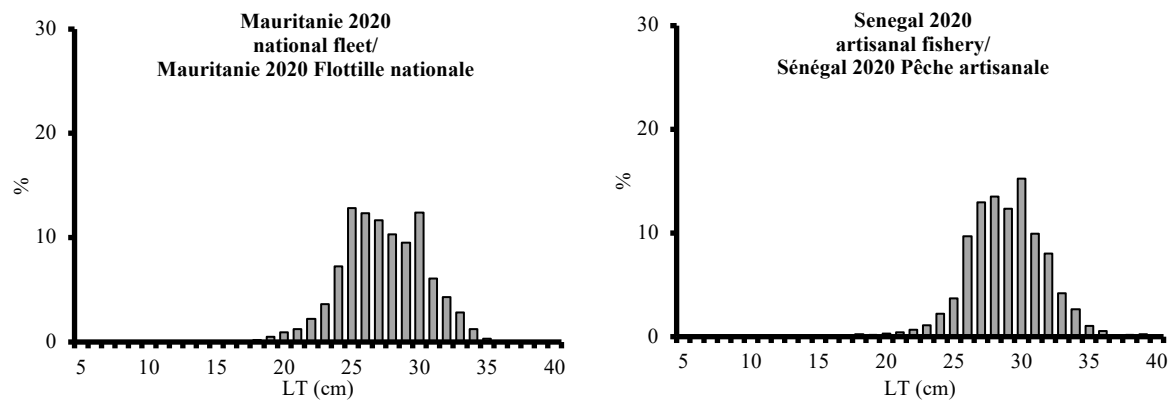
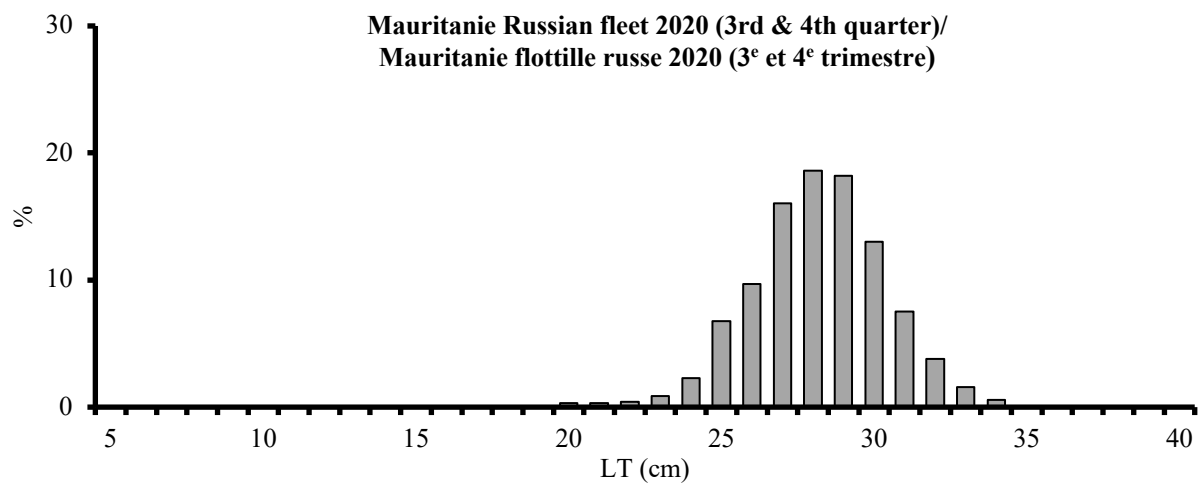


Figure 3.5.1a: Length composition of commercial catches of *S. aurita* in 2020/Composition de longueurs des captures commerciales de *S. aurita* en 2020.



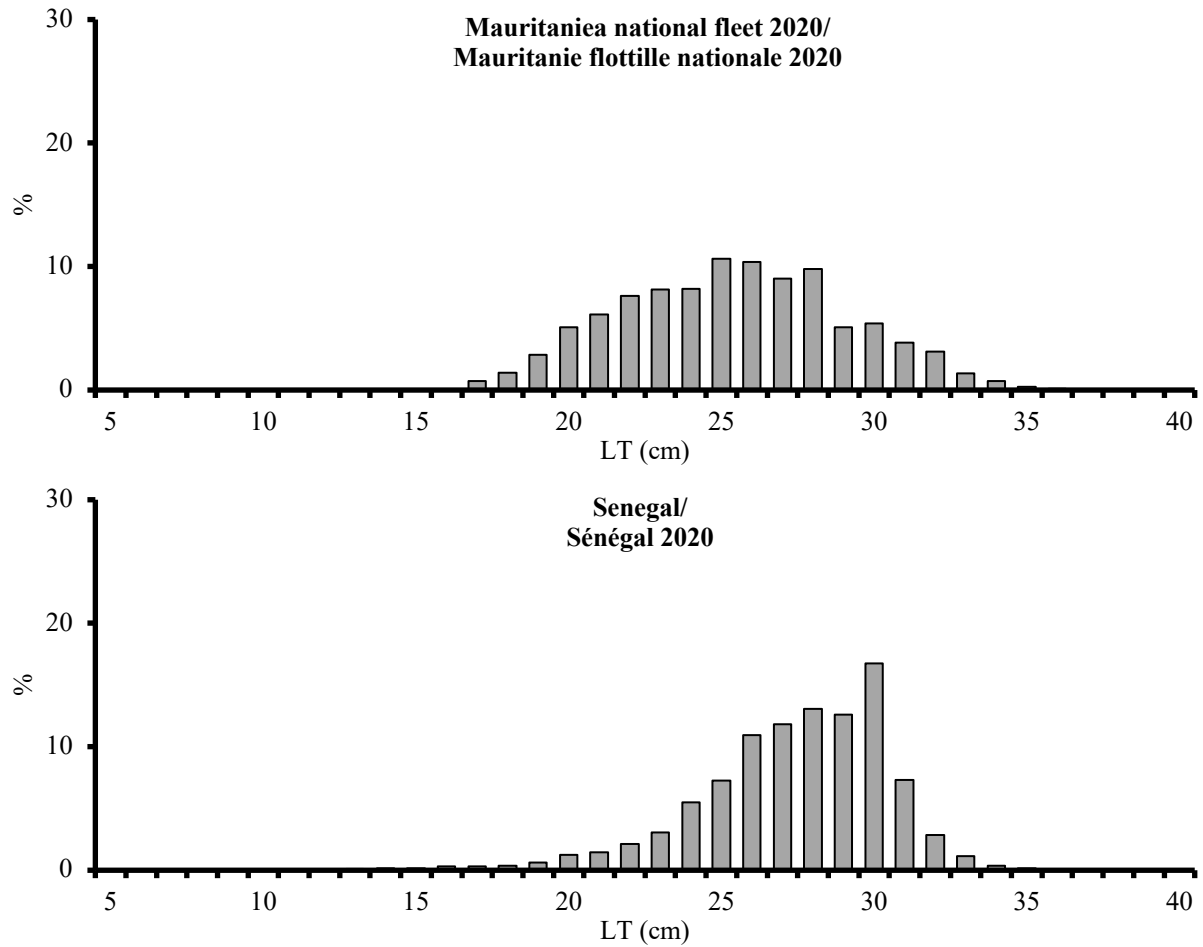
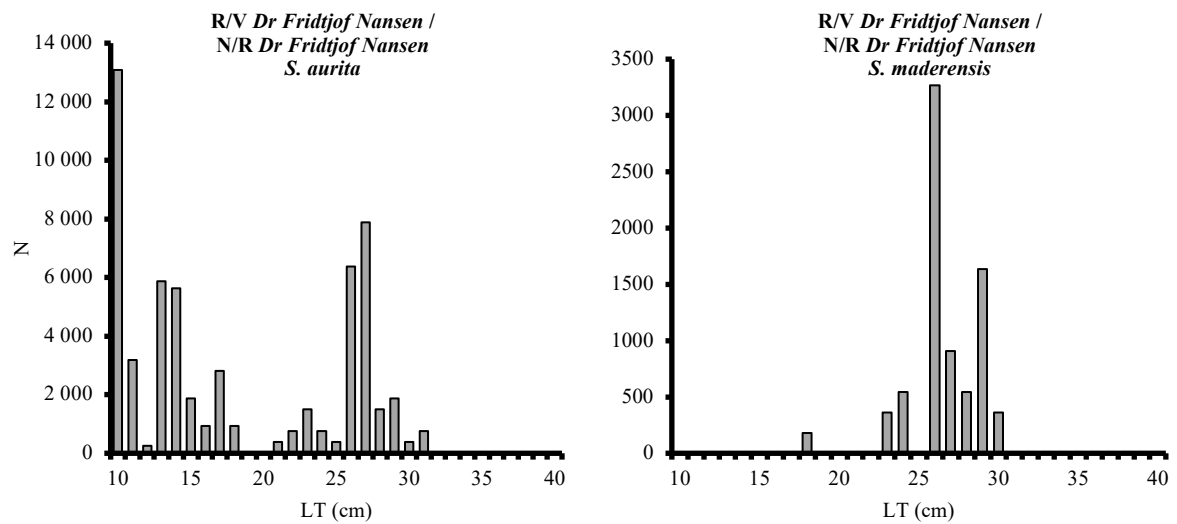


Figure 3.5.1b: Length composition of commercial catches of *S. maderensis* in 2020/Composition en longueur des captures commerciales de *S. maderensis* en 2020.



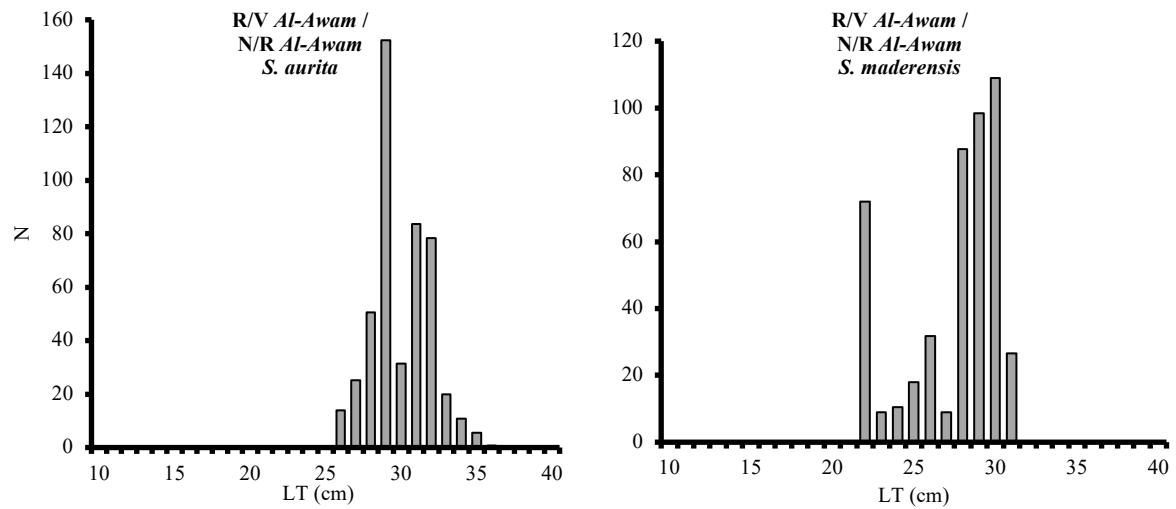


Figure 3.5.1c: Length composition from acoustic surveys in 2019 by the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and the R/V *Al-Awam* in 2020/Composition en longueur provenant des campagnes acoustiques du N/R *Dr Fridtjof Nansen* en 2019 et du N/R *Al-Awam* en 2020.

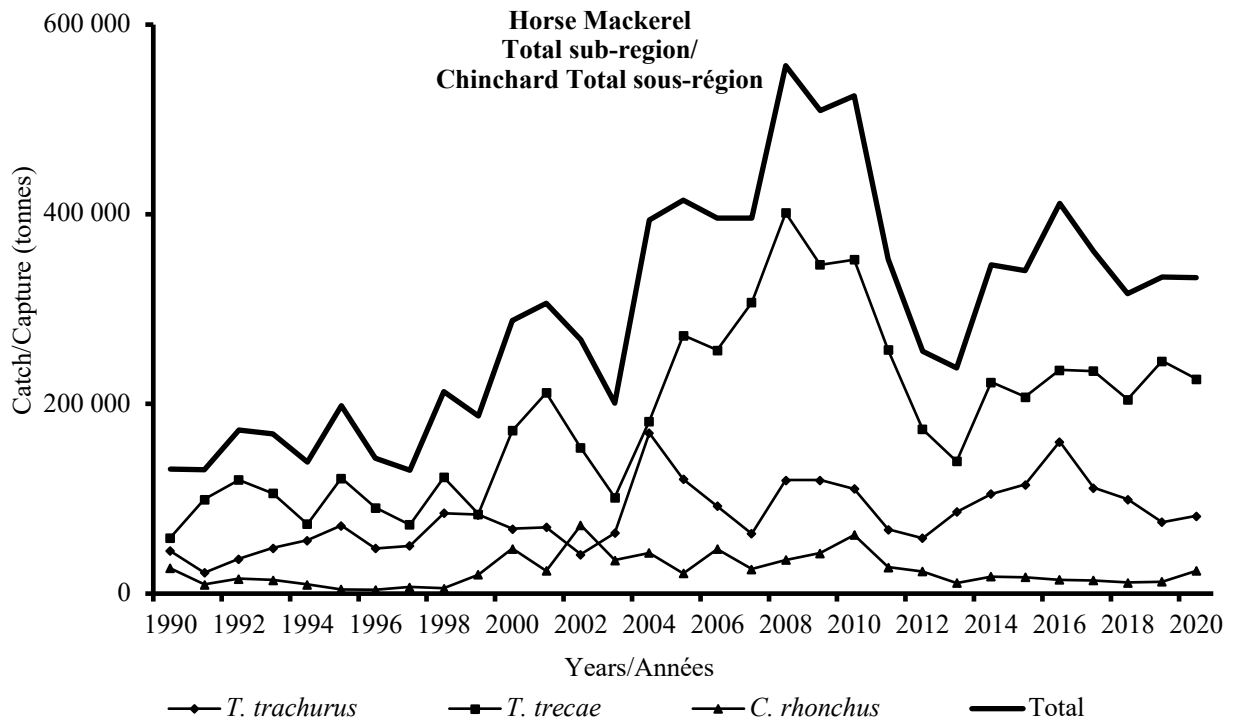


Figure 4.2.1: Total catches (tonnes) of horse mackerel in the sub-region by species and year/Captures totales (tonnes) de chinchards dans la sous-région par espèce et par année.

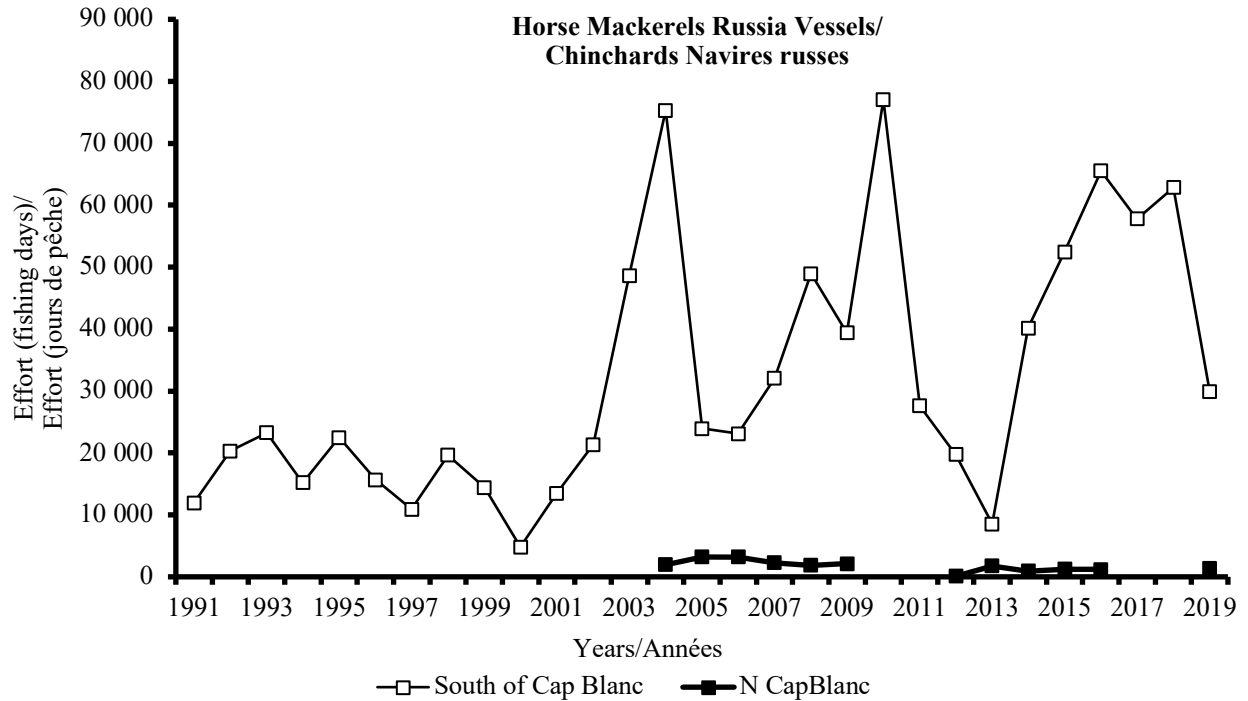


Figure 4.3.1a: Effort (Russian Federation+Others fishing days) of industrial fleet in the sub-region for horse mackerel/Effort (la Fédération de Russie+autres jours de pêche) de la flottille industrielle de la sous-région pour le chinchard.

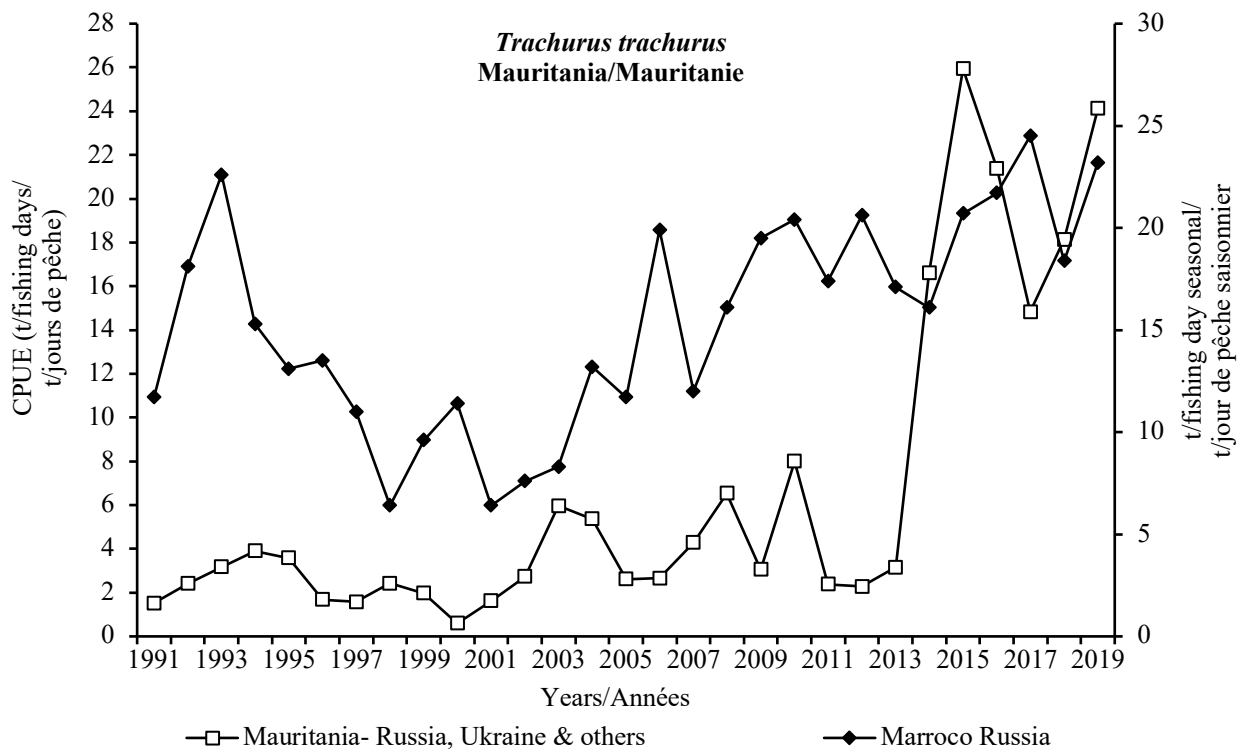


Figure 4.3.1b: CPUE of *Trachurus trachurus*, Mauritania/CPUE de *Trachurus trachurus*, Mauritanie.

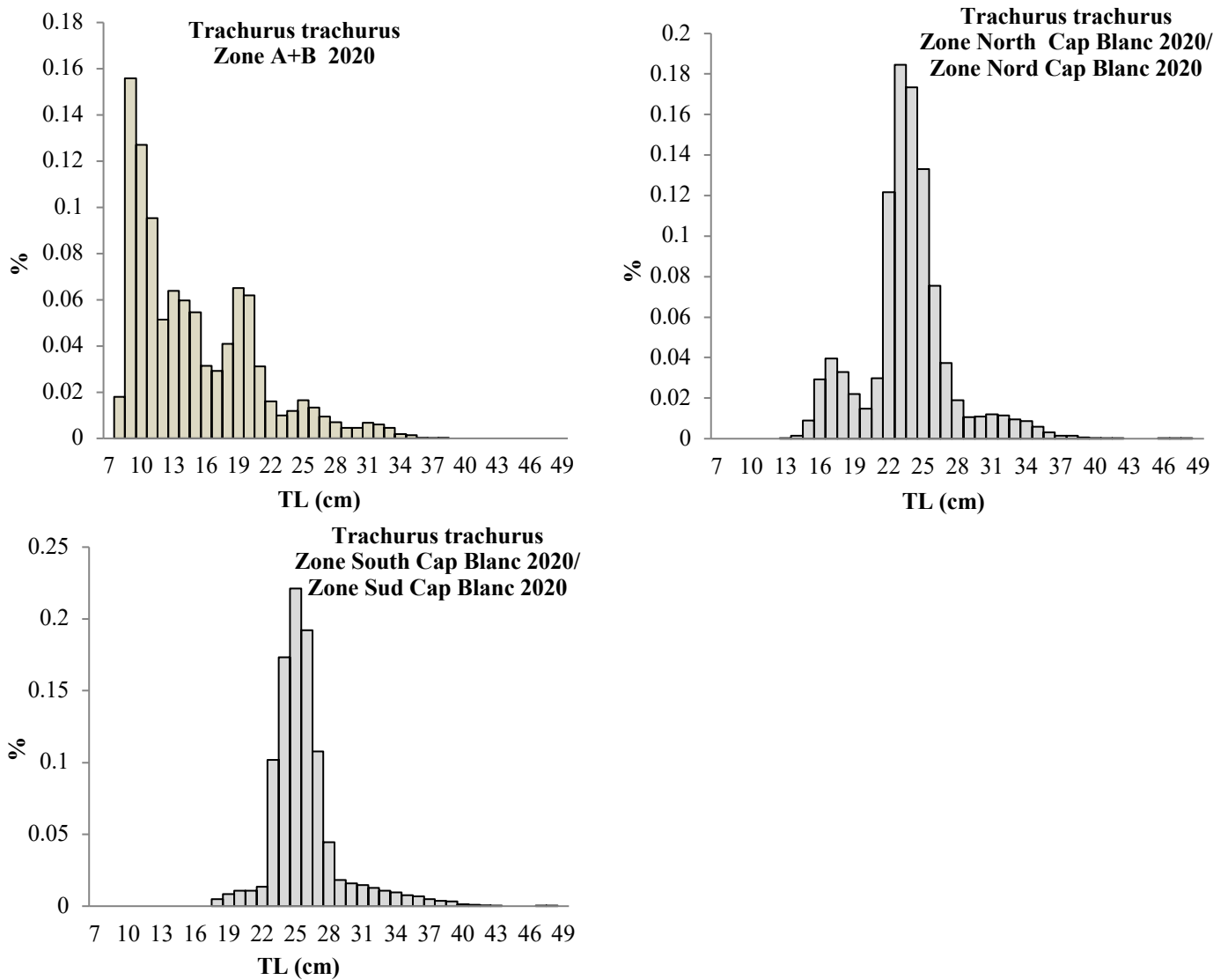


Figure 4.5.1a: Length frequencies of commercial catch data for *Trachurus trachurus*/Fréquences de longueur des données de capture commerciale pour *Trachurus trachurus*.

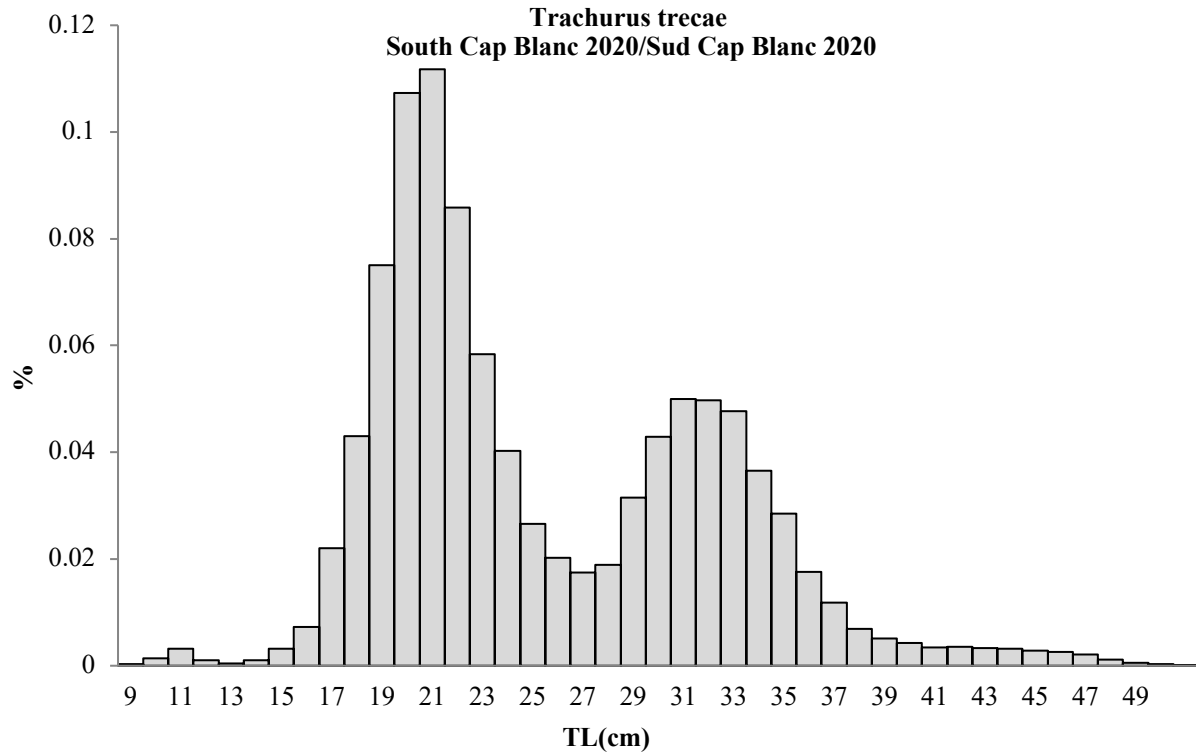


Figure 4.5.1b: Length frequencies of commercial catch data for *Trachurus trecae*/Fréquences de longueur des données de capture commerciale de *Trachurus trecae*.

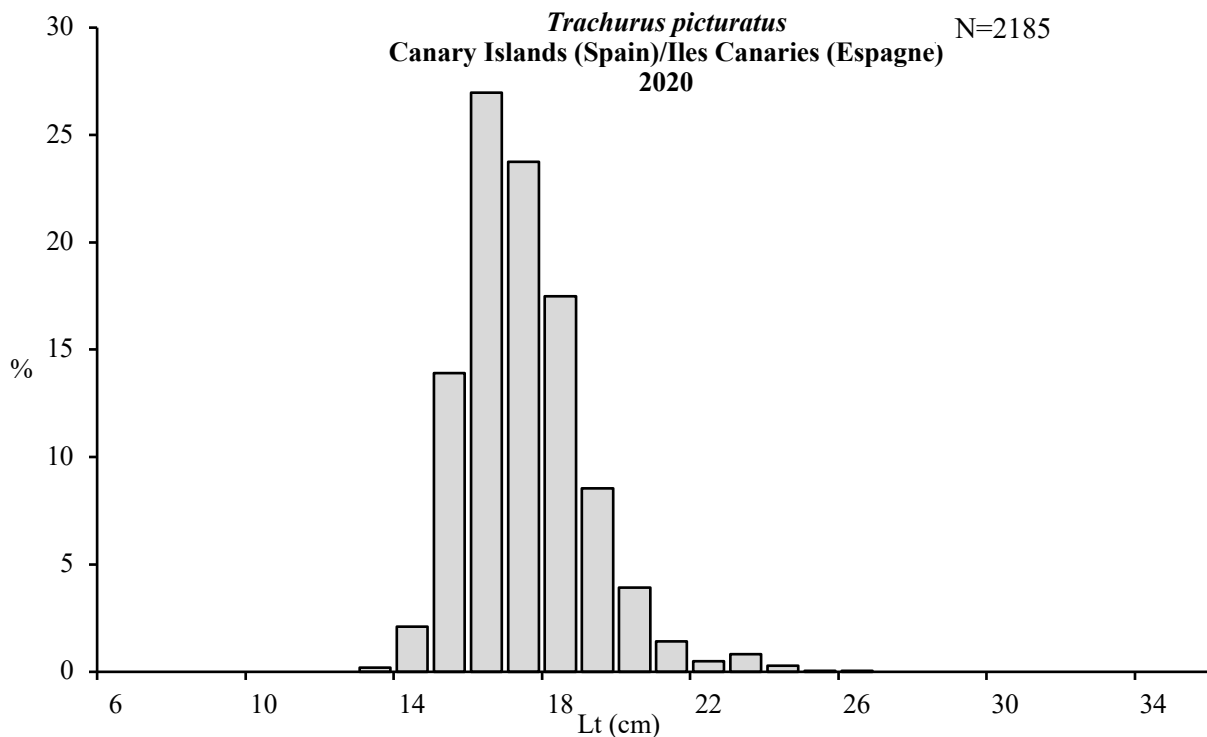


Figure 4.5.1d: Length frequencies of commercial catch data for *Trachurus picturatus*/Fréquences de longueur des données de capture commerciale de *Trachurus picturatus*.

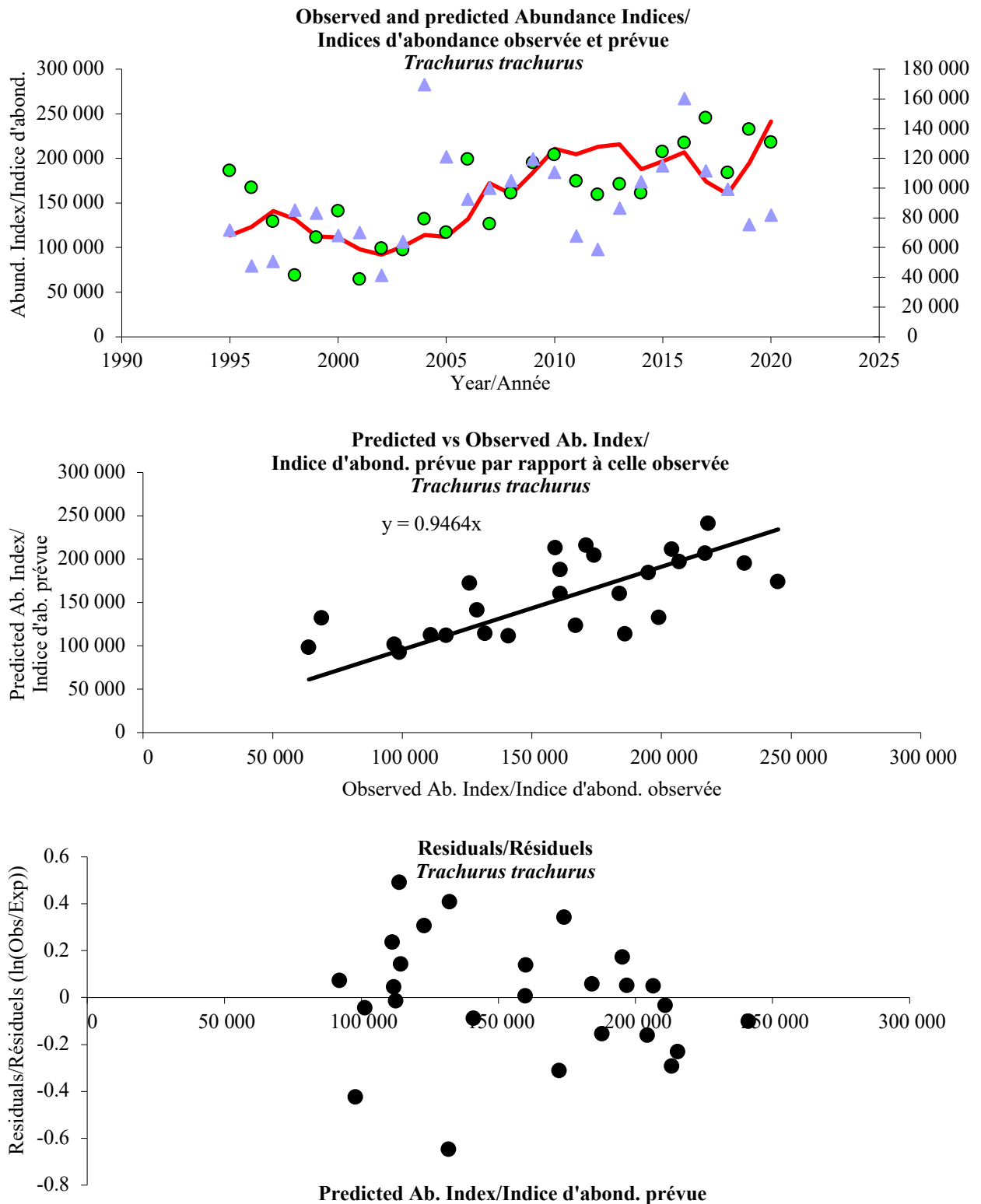


Figure 4.6.3: Observed and predicted abundance indices for *T. trachurus* using Russian Federation CPUE and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observée et prévue pour *T. trachurus* en utilisant les estimations de CPUE de la Fédération de Russie et les diagnostics du modèle.

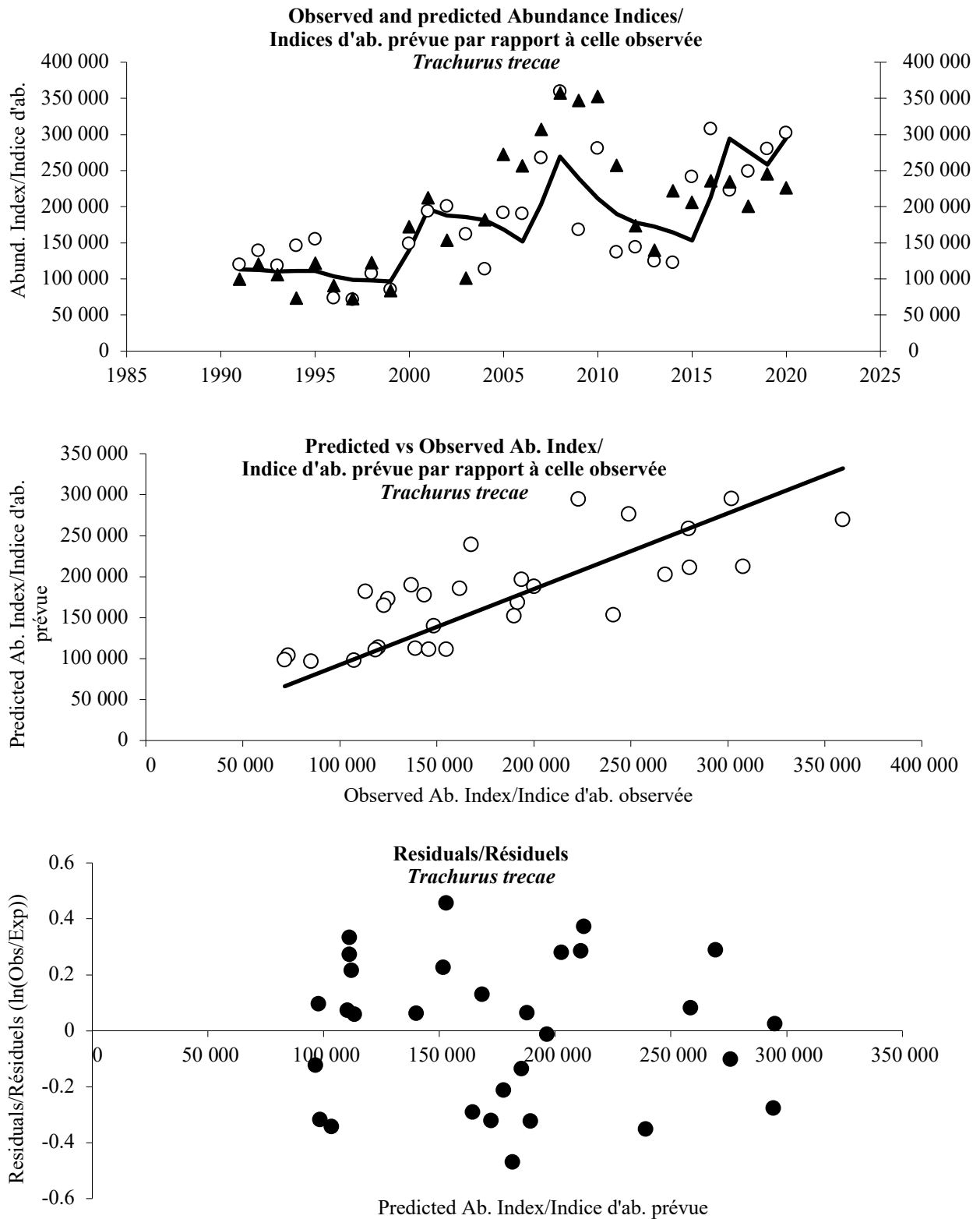


Figure 4.6.4: Observed and predicted abundance indices for *T. trecae* using Russian Federation CPUE and diagnostics of the model fit/Indices d'abondance observée et prévue pour *T. trecae* en utilisant les estimations de CPUE de la Fédération de Russie et les diagnostics du modèle.

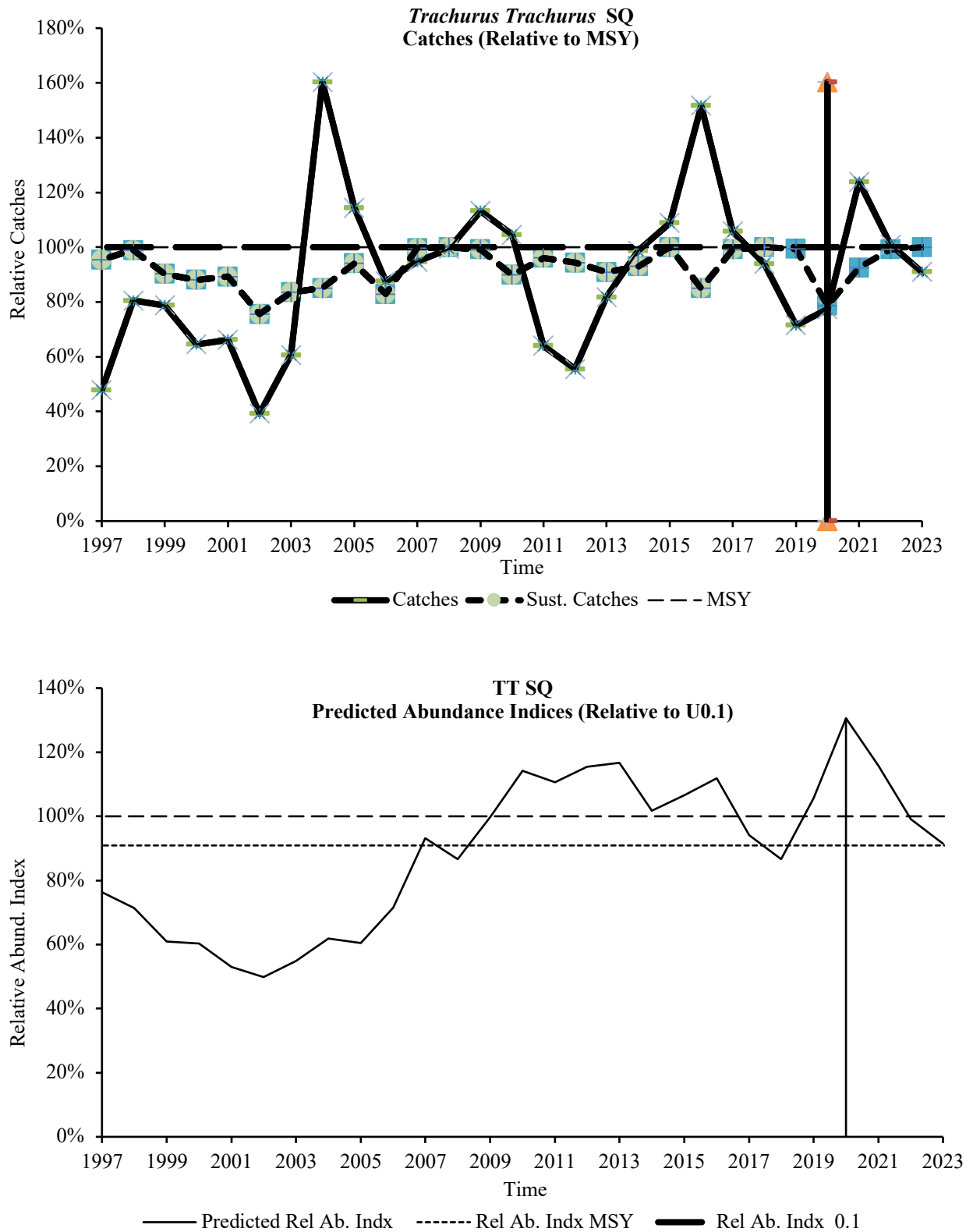


Figure 4.7.1: Projected trends in catches and abundance of *T. trachurus* - Scenario I (*Status quo*)/Prédiction des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trachurus* - Scénario I (*Statu quo*).

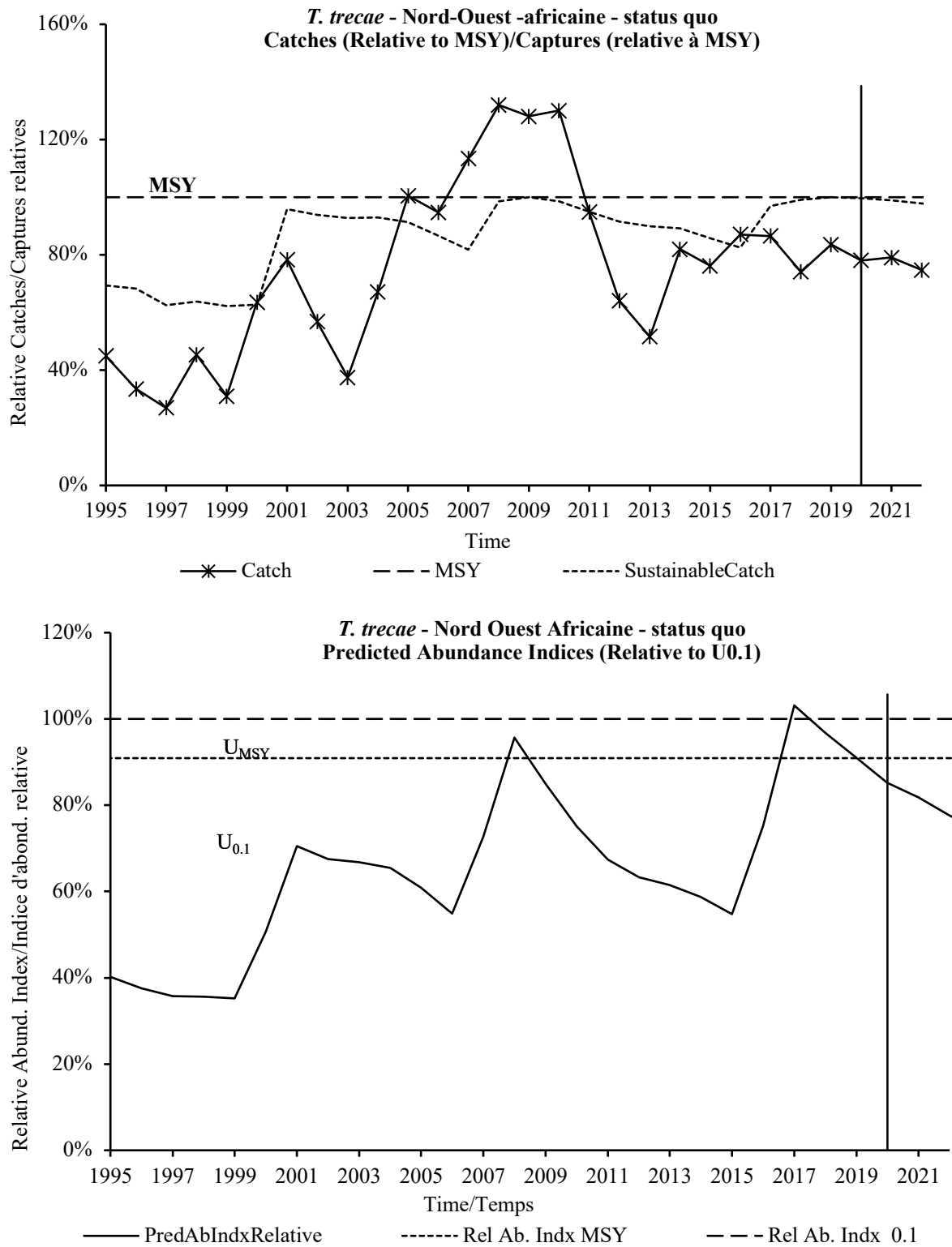


Figure 4.7.2: Projected trends in catches and abundance of *T. trecae* - Scenario I (*Status quo*)/Prédiction des tendances dans les captures et de l'abondance pour *T. trecae* - Scénario I (*Status quo*).

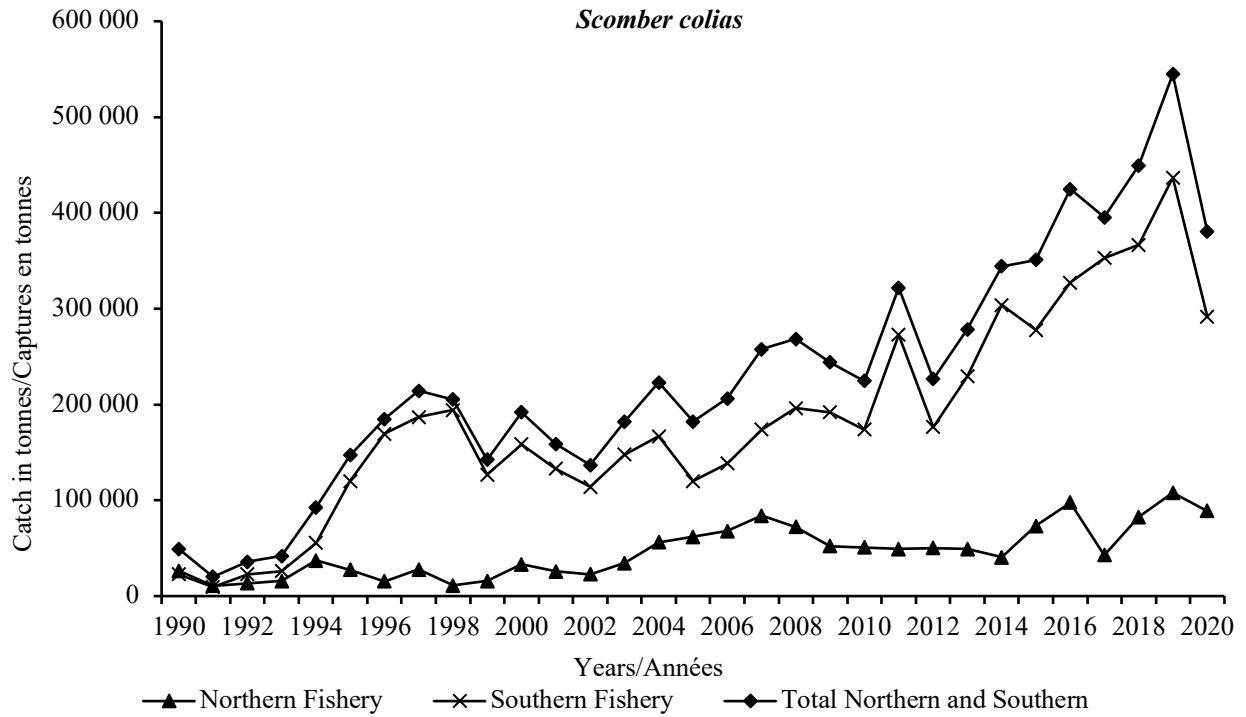


Figure 5.2.1: Total catches of *Scomber colias* in the sub-region by species and year (1990-2020)/Captures totales de *Scomber colias* dans la sous-région par espèce et par année (1990-2020).

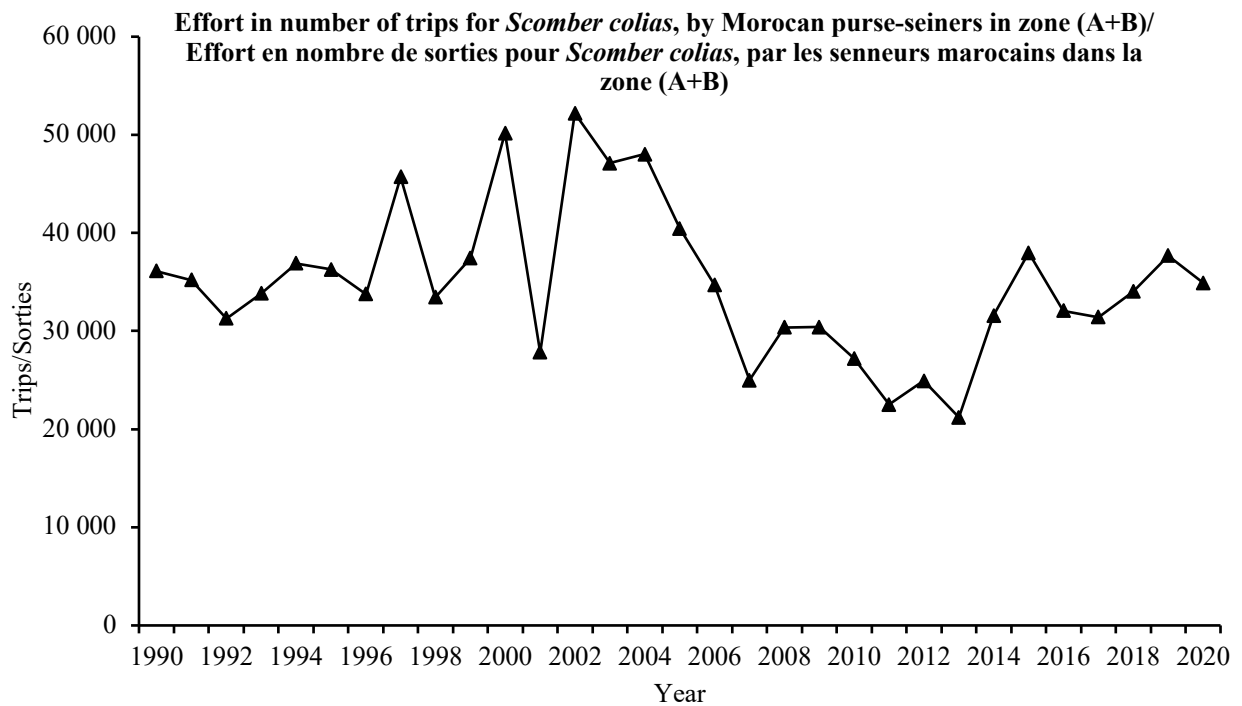


Figure 5.2.2a: Effort in number of trips for *Scomber colias* by Moroccan purse-seiners in Zone A+B/Effort en nombre de sorties pour *Scomber colias* par des senneurs marocains dans la zone A+B.

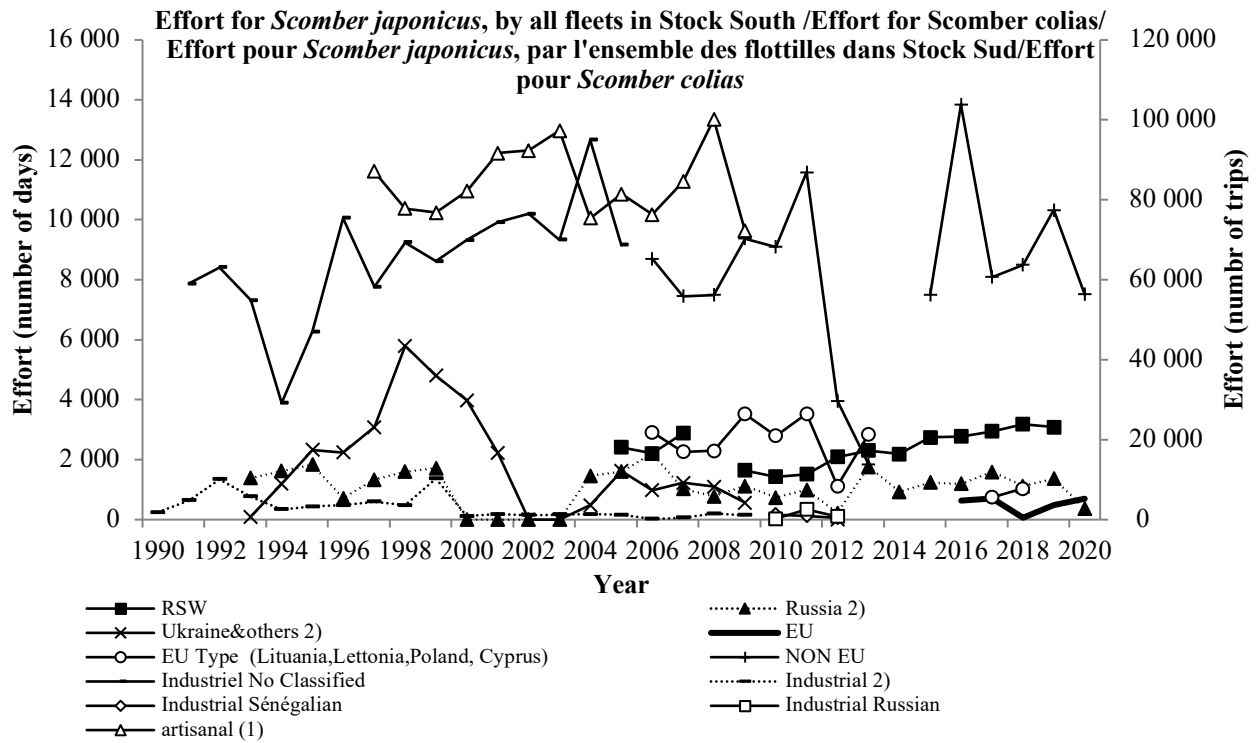


Figure 5.2.2b: Effort for *Scomber colias* by all fleets in Zone South / Effort pour *Scomber colias* pour toutes les flottilles de la zone sud.

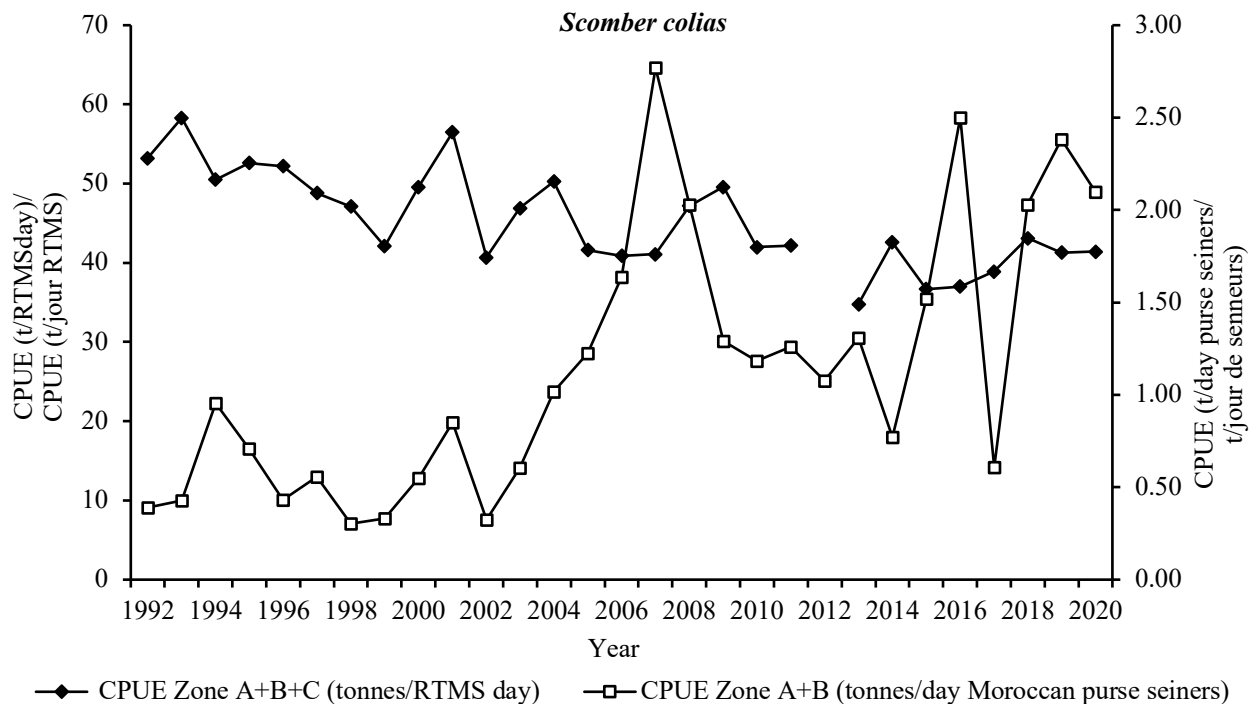


Figure 5.3.1: CPUE (tonnes/RTMS day) and CPUE Zone A+B (tonnes/day Moroccan purse seiners) for *Scomber colias* / CPUE (tonnes/jour RTMS) et CPUE Zone A+B (tonnes/jour senneurs marocains) pour *Scomber colias*.

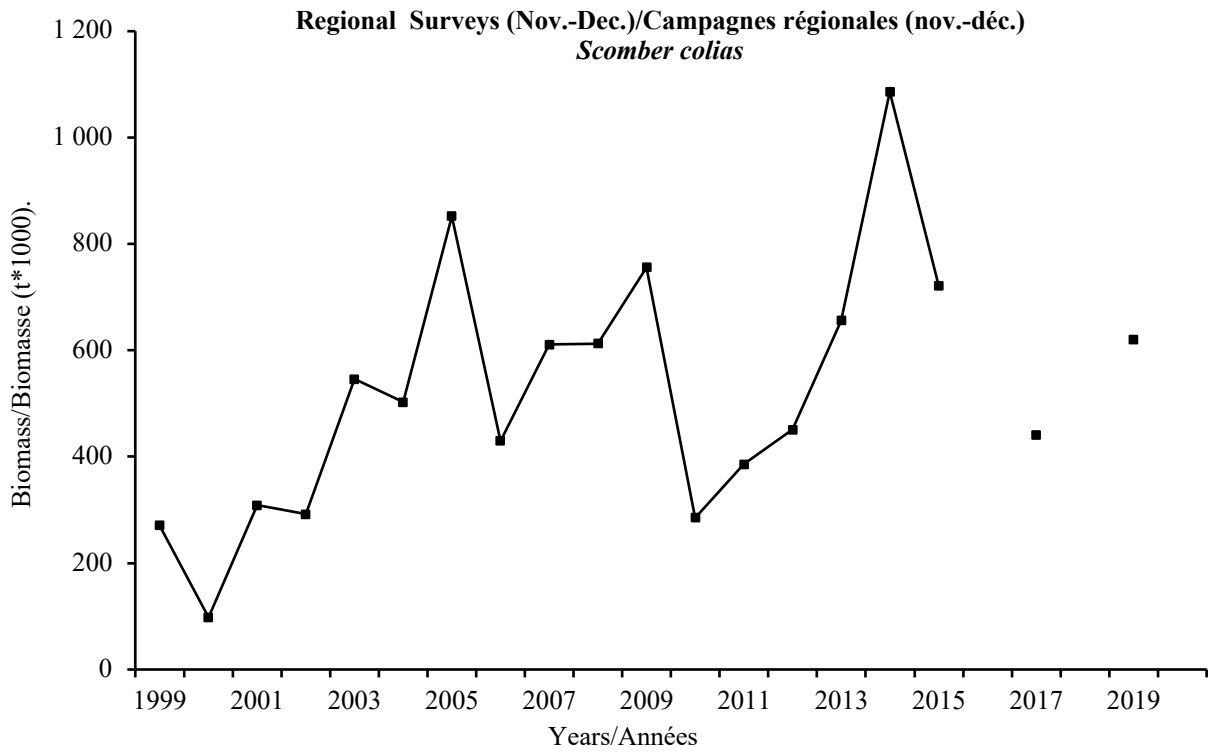


Figure 5.3.2a: Biomass estimates for R/V *Dr Fridtjof Nansen* surveys for *Scomber Colias*/Estimations de la biomasse par les campagnes du N/R *Dr Fridtjof Nansen*.

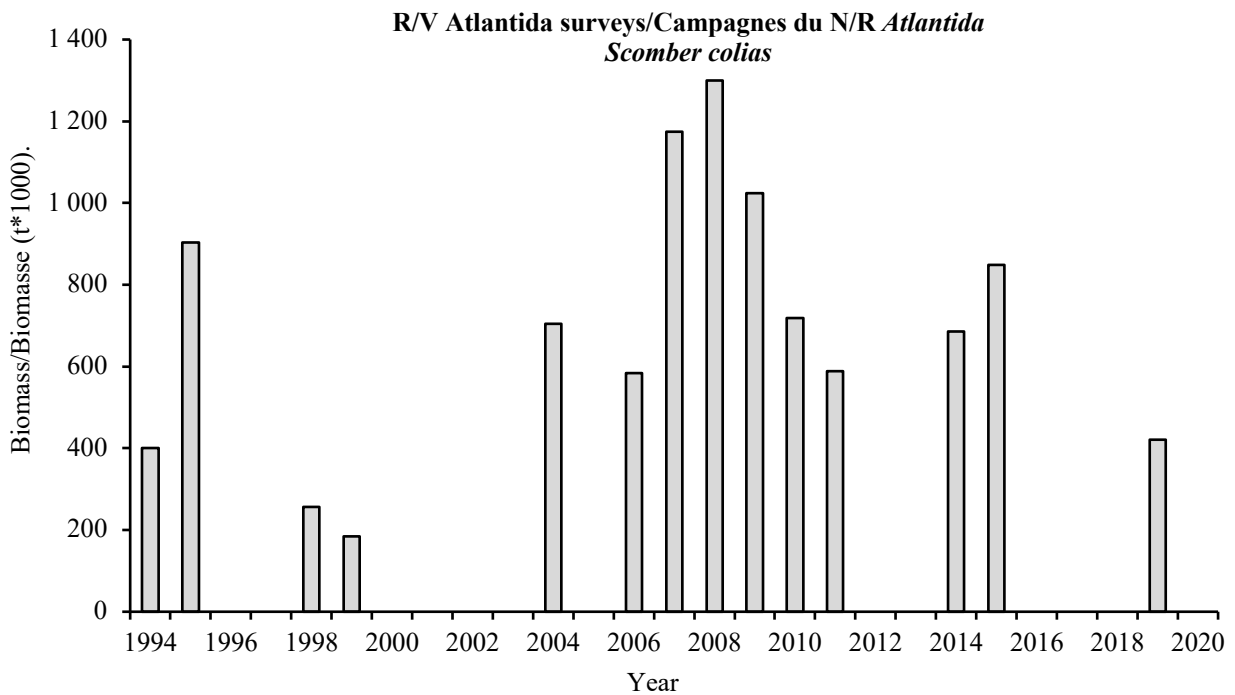


Figure 5.3.2b: Biomass estimates of *Scomber colias* from R/V *Atlantida* surveys/Estimations de la biomasse de *Scomber colias* d'après les campagnes du N/R *Atlantida*.

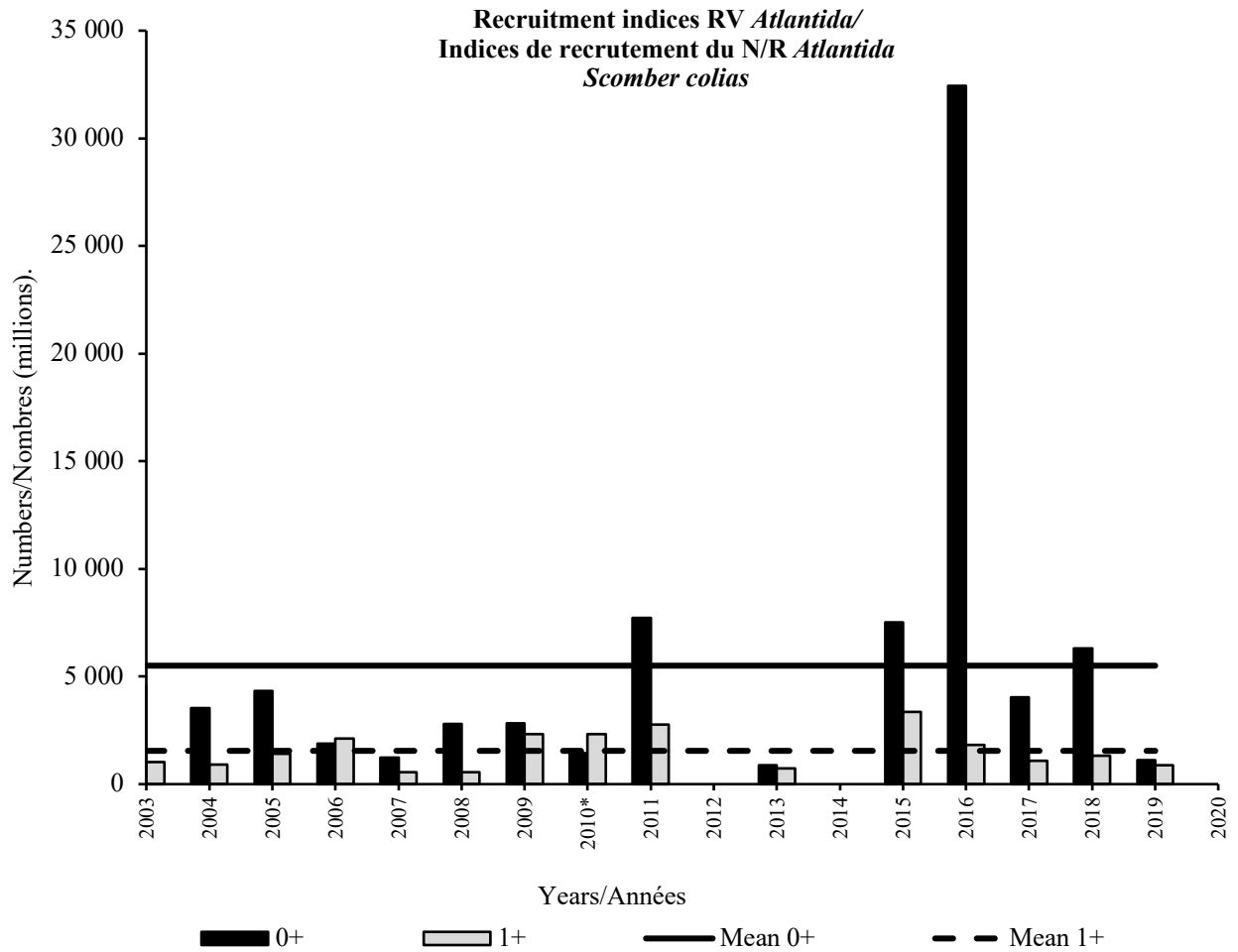
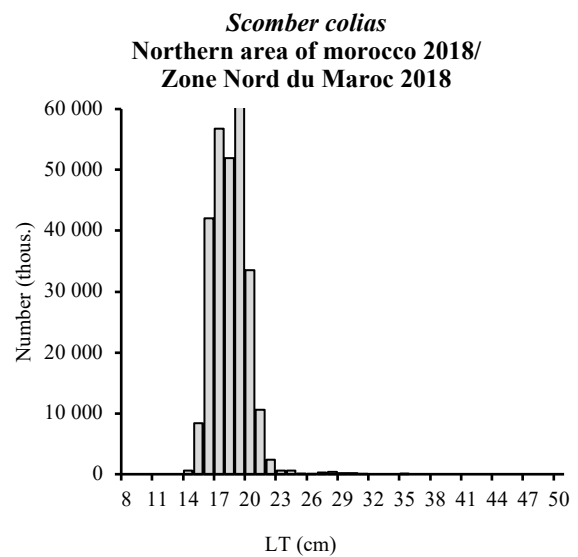
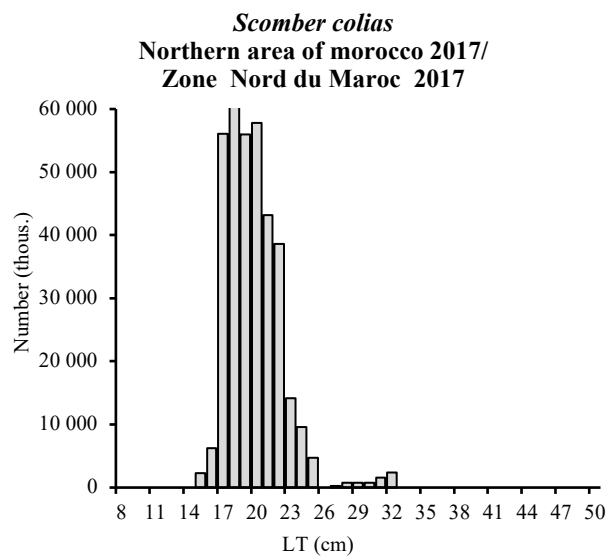


Figure 5.3.2c: *Scomber colias* recruitment estimates from R/V *Atlantida* surveys/Estimations du recrutement de *Scomber colias* à partir des campagnes du N/R *Atlantida*.



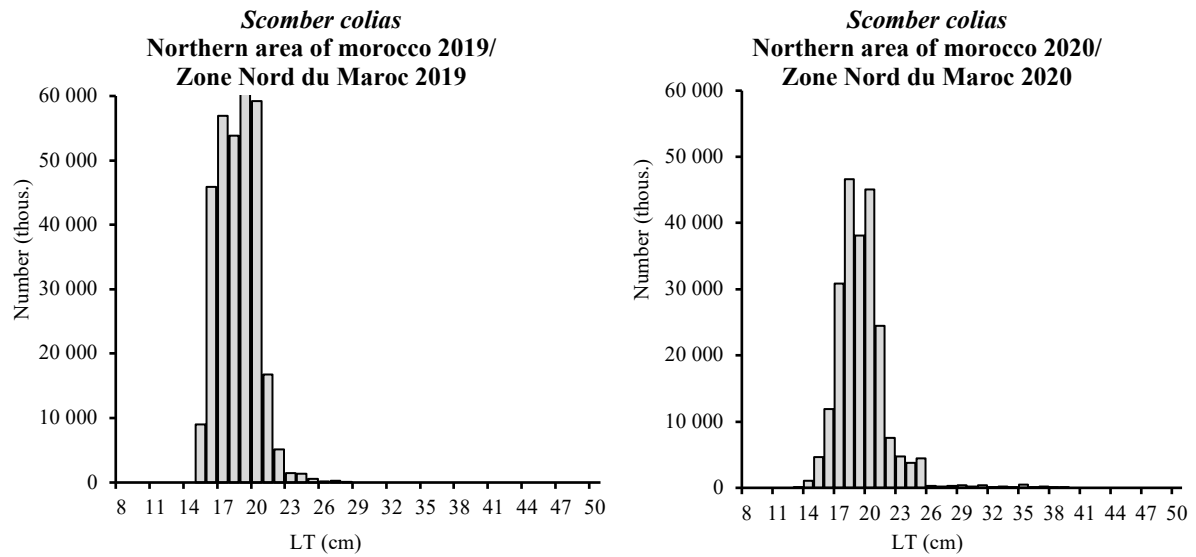
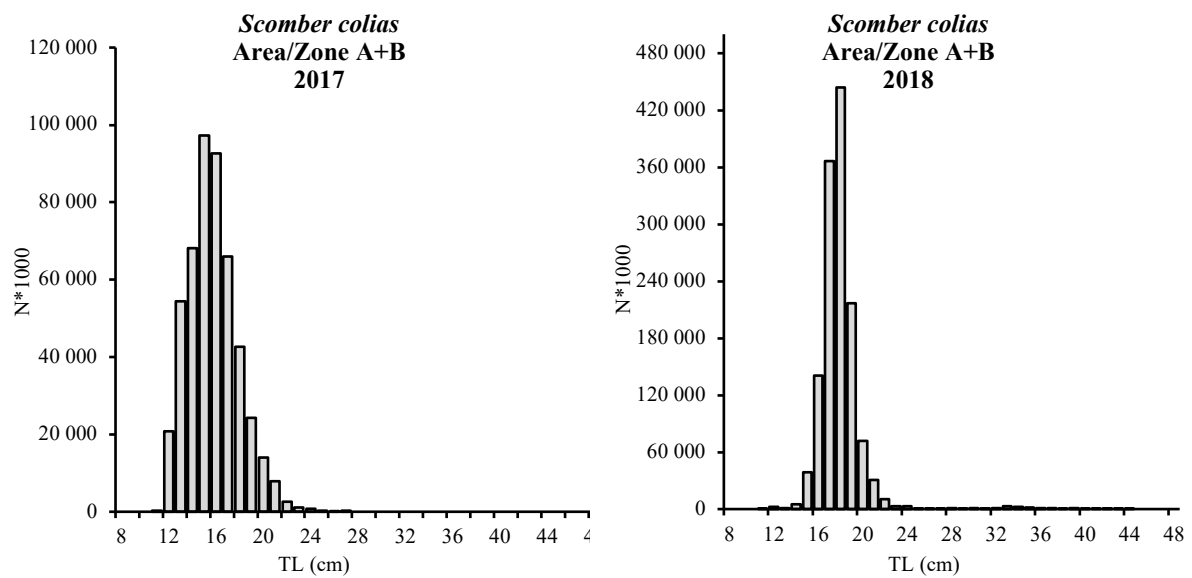


Figure 5.5.1a: Length composition of landings of *Scomber colias* in the northern zone of Morocco/Composition en longueur des débarquements de *Scomber colias* dans la zone Nord du Maroc



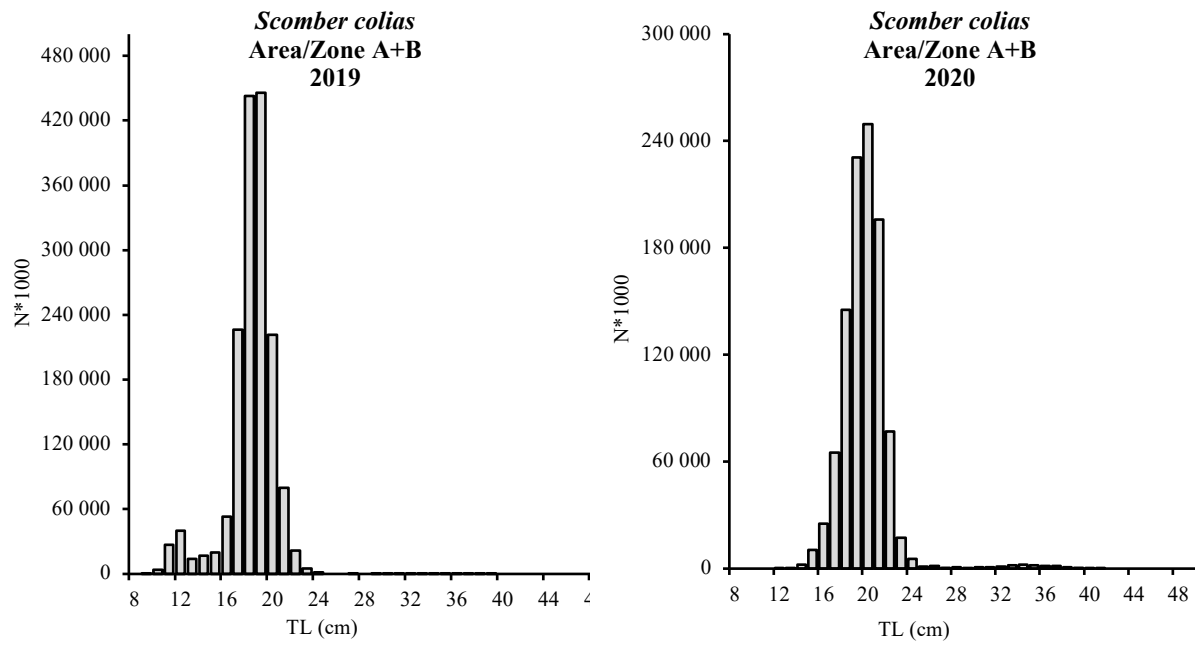
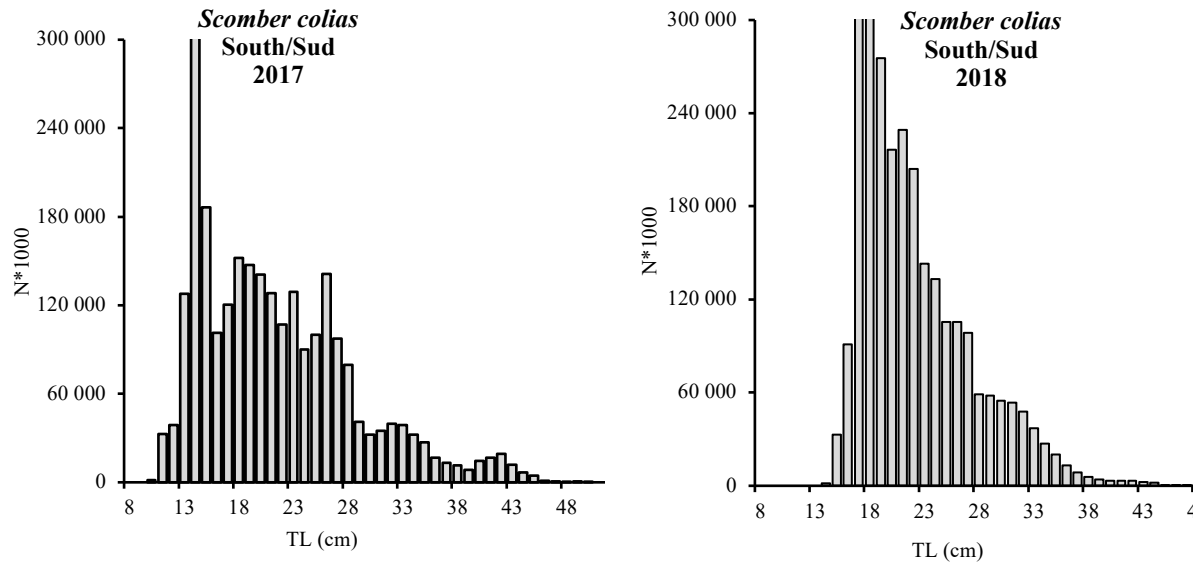


Figure 5.5.1b: Length composition (TLcm) of landings of *Scomber colias* in Zone A+B/Composition en longueur (TLcm) des débarquements de *Scomber colias* dans la zone A+B.



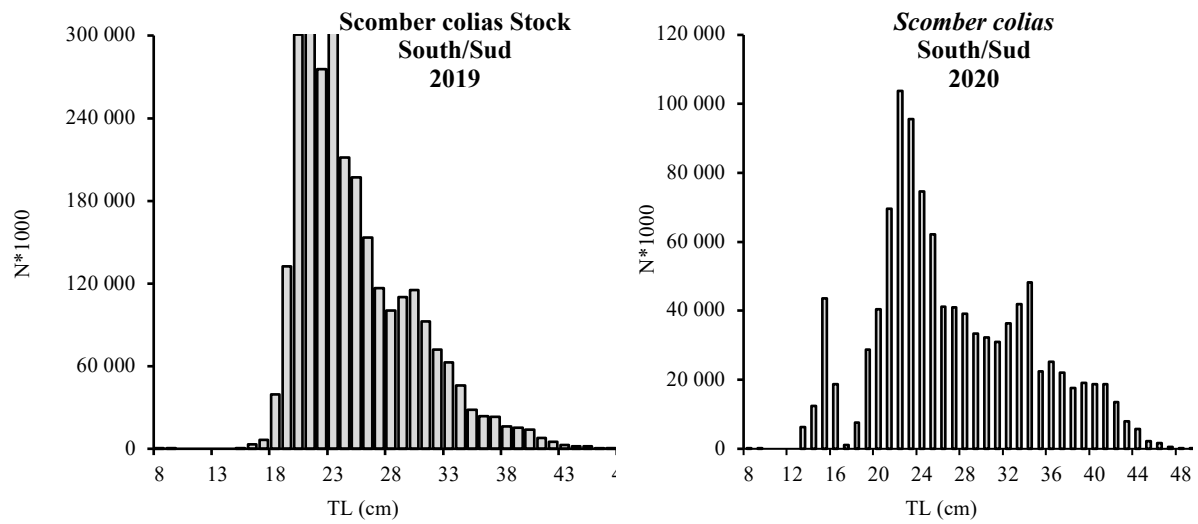


Figure 5.5.1c: Length composition of landings of *Scomber colias* in southern fisheries/Composition en longueur des débarquements de *Scomber colias* dans les pêcheries du sud.

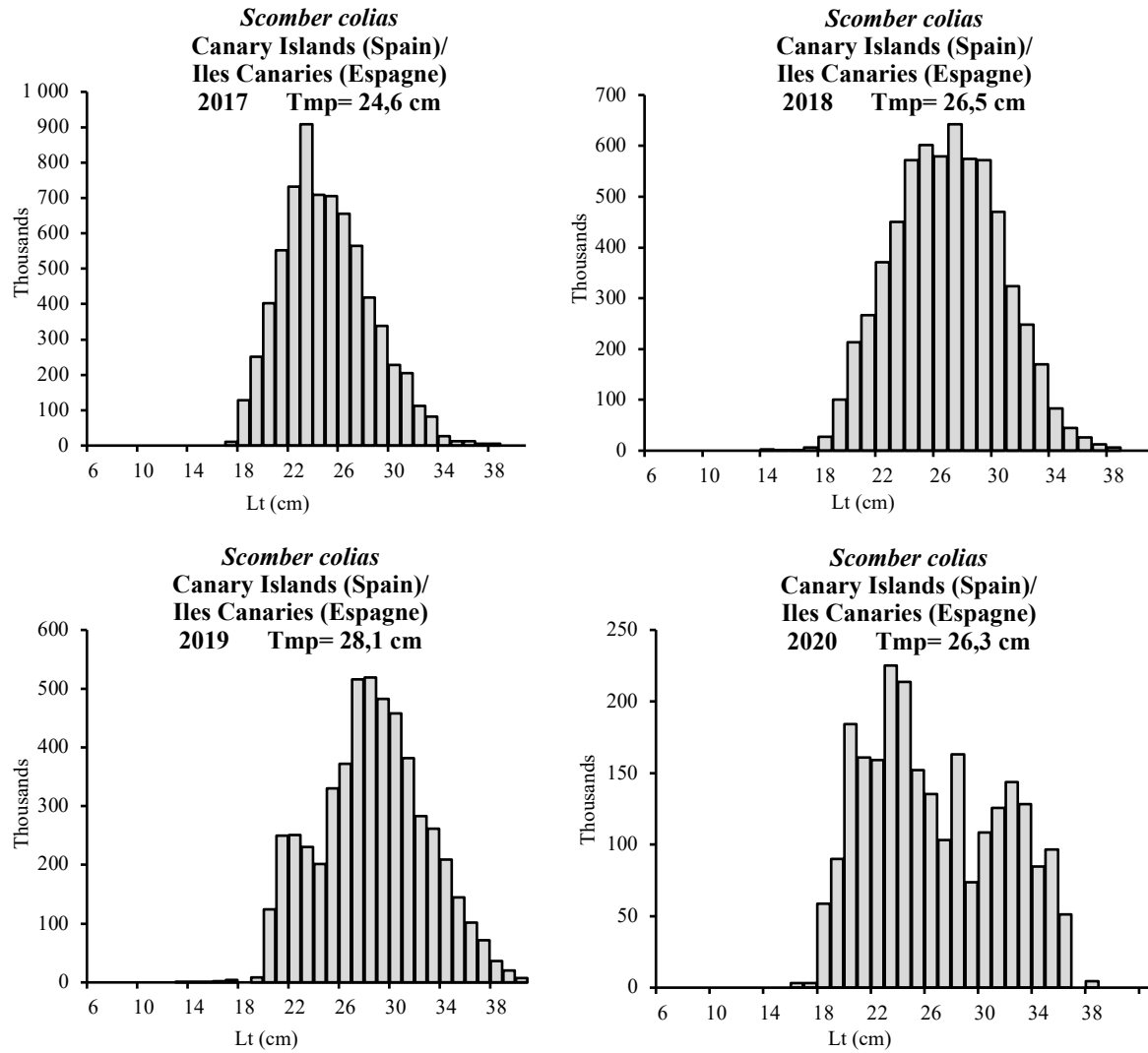
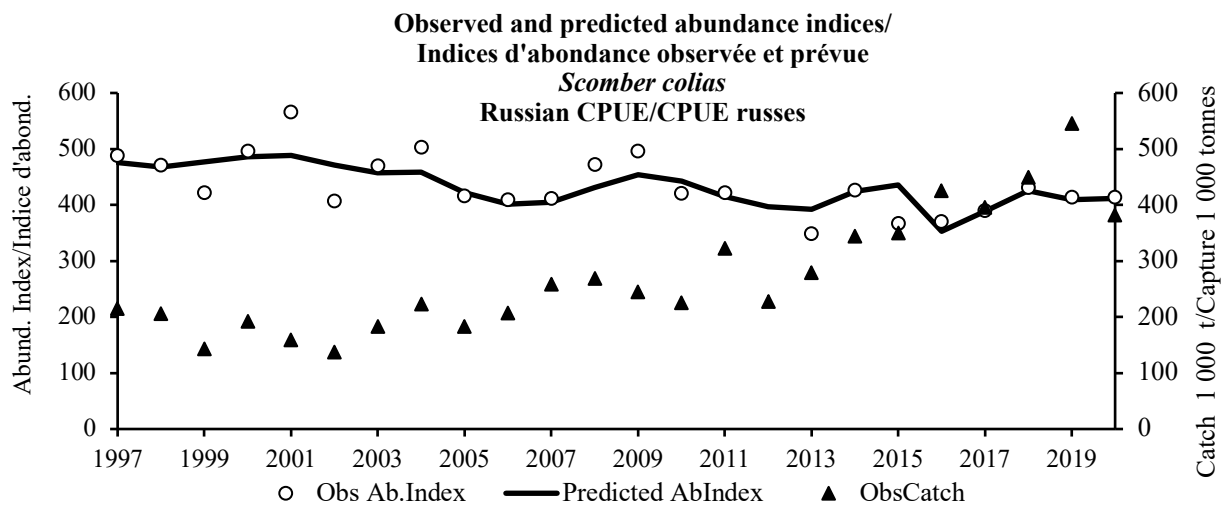


Figure 5.5.1d: Length composition of landings of *Scomber colias* for the Canary Islands/Composition en longueur des débarquements de *Scomber colias* pour les îles Canaries.



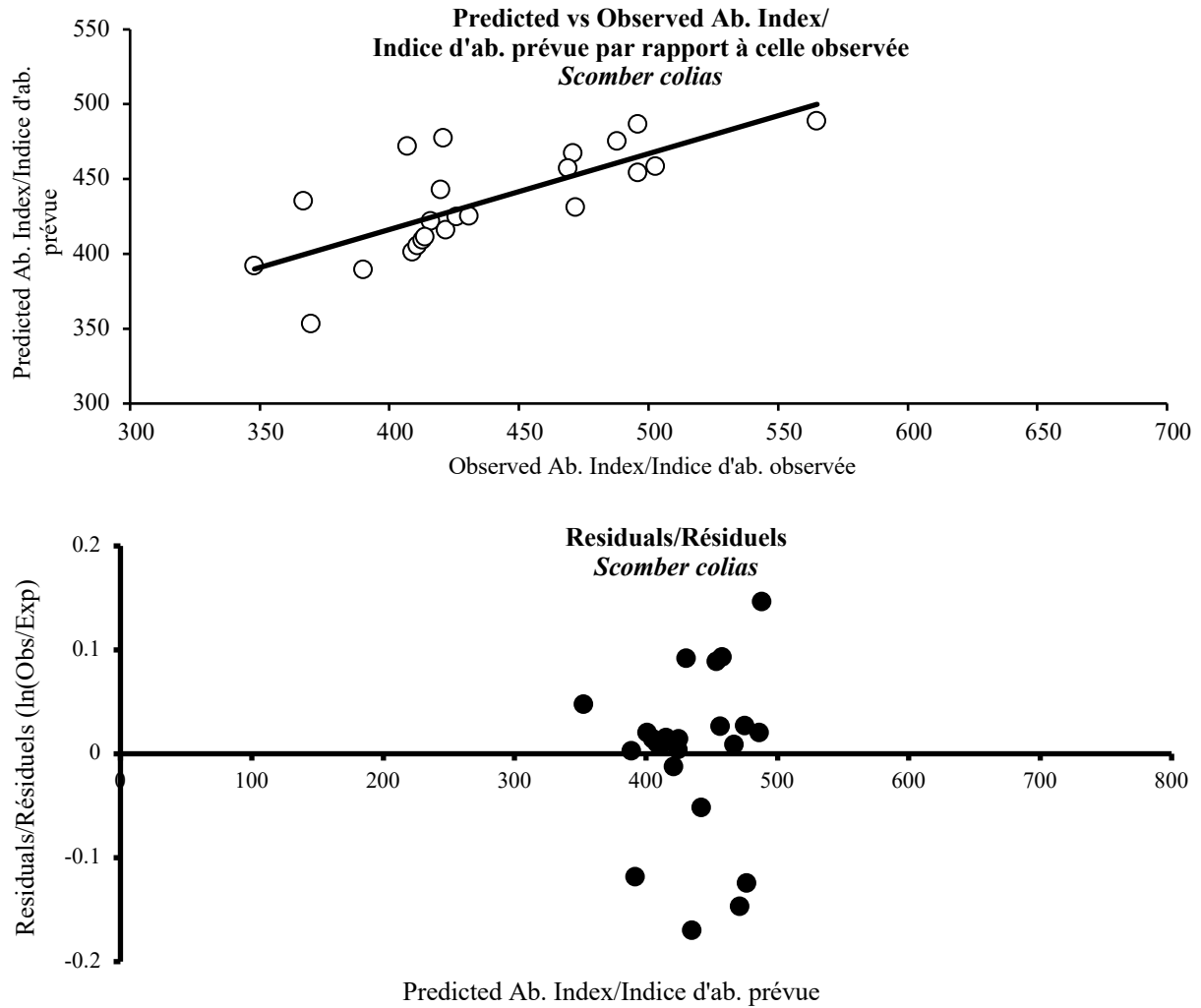


Figure 5.6.2: Observed and predicted abundance indices for *Scomber colias* using Russian Federation CPUE/Indices d'abondance observée et prévue pour *Scomber colias* en utilisant les estimations de CPUE de la Fédération de Russie.

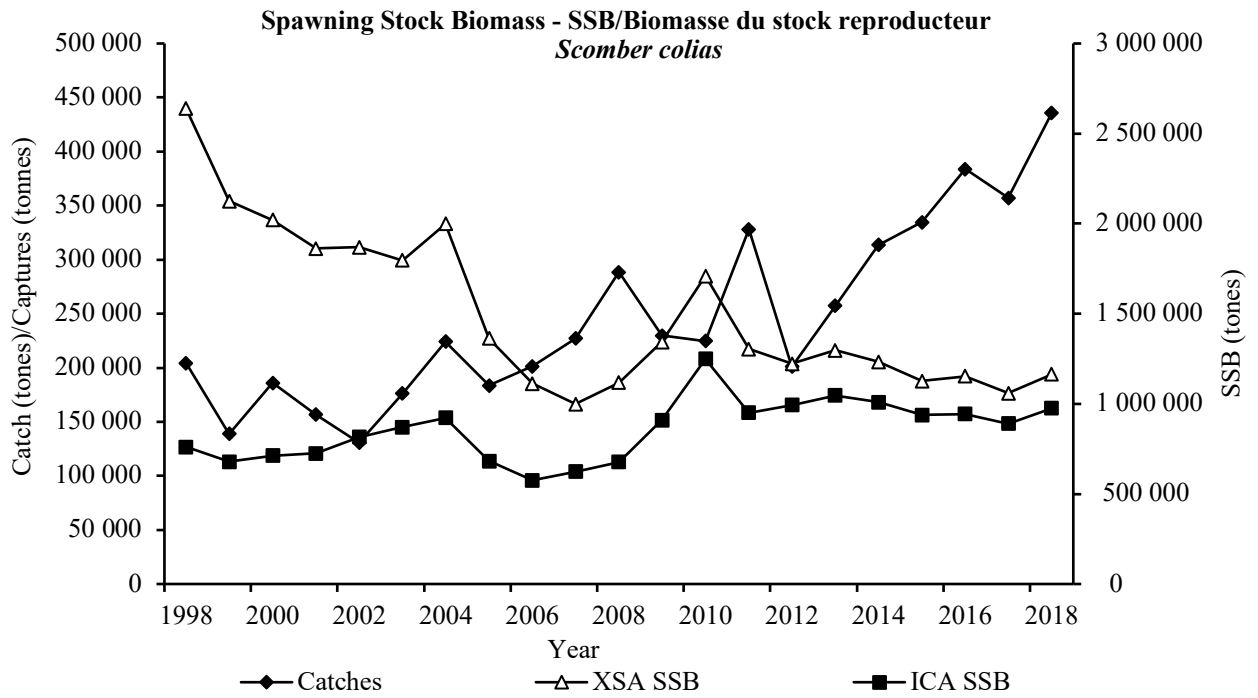


Figure 5.6.3: Trends in catches and spawning stock biomass (estimated by XSA and ICA) of *Scomber colias*/Tendances des captures et biomasse du stock reproducteur (estimées par XSA et ICA) de *Scomber colias*

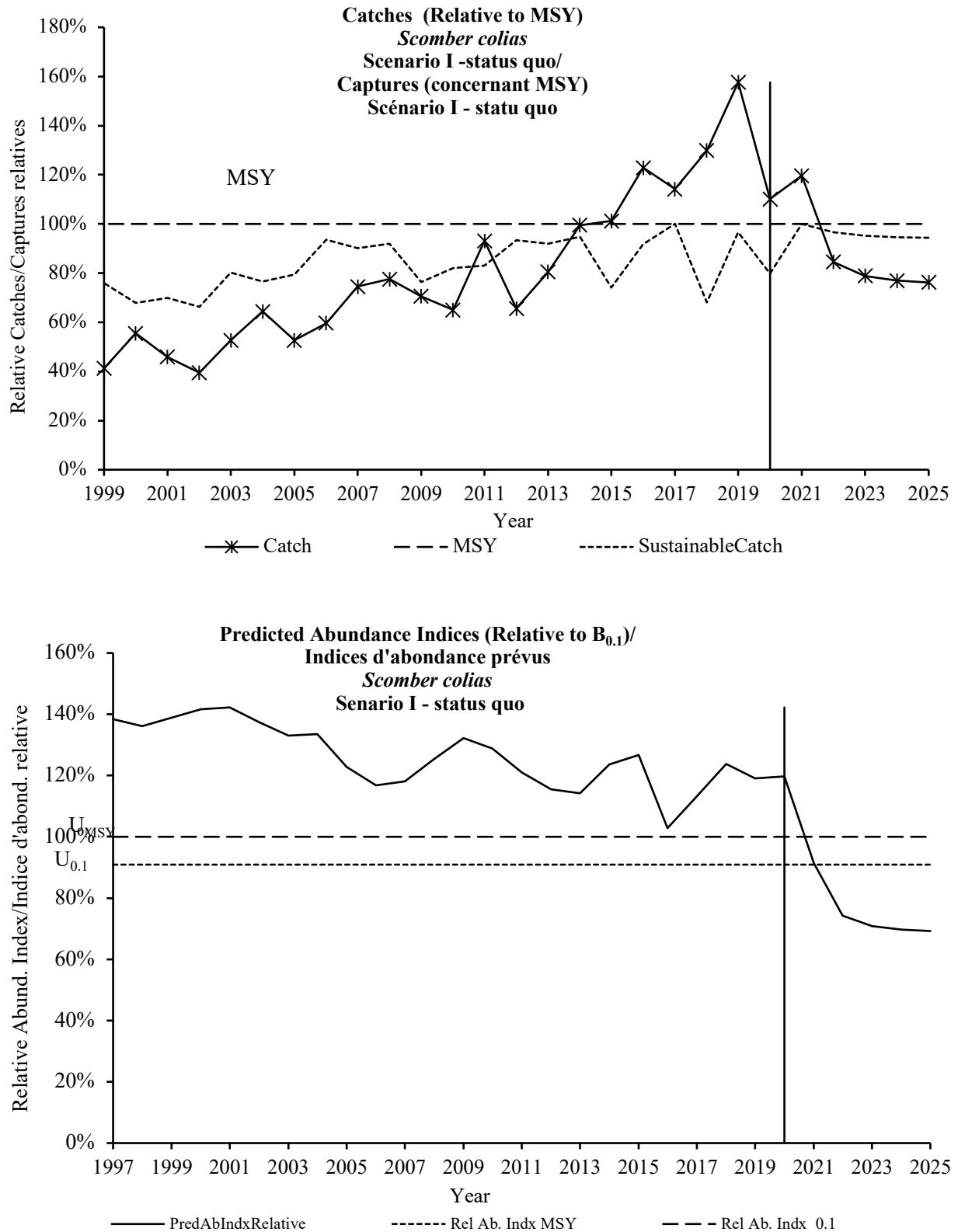


Figure 5.7.1: Projected trends in catches and abundance of Chub Mackerel - Scenario 1 (*Status quo*)/
 Tendances projetées des captures et de l'abondance du maquereau - Scénario 1 (*Statu quo*).

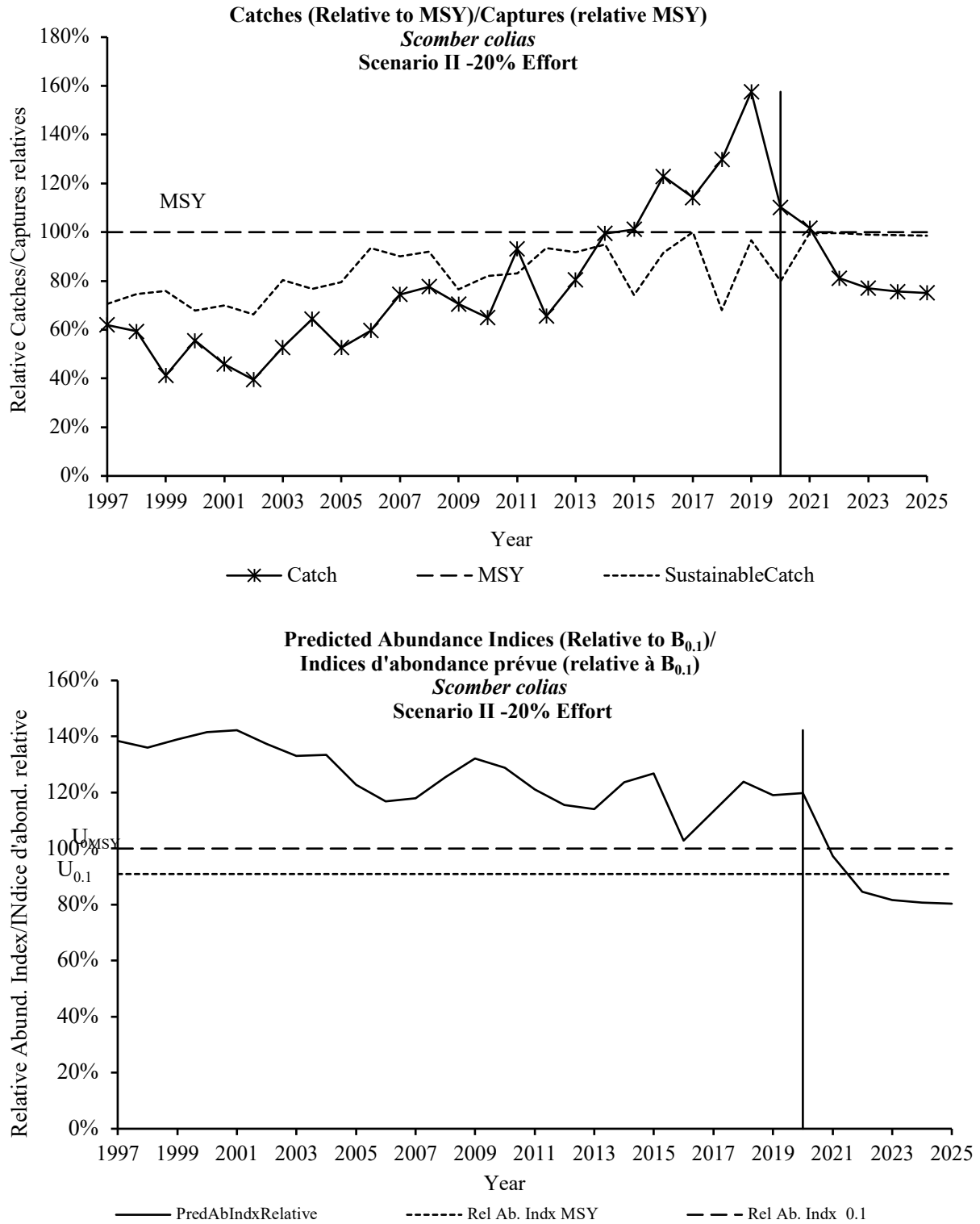


Figure 5.7.2: Projected trends in catches and abundance of Chub Mackerel - Scenario 2 (-20% effort)/Tendances projetées des captures et de l'abondance du maquereau - Scénario (-20% d'effort).

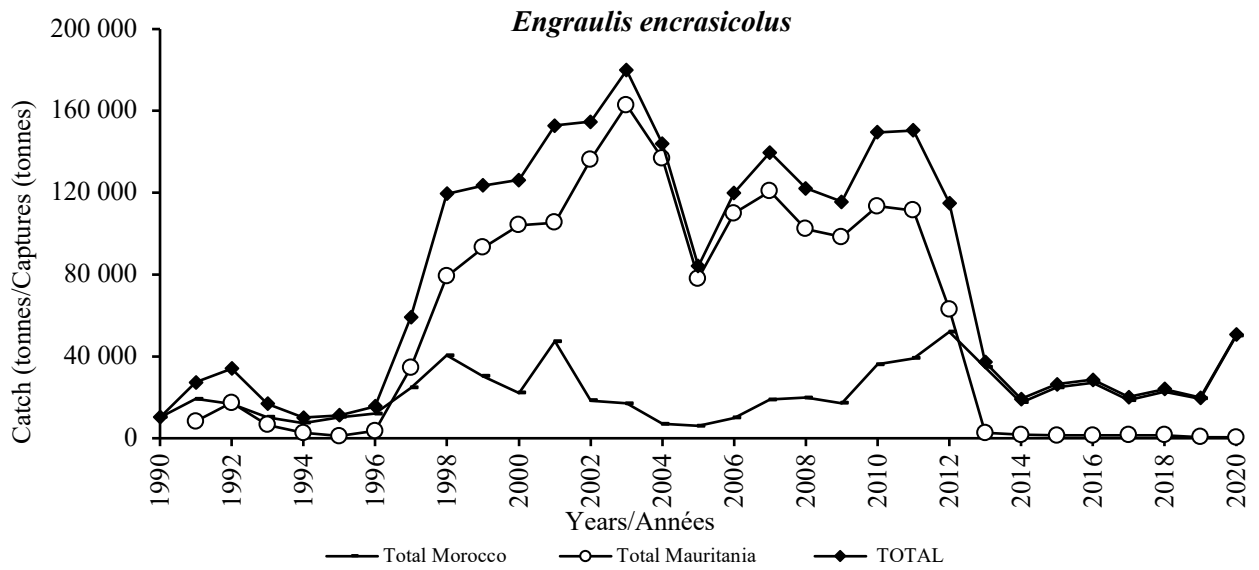


Figure 6.2.1: Total catches (tonnes) of *Engraulis encrasicolus* in the sub-region by country and year/Captures totales (tonnes) d'*Engraulis encrasicolus* dans la sous-région par pays et par année.

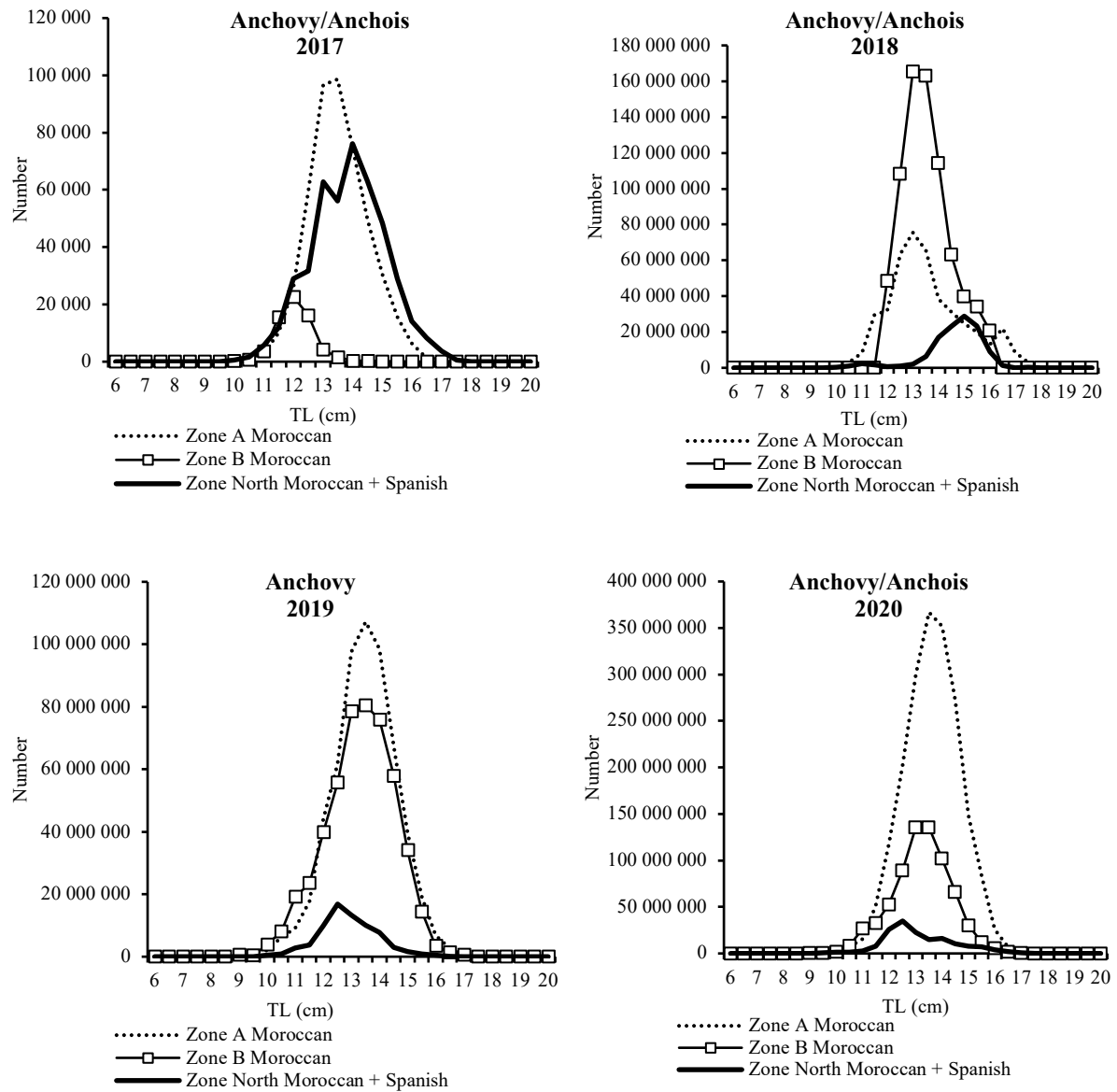


Figure 6.5.1: Length composition of *Engraulis encrasicolus* from Moroccan and Spanish Catches/Composition de taille de *Engraulis encrasicolus* dans les captures marocaines et espagnoles.

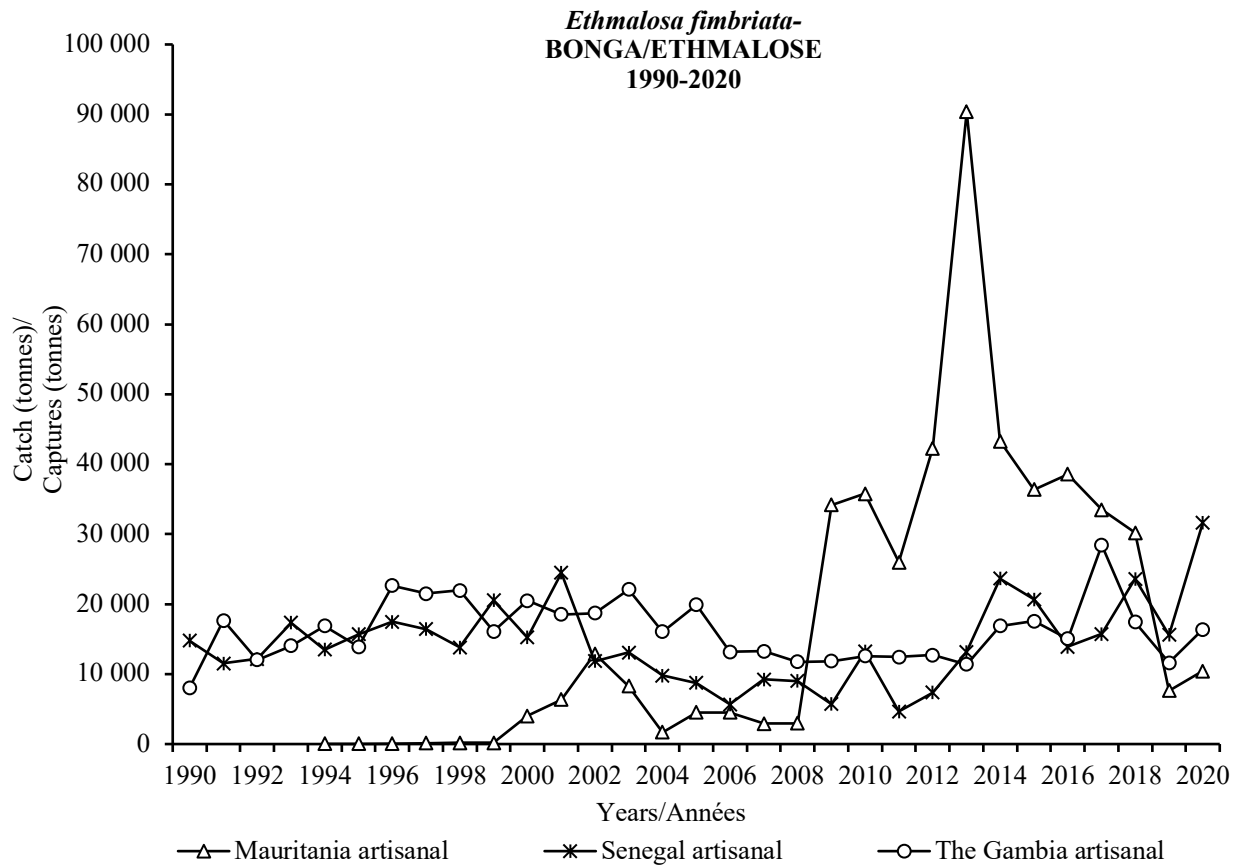


Figure 7.2.1: Catch (tonnes) of *Ethmalosa fimbriata* (1990-2020) by country, fleet, and year/Captures (tonnes) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2020) par pays, flottille et année.

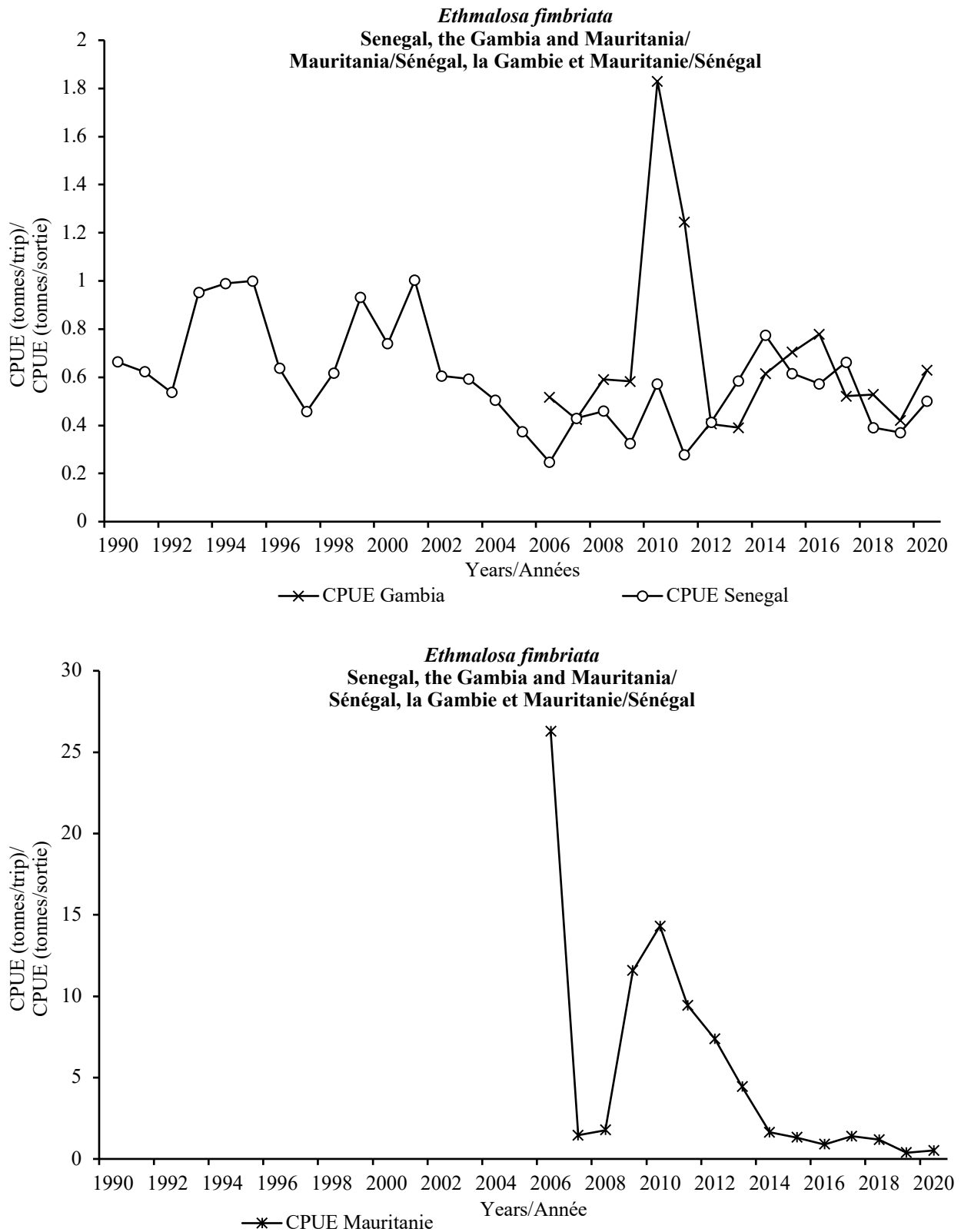


Figure 7.3.1: CPUE (tonnes/trips) of *Ethmalosa fimbriata* (1990-2020)/CPUE (tonnes/sorties) d'*Ethmalosa fimbriata* (1990-2020).

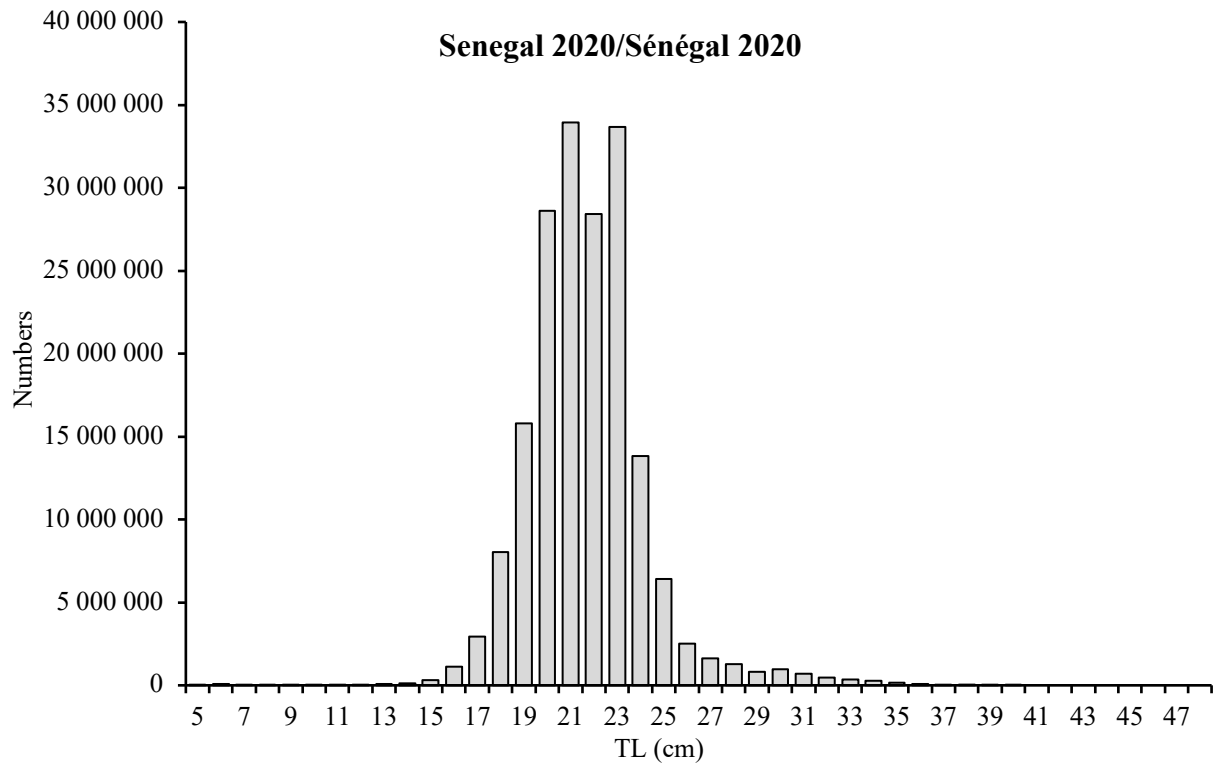


Figure 7.5.1: Size composition of catches in Senegal of *Ethmalosa fimbriata* for 2020/Composition par taille des captures d'*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal pour 2020.

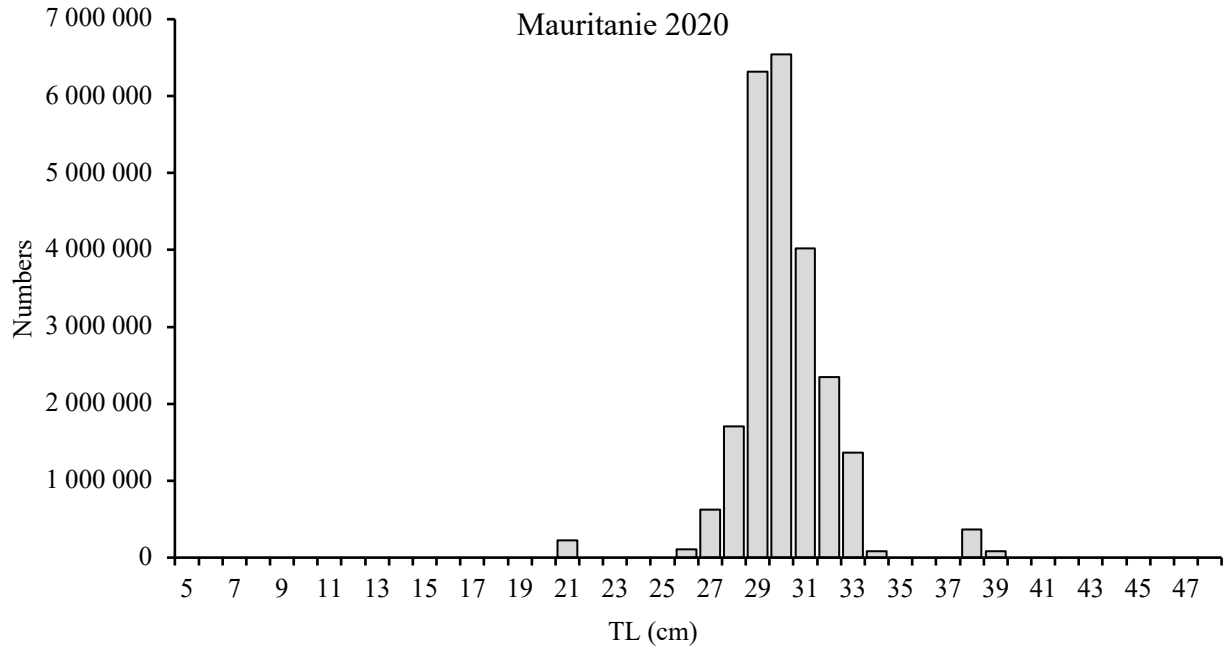


Figure 7.5.2: Size composition of catches from the artisanal fishery in Mauritania for *Ethmalosa fimbriata* for 2020/Composition en taille des captures de la pêche artisanale en Mauritanie pour *Ethmalosa fimbriata* en 2020

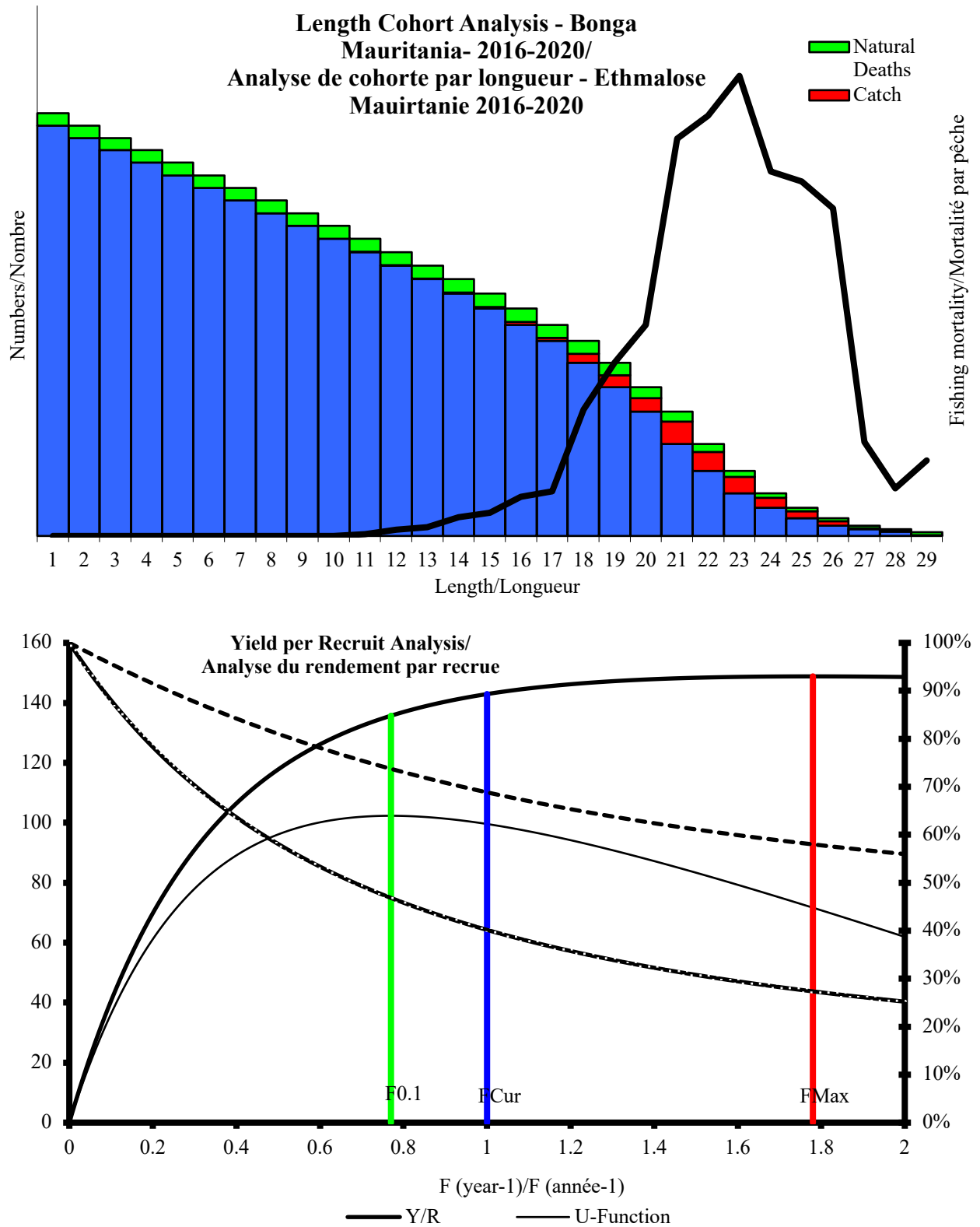


Figure 7.6.1: LCA and Yield-per-Recruit results for *Ethmalosa fimbriata* for Mauritania for 2020/Résultats de LCA et du rendement par recrue pour *Ethmalosa fimbriata* en Mauritanie pour 2020.

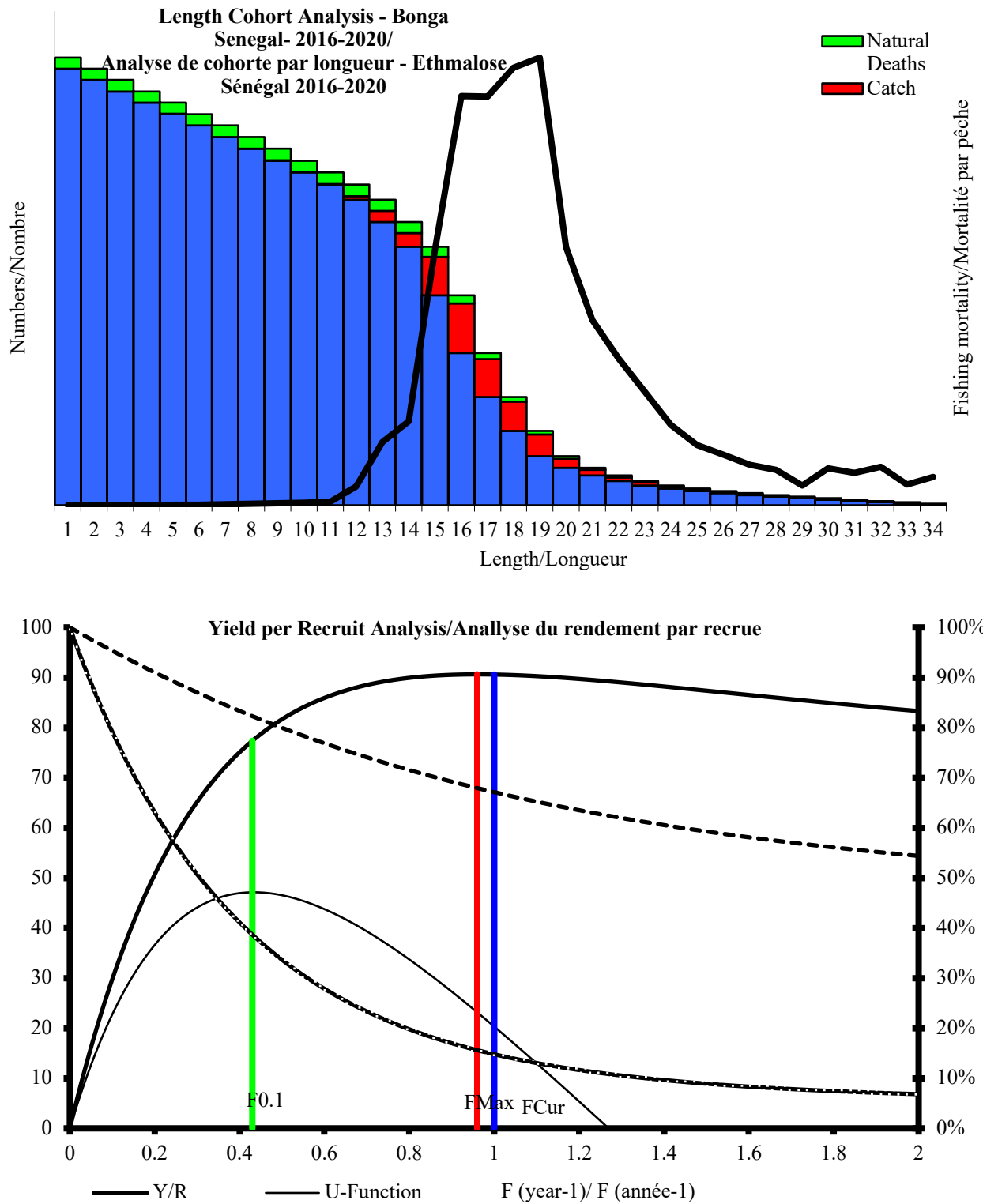


Figure 7.6.2: LCA and Yield-per-Recruit results for *Ethmalosa fimbriata* in Senegal for 2020/Résultats de LCA et du rendement par recrue pour *Ethmalosa fimbriata* au Sénégal pour 2020.

ANNEXES

ANNEX I: Length Cohort Analysis

Worksheet to estimate stock structure and fishing mortality from catch at length data

User instructions

By

Pedro Barros

INTRODUCTION

A major element in the assessment of the status of fish stocks is the estimation of the abundance and structure of the stock (distribution of the individuals or biomass among different classes of age or size), as well as of the level and pattern of fishing mortality. When data (estimates) on the distribution of the numbers of individuals captured per age-group is available (which presupposes being able to age the fish captured) a technique often used is that of Virtual Population Analysis (VPA), or Cohort Analysis (CA). Sometimes these techniques are also called Sequential Population Analysis (SPA). When the age distribution of the catch is not available, it is possible to use the length distribution, making use of length as a proxy for age, converting from one to the other using growth equations. The method of Length Cohort Analysis (LCA) was first proposed by Jones (1965) for this situation.

In order to facilitate the use of this method by some of the Fish Stock Assessment Working Groups (FSAWG) supported by FAO, a workbook implementing the method of Jones was prepared. This document is a simple guide to users of this worksheet.

ORGANISATION OF THE WORKBOOK AND OPERATION

Like many of the workbooks prepared under this series of software tools, the workbook is divided into several sheets, that correspond to different parts of the operation of the simulation:

INPUT/OUTPUT SHEET

This sheet is used to enter the data available for the stock and the fishery, and get the overall estimates from the calculations.

- a) The following data is entered into this sheet:
 - i) Information on the length class groupings used:
 - Lower limit of the smallest length class
 - Class interval
 - Largest class with catch data
 - ii) Growth parameters (of the Bertalanffy growth equation) adopted for the stock being analysed
 - t_0 (not necessary)
 - L_{inf}
 - K
 - iii) Parameters of the length-weight relation
 - a
 - b
 - iv) Mortality parameters:
 - Natural mortality, M
 - Exploitation rate in last length class
 - Smallest class that is fully recruited to the fishery
 - Largest class that is fully recruited to the fishery
- b) The output includes

- The estimates of cohort abundance in numbers, at the start of each length-group (at the age that corresponds to the start of each length-group, according to the Bertalanffy growth equation)
 - The estimates of the fishing mortality suffered by the cohort during each length-class (between the ages that correspond to the start and end of each length class)
 - The fishing mortality in the last length-class (calculated directly from the exploitation rate assumed and the M-value adopted)
 - The average fishing mortality in the length-classes that are considered to be fully recruited to the fishery
 - The relative exploitation pattern of each length-class
- The figure below summarises the organization of the input/output sheet



Figure 1: Input/Output sheet

GRAPHICAL OUTPUT SHEET

The output of the length cohort analysis is best understood graphically. So, the sheet “LCAGraph” contains the graphical representation of the results of the LCA. The figure below presents a summary of this sheet.

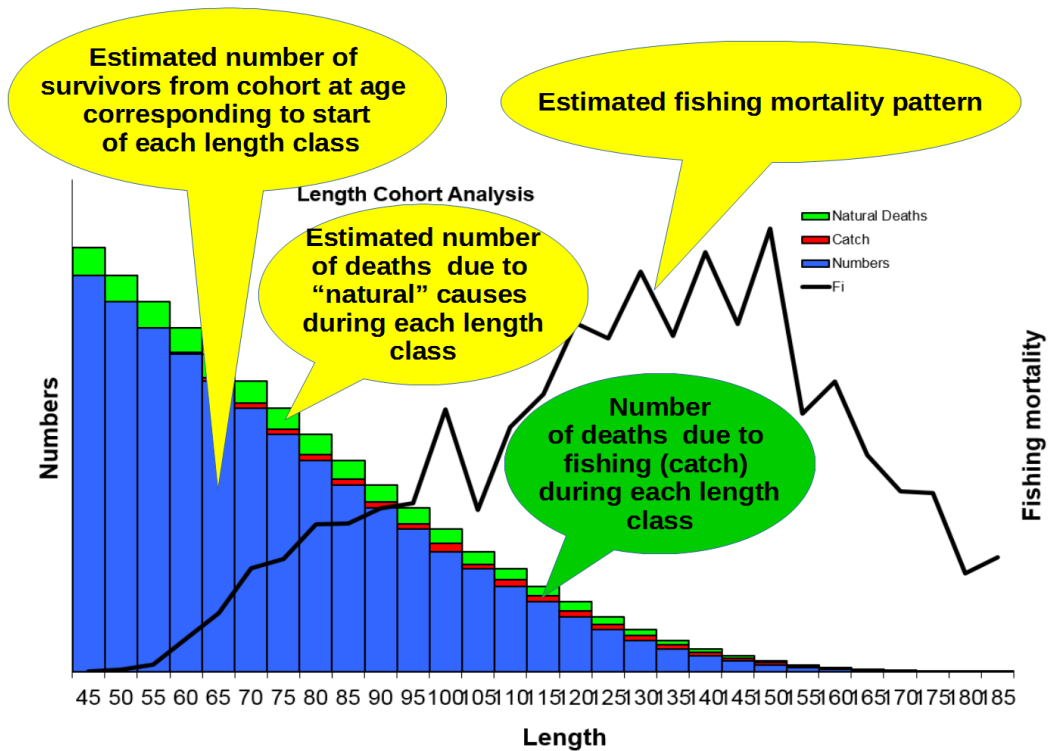


Figure 2: Graphical output sheet

OPERATING INSTRUCTIONS

Data Entry

To facilitate the organisation of the work of users, all data required should be entered in the cells marked green in the Input/Output sheet. All other cells are either not used, or used to present the results from the model.

General information

It Is advisable to start by filling the general section of the sheet, with the Information on the stock and the fishery, as well as the source of the data, but this section can also be filled later. It is however important that it is filled before the WG closes the work on this stock, as later it may be difficult to know the details of the data and assumptions used.

	A	B	C
1	Length Cohort Analysis		
2			
3	General information		
4	Species	Species 1	
5	Stock	Stock 1	
6	<u>Data sources:</u>		
7	Total Catch	Official Statistics	
8	Length Distributions	Report 1	
9	Growth Parameters	Paper 1	
10	Natural mortality	Paper 2	
11	Length-Weight relation	Report 2	
12	Fisheries Recruitment Pattern	Best estimate (Workshop)	
13	Units used:		
14	Length measurement used	Total length (TL)	
15	Length units	cm	
16	Weight units	g	

Figure 3: Inserting the general information on the stock, the fishery and the data sources

Information on the length groupings used

The second piece of information should be the information on the length groupings used and the length frequency distribution available. It is necessary to enter the lower limit of the smallest age-class, the class interval, and the largest length-class with catch data.

17				
18	Parameters			
19	Start L	dL	Last L	
20	45	5	200	

pbarros:
Set to last length with positive catches.
May also represent the plus-group

Figure 4: Inserting the information on the length groupings used

Growth and mortality parameters

The other information that is essential for the LCA are the parameters of growth, and on mortality. This information should be entered in the corresponding green cells of the Input/Output sheet:

Linf	K	a	b	M
194.5	0.066	2.54E-08	2.8	0.13

Figure 5: Inserting the information on growth and mortality

Linf and K:

The corresponding parameters of the Bertalanffy growth equation adopted for the stock being modelled. Be careful that the units used match the rest of the data used (e.g. Linf is given in Cm, representing TL).

Parameters of the length-Weight relation $W=a*L^b$.

Again, be careful with the units

Natural mortality:

the value adopted for M, considered constant as an average across the life of the cohort

Parameters conditioning the fit of the model and the parameters estimated:

In order to run the LCA, it is necessary to provide an assumption for the fishing mortality in the length-class for which there is information. In the version used in this implementation, this should be provided as the exploitation rate $E_{last} = F_{last}/Z_{last}$.

To calculate the adequate average Fishing mortality F_{mean} , and the average exploitation rate E_{mean} , it is necessary to provide information on which length-classes should be considered completely recruited to the fishery. This is provided by filling in the cells corresponding to the start and end of full recruitment sizes.

Elast	FullRecruit (Start)	FullRecruit (End)
0.2	80	150

Figure 6: Parameters controlling the calculations of the model

CATCH DATA

Finally, the information on the estimated catch in each length-class should be entered. Assuming that all the information mentioned below was entered previously, the data should be entered as a single column of data in the column marked green, just to the left of the class limits. If the data is entered by pasting from another sheet, make sure you select “Paste special - values only”, to ensure you do not modify the formatting of the cells.

Output

The output from the calculation is presented graphically and numerically, in tables.

The numerical output is presented directly in the input/output sheet, in the cells in colour yellow. There are two main types of output, the direct output (the main results from the LCA) and the derived output (calculating summaries from the direct output).

The LCA calculates directly two quantities:

- The Numbers of survivors of the cohort at the age corresponding to the lower limit of each length-class;
- The fishing mortality applied to the survivors of the cohort while they are “inside” each length-class (i.e., between the ages corresponding to lower and upper limit of each length-class).

These estimates are presented in the first two yellow columns after the catch data.

Li	Ci	Ni	Fi	FullRecruited	si
45	2	34443	0.000	FALSE	0.0016447
50	10	32208	0.001	FALSE	0.0075609
55	35	30040	0.002	FALSE	0.027616
60	146	27923	0.009	FALSE	0.1185637
65	246	25775	0.017	FALSE	0.2099217

Figure 7: Output from LCA: Numbers of survivors and fishing mortality

Figure 9: Calculation and presentation of the Relative Exploitation Pattern

GRAPHICAL OUTPUT AND DIAGNOSTICS

The LCA model is a calculation model, rather than a clearly defined statistical model, and as such there are really no adequate diagnostics of the fit to the data. However, the results depend critically not only of the catch data and the assumed growth and mortality parameters, but also on the value assumed for the exploitation rate in the last length-class considered. Therefore, the visual exploration of the patterns in the fishing mortality with length and of the relations between the “observed” catch and the assumed “natural” deaths may provide an indication of the adequacy (or not) of the Elast values inserted.

To facilitate this analysis, the workbook includes a graphical presentation of the results of the LCA, in sheet named (very strangely) “LCAGraph”.

The effect of changing the values of the input Elast or M on the results of the LCA may be directly observed on the plot.

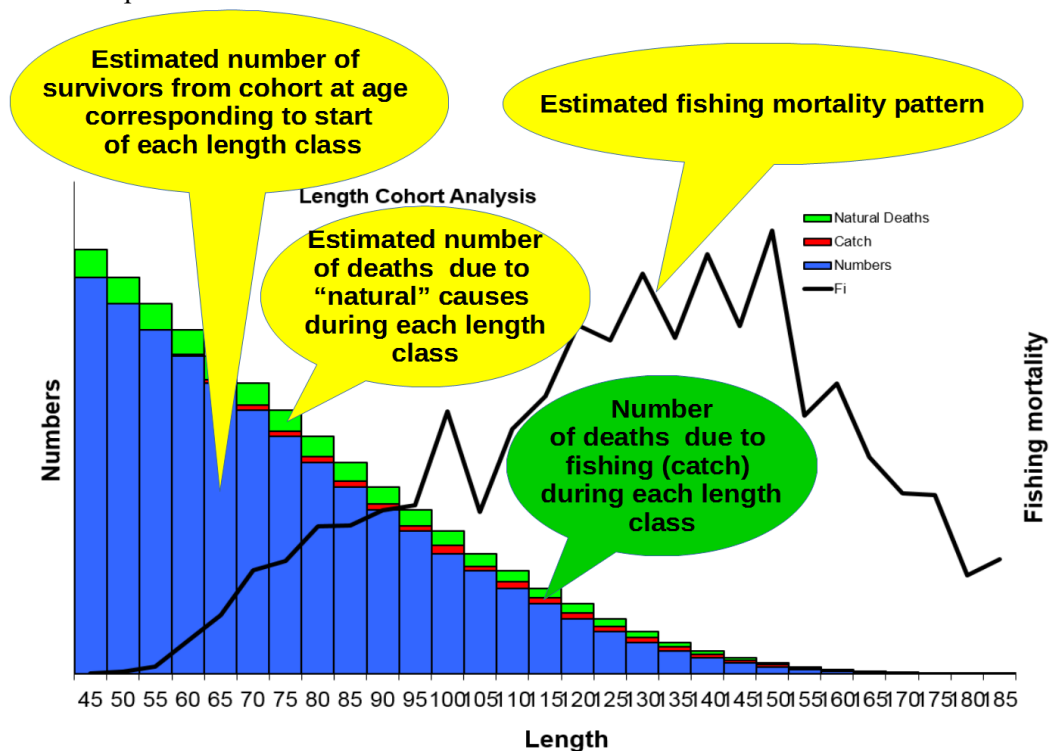


Figure 10. Graphical presentation of the results of the analysis.

It should be noted that the result of the LCA should be considered as an estimation of the average state of the stock in the period used to construct the series of catch data, and does not, in itself, provide an indication of the state of the stock and/or of the fishery relative to specific reference points.

ANNEXE I: Analyse de cohortes par longueur

Feuille de calcul pour estimer la structure et la mortalité par pêche du stock à partir de données de prise par taille

Mode d'emploi

Par
Pedro Barros

INTRODUCTION

L'un des éléments essentiels de l'évaluation de l'état des stocks halieutiques est l'estimation de l'abondance et de la structure du stock (c'est-à-dire la répartition des individus ou de la biomasse entre les différentes classes d'âge ou de longueur), ainsi que du niveau et de la tendance de la mortalité par pêche. Lorsque l'on dispose de données (estimations) sur la répartition du nombre d'individus capturés par groupe d'âge (ce qui présuppose de pouvoir déterminer l'âge des poissons capturés), on a souvent recours à la technique d'analyse de population virtuelle (Virtual Population Analysis, VPA), également appelée Analyse de cohortes (AC). Cette technique est également désignée sous le nom d'Analyse séquentielle de population (Sequential Population Analysis, SPA). En l'absence de données sur la distribution par âge des captures, on peut utiliser la distribution par longueur, en utilisant la longueur comme indicateur de l'âge et en convertissant l'un à l'autre au moyen d'équations de croissance. La méthode d'analyse des cohortes par longueur (Length Cohort Analysis, LCA) a été proposée pour la première fois par Jones (1965) pour cette situation.

Afin d'aider certains des groupes de travail sur l'évaluation des ressources halieutiques soutenus par la FAO à utiliser cette méthode, un manuel d'application de la méthode de Jones a été préparé. Ce document est un guide simple pour les utilisateurs de cette feuille de calcul.

ORGANISATION ET MODE DE FONCTIONNEMENT DU CLASSEUR

Comme la plupart des classeurs préparés dans le cadre de cette série d'outils logiciels, le classeur est divisé en plusieurs feuilles correspondant à différentes parties du déroulement de la simulation:

FEUILLE INPUT/OUTPUT

Cette feuille permet de saisir les données disponibles pour le stock et la pêche, et d'obtenir les estimations globales à partir des calculs.

- c) Les données suivantes sont introduites dans cette feuille:
 - i) Informations sur les groupes de classes de longueur utilisés:
 - Limite inférieure de la plus petite classe de longueur
 - Intervalle de classe
 - Classe la plus importante avec des données de captures
 - ii) Paramètres de croissance (tirés de l'équation de croissance de Bertalanffy) adoptés pour le stock évalué
 - t_0 (pas nécessaire)
 - L_{inf}
 - K
 - iii) Paramètres de la relation poids-longueur
 - a
 - b
 - iv) Paramètres de mortalité:

- Mortalité naturelle, M
- Taux d'exploitation dans la dernière classe de taille
- Plus petite classe entièrement recrutée par la pêche
- Plus grande classe entièrement recrutée par la pêche

d) Les résultats comprennent

- Les estimations de l'abondance de la cohorte en nombres, au début de chaque classe de longueur (à l'âge qui correspond au début de chaque classe de longueur, selon l'équation de croissance de Bertalanffy)
- Les estimations de la mortalité par pêche subie par la cohorte pendant chaque classe de longueur (c'est-à-dire entre les âges qui correspondent au début et à la fin de chaque classe de longueur)
- La mortalité par pêche dans la dernière classe de longueur (calculée directement à partir du taux d'exploitation supposé et de la valeur de M adoptée)
- La mortalité par pêche moyenne dans les classes de longueur considérées comme entièrement recrutées dans la pêche
- Le schéma d'exploitation relatif de chaque classe de longueur

La figure ci-dessous montre comment est organisée la feuille input/output

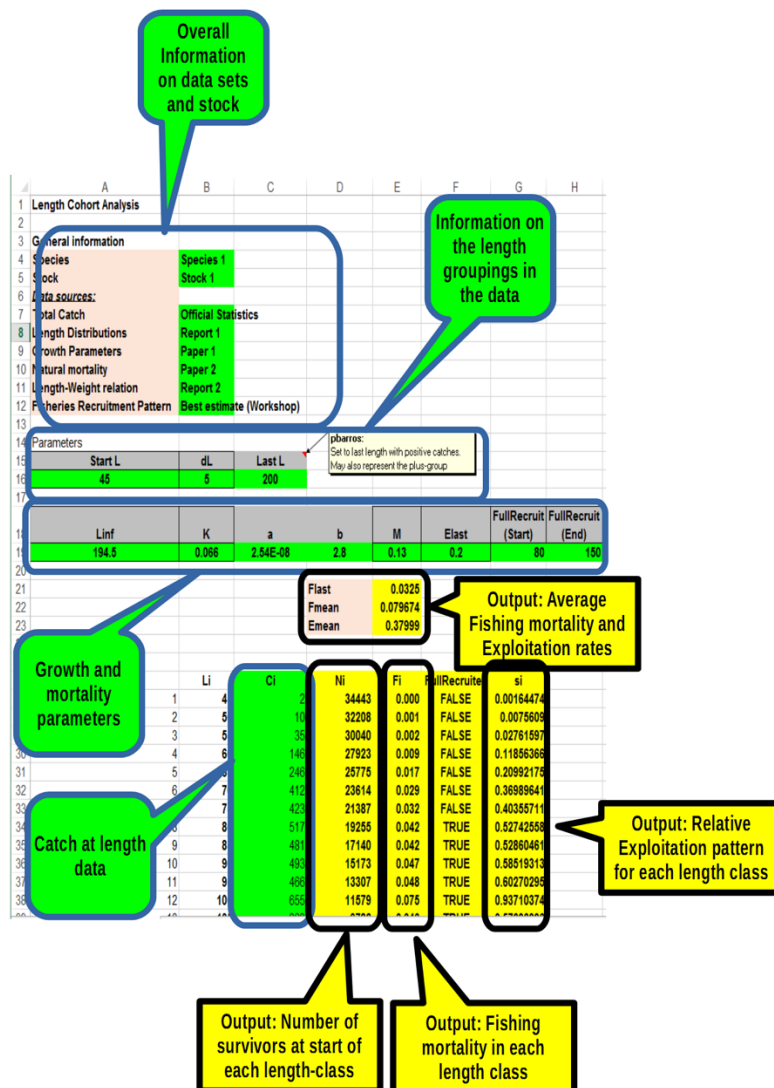


Figure 1: Feuille Input/Output

Overall Information on data sets and stock	Informations générales sur les ensembles de données et le stock
Information on the length groupings in the data	Informations sur les classes de longueur dans les données
Output : Average Fishing mortality and Exploitation rates	Résultat: Taux moyens de mortalité par pêche et d'exploitation
Output : Relative Exploitation pattern for each length class	Résultat: Schéma d'exploitation relatif pour chaque classe de longueur
Growth and mortality parameters	Paramètres de croissance et de mortalité
Output : number of survivors at start of each length class	Résultat: nombre de survivants au début de chaque classe de longueur
Output : fishing mortality in each LC	Résultat: mortalité par pêche dans chaque classe de longueur
Catch at length data	Données sur les prises par taille

FEUILLE DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE (OUTPUT)

Les résultats de l'analyse de cohortes par longueur sont plus clairs lorsqu'ils sont présentés sous forme de graphiques. La feuille « LCAGraph » fournit donc une représentation graphique des résultats de l'analyse LCA. La figure ci-dessous résume cette feuille.

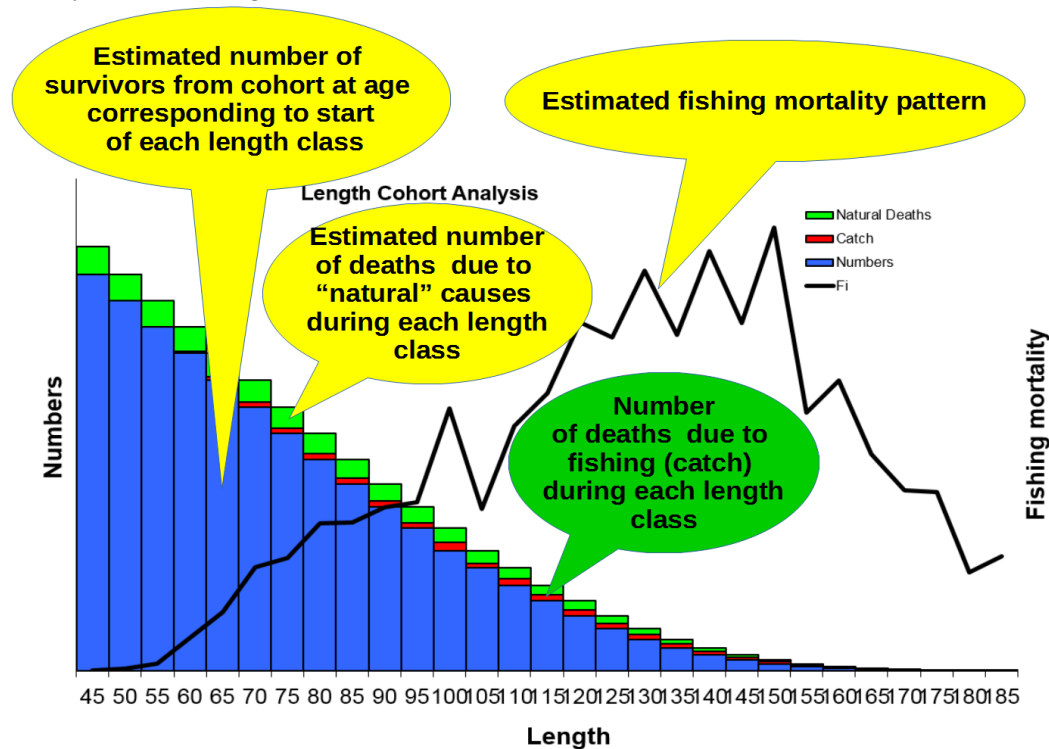


Figure 2: Feuille de représentation graphique (output)

Estimated number of survivors from cohort at age corresponding to start of each length class	Nombre estimé de survivants de la cohorte, à l'âge correspondant au début de chaque classe de taille
Estimated fishing mortality pattern	Schéma de la mortalité par pêche estimée
Length Cohort Analysis	Analyse de cohortes par longueur
Estimated number of deaths due to « natural » causes during each length class	Nombre de morts dues à des causes « naturelles » dans chaque classe de taille

Number of deaths due to fishing (catch) during each length class	Nombre de morts dues à la pêche (captures) dans chaque classe de taille
Numbers	Nombres
Length	Taille
Fishing mortality	Mortalité par pêche

INSTRUCTIONS

Saisie de données

Pour faciliter l'organisation du travail des utilisateurs, toutes les données requises doivent être saisies dans les cellules colorées en vert dans la feuille Input/Output. Les autres cellules ne sont pas utilisées ou servent à présenter les résultats du modèle.

Informations générales

Il est conseillé de commencer par remplir la section générale de la feuille, en y insérant les informations sur le stock et la pêcherie, ainsi que la source des données. Cette section peut toutefois être remplie ultérieurement. Cependant, il est important de le faire avant que le GT achève ses travaux sur ce stock, car plus tard, il peut être difficile de connaître dans le détail les données et hypothèses utilisées.

	A	B	C
1	Length Cohort Analysis		
2			
3	General information		
4	Species	Species 1	
5	Stock	Stock 1	
6	Data sources:		
7	Total Catch	Official Statistics	
8	Length Distributions	Report 1	
9	Growth Parameters	Paper 1	
10	Natural mortality	Paper 2	
11	Length-Weight relation	Report 2	
12	Fisheries Recruitment Pattern	Best estimate (Workshop)	
13	Units used:		
14	Length measurement used	Total length (TL)	
15	Length units	cm	
16	Weight units	g	

Figure 3: Insertion des informations générales sur le stock, la pêcherie et les sources des données

Informations sur les groupes de longueur utilisés

Il faudra ensuite insérer les informations sur les groupes de longueur utilisés et sur la distribution de fréquence des tailles. Il conviendra d'entrer la limite inférieure de la première classe d'âge, l'intervalle de classe et la plus grande classe de longueur avec des données de captures.

17			
18	Parameters		
19	Start L	dL	Last L
20	45	5	200

pbarros:
Set to last length with positive catches.
May also represent the plus-group

Figure 4: Insertion des informations sur les groupes de longueur utilisés

Paramètres de croissance et de mortalité

Les paramètres de croissance et de mortalité sont également des informations essentielles pour le modèle LCA. Ils doivent être saisis dans les cellules vertes correspondantes de la feuille Input/Output:

Linf	K	a	b	M
194.5	0.066	2.54E-08	2.8	0.13

Figure 5: Insertion des informations sur la croissance et la mortalité

Linf et K:

Il s'agit des paramètres de croissance tirés de l'équation de croissance de Bertalanffy adoptés pour le stock évalué. Attention, les unités employées doivent correspondre au reste des données utilisées (p. ex. Linf est donné en cm pour exprimer la longueur totale).

Paramètres de la relation poids-longueur $W=a*L^b$:

Ici aussi, faites attention aux unités.

Mortalité naturelle:

La valeur retenue pour M, considérée comme une moyenne constante tout au long de la vie de la cohorte.

Paramètres de contrôle du modèle et des paramètres estimés :

Afin d'exécuter le modèle LCA, il faut fournir une hypothèse sur la mortalité par pêche dans la classe de longueur pour laquelle on dispose d'informations. Dans cette version, il s'agit du taux d'exploitation $E_{last} = F_{last}/Z_{last}$.

Pour obtenir la mortalité par pêche moyenne adéquate F_{mean} , et le taux d'exploitation moyen E_{mean} , il faut indiquer les classes de longueur qui doivent être considérées comme entièrement recrutées. Pour cela, les cellules relatives au début et à la fin des tailles de recrutement total doivent être remplies.

Elast	FullRecruit (Start)	FullRecruit (End)
0.2	80	150

Figure 6: Paramètres de contrôle des calculs du modèle

DONNÉES DE CAPTURES

Pour finir, il faut saisir les données sur les captures estimées pour chaque classe de longueur. Si toutes les informations mentionnées ci-dessous ont été saisies précédemment, les données doivent être introduites en une seule colonne de données dans la colonne marquée en vert, immédiatement à gauche des limites de classe. Si vous entrez ces données en les collant depuis une autre feuille, assurez-vous de sélectionner « collage spécial - valeurs seulement » pour ne pas modifier le format des cellules.

Résultats

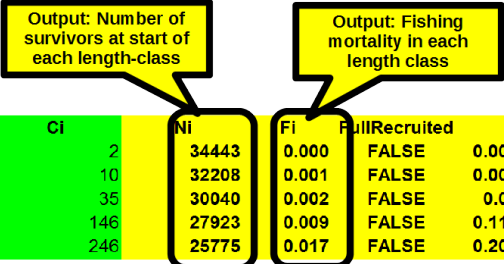
Les résultats du calcul sont présentés sous forme graphique et numérique dans des tableaux.

Les résultats numériques sont présentés directement dans la feuille input/output (cellules colorées en jaune). On distingue deux types de résultats: les résultats directs (c'est-à-dire les principaux résultats de LCA) et les résultats dérivés (calcul de synthèses à partir des résultats directs).

Le modèle LCA calcule directement deux quantités:

- c) Le nombre de survivants de la cohorte à l'âge correspondant à la limite inférieure de chaque classe de longueur;
- d) La mortalité par pêche appliquée aux survivants de la cohorte pendant qu'ils sont « à l'intérieur » de chaque classe de longueur (c'est-à-dire entre les âges correspondant aux limites inférieure et supérieure de chaque classe de longueur).

Ces estimations sont présentées dans les deux premières colonnes jaunes après les données de captures.



Li	Cl	Ni	Fi	FullRecruited	si
45	2	34443	0.000	FALSE	0.0016447
50	10	32208	0.001	FALSE	0.0075609
55	35	30040	0.002	FALSE	0.027616
60	146	27923	0.009	FALSE	0.1185637
65	246	25775	0.017	FALSE	0.2099217

Figure 7: Résultats de LCA: Nombre de survivants et mortalité par pêche

Output : Number of survivors at start of each length class	Résultat: Nombre de survivants au début de chaque classe de longueur
Output : Fishing mortality in each length class	Résultat: Mortalité par pêche dans chaque classe de longueur

Les valeurs moyennes de F et E sont calculées à partir des valeurs moyennes de la mortalité par pêche pour les classes de longueur jugées comme entièrement recrutées. Ces valeurs de F sont considérées comme les niveaux de mortalité par pêche dans les synthèses des résultats.

Linf	K	a	b	M	Elast	FullRecruit (Start)	FullRecruit (End)
194.5	0.066	2.54E-08	2.8	0.13	0.2	80	150

	Fmean	Emean
	0.079674	0.37999

	Li	Cl	Ni	Fi	FullRecruited	si
1	45	2	34443	0.000	FALSE	0.00164474
2	50	10	32208	0.001	FALSE	0.0075609
3	55	35	30040	0.002	FALSE	0.02761597
4	60	146	27923	0.009	FALSE	0.11856366
5	65	246	25775	0.017	FALSE	0.20992175
6	70	412	23614	0.029	FALSE	0.36989641
7	75	493	21287	0.042	FALSE	0.49255744
8	80	517	19255	0.042	TRUE	0.52742558
9	85	481	17140	0.042	TRUE	0.52860461
10	90	493	15173	0.047	TRUE	0.58519313
11	95	466	13397	0.048	TRUE	0.60270295
12	100	655	11579	0.075	TRUE	0.93710374
13	105	363	9782	0.046	TRUE	0.57636336
14	110	493	8392	0.070	TRUE	0.87419588
15	115	490	6977	0.079	TRUE	0.99033239
16	120	529	5680	0.099	TRUE	1.24214079
17	125	422	4463	0.095	TRUE	1.18903395
18	130	416	3460	0.114	TRUE	1.42762632
19	135	282	2567	0.096	TRUE	1.19899091
20	140	277	1901	0.119	TRUE	1.49776645
21	145	176	1321	0.099	TRUE	1.24198567
22	150	166	912	0.126	TRUE	1.58053428
23	155	71	374	0.073	FALSE	0.52013389
24	160	58	378	0.082	FALSE	1.03494712
25	165	31	228	0.062	FALSE	0.77320595
26	170	18	133	0.051	FALSE	0.64552237
27	175	11	71	0.051	FALSE	0.63752279
28	180	4	31	0.028	FALSE	0.35068709
29	185	1	11	0.033	FALSE	0.40791137
30	190	1	0	0.000	FALSE	0
31	195	1	0	0.000	FALSE	0
32	200	0	0	0.000	FALSE	0
33	205	0	0	0.000	FALSE	0

Figure 8: Calcul des valeurs moyennes de F et E pour les classes de longueur entièrement recrutées.

À partir de la valeur moyenne de F et des valeurs de F par taille (Fi), la feuille calcule le schéma d'exploitation relatif si, qui est présenté dans la dernière colonne.

Linf	K	a	b	M	Elast	FullRecruit (Start)	FullRecruit (End)
194.5	0.066	2.54E-08	2.8	0.13	0.2	80	150
				Fmean	0.079674		
				Emean	0.37999		
	Li	CI	NI	Fi	Fu	Recruited	si
1	45	2	34443	0.000	FALSE	0.00164474	
2	50	10	32208	0.001	FALSE	0.0075609	
3	55	35	30040	0.002	FALSE	0.02761597	
4	60	146	27923	0.009	FALSE	0.11856366	
5	65	246	25775	0.017	FALSE	0.20992175	
6	70	412	23614	0.029	FALSE	0.36989641	
7	75	423	21387	0.032	FALSE	0.40355711	
8	80	517	19255	0.042	TRUE	0.52742558	
9	85	481	17140	0.042	TRUE	0.52860461	
10	90	493	15173	0.047	TRUE	0.58519313	
11	95	466	13307	0.048	TRUE	0.60270295	
12	100	655	11579	0.075	TRUE	0.93710374	
13	105	363	9782	0.046	TRUE	0.57636336	
14	110	493	8392	0.070	TRUE	0.87419588	
15	115	490	6977	0.079	TRUE	0.99033239	
16	120	526	5680	0.099	TRUE	1.24214079	
17	125	422	4463	0.095	TRUE	1.18903395	
18	130	416	3460	0.114	TRUE	1.42762632	
19	135	282	2567	0.096	TRUE	1.19899091	
20	140	277	1901	0.119	TRUE	1.49776645	
21	145	176	1321	0.099	TRUE	1.24198567	
22	150	166	912	0.126	TRUE	1.58053428	
23	155	71	574	0.073	FALSE	0.92013585	
24	160	58	378	0.082	FALSE	1.03494712	
25	165	31	228	0.062	FALSE	0.77320595	
26	170	18	133	0.051	FALSE	0.64552237	
27	175	11	71	0.051	FALSE	0.63752279	
28	180	4	31	0.028	FALSE	0.35068709	
29	185	1	11	0.033	FALSE	0.40791137	
30	190	1	0	0.000	FALSE	0	
31	195	1	0	0.000	FALSE	0	
32	200	0	0	0.000	FALSE	0	
33	205	0	0	0.000	FALSE	0	

Figure 9: Calcul et présentation du schéma d'exploitation relatif

RÉSULTATS ET DIAGNOSTICS SOUS FORME DE GRAPHIQUES

Le modèle LCA est un modèle de calcul plutôt qu'un modèle statistique clairement défini, et à ce titre, il n'existe pas vraiment de diagnostic adéquat de l'ajustement du modèle aux données. Toutefois, les résultats dépendent fortement des données de captures et des paramètres de croissance et de mortalité adoptés, mais aussi de la valeur retenue pour le taux d'exploitation dans la dernière classe de longueur considérée. Par conséquent, l'exploration visuelle des tendances de la mortalité par pêche en fonction de la longueur et des relations entre la capture « observée » et les morts « naturelles » présumées peut donner une indication de l'adéquation (ou de la non-adéquation) des valeurs E_{last} insérées.

Afin de faciliter cette analyse, le classeur inclut une présentation graphique des résultats de LCA, dans une feuille nommée (fort curieusement) « LCAGraph ».

On pourra observer directement sur le graphique les effets de la modification des valeurs de Elast ou de M sur les résultats de l'analyse de cohortes par longueur.

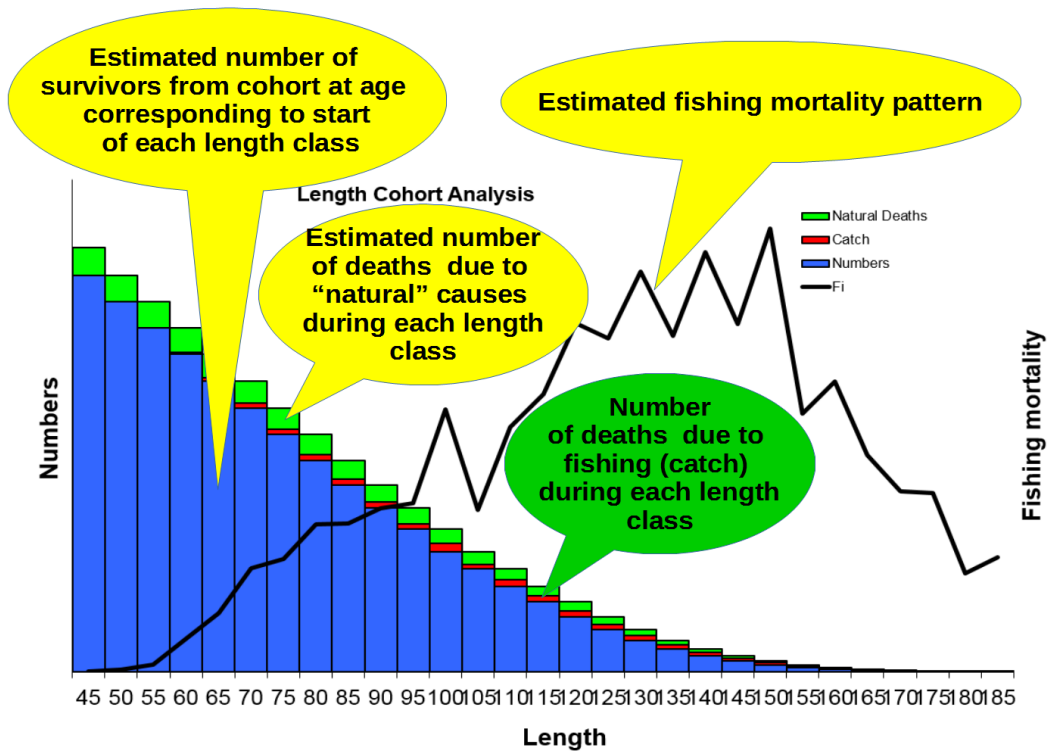


Figure 10. Présentation graphique des résultats de l'analyse.

Il est à noter que le résultat de LCA doit être considéré comme une estimation de l'état moyen du stock au cours de la période utilisée pour constituer la série de données de captures, et ne fournit pas, en soi, une indication de l'état du stock et/ou de la pêche par rapport à des points de référence spécifiques.

ANNEX II: Length-based Yield per Recruit Analysis

Sheet for preparing long-term stock and catch projections

User instructions

BY

Pedro Barros

INTRODUCTION

Overall overview

When preparing recommendations for management, it is important to compare the state of stocks and fisheries with agreed-upon reference points, that reflect desirable (target Reference Points) or undesirable (Limit Reference Points) states of the stocks or of the fisheries that exploit them. This is most often achieved with what is usually called long-term or equilibrium projections, simulating the assumed steady-state of a stock and a fishery under stable environment and fishing intensity and pattern.

Given that recruitment tends to be one of the most variable elements of the dynamic of fish stocks, and that analytical models require the recruitment to be provided or estimated, one of the most often-used tools for defining long-term reference points for the exploitation of fish stocks is the so-called Yield per Recruit model.

This model is indeed a projection (long-term) of the stock structure and abundance, as well as of catches, under an assumption of constant conditions (steady-state model). It allows scientists provide to managers indications of the relative yield that can be obtained under the current level of exploitation, as well as of the changes that are likely to arise from changes in this level of exploitation.

The Yield-per-recruit model is usually used to assess the likely long-term effects of changes in the fishing level, assuming **a constant relative exploitation pattern**. It can also be used to assess the likely effects of changes in relative exploitation pattern, but this is less common.

The workbook described in this User guide is concentrated on the assessment of the effect of different levels of exploitation pressure. It should be noted that this workbook should not be used for estimating parameters, but rather to analyse the *likely long-term (equilibrium) consequences of different management options (set as changes in fishing level) on the future levels of catches, stock abundance and other indicators of interest*.

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 forecasting period) (b) stock dynamics parameters and c) Relative exploitation pattern.

ORGANISATION OF THE WORKBOOK AND OPERATION

Organisation of the workbook and operation

Like many of the workbooks prepared under this series of software tools, the workbook is divided into several sheets, that correspond to different parts of the operation of the simulation:

INPUT/OUTPUT SHEET

This sheet is used to enter the data available for the stock and the fishery, and get the overall estimates from the calculations.

The following information and parameters is entered into this sheet:

- e) Overall information on the stock being analysed and the sources of the information/parameters used for the simulation/projection
- f) Information on the length class groupings used:
 - i) Lower limit of the smallest length class
 - ii) Class interval
 - iii) Largest class with catch data
- g) Growth parameters (of the Bertalanffy growth equation) adopted for the stock being analysed
 - i) t_0
 - ii) L_{inf}
 - iii) K
- h) Parameters of the length-weight relation
 - i) a
 - ii) b
- i) Mortality parameters:
 - i) Natural mortality, M
 - ii) Current level of fishing mortality
 - iii) Size at first capture (when using the knife-edge recruitment assumption)
 - iv) Relative exploitation pattern applied to the fish in each length-class (optional)
 - v) Definition of using knife-edge assumption or a full relative exploitation pattern vector

The output includes

- a) The estimate of the main per-recruit indicators on the state of stock and catches (Yield per recruit, Biomass per Recruit, average size in the catch and in the stock) at the current level of fishing mortality;
- b) The relative (compared with the current) level of fishing mortality that would result in the highest yield per recruit, using the current relative exploitation pattern (F_{MAX});
- c) The relative (compared with the current) level of fishing mortality at which the rate of increase of Yield with F is 10% of same rate of increase when F is almost null ($F_{0.1}$);
- d) The estimate of the relative change in the indicators mentioned above that would be achieved in case the level of fishing mortality was F_{MAX} , $F_{0.1}$ or an arbitrary relative level of fishing mortality (this latter one is meant to allow the examination of potential fishing management measures)

The figure below summarises the organization of the input/output sheet.

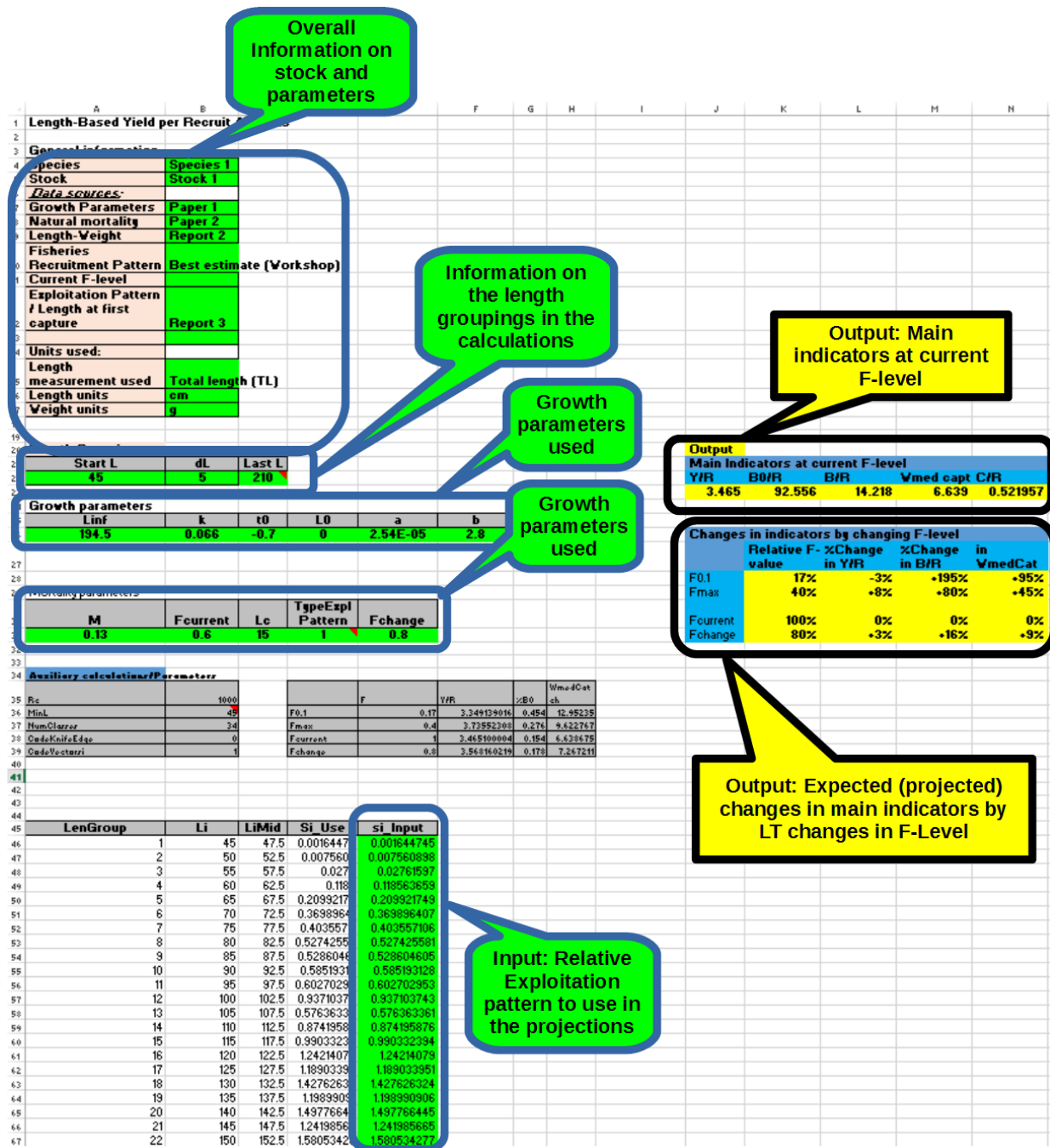


Figure 1: General organization of the Input/Output sheet. Green cells and callouts indicate input, yellow ones indicate output

GRAPHICAL OUTPUT SHEET

The output of the Yield per Recruit analysis is best understood graphically. So, the sheet “Graph_YieldPerRecruitAnalysis” contains the graphical representation of the results of the Y/R analysis. The figure below presents a summary of this sheet.

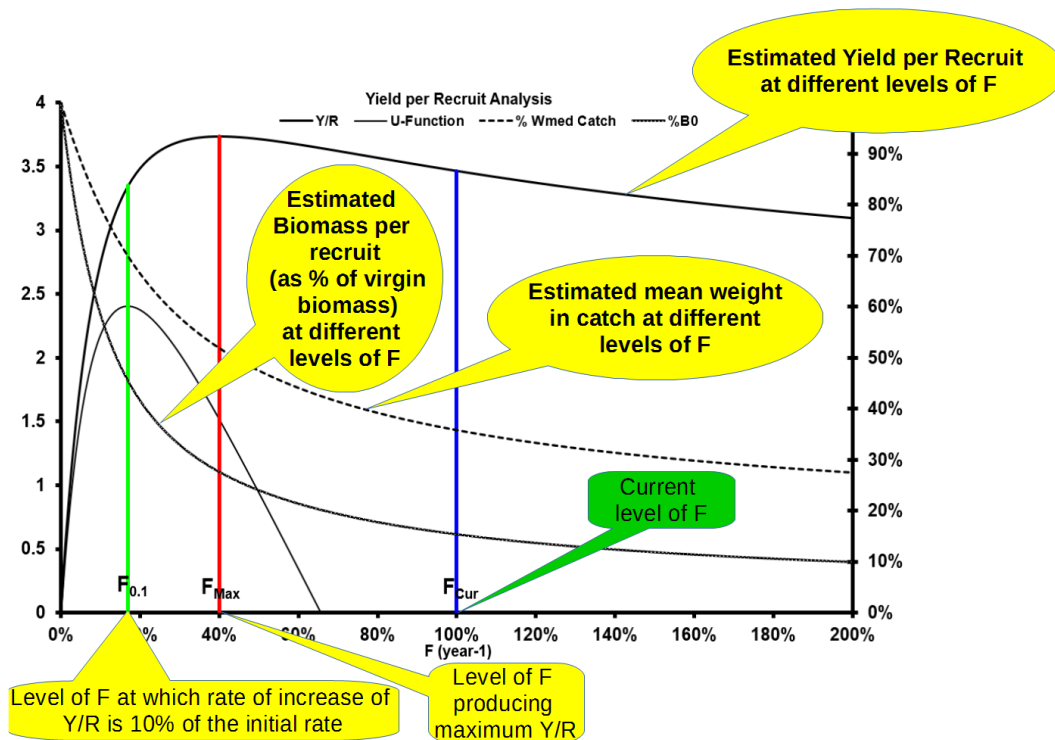


Figure 2: Graphical output sheet

In this figure, the main elements of interest are the relative positions of F_{MAX} and $F_{0.1}$ relative to the current level of fishing mortality, and the relative height of the curves at these points. These values are summarized in the main output table in the Input/Output sheet, but the visual presentation is in general easier to grasp.

OPERATING INSTRUCTIONS

Data Entry

To facilitate the organisation of the work of users, all data required should be entered in the cells marked green in the Input/Output sheet. All other cells are either not used, or used to present the results from the model.

General information

It is advisable to start by filling the general section of the sheet, with the information on the stock and the fishery, as well as the source of the data, but this section can also be filled later. It is however important that it is filled before the WG closes the work on this stock, as later it may be difficult to know the details of the parameters and assumptions used.

1	Length-Based Yield per Recruit Analysis	
2		
3	General information	
4	Species	Species 1
5	Stock	Stock 1
6	Data sources:	
7	Growth Parameters	Paper 1
8	Natural mortality	Paper 2
9	Length-Weight relation	Report 2
10	Fisheries Recruitment Pattern	Best estimate (Workshop)
11	Current F-level	
12	Relative Exploitation Pattern / Length at first capture	Report 3
13		
14	Units used:	
15	Length measurement used	Total length (TL)
16	Length units	cm
17	Weight units	g

Figure 3: Inserting the general information on the stock, the fishery and the information sources

Information on the length groupings used

The second piece of information should be the information on the length groupings used. This should in general match the length groupings used in the estimation procedures (e.g. LCA) that produced the parameter estimates used in the projections. It is necessary to enter the lower limit of the smallest age-class, the class interval, and the largest length-class we want to simulate. This should always be smaller or equal to the L_{inf} parameter of the Bertalanffy growth curve used

Length Groupings		
Start L	dL	Last L
45	5	210

Figure 4: Inserting the information on the length groupings used

Growth and mortality parameters

The other information that is essential for the length-based Yield per Recruit are the parameters of growth, and on mortality. This information should be entered in the corresponding green cells of the Input/Output sheet:

24	Growth parameters						
25	Linf	k	t0	L0	a	b	Winf
26	194.5	0.066	-0.7	0	2.54E-05	2.8	65.1
27							
28							
29	Mortality parameters						
30	M	Fcurrent	Lc	TypeExpl Pattern	Fchange		
31	0.13	0.6	15	1	0.8		

Figure 5: Inserting the information on growth and mortality

L_{inf} , K and t_0 :

The corresponding parameters of the Bertalanffy growth equation adopted for the stock being modelled. Be careful that the units used match the rest of the data used (e.g. L_{inf} is given in Cm, representing TL).

Parameters of the length-Weight relation $W=a*L^b$.

Again, be careful with the units

Natural mortality (M):

The value adopted for M, considered constant as an average across the life of the cohort

Current level of fishing mortality (FCurrent)

This should be the result of some estimation procedure (e.g. LCA, Catch curve analysis, etc). It should come from the same sources (and hopefully methods) as the information on the relative exploitation pattern.

Length at first capture (L_c)

This corresponds to using a knife-edge assumption: All fish above that size are subject to a fishing mortality of F, and all those below it are subject to 0 fishing mortality. Pay attention that this is given in the same units as the other lengths (e.g. TL in cm)

Type of exploitation pattern to use (Type Expl Pattern)

This parameter defines whether the simulation will use a knife-edge assumption (value 0) or if it will use the full relative exploitation pattern with a different relative selectivity (s_i) per length-group.

NB: If 1 is chosen for this cell (meaning use the full relative exploitation pattern vector), this vector must be inserted in the cells with a column label s_i (Figure 6)

Relative exploitation pattern

This vector MUST be filled if the value chosen for the parameter above (Type of exploitation pattern to use) is not 0.

Each cell corresponds to the fishing mortality applied to the fish in the corresponding length-class as a proportion of the overall fishing level F ($s_i = F_i/F$, where i denotes the length-classes)

Li	LiMid	Si_Use	si_Input
45	47.5	0.00164474	0.001644745
50	52.5	0.0075609	0.007560898
55	57.5	0.0276	0.02761597
60	62.5	0.1186	0.118563659
65	67.5	0.20992175	0.209921749
70	72.5	0.36989641	0.369896407
75	77.5	0.40355711	0.403557106
80	82.5	0.52742558	0.527425581

Figure 6: Inserting the information on the relative exploitation pattern vector (in the cells marked green)

OUTPUT

The output from the calculation is presented graphically and numerically, in tables.

The numerical output is presented directly in the input/output sheet, in the cells in colour yellow. There are two main output, already described above:

- a) The indicators of stock and catch state (Yield per Recruit, Biomass per Recruit, Average size of the fish caught and % of recruits captured) at the Current level of fishing mortality

Output					
Main Indicators at current F-level					
Y/R	B0/R	B/R	Wmed capt	C/R	
3.465	92.556	14.218	6.639	52.2%	

Figure 7: Indicators of stock and catch state at the Current level of F

- b) The values of these indicators at different levels of fishing mortality. For convenience, and to allow a more scale-independent presentation of the results, these are presented as % deviations from the values at the current level of fishing mortality. The workbook calculates these indicators for values of F corresponding to the current level and to the Reference points FMAX and F0.1, and also for one arbitrary level of fishing mortality. This latter one allows the use of the workbook to examine the likely effect of a specific fisheries management measure considered relevant by fisheries managers.

Changes in indicators by changing F-level					
	Relative F-value	%Change in Y/R	%Change in B/R	%Change in WmedCatch	
F0.1	17%	-3%	+195%	+95%	
Fmax	40%	+8%	+80%	+45%	
Fcurrent	100%	0%	0%	0%	
Fchange	80%	+3%	+16%	+9%	

Figure 8: Value of main indicators of stock and catch state at different levels of fishing mortality, as a proportion of the value of the same indicators at the Current level of F

The results of the Y/R model are sometimes difficult to grasp intuitively, so the numerical results should be seen preferably in parallel with the graphical presentation of the results.

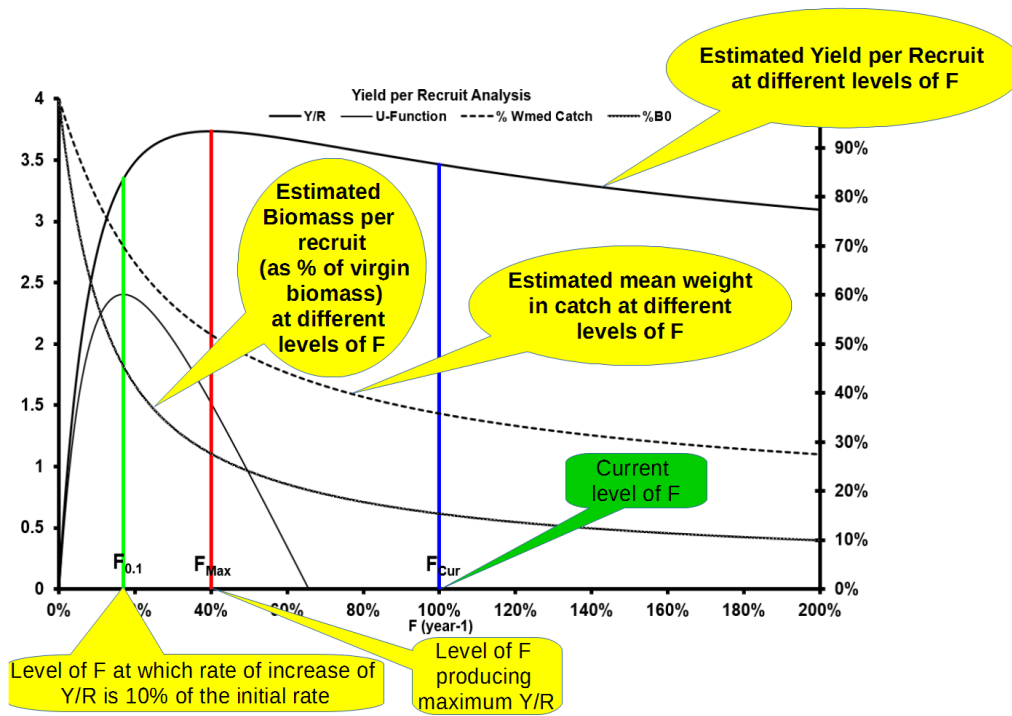


Figure 9: Graphical presentation of the results of the analysis.

ANNEXE II: Analyse du rendement par recrue basée sur la longueur

Feuille pour établir des projections à long terme du stock et des captures Mode d'emploi PAR Pedro Barros

INTRODUCTION

Aperçu général

Au moment de formuler des recommandations en matière de gestion, il est important de comparer l'état des stocks et des pêcheries avec des points de référence définis d'un commun accord, reflétant les états souhaitables (points cibles de référence) ou non souhaitables (points limites de référence) des stocks ou des pêcheries qui les exploitent. Le plus souvent, on y parvient au moyen de ce que l'on appelle habituellement des projections à long terme ou d'équilibre, consistant à simuler l'état d'équilibre supposé d'un stock et d'une pêcherie dans un environnement, une intensité et un régime de pêche stables.

Étant donné que le recrutement est généralement l'un des éléments les plus variables de la dynamique des stocks de poissons et que les modèles analytiques requièrent que celui-ci soit fourni ou estimé, l'un des outils les plus fréquemment utilisés pour définir des points de référence à long terme pour l'exploitation des stocks de poissons est le modèle dit de Rendement par recrue (Y/R).

Il s'agit en effet d'une projection (à long terme) de la structure et de l'abondance du stock, ainsi que des captures, en supposant des conditions constantes (modèle en conditions d'équilibre). Ce modèle permet aux scientifiques de fournir aux gestionnaires des indications sur le rendement relatif pouvant être obtenu sous le niveau actuel d'exploitation, ainsi que les changements susceptibles de résulter de modifications dans ce niveau d'exploitation.

Le modèle de rendement par recrue sert habituellement à évaluer les effets probables à long terme des changements intervenant dans le niveau de pêche, en supposant un schéma d'exploitation relatif constant. Il peut aussi servir à évaluer les effets potentiels de changements dans le schéma d'exploitation relatif, mais cela est moins courant.

Le classeur décrit dans ce manuel de l'utilisateur sert à évaluer l'effet de différents niveaux de pression d'exploitation. Attention, ce classeur ne doit pas être utilisé pour estimer des paramètres, mais plutôt pour analyser les conséquences probables à long terme (équilibre) de différentes options de gestion (définies comme des changements dans le niveau de pêche) sur les niveaux futurs des captures, l'abondance des stocks et d'autres indicateurs pertinents.

Ce classeur a été conçu pour établir des projections déterministes, c'est-à-dire des projections où les résultats sont toujours les mêmes pour un ensemble donné de (a) conditions initiales (taille du stock au début de la période de projection) (b) paramètres des dynamiques du stock et (c) schéma d'exploitation relatif.

ORGANISATION ET MODE DE FONCTIONNEMENT DU CLASSEUR

Organisation et mode de fonctionnement du classeur

Comme la plupart des classeurs préparés dans le cadre de cette série d'outils logiciels, le classeur est divisé en plusieurs feuilles correspondant à différentes parties du déroulement de la simulation:

FEUILLE INPUT/OUTPUT

Cette feuille permet de saisir les données disponibles pour le stock et la pêche, et d'obtenir les estimations globales à partir des calculs.

Les informations et paramètres suivants sont saisis dans cette feuille:

- a) Informations d'ensemble sur le stock analysé et les sources des informations et paramètres utilisés pour la simulation/projection.
- b) Informations sur les groupes de classes de longueur utilisés:
 - i) Limite inférieure de la plus petite classe de longueur
 - ii) Intervalle de classe
 - iii) Plus grande classe avec données de captures
- c) Paramètres de croissance (tirés de l'équation de croissance de Bertalanffy) adoptés pour le stock évalué
 - i) t_0
 - ii) L_{inf}
 - iii) K
- d) Paramètres de la relation poids-longueur
 - i) a
 - ii) b
- e) Paramètres de mortalité:
 - i) Mortalité naturelle, M
 - ii) Niveau actuel de mortalité par pêche
 - iii) Taille à la première capture (lorsque l'on utilise une hypothèse de recrutement « tranchante »)
 - iv) Schéma d'exploitation relatif appliqué aux poissons dans chaque classe de longueur (optionnel)
 - v) Choix entre une hypothèse « tranchante » ou un vecteur du schéma d'exploitation relatif

Les résultats comprennent:

- e) L'estimation des principaux indicateurs par recrue sur l'état du stock et des captures (rendement par recrue, biomasse par recrue, taille moyenne dans les captures et dans le stock) au niveau actuel de mortalité par pêche;
- f) Le niveau relatif (par rapport au niveau actuel) de mortalité par pêche qui donnerait le rendement par recrue le plus élevé, sur la base du schéma d'exploitation relatif actuel F_{MAX} ;
- g) Le niveau relatif (par rapport au niveau actuel) de mortalité par pêche auquel le taux d'augmentation du rendement par F est 10% du même taux d'augmentation lorsque F est presque nul ($F_{0.1}$);
- h) L'estimation du changement relatif des indicateurs cités ci-dessus que l'on obtiendrait si le niveau de mortalité par pêche était F_{MAX} , $F_{0.1}$ ou un niveau relatif arbitraire de mortalité par pêche (ce dernier sert à examiner des mesures potentielles de gestion de la pêche).

La figure ci-dessous montre comment se présente la feuille input/output.

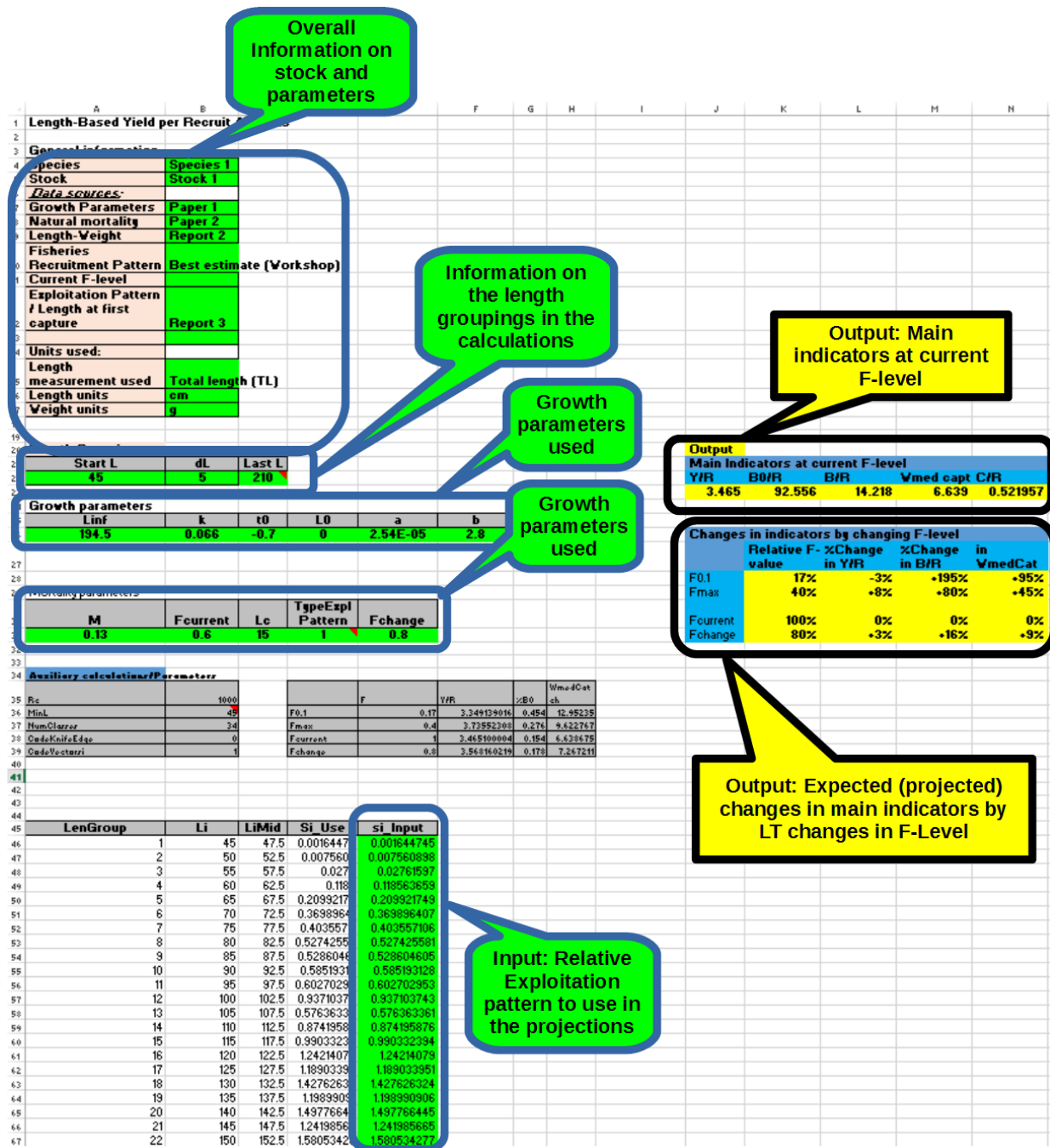


Figure 1: Organisation générale de la feuille Input/Output. Les cellules et légendes vertes indiquent les entrées (input), tandis que les jaunes indiquent les résultats (output).

Overall information on stock and parameters	Informations générales sur le stock et les paramètres
Information on the length groupings in the calculations	Informations sur les groupes de longueur dans les calculs
Growth parameters used	Paramètres de croissance utilisés
Growth parameters used	Paramètres de croissance utilisés
Output : Main indicators at current F-level	Résultat: Principaux indicateurs au niveau F actuel
Output : expected (projected) changes in the main indicators by LT changes in F-Level	Résultat: changements attendus (projetés) dans les principaux indicateurs en raison de changements à LT sur le niveau F

Input : Relative Exploitation pattern to use in the projections

Entrée: schéma d'exploitation relatif à utiliser dans les projections

FEUILLE DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE (OUTPUT)

Les résultats de l'analyse du rendement par recrue sont plus clairs lorsqu'ils sont présentés sous forme de graphique. La feuille « Graph_YieldPerRecruitAnalysis » fournit donc une représentation graphique des résultats de l'analyse Y/R. La figure ci-dessous résume cette feuille.

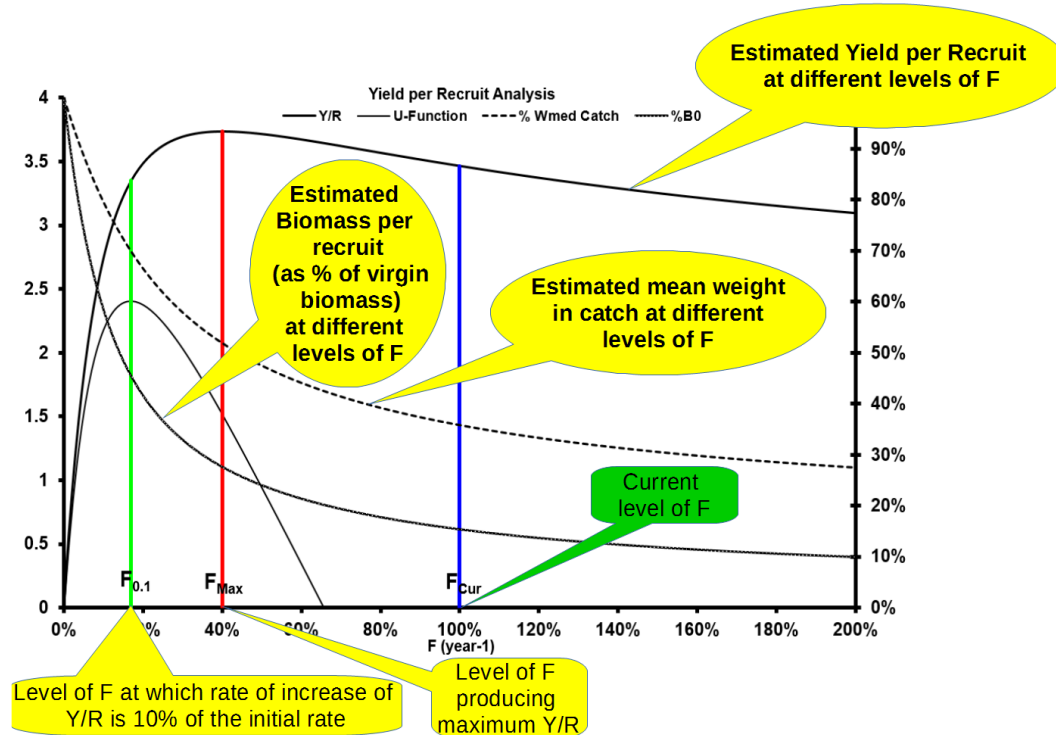


Figure 2: Feuille de représentation graphique (output)

Estimated Yield per Recruit at different levels of F	Rendement par recrue estimé à différents niveaux de F
Estimated mean weight in catch at different levels of F	Poids moyen estimé dans les captures à différents niveaux de F
Estimated Biomass per recruit (as % of virgin biomass) at different levels of F	Biomasse par recrue estimée (comme % de la biomasse vierge) à différents niveaux de F
current Level of F	niveau actuel de F
Level of F producing maximum Y/R	Niveau de F produisant un Y/R maximal
Level of F at which rate of increase of Y/R is 10% of the initial rate	Niveau de F auquel l'augmentation du Y/R est de 10% du taux initial

Les éléments les plus intéressants de cette figure sont les positions relatives de F_{MAX} et $F_{0.1}$ par rapport au niveau actuel de mortalité par pêche, et la hauteur relative des courbes à ces points. Ces valeurs sont résumées dans le tableau de résultats principal de la feuille Input/Output, mais une présentation visuelle est en générale plus facile à saisir.

INSTRUCTIONS

Saisie de données

Pour faciliter l'organisation du travail des utilisateurs, toutes les données requises doivent être saisies dans les cellules colorées en vert dans la feuille Input/Output. Les autres cellules ne sont pas utilisées ou servent à présenter les résultats du modèle.

Informations générales

Il est conseillé de commencer par remplir la section générale de la feuille, en y insérant les informations sur le stock et la pêche, ainsi que sur les sources des données. Cette section peut toutefois être remplie ultérieurement. Cependant, il est important de le faire avant que le GT achève ses travaux sur le stock, car plus tard, il peut être difficile de connaître les détails des paramètres et hypothèses utilisés.

1	Length-Based Yield per Recruit Analysis	
2		
3	General information	
4	Species	Species 1
5	Stock	Stock 1
6	Data sources:	
7	Growth Parameters	Paper 1
8	Natural mortality	Paper 2
9	Length-Weight relation	Report 2
10	Fisheries Recruitment Pattern	Best estimate (Workshop)
11	Current F-level	
12	Relative Exploitation Pattern / Length at first capture	Report 3
13		
14	Units used:	
15	Length measurement used	Total length (TL)
16	Length units	cm
17	Weight units	g

Figure 3: Insertion des informations générales sur le stock, la pêche et les sources des données

Informations sur les groupes de longueur utilisés

Il faudra ensuite insérer les informations sur les groupes de longueur utilisés. Cela devrait en général correspondre aux groupes de longueur utilisés dans les processus d'estimation (par exemple l'analyse LCA) qui ont généré les estimations des paramètres utilisés dans les projections. Il conviendra d'insérer la limite inférieure de la plus petite classe d'âge, l'intervalle de classe et la plus grande classe de longueur que l'on veut simuler. Ceci doit toujours être inférieur ou égal au paramètre L_{inf} de la courbe de croissance de Bertalanffy utilisé.

Length Groupings		
Start L	dL	Last L
45	5	210

Figure 4: Insertion des informations sur les groupes de longueur utilisés

Paramètres de croissance et de mortalité

Les paramètres de croissance et de mortalité sont également des informations essentielles pour l'analyse de rendement par recrue basée sur la longueur. Ces données doivent être saisies dans les cellules vertes correspondantes de la feuille Input/Output:

24	Growth parameters						
25	Linf	k	t0	L0	a	b	Winf
26	194.5	0.066	-0.7	0	2.54E-05	2.8	65.1
27							
28							
29	Mortality parameters						
30	M	Fcurrent	Lc	TypeExpl Pattern	Fchange		
31	0.13	0.6	15	1	0.8		

Figure 5: Insertion des informations sur la croissance et la mortalité

L_{inf} , K et t_0 :

Il s'agit des paramètres de croissance tirés de l'équation de croissance de Bertalanffy adoptés pour le stock évalué. Attention, les unités employées doivent correspondre au reste des données utilisées (p. ex. L_{inf} est donné en cm pour exprimer la longueur totale).

Paramètres de la relation poids-longueur $W=a*L^b$.

Ici aussi, faites attention aux unités

Mortalité naturelle (M):

La valeur adoptée pour M, considérée comme une moyenne constante tout au long de la vie de la cohorte

Niveau actuel de mortalité par pêche (FCurrent)

Cette donnée doit provenir d'une procédure d'estimation (p. ex. une analyse de cohortes par longueur ou de la courbe de capture, etc). Elle doit provenir des mêmes sources (et idéalement des mêmes méthodes) que les données sur le schéma d'exploitation relatif.

Taille à la première capture (L_c)

On utilise ici une hypothèse « tranchante »: tous les poissons au-delà de cette taille sont sujets à une mortalité par pêche de F, et tous ceux qui sont en dessous sont sujets à une mortalité par pêche de 0. Attention, veuillez à utiliser les mêmes unités que pour les autres tailles (par exemple exprimer la longueur totale en cm).

Type de schéma d'exploitation à utiliser (Type Expl Pattern)

Ce paramètre définit si la simulation utilisera une hypothèse tranchante (valeur 0) ou le schéma d'exploitation relatif avec une sélectivité relative (si) différente par groupe de longueur.

Note: Si vous choisissez 1 pour cette cellule (c'est-à-dire que vous optez pour le vecteur du schéma d'exploitation relatif), ce vecteur doit être inséré dans les cellules de la colonne intitulée si (Figure 6).

Schéma d'exploitation relatif

Ce vecteur DOIT être inséré si la valeur choisie pour le paramètre ci-dessus (type de schéma d'exploitation à utiliser) diffère de 0.

Chaque cellule correspond à la mortalité par pêche appliquée aux poissons dans la classe de longueur correspondante comme proportion du niveau de pêche global ($F_{si} = F_i/F$, où i représente les classes de longueur)

Li	LiMid	Si_Use	si_Input
45	47.5	0.00164474	0.001644745
50	52.5	0.0075609	0.007560898
55	57.5	0.0276	0.02761597
60	62.5	0.1186	0.118563659
65	67.5	0.20992175	0.209921749
70	72.5	0.36989641	0.369896407
75	77.5	0.40355711	0.403557106
80	82.5	0.52742558	0.527425581

Figure 6: Insertion des informations sur le vecteur du schéma d'exploitation relatif (dans les cellules colorées en vert)

Résultats (output)

Les résultats du calcul sont présentés sous forme graphique et numérique dans des tableaux.

Les résultats numériques sont présentés directement dans la feuille input/output, dans les cellules colorées en jaune. Il existe deux résultats principaux, déjà décrits ci-dessus:

- c) Les indicateurs de l'état du stock et des captures (rendement par recrue, biomasse par recrue, taille moyenne des poissons capturés et % des recrues capturées) au niveau actuel de mortalité par pêche.

Output				
Main Indicators at current F-level				
Y/R	B0/R	B/R	Wmed capt	C/R
3.465	92.556	14.218	6.639	52.2%

Figure 7: Indicateurs de l'état du stock et des captures au niveau actuel de F

- d) Les valeurs de ces indicateurs à différents niveaux de mortalité par pêche. Pour des raisons pratiques, et pour permettre une présentation des résultats plus indépendante de l'échelle, ceux-ci sont représentés en % d'écart par rapport aux valeurs du niveau actuel de mortalité par pêche. Le classeur calcule ces indicateurs pour des valeurs de F correspondant au niveau actuel et aux points de référence FMAX et F0.1, ainsi que pour un niveau arbitraire de mortalité par pêche. Ce dernier permet d'utiliser le classeur pour examiner l'effet éventuel d'une mesure spécifique de gestion jugée pertinente par les gestionnaires de la pêche.

Changes in indicators by changing F-level				
	Relative F-value	%Change in Y/R	%Change in B/R	%Change in WmedCatch
F0.1	17%	-3%	+195%	+95%
Fmax	40%	+8%	+80%	+45%
Fcurrent	100%	0%	0%	0%
Fchange	80%	+3%	+16%	+9%

Figure 8: Valeur des principaux indicateurs de l'état des stocks et des captures à différents niveaux de mortalité par pêche, exprimée en proportion de la valeur des mêmes indicateurs au niveau actuel de F.

Les résultats du modèle Y/R sont parfois difficiles à saisir de manière intuitive, c'est pourquoi les résultats numériques devraient de préférence être examinés en parallèle d'une présentation graphique des résultats.

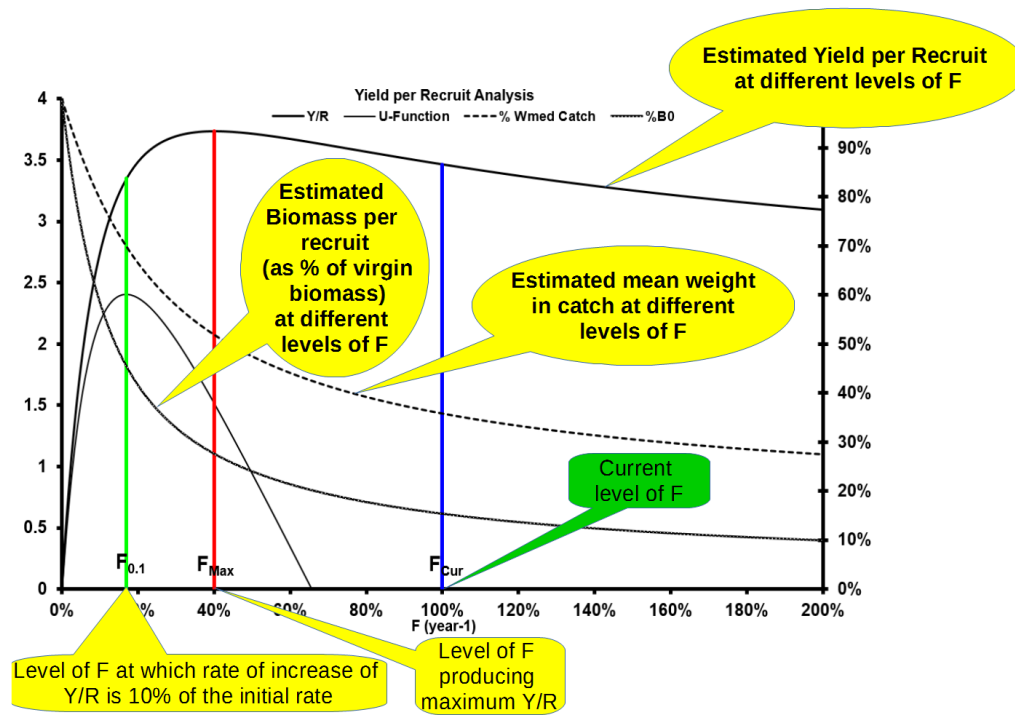


Figure 9: Présentation graphique des résultats de l'analyse.

ANNEX III: Exploratory assessments of *Sardinella aurita* using data-limited methods

Marta Quinzan¹ and Abdel karim Sleymane²

¹Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC). Centro Oceanográfico Cádiz (Spain). marta.quinzan@ieo.es

² IMROP- Laboratoire d'Evaluation des Ressources Vivantes et Aquatiques (Mauritaine) Osouleimane@gmail.com

INTRODUCTION

Last assessment of *Sardinella aurita* was carried out in 2011 at CECAF WG Small Pelagics North using the accepted model Biodyn. The available abundance indices have been discontinued since that year and as Biodyn cannot tackle gaps in the time series, no assessment was performed since.

Abundance indices are available for the recent years, provided by the Nansen survey (2015 and 2017). Length distributions are available for years 2018-2020. This amount of information allows a multi-model approach to attempt the assessment of the status of this stock using both length- and catch-based methods.

METHODOLOGIES

Length-based methods

LBI

A set of Length-Based Indicators (LBI) is calculated for screening catch-length composition and classifying the stocks according to conservation/sustainability, yield optimization and MSY considerations. These indicators require data on the stock catch-length composition and life-history parameters. The conceptual approach was defined by Froese (2004), and the methodology was later developed by WKLife V (ICES, 2015) and recommended by ICES to estimate MSY reference points for data-limited stocks, considered as category 3 and/or 4 (ICES, 2018). The LBIs are calculated by year from length-frequency distributions. They are compared to appropriate reference points related to conservation, optimal yield and length distribution relative to expectations under MSY assumptions (Table 1).

Information required includes length at maturity (L_{mat-50}), von Bertalanffy growth parameter (L_{inf}), catch at length per year, length-weight relationship parameters (a and b) or mean weights-at-length per year.

Table 1. Selected indicators for LBI screening plots. Equation for L_{opt} in ICES (2018) *assuming $M/k=1$.

Indicator	Calculation	Reference	Indicator ratio	Expected value	Property
$L_{max5\%}$	Mean length of largest 5%	L_{inf}	$L_{max5\%}/L_{inf}$	>0.8	Conservation (large individuals)
$L_{95\%}$	95 th percentile		$L_{95\%}/L_{inf}$		
P_{mega}	Proportion of individuals above $L_{opt} + 10\%$	0.3-0.4	P_{mega}	>0.3	
$L_{25\%}$	25 th percentile of length distribution	L_{mat}	$L_{25\%}/L_{mat}$	>1	Conservation (immatures)
L_c	Length at first catch (length at 50% of mode)	L_{mat}	L_c/L_{mat}	>1	
L_{mean}	Mean length of individuals $> L_c$	$L_{opt} = \frac{2}{3}L_{inf}$	L_{mean}/L_{opt}	≈ 1	Optimal yield

L_{maxy}	Length class with maximum biomass in catch	$L_{\text{opt}} = \frac{2}{3}L_{\text{inf}}^*$	$L_{\text{maxy}}/L_{\text{opt}}$	≈ 1	
L_{mean}	Mean length of individuals $> L_c$	$L_{F=M} = 0.75L_c + 0.25L_{\text{inf}}^*$	$L_{\text{mean}}/L_{F=M}$	≥ 1	MSY

In order to interpret and discuss correctly the results provided by the LBI approach, it is crucial to take into account that the method assumes stock equilibrium conditions (total mortality and recruitment have been constant for a period as long as the lifetime of the time series) and logistic selectivity curve (i.e. the curve is flat-topped not dome-shaped).

The LBI was run in R (R Core Team, 2021). Methodology is available at https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSY.

LB-SPR

Spawning Potential Ratio (SPR) is defined as the proportion of Spawning Biomass per recruit (SBPR) of an exploited stock with regards to the SBPR of the unfished/unexploited (virgin) stock. The rationale behind is that the abundance at length in the population decreases with ageing (length) because of the natural and fishery mortality (M and F , respectively, in years⁻¹). A virgin population will have a larger amount of large mature individuals than an exploited population.

The SPR ranges between 1 (virgin population) and 0 (collapsed or extinct population).

- A SPR in the range of 0.35-0.4 is usually considered as a population at the MSY level, although this is a quite variable parameter.
- A population with SPR below 0.1-0.15 is considered collapsed.

The LBSPR method has been developed for data-limited fisheries; data requested are a representative sample of the size structure of the catch along with limited knowledge of the species' life history and the fishery. Otherwise, the LBSPR method does not require knowledge of M , but instead uses the ratio of this parameters and the von Bertalanffy growth rate (k , years⁻¹) (M/k), which is believed to vary less across stocks and species than M (Prince *et al.*, 2015).

LBSPR method relies on a number of simplifying assumptions (ICES, 2018):

- The LBSPR models are equilibrium based.
- The length composition data is representative of the exploited population at steady state. The selection pattern follows a logistic curve.

The LB-SPR was run in R (R Core Team, 2021). Methodology is available at https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSY.

Catch-based methods

CMSY

CMSY was developed by Martell and Froese (2013) and further evolved in Froese *et al.* (2017) as a surplus production model that in its basic form only requires a catch time series and some prior information about the stock and its status. The method requires an estimate of the resilience (r) of the stock, ranging from very low (0.015-0.1), low (0.05-0.5), medium (0.2-0.8), or high (0.6-1.5), which can be determined through expert knowledge or from resources such as FishBase (Froese and Pauly, 2021). The biomass prior information is incorporated as a start, intermediate and final biomass range as a proportion of the unexploited biomass (depletion). These can be defined using expert opinion, but the method also provides default rules to generate them. The rules for defining these biomass prior ranges can be found in Froese *et al.* (2017). From within the ranges of r and K , generated by default rules or

expert opinion, CMSY selects a pair of r - K values and runs a Schaefer surplus production model for the time series from a random starting biomass randomly selected from within the starting biomass range. The r - K pair will be considered viable if the biomass does not drop below 1% of the carrying capacity, and the biomass falls within the predicted biomass prior ranges in the intermediate and final year. The process is applied to between 10000 and 200000 r - K pairs to determine the possible options for the r and K parameter pairings. The final values are selected from the tail of viable pairs, where the r value is highest. From these r and k values, the MSY , B_{MSY} , F_{MSY} , and other fisheries reference points and confidence limits are determined.

For the purpose of comparing CMSY results with the results of a regular surplus production model, we also fitted a Bayesian implementation of a state-space Schaefer model (BSM) to catch and biomass estimates. The applicability of the full Schaefer is limited to the cases in which a biomass trend is available as the model produces precise confidence levels, thus it can be considered a good reference against which the results of CMSY can be compared.

As the CMSY method is not a method based on a statistical estimation of parameters, there is no objective criterion to judge the "goodness of fit" of the model nor to compare two models. For this exercise we understand that a reliable stock assessment should be generally recognized by the following observations:

- The reconstructed biomass trend starts and ends within the prior ranges.
- There are many viable r and K points and these have a well defined "accumulation point" in the points cloud.
- The blue (CMSY) and red (BSM) point clouds overlap.
- For each inner estimation method (CMSY and BSM) there should be one point cloud only, i.e. each method produces one cluster of points (one black and another one grey).
-

The CMSY method requires prior information about stock's depletion at the start of the time series and the range of possible r -values for the considered species. As a proxy for r -ranges, the resilience of the species as stated in FishBase (Froese and Pauly, 2021) was used in Runs 1-3 as recommended by Froese *et al.* (2017). Moreover, r estimate taken from latest assessment of the species (performed in 2011 with Biodyn) with an arbitrary error of 20% was used in Runs 4-6. Medium starting depletion (0.2 - 0.6) was initially assumed for Run 1 and Run 4. Finally, to test the sensitivity of the CMSY assessment to the prior of starting biomass depletion, a sensitivity analysis was conducted. The priors tested corresponded to ranges of strong (0.01-0.4, Run 2 and Run 5) and low depletion (0.4-0.8, Run 3 and Run 6) as suggested by Froese *et al.* (2017).

Table 2. Details of the scenarios tested with CMSY for *Sardinella aurita* stock. Resilience ranges were obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021) and from Biodyn 2011 assessment (FAO, 2012) and the depletion levels (B/K) set as recommended by Froese *et al.* (2017).

Run	Time series		resilience (r)	prior initial B/K
	Landings (t)	Survey index (t)		
1	1990-2020	1995-2010 2015 2017	0.46-1.16	Medium 0.2-0.6
2				Strong 0.01-0.4
3				Low 0.4-0.8
4			0.44-0.84	Medium 0.2-0.6
5				Strong 0.01-0.4
6				Low 0.4-0.8

These scenarios of CMSY were run in R (R Core Team, 2021) using the script CMSY_2019_9f.R available on github (<https://github.com/SISTA16/cmsy>).

In addition, a scenario of CMSY using CPUE from Dutch fleet as biomass indicator was carried out.

Table 3. Details of the Run 7 tested with CMSY for *Sardinella aurita* stock. Resilience range was obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021).

Run	Time series		resilience (r)	prior initial B/K
	Landings (t)	CPUE (t/d)		
7	1990-2020	1993-2016	0.46-1.16	0.5-0.8

SPiCT

SPiCT is an advanced continuous in time stochastic surplus production model which, which incorporates dynamics in both biomass and fisheries and observation error of both catches and biomass indices. Benefits of the continuous-time state-space model formulation include the ability to provide estimates of exploitable biomass and fishing mortality at any point in time from data sampled at arbitrary and possibly irregular intervals. A full description of the model can be found in Pedersen and Berg (2017).

The process part describes the dynamics of the stock and of the fishing mortality. The underlying population dynamics is represented by a Pella-Tomlinson equation, with an additional yearly random term having a standard deviation sdb . This term is a process error, allowing for the biomass estimated in the model to depart from the Pella-Tomlinson equation. The fishing mortality in the model is represented as a random walk process, having a standard deviation sdf .

The observation model relates the observations (catch and abundance indices) to the model. For the abundance indices, modeled values are calculated based on the model biomass and fishing mortality (using a catchability parameter q for each abundance index), and are compared to the actual observation values, assuming a lognormal error of standard deviation sdi . Catch data are treated in a similar manner, with an observation standard deviation sdc .

Multiple trial assessments with different configurations (Table 3) were tested as recommended within the SPiCT guidelines. No specific prior values were used for initially fitting the model (Run 1). Using the default configuration, the model failed to converge. Attempts to overcome this problem were carried out by fixing the parameter n which determines the shape of the production curve in the Pella-Tomlinson equation. A value of 2 (imposing a stock dynamic following a Schaefer model, Run 2) was tested although model was not able to converge. Catch time series was shortened from 1995 to match survey time series (Runs 3-5). Additional information was then included in the fit via prior distributions for model parameters to improve the model fit and to provide stability to the model (i.e. fixing $n=2$ to resemble Schaefer model, Run 4, and a Gaussian prior imposed for the initial depletion level with mean $\log(0.5)$ and standard deviation 0.2 was imposed, Run 5).

Table 4. Details of the scenarios tested with SPiCT for *Sardinella aurita*.

Run	Time series		n	prior initial B/K
	Landings (t)	Survey index (t)		
1	1990-2020	1995-2010		
2			Fixing $n=2$	
3	1995-2020	2015		
4		2017	Fixing $n=2$	
5				(0.5,0.2)

The procedure for the acceptance of a SPiCT assessment consisted in verifying:

- Model convergence.

- No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).
- All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.
- Consistent patterns in the retrospective analysis.
- Realistic production curve.
- Checking that the same parameter estimates are obtained if using different initial values.
- High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions. The main variance parameters (logsdb, logsdc, logsdi, logsdf) should not be unrealistically high. Confidence intervals for B and F should not span more than 1 order of magnitude.

The SPiCT model was run in R (R Core Team, 2021), using the library(spict) available on github (<https://github.com/fishfollower/spict>).

RESULTS

Input data

Data on length-frequency distribution of the landings of *Sardinella aurita* are available for the years 2018-2020 (Fig. 1, left). Length-frequency distribution of year 2019 seems to be not representative of the structure of the stock.

Information of landings (t) and biomass estimates (t) from acoustic surveys combined over the regions are also available for this stock. Landings time-series was extended back to 1990 whereas survey index is available from 1995-2010 and for years 2015 and 2017 (Fig. 1, right).

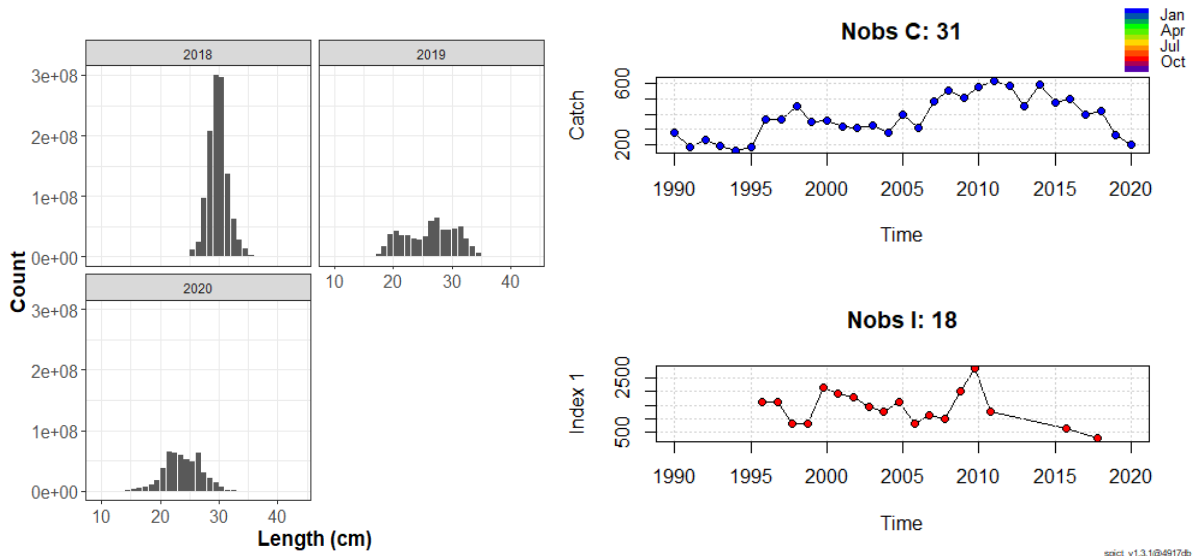


Figure 1. Input data for the *Sardinella aurita*. Left: Annual length-frequency distributions of the landings 2018-2020. Right: Annual fishery data (1990-2020) and acoustic survey biomass estimates over the entire region (1995-2010, 2015, 2017).

LBI

Input data

The values of the life-history parameters of *Sardinella aurita* derived from Deme *et al.*, 2012 are the following:

- $M=0.45 \text{ years}^{-1}$ and $k=0.45 \text{ years}^{-1}$. Therefore, $M/k=1$
- $L_{\text{inf}}=40 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-50}}=24.4 \text{ cm}$
- length-weight relationship parameters $a=0.0061$ and $b=3.29$

The LBI method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

Table 5. Traffic-light indicators for *Sardinella aurita*.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2018	1.17	1.17	0.84	0.04	1.01	0.93
2019	0.80	0.92	0.84	0.04	0.89	1.01
2020	0.84	0.88	0.75	0.00	0.81	0.90

From Table 5 it is observed that L_c was generally below L_{mat} indicating no opportunity to spawn before than fish are available to the fishery. Indication of depletion of large animals is observed as proportion of mega-spawners is low. The LBIs and reference points obtained suggested that the level of exploitation of the stock (expressed by mean length in the catch, L_{mean}) was below to the potential FMSY targets of L_{opt} or $L_F=M$. The value of L_{mean} is far from L_{opt} , then the fishery is operating with a target length that is not sustainable and therefore far from MSY.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and $L_{\text{mat-50}}$ (around the reference values) was carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of optimal yield and MSY. Overestimation of $L_{\text{mat-50}}$ led to a decrease in the values of the indicators related to the conservation of immature.

LB-SPR

For this analysis we used the following values of the life-history parameters considered for the *Sardinella aurita* derived from Deme *et al.*, 2012:

- $M=0.45 \text{ years}^{-1}$ and $k=0.45 \text{ years}^{-1}$. Therefore, $M/k=1$
- $L_{\text{inf}}=40 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-50}}=24.4 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-95}}=30 \text{ cm}$

The LBSPR model adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

The evolution of F/M and SPR is presented in Figure 2, indicating heavy exploitation during the years. SPR of *Sardinella aurita* resulted below the SPR range of 30-40% for the entire time series.

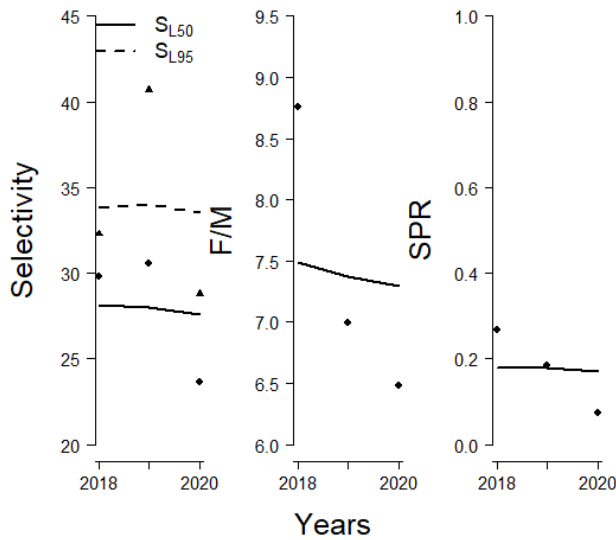


Figure 2. LB-SPR outputs for *Sardinella aurita*. Estimates of: (left) selectivity; (centre) F/M, and (right) SPR.

Sensitivity analysis

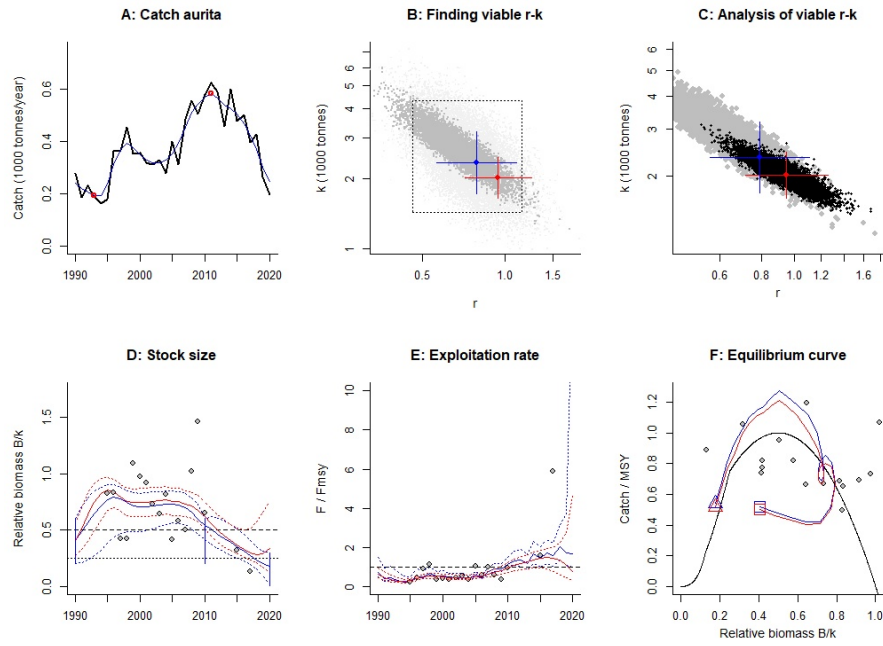
A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and L_{mat-50} , L_{mat-95} (around reference values) is carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of SPR. On the other hand, the parameters M/k , L_{mat-50} and L_{mat-95} have also an effect on the results but softer.

CMSY

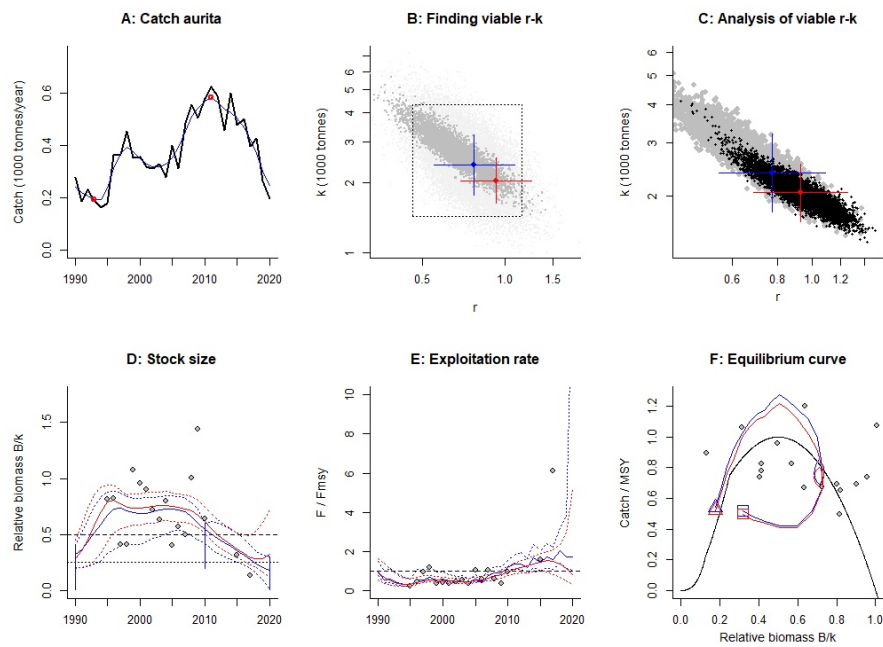
The annual landings of *Sardinella aurita* over the period 1990-2020 were used to apply CMSY, with the different combination of priors previously shown in Table 2. For the BSM, acoustic estimates provided by surveys conducted in the entire region were used (time series 1995-2010 and years 2015 and 201).

Based on the results shown in Figure 5, it appears that regardless prior assumptions the estimated biomass trajectory is descendent and stock status in the terminal year is well below Bmsy.

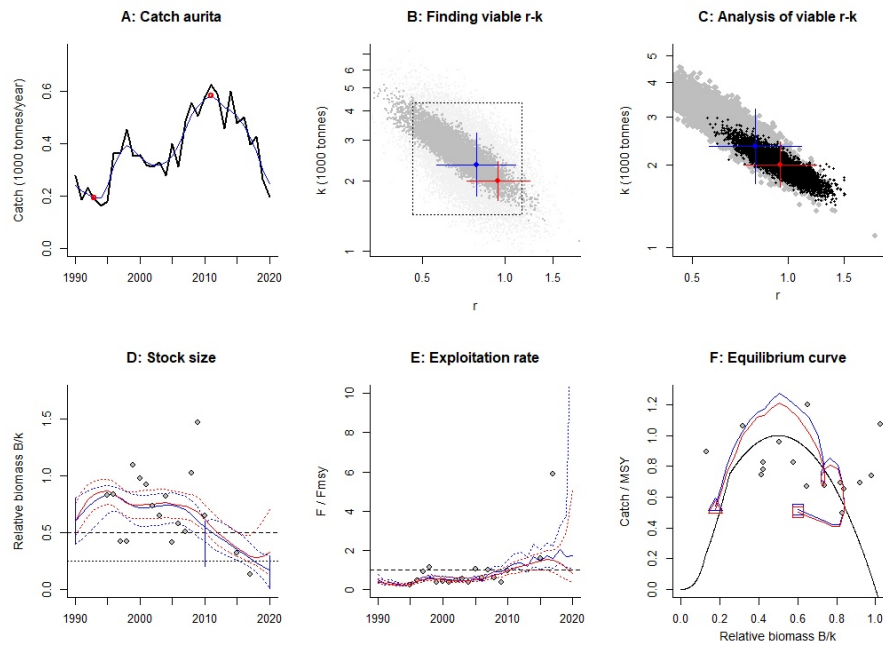
Run 1



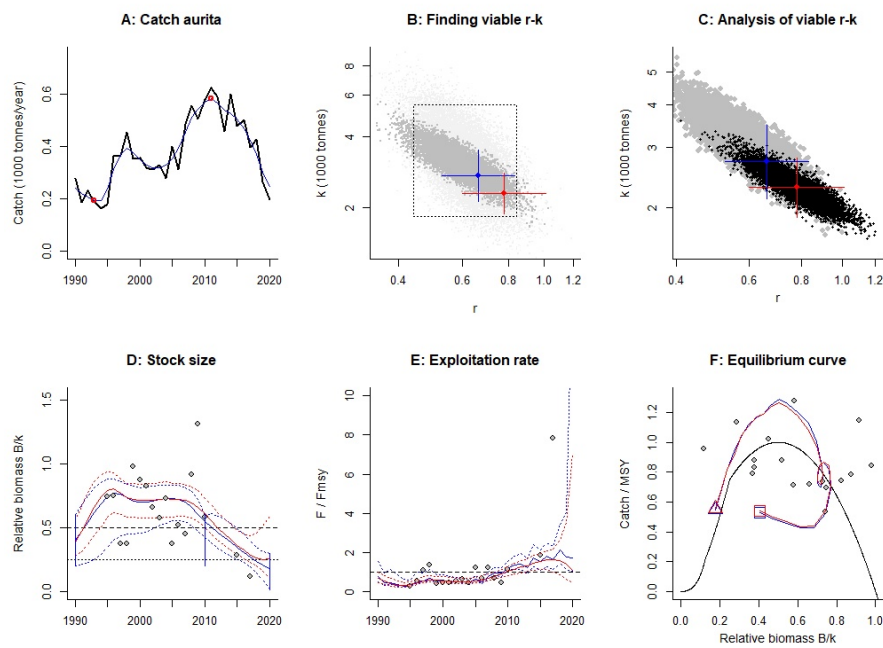
Run 2



Run 3



Run 4



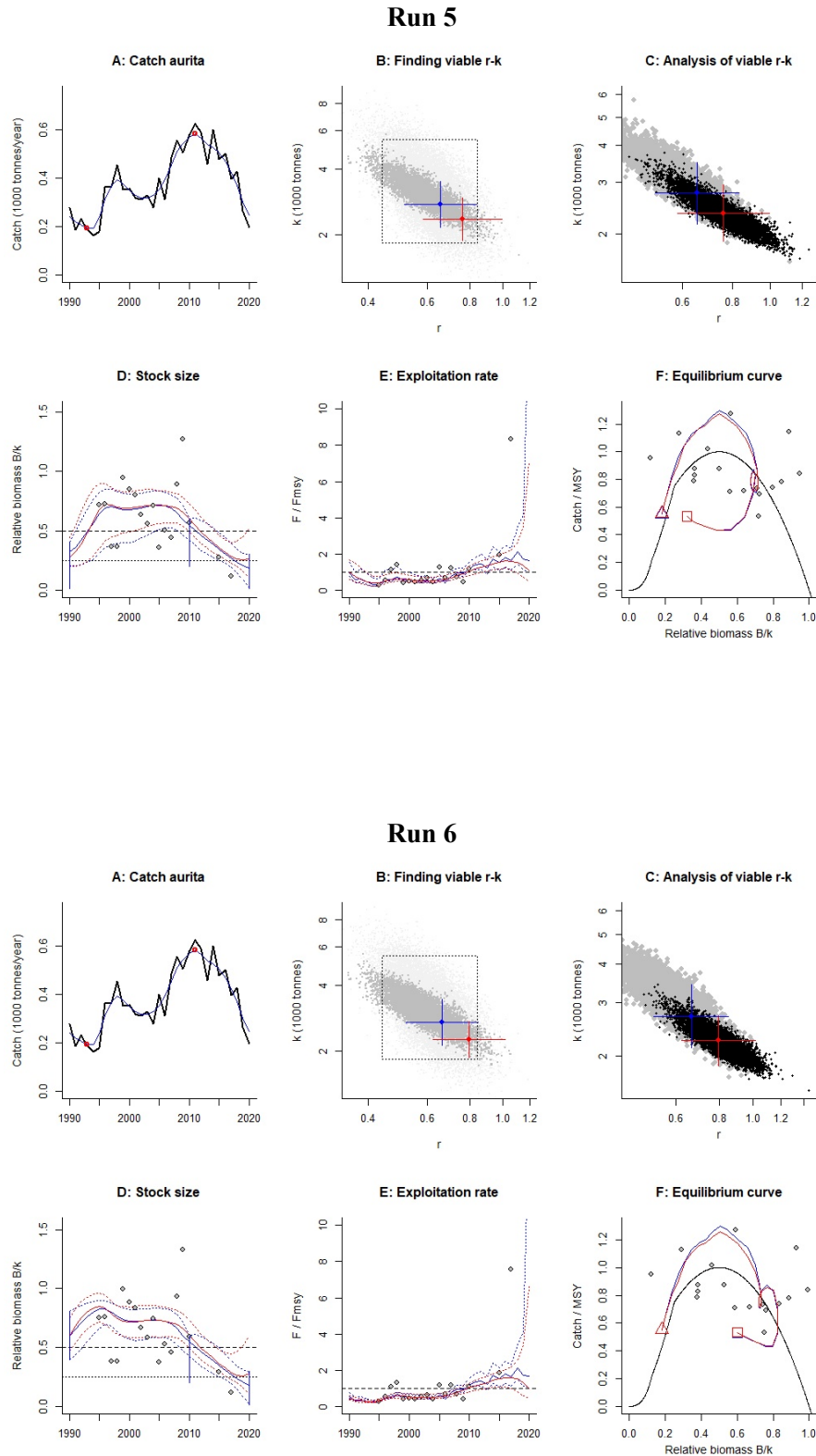


Figure 5. CMSY and BSM outputs for *Sardinella aurita* for Runs 1-6. The black curve in **A** shows the time series of catches and the blue curve shows the smoothed data with indication of highest and lowest catch in red, as used in the estimation of prior biomass by the default rules. Panel **B** shows the explored $\log r$ - k space and in dark grey the r - k pairs which were found by the model to be compatible with the catches and the prior information (the blue and red cross indicate the best r - k estimate of CMSY and BSM respectively). The dotted rectangle indicates the range of the priors provided. The point in the center of the blue and red cross is the most likely r - k pair predicted by CMSY and BSM and horizontal

and vertical error bars approximate 95% confidence limits for r and k , respectively, which are again closer view in Panel C. The blue curve in **D** shows the median of the biomass trajectories estimated by CMSY and BSM. Dotted lines indicate the 2.5th and 97.5th percentiles. Vertical blue lines indicate the prior biomass ranges. Panel E shows median exploitation (F/F_{msy}) as blue curve, with the dotted curves indicating 2.5th and 97.5th percentiles. The steep increase in the upper confidence limit in the last year results from catch relative to the lower confidence limit of biomass in panel **D**. Panel **F** shows the Schaefer equilibrium curve of catch/MSY relative to B/k , indented at $B/k < 0.25$ to account for reduced recruitment at low stock sizes. The blue curve shows the predictions by CMSY whereas red curve corresponds to BSM, both from first year (square) to last years (triangle).

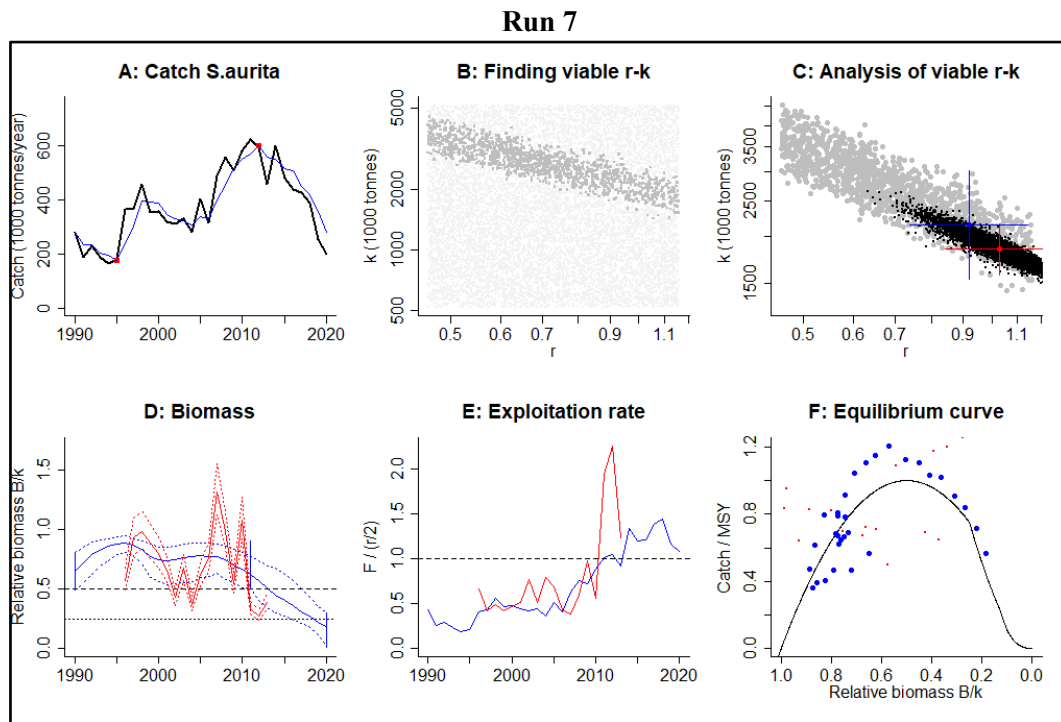


Figure 6. CMSY outputs for *Sardinella aurita* for Run 7.

The CMSY without CPUE gives a $F/F_{msy}=150\%$ and $B/B_{msy}=0.366$. On the other hand, the second method with CPUE gives a ratio $F / F_{msy} = 73.3\%$ and $B / B_{msy} = 0.566$. The results show a low biomass despite a reduction in fishing effort in 2019.

SPiCT

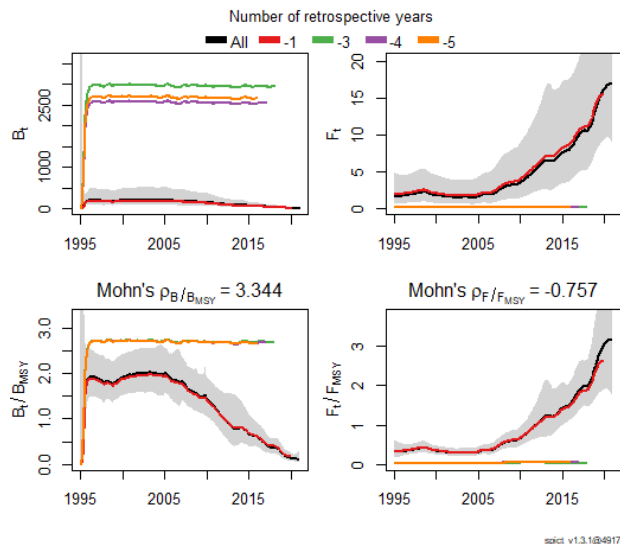
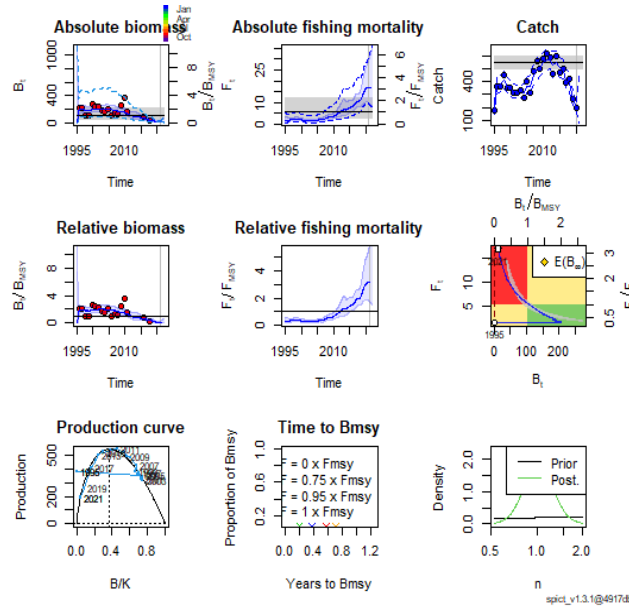
For *Sardinella aurita*, SPiCT was fitted using landings (t) and survey biomass estimates (t) time as input data. The configurations run followed the description in Table 4. For each Run the checklist for the acceptance of the SPiCT was performed:

- *Model convergence.* Runs 3-5 converged.
- *No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).* In all cases no violations observed.
- *All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.* In all cases the variance equal to true was achieved.
- *Consistent patterns in the retrospective analysis.* All configurations model showed inconsistency in the retrospective trends.
- *Realistic production curve.* In many cases the production curve was not realistic.
- *Check whether the same parameter estimates are obtained if using different initial values.* For each run 20 different trials were fitted but in many cases with different initial values models did not converge.

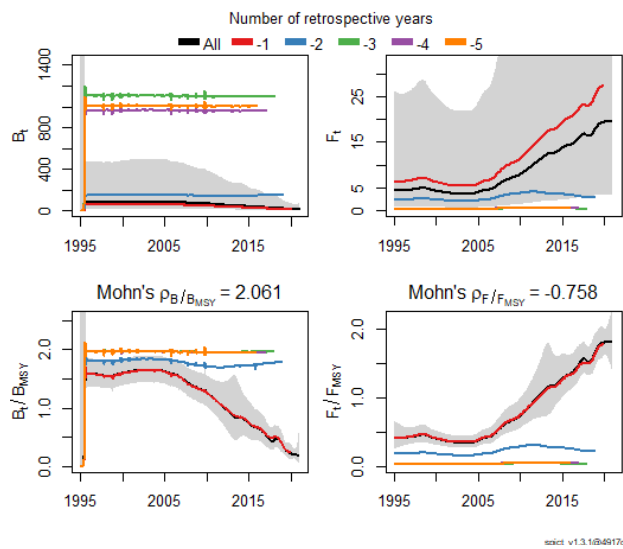
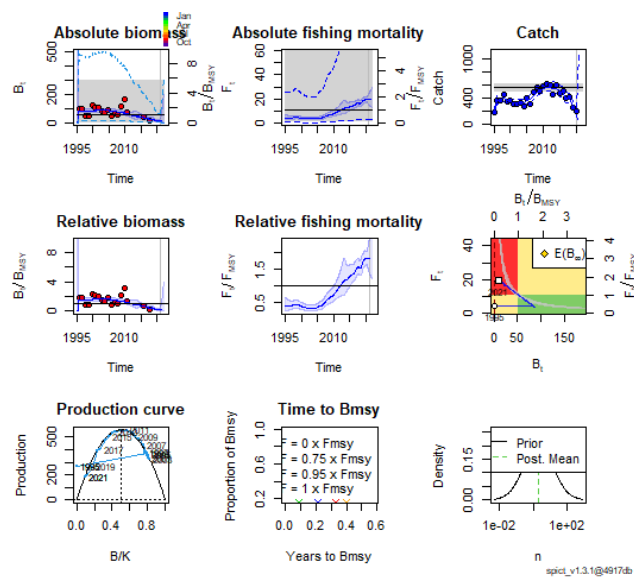
- *High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions. Confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} should not span more than 1 order of magnitude. In all cases the confidence intervals of both estimations did not spanned more than 1 order of magnitude.*

Outputs of the Runs 3-5 are shown in Figure 7.

Run 3



Run 4



Run 5

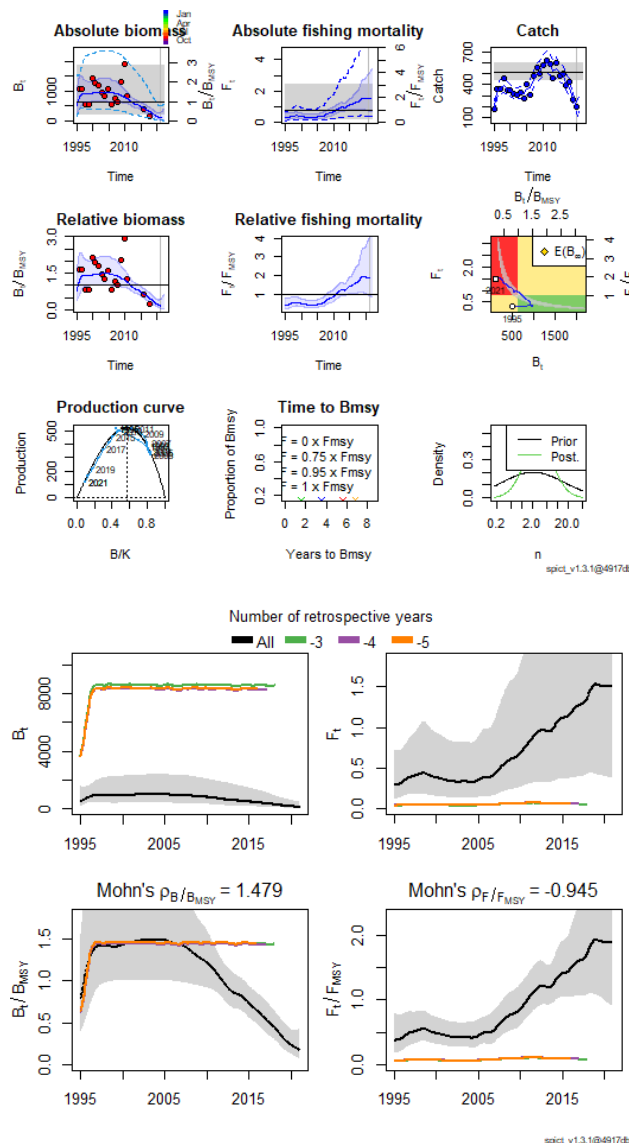


Figure 7. SPiCT outputs for *Sardinella aurita* for Runs 3-5.

DISCUSSION

The **length-based approaches** tested in this analysis provide a very simple methodology with low data requirements which may provide an indication of stock status under equilibrium and steady state assumptions. In particular, they rely on the selection of parameter values used for L_{mat} , growth and natural mortality as they affect the absolute percentages of the indicators, although not their trends. Several of the reference points calculated were empirical and based on the von Bertalanffy growth parameter L_{inf} . Clearly, it is important that representative growth parameters are used in these approaches. However, it should also be noted that growth parameters may be uncertain for this stock. With regards to estimation and use of L_c as a fishery metric, the length distribution must represent catch (rather than landings only) if discards occur, which seems to be the case. Inclusion of discards may make difference to the overall status estimation. Furthermore, they are equilibrium-based methods, i.e. constant F and no recruitment variability. The assumption of constant (or modest, random variability in) recruitment causes some difficulties in practice. Strong year classes reduce the mean length, suggesting in the case of LBI high mortality when the situation is actually good (strong recruitment) and vice versa. The annual length frequency distributions were examined and no evidence of a strong year class entering the fishery and consequently modes migrating from left to right over time were found. However, annual length frequencies showed differences which may be due to a deficient

sampling design and implementation. Fishery-independent data would be required to further explore the equilibrium assumption. In addition, the method is strongly sensitive to the selectivity pattern assumed and to the representativeness of the length data. Commercial selectivity is assumed to follow a logistic curve; however, this requires knowledge of the shape of the selectivity curve, which is not available for this stock. Validity of assumptions needs further examination. An approach could be to test the main assumptions (robustness to recruitment variability and dome selection), examine sensitivity to errors in model inputs, and simulate models based on diverse range of life histories (M/k). The **CMSY** is dependent on good biomass prior ranges and is also sensitive to changes in their value. The analyses presented here highlight one of the weaknesses of the CMSY approach described in several reviews on assessment methods for limited data stocks (Geromont and Butterworth, 2015; Bouch *et al.*, 2021): the reliability of the results obtained, in particular concerning the state of the stock in recent years depends directly on the plausibility of the information provided a priori on depletion rates. As found by Bouch *et al.* (2021), CMSY requires biomass priors that act as strict bounds for the B/BMSY status estimates, and the default rules quite often failed to correctly provide those bounds. Using expert knowledge to refine the biomass priors is recommended by Froese *et al.* (2017). There are significant issues in using expert knowledge to set the biomass depletion priors and the amount of confidence placed in them as what is observed are removals. Stock assessment is used to determine the depletion level of the stock, not rely on it being known beforehand. The estimated stock trajectories are somehow imposed by the user, by the choice of the priorities used on the depletion rates. Furthermore, warning should be taken about reduced recruitment at low stock sizes. Productivity models such as used by CMSY assume average recruitment across all stock sizes, including stock sizes below half of Bmsy, where fisheries textbooks predict an increased risk of reduced recruitment. In other words, if recruitment is indeed reduced, then CMSY will overestimate production of new biomass and will underestimate exploitation rates. Extra caution need to be applied when the assumption of average recruitment is likely to be incorrect, e.g. at stock sizes below half Bmsy or during periods known to be unfavourable for recruitment.

In the absence of a reliable assessment by the other model that can serve as a basis for the CMSY model, the relevance of the CMSY results is necessarily limited. These results should therefore be taken for illustrative purposes and should not be used to provide scientific advice.

SPiCT is a generalization of previous surplus production models in the sense that stochastic noise is included in both observation and processes of both fishing and biomass.

It was difficult to fit the model to the data. Additional information was included in the fit via the shape of the production curve (parameter n) and prior distributions for initial depletion to add stability to the model. Results did not provide an acceptable assessment of the stock status. Mostly of the models showed retro pattern reflecting the fact that although the model converged, the parameters were not well defined, which affected also the estimated biomass, F and corresponding reference points. From these results it can be inferred that available data are not informative enough for the model clearly estimates parameters. It is not possible being confident in the diagnostics that can be made on stock status from the results of the SPiCT model.

Both **CMSY** and **SPiCT** models contain process error, which means that a random deviation is allowed every year from the assumed deterministic production model (Schaefer or Pella-Tomlinson, respectively). One must be aware of the fact that, if the magnitude of the annual deviations associated with the process error gets large, the surplus production model assumption (e.g. Schaefer) will become less meaningful, in the sense that the population dynamics may be driven more strongly by the large annual deviations than by the Schaefer model. A potential consequence of this is that MSY reference points may be derived based on the production model (e.g. Schaefer) which actually does not represent the population dynamics well.

CONCLUSION

In conclusion, these exploratory runs assessments of the *Sardinella aurita* with multiple data-limited methods prove that **a quantitative assessment is not yet feasible and therefore it is not possible to provide scientific advice in terms of catch or effort limits based in these methodologies.**

REFERENCES

- Bouch, P., C. Minto, D.G Reid. 2021. Comparative performance of data-poor CMSY and data-moderate SPiCT stock assessment methods when applied to data-rich, real-world stocks. **ICES Journal of Marine Science**. Vol. 78(1): 264-276.
- Deme, M., Thiao, D., Fambaye, N.S., Sarre, A. and H.D. Diadhiou. 2012 Dynamique des Populations de Sardinelles en Afrique du Nord-Ouest : Contraintes Environnementales, Biologiques et Socio Economiques. USAID/COMFISH project, Senegal, University of Rhode Island, Narragansett, RI 125 pp.
- FAO. 2012. Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic. FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC FISH OFF NORTHWEST AFRICA Casablanca, Morocco, 24-28 May 2011, *FAO Fisheries and Aquaculture Report* No. 1026.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. Vol. 5 (1): 86-91.
- Froese, R., N. Demirel, G. Coro, K.M. Kleisner and H. Winker. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 18 (3): 506-526.
- Froese, R. and D. Pauly (eds.). 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- Geromont and Butterworth. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1): 251-261.
- ICES. 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 5-9 October 2015, Lisbon, Portugal. ICES CM 2015/ACOM:56. 157 pp.
- ICES. 2018. ICES reference points for stocks in categories 3 and 4. ICES Advice - Technical guidelines.
- Martell, S. and R. Froese, 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 14 (4): 504-514.
- Pedersen and Berg. 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. *Fish and Fisheries*. Vol. 18: 226-243.
- Prince, J., Hordyk, A., Valencia, S. R., Loneragan, N., and Sainsbury, K. 2015. Revisiting the concept of Beverton-Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science*, 72: 194-203.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

ANNEX III: Évaluations exploratoires de *Sardinella aurita* à partir de méthodes à données limitées

Marta Quinzan¹ et Abdel karim Sleymane²

¹Institut Espagnol d'Océanographie (IEO-CSIC). Centre Océanographique de Cádiz (Espagne). marta.quinzan@ieo.es

² IMROP - Laboratoire d'Évaluation des Ressources Vivantes et Aquatiques (Mauritanie) Osouleimane@gmail.com

INTRODUCTION

La dernière évaluation de *Sardinella aurita* a été conduite en 2011 par le GT du COPACE sur les petits pélagiques du Nord à l'aide du modèle Biodyn accepté. Les indices d'abondance disponibles ne sont plus utilisés depuis et, comme le modèle Bidoyn ne peut pas combler les lacunes dans les séries chronologiques, aucune évaluation n'a été réalisée depuis 2011.

Des indices d'abondance sont disponibles pour des années récentes, fournis par les enquêtes Nansen (2015 et 2017). Les distributions de tailles sont disponibles pour les années 2018-2020. Ces informations permettent de suivre une approche multi-modèle pour essayer d'évaluer l'état de ce stock à l'aide de méthodes basées sur la longueur et les captures.

MÉTHODOLOGIES

Méthodes basées sur la longueur

LBI

Un ensemble d'Indicateurs basés sur la longueur (Length-Based Indicators, LBI) est calculé pour examiner la composition des prises par taille et pour classer les stocks en fonction d'éléments liés à la conservation/durabilité, l'optimisation des rendements et le MSY. Ces indicateurs requièrent des données sur la composition des prises par taille du stock et des paramètres du cycle de vie. L'approche conceptuelle a été définie par Froese (2004) et la méthodologie a été mise au point plus tard par WKLife C (CIES, 2015) et recommandée par le CIES pour estimer les points de référence MSY pour les stocks disposant de données limitées, classés dans la catégorie 3 et/ou 4 (CIES, 2018). Les LBI sont calculés par année à partir de la distribution des fréquences de taille. Ils sont comparés à des points de référence adéquats liés à la conservation, au rendement optimal et à la distribution des tailles, en fonction d'hypothèses de MSY (Tableau 1).

Les informations suivantes sont nécessaires: taille à la maturité (L_{mat-50}), paramètre de croissance de von Bertalanffy (L_{inf}), prises par taille annuelles, paramètres de la relation poids-taille (a et b) ou poids selon la longueur moyen par année.

Tableau 1. Indicateurs choisis pour les graphiques d'analyse LBI. Équation pour L_{opt} dans CIES (2018)

*En supposant que $M/k=1$.

Indicateur	Calcul	Référence	Rapport de l'indicateur	Valeur attendue	Propriété
$L_{max5\%}$	Taille moyenne du 5% le plus grand	L_{inf}	$L_{max5\%}/L_{inf}$	>0.8	Conservation (individus de grande taille)
$L_{95\%}$	95 ^{ème} percentile		$L_{95\%}/L_{inf}$		
P_{mega}	Proportion d'individus au-dessus de $L_{opt}+10\%$	0,3-0,4	P_{mega}	>0.3	

$L_{25\%}$	25 ^{ème} percentile de la distribution des tailles	L_{mat}	$L_{25\%}/L_{mat}$	>1	Conservation (individus immatures)
L_c	Taille à la première capture (taille à 50% du mode)	L_{mat}	L_c/L_{mat}	>1	
L_{mean}	Taille moyenne des individus $> L_c$	$L_{opt}=2/3 L_{inf}$	L_{mean}/L_{opt}	≈ 1	Rendement optimal
L_{maxy}	Classe de taille avec une biomasse maximale dans les captures	$L_{opt}=2/3 L_{inf}^*$	L_{maxy}/L_{opt}	≈ 1	
L_{mean}	Taille moyenne des individus $> L_c$	$L_{F=M}=0.75L_c+0.25L_{inf}^*$	$L_{mean}/L_{F=M}$	≥ 1	MSY

Afin d'interpréter et d'examiner correctement les résultats tirés de l'approche LBI, il est essentiel de tenir compte du fait que la méthode assume des conditions d'équilibre du stock (c'est-à-dire que la mortalité et le recrutement sont restés constants pour une période aussi longue que la durée de la série historique) et une courbe de sélectivité logistique (la courbe est plate en haut, et non pas en forme de dôme).

Cette approche LBI a été exécutée dans R (R Core Team, 2021). La méthodologie est disponible sur https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MS_Y.

LB-SPR

Le rapport potentiel de ponte (Spawning Potential Ratio, SPR) est défini comme la proportion de la biomasse de ponte par recrue (SBPR) d'un stock exploité par rapport à la SBPR d'un stock non pêché/inexploité (vierge). Cela s'explique par le fait que l'abondance par taille de la population diminue avec l'âge (longueur) du fait de la mortalité naturelle et de la mortalité par pêche (M et F , respectivement dans les années⁻¹). Une population vierge comptera un plus grand nombre d'individus matures de grande taille qu'une population exploitée.

Le SPR s'étend entre 1 (population vierge) et 0 (population effondrée ou disparue):

- Un SPR dans la fourchette 0,35-0,4 est habituellement considéré comme révélateur d'une population au niveau MSY, bien que ce paramètre soit assez variable.
- Une population avec un SPR au-dessous de 0,1-0,15 est considérée comme effondrée.

La méthode LBSPR a été développée pour des pêcheries à données limitées; les données nécessaires sont un échantillon représentatif de la structure de taille des captures ainsi que quelques connaissances sur le cycle de vie de l'espèce et sur la pêcherie. De plus, la méthode LBSPR ne requiert pas de connaître M , mais utilise à la place le rapport entre ce paramètre et le taux de croissance de von Bertalanffy (k , années⁻¹) (M/k), qui est censé moins varier entre les stocks et les espèces que M (Prince *et al*, 2015).

La méthode LBSPR repose sur un certain nombre d'hypothèses de simplification (CIES, 2018):

- Les modèles LBSPR sont fondés sur l'équilibre.
- Les données sur la composition par taille sont représentatives de la population exploitée à un niveau stable. Le modèle de sélection suit une courbe logistique.

Cette analyse LB-SPR a été exécutée dans R (R Core Team, 2021). La méthodologie est disponible sur https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MS_Y.

Méthodes basées sur les captures

CMSY

Le modèle CMSY a été développé par Martell et Froese (2013) puis a évolué dans Froese *et al.* (2017) vers un modèle de production excédentaire qui, dans sa forme élémentaire, ne requiert qu'une série chronologique des captures et quelques informations préalables sur le stock et son état. La méthode implique une estimation de la résilience (r) du stock, comprise entre très faible (0,015-0,1), faible (0,05-0,5), moyenne (0,2-0,8) ou élevée (0,6-1,5). Elle peut être déterminée à partir de connaissances spécialisées ou de ressources telles que FishBase (Froese et Pauly, 2021). Les informations préalables sur la biomasse sont intégrées sous la forme d'une fourchette de biomasse initiale, intermédiaire et finale exprimée en proportion de la biomasse non exploitée (épuisement). Ces plages de valeurs peuvent être définies par des experts, mais la méthode fournit aussi des règles par défaut pour les générer. On trouvera les règles de définition de ces plages de biomasse préalables dans Froese *et al.* (2017). À partir des plages de r et K , produites par les règles par défaut ou à l'aide d'un avis d'expert, la méthode CMSY sélectionne une paire de valeurs r - K et exécute un modèle de production excédentaire de Schaefer pour la série chronologique à partir d'une biomasse de départ aléatoire sélectionnée de manière aléatoire dans la plage de biomasse initiale. La paire r - K sera considérée comme viable si la biomasse ne chute pas en dessous de 1% de la capacité de charge, et si la biomasse se situe dans les plages de priors de biomasse prévue dans l'année intermédiaire et finale. Le processus est appliqué à entre 10000 et 200000 paires r - K afin de déterminer les différentes options possibles pour les paires de paramètres r et K . Les valeurs finales sont sélectionnées parmi les paires viables, où la valeur r est la plus élevée. À partir de ces valeurs r et k , MSY , B_{MSY} , F_{MSY} et d'autres points de référence et limites de confiance sont déterminés.

Afin de comparer les résultats du modèle CMSY avec ceux d'un modèle de production excédentaire classique, nous avons également adapté une mise en œuvre bayésienne d'un modèle de Schaefer d'espace d'état (BSM) aux estimations de capture et de biomasse. L'applicabilité du modèle de Schaefer intégral est limitée aux cas dans lesquels on dispose d'une tendance de la biomasse, car le modèle produit des niveaux de confiance précis, il peut donc être considéré comme une bonne référence à laquelle comparer les résultats du modèle CMSY.

La méthode CMSY n'étant pas une méthode basée sur une estimation statistique des paramètres, il n'existe pas de critère objectif pour juger de la « qualité de l'ajustement » du modèle ni pour comparer deux modèles. Pour cet exercice, nous considérons qu'une évaluation fiable du stock devrait être généralement reconnaissable par les observations suivantes:

- La tendance de la biomasse reconstituée commence et se termine à l'intérieur des plages de priors.
- Il y a de nombreux points r et K viables et ceux-ci ont un « point d'accumulation » bien défini dans le nuage de points.
- Les nuages de points bleu (CMSY) et rouge (BSM) se superposent.
- Pour chaque méthode d'estimation interne (CMSY et BSM), il ne devrait y avoir qu'un seul nuage de points, autrement dit, chaque méthode produit un ensemble de points (un noir et un gris).

La méthode CMSY requiert des informations préalables sur l'épuisement du stock au début de la série chronologique et la plage de valeurs de r possibles pour l'espèce étudiée. La résilience de l'espèce telle qu'indiquée dans FishBase (Froese et Pauly, 2021) a été utilisée comme proxy pour les plages de r dans les Analyses 1- 3 selon les recommandations de Froese *et al.* (2017). En outre, l'estimation r tirée de la dernière évaluation de cette espèce (réalisée en 2011 avec Biodyn) assortie d'une erreur arbitraire de 20 % a été utilisée dans les Analyses 4-6. Un épuisement initial moyen (0,2 - 0,6) a été initialement retenu pour l'Analyse 1 et l'Analyse 4. Enfin, pour tester la sensibilité de l'évaluation CMSY au prior de l'épuisement de la biomasse initiale, une analyse de sensibilité a été réalisée. Les priors testés correspondaient à des plages de fort (0.01-0.4, Analyse 2 et Analyse 5) et de faible épuisement (0.4-0.8, Analyse 3 et Analyse 6) tel que suggéré par Froese *et al.* (2017).

Tableau 2. Détails des scénarios testés avec CMSY pour le stock de *Sardinella aurita*. Les fourchettes de résilience ont été obtenues à partir de FishBase (Froese et Pauly, 2021) et de l'évaluation Biodyn de 2011 (FAO, 2012) et les niveaux d'épuisement (B/K) ont été fixés en suivant les recommandations de Froese *et al.* (2017).

Analyse	Série chronologique		Résilience (r)	Prior B/K initial
	Débarquements (t)	Indice de campagne (t)		
1	1990-2020	1995-2010 2015 2017	0.46-1.16	Moyen 0.2-0.6
2				Fort 0.01-0.4
3				Faible 0.4-0.8
4			0.44-0.84	Moyen 0.2-0.6
5				Fort 0.01-0.4
6				Faible 0.4-0.8

Ces scénarios de CMSY ont été exécutés dans R (R Core Team, 2021) à partir du Manuel CMSY_2019_9f.R disponible sur github (<https://github.com/SISTA16/cmsy>).

De plus un scénario de CMSY à partir du CPUE d'une flotille néerlandaise comme indicateur de la biomasse a été exécuté.

Tableau 3. Détails de l'Analyse 7 testée avec CMSY pour le stock de *Sardinella aurita*. La fourchette de résilience a été obtenue à partir de FishBase (Froese et Pauly, 2021).

Analyse	Série chronologique		Résilience (r)	Prior B/K initial
	Débarquements (t)	CPUE (t/d)		
7	1990-2020	1993-2016	0.46-1.16	0.5-0.8

SPiCT

SPiCT est un modèle avancé de production excédentaire stochastique en temps continu intégrant la dynamique de la biomasse et des pêcheries ainsi que l'erreur d'observation des captures et des indices de biomasse. Parmi les avantages de ce modèle d'espace-état en temps continu, on peut citer la capacité de fournir des estimations de la biomasse exploitable et de la mortalité par pêche à tout moment à partir de données échantillonnées à des intervalles arbitraires et éventuellement irréguliers. On trouvera une description complète du modèle dans Pedersen et Berg (2017).

La partie processus décrit la dynamique du stock et de la mortalité par pêche. La dynamique de la population sous-jacente est représentée par une équation de Pella-Tomlinson avec un terme aléatoire annuel supplémentaire ayant un écart type *sdb*. Ce terme est une erreur de processus, permettant à la biomasse estimée dans le modèle de s'écarter de l'équation de PellaTomlinson. Dans le modèle, la mortalité par pêche est représentée par un processus de trajectoire aléatoire, dont l'écart type est *sdf*.

Le modèle d'observation met en relation les observations (captures et indices d'abondance) avec le modèle. Pour les indices d'abondance, les valeurs modélisées sont calculées à partir de la biomasse et de la mortalité par pêche du modèle (à partir d'un paramètre de capturabilité *q* pour chaque indice d'abondance), et sont comparées aux valeurs réelles des observations, dans l'hypothèse d'une erreur lognormale de l'écart-type *sdi*. Les données relatives aux captures sont traitées de façon analogue, avec un écart-type d'observation *sdc*.

Plusieurs évaluations d'essai dans différentes configurations (tableau 3) ont été testées, tel que recommandé dans les lignes directrices sur SPiCT. Aucune valeur de prior spécifique n'a été utilisée pour l'ajustement initial du modèle (Analyse 1). La configuration par défaut n'a pas permis au modèle

de converger. Pour tenter de surmonter ce problème, on a fixé le paramètre n qui détermine la forme de la courbe de production dans l'équation de Pella-Tomlinson. Une valeur de 2 (imposant une dynamique de stock selon le modèle de Schaefer, Analyse 2) a été testée, mais le modèle n'a pas pu converger. La série chronologique des captures a été raccourcie (début en 1995) pour correspondre à la série chronologique de l'enquête. Des informations complémentaires ont ensuite été ajoutées, comme des priors sur la distribution pour les paramètres du modèle afin d'améliorer l'ajustement et la stabilité du modèle (en fixant $n=2$ pour ressembler au modèle de Schaefer, Analyse 4, et en imposant un prior gaussien pour le niveau initial d'épuisement avec un log moyen (0,5) et l'imposition d'un écart type 0.2, Analyse 5).

Tableau 4. Détails des scénarios testés avec SPiCT pour *Sardinella aurita*

Analyse	Série chronologique		n	Prior B/K initial
	Débarquements (t)	Indice de campagne (t)		
1	1990-2020	1995-2010 2015 2017		
2			Fixer $n=2$	
3				
4	1995-2020		Fixer $n=2$	
5				(0.5, 0.2)

La procédure suivie pour accepter une évaluation SPiCT consistait à vérifier que:

- Convergence du modèle.
- Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead » (biais, autocorrélation, normalité).
- Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.
- Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective.
- Réalisme de la courbe de production.
- Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales.
- Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique. Les principaux paramètres de variance (logsdb, logsdc, logsdi, logsdf) doivent être réalistes, pas exagérément élevés. Les intervalles de confiance pour B et F ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur.

Le modèle SPiCT a été exécuté dans R, à l'aide de la bibliothèque (spict) disponible sur github (<https://github.com/fishfollower/spict>).

RÉSULTATS

Données d'entrée

Des données sur la distribution de fréquences des tailles des débarquements de *Sardinella aurita* sont disponibles pour les années 2018-2020 (Fig. 1, gauche). La distribution des fréquences de taille pour l'année 2019 ne semble pas représentative de la structure du stock.

Des informations sur les débarquements (t) et des estimations de la biomasse provenant de prospections acoustiques combinées pour plusieurs régions sont également disponibles. La série chronologique des débarquements a été élargie pour remonter jusqu'en 1990 tandis que l'indice du relevé est disponible pour 1995-2010 et pour 2015 et 2017.

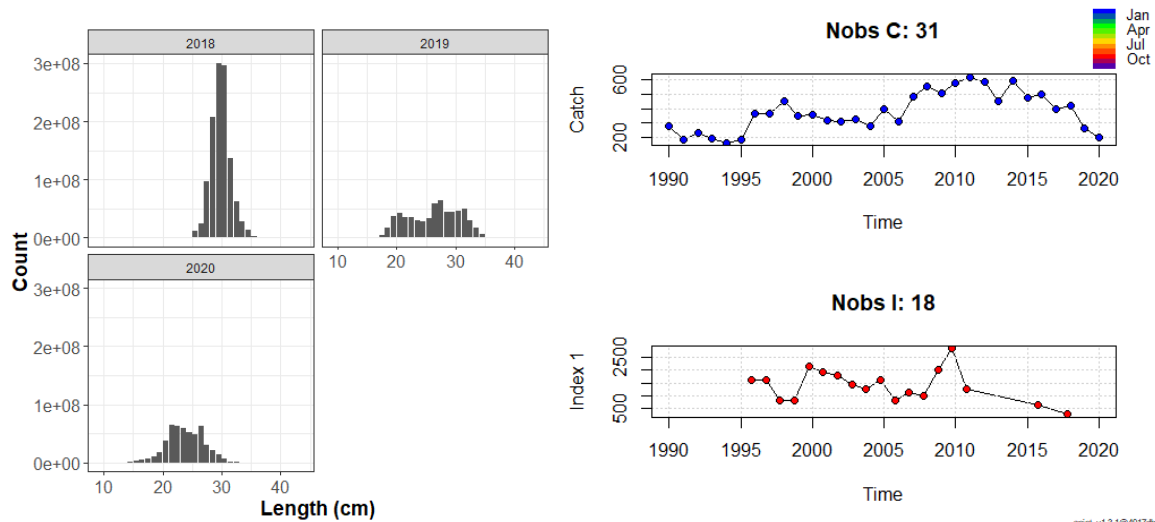


Figure 1. Données d'entrée pour *Sardinella aurita*. Gauche: distributions annuelles de fréquence des tailles des débarquements sur la période 2018-2020. Droite: données annuelles sur la pêche (1990-2020) et estimations de la biomasse à partir de prospections acoustiques dans la totalité de la région (1995-2010, 2015, 2017).

LBI

Données d'entrée

Les valeurs des paramètres du cycle de vie de *Sardinella aurita*, tirés de Dene *et al.*, 2012, sont les suivantes:

- $M=0.45 \text{ années}^{-1}$ et $k=0.45 \text{ années}^{-1}$. Donc, $M/k=1$
- $L_{\text{inf}}=40 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-50}}=24.4 \text{ cm}$
- Paramètres de la relation poids-longueur $a=0.0061$ et $b=3.29$

La méthode LBI ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ».

Tableau 5. Indicateurs de feu tricolore pour *Sardinella aurita*.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2018	1.17	1.17	0.84	0.04	1.01	0.93
2019	0.80	0.92	0.84	0.04	0.89	1.01
2020	0.84	0.88	0.75	0.00	0.81	0.90

Le tableau 5 indique que L_c était généralement au-dessous de L_{mat} , ce qui montre qu'il n'est pas possible pour les poissons de frayer avant d'être disponibles pour la pêche. On observe des signes d'épuisement des individus de grande taille, car la proportion de gros reproducteurs est faible. Les LBI et les points de référence obtenus suggèrent que le niveau d'exploitation du stock (exprimé par la longueur moyenne dans la capture, L_{mean}) était inférieur aux objectifs potentiels FMSY de L_{opt} ou $L_F=M$.

Si la valeur de L_{mean} est loin de L_{opt} , alors la pêche fonctionne avec une longueur cible qui n'est pas durable et donc loin de MSY.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et $L_{\text{mat-50}}$ (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception légèrement meilleure du stock en termes de rendement optimal et de rendement maximal durable (MSY). La surestimation de $L_{\text{mat-50}}$ a conduit à une diminution des valeurs des indicateurs liés à la conservation des individus immatures.

LB-SPR

Pour cette analyse, nous avons appliqué les valeurs suivantes des paramètres de cycle de vie considérés pour *Sardinella aurita*, tirés de Deme *et al.*, 2012:

- $M=0.45 \text{ années}^{-1}$ et $k=0.45 \text{ années}^{-1}$. Donc, $M/k=1$
- $L_{\text{inf}}=40 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-50}}=24.4 \text{ cm}$
- $L_{\text{mat-95}}=30 \text{ cm}$

Le modèle LBSPR ajusté à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommé « modèle de référence ».

L'évolution de F/M et de SPR est présentée à la figure 2, révélant une forte exploitation au fil des années. Le SPR de *Sardinella aurita* s'est avéré inférieur à la fourchette SPR de 30-40% pour toute la série chronologique.

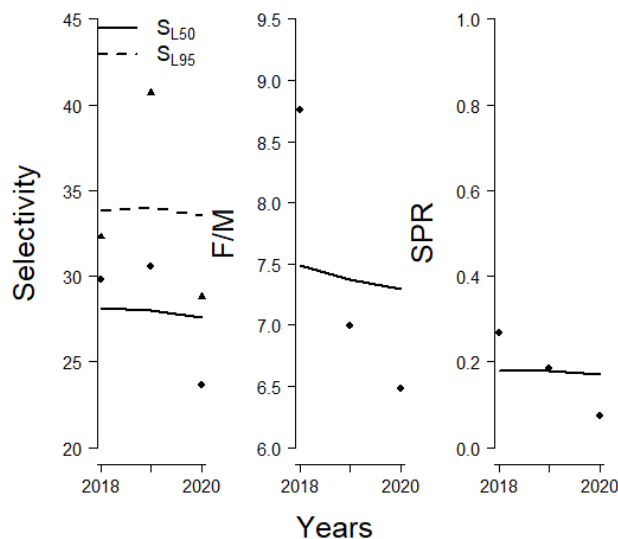


Figure 2. Résultats LB-SPR pour *Sardinella aurita*. Estimations de: (Gauche) sélectivité; (centre) F/M et (droite) SPR.

Analyse de sensibilité

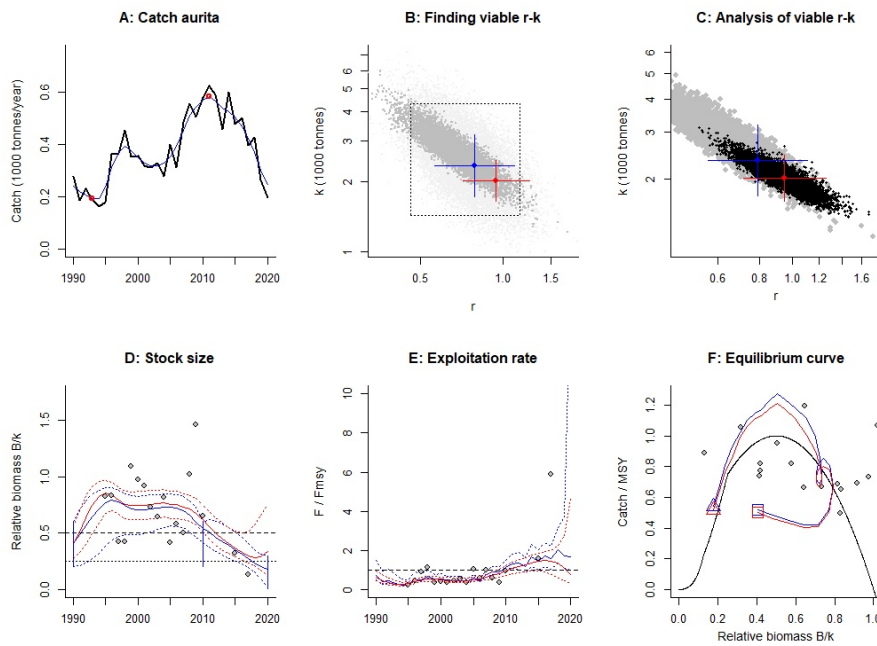
Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et $L_{\text{mat-50}}$, $L_{\text{mat-95}}$ (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception du stock légèrement plus favorable en termes de SPR. D'autre part, les paramètres M/k , $L_{\text{mat-50}}$ et $L_{\text{mat-95}}$ influencent aussi les résultats, mais en moindre mesure.

CMSY

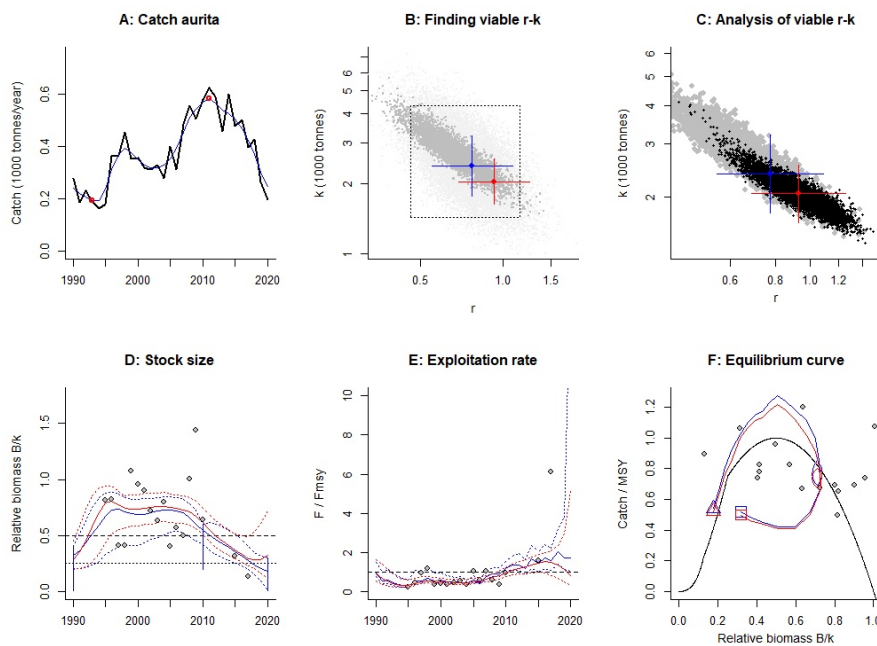
Les débarquements annuels du stock de *Sardinella aurita* sur la période 1990-2020 ont été utilisés pour appliquer le modèle CMSY, avec les différentes combinaisons de priors présentées dans le tableau 2. Pour BSM, on a utilisé les estimations tirées de prospections acoustiques réalisées dans toute la région (série chronologique 1995-2010 et années 2015 et 2017).

Les résultats présentés dans la Figure 5 montrent que quelques soient les hypothèses initiales, la trajectoire de la biomasse estimée est descendante et l'état du stock pour la dernière année est bien en dessous de Bmsy.

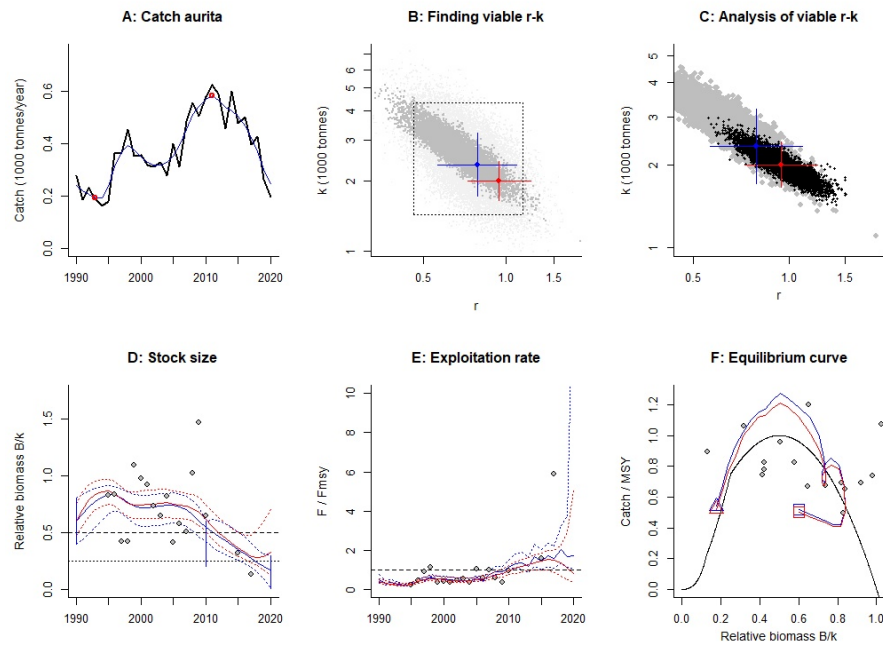
Analyse 1



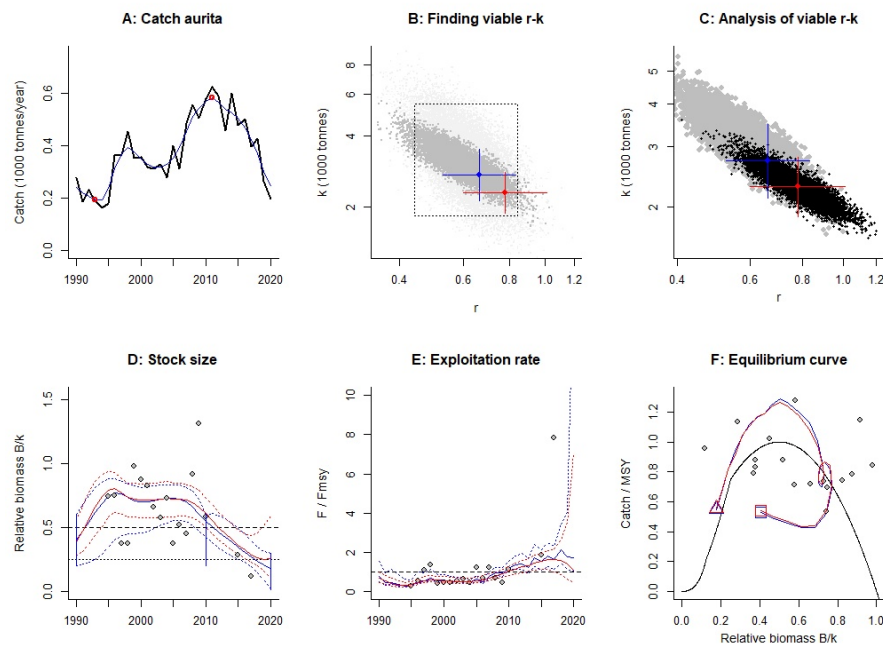
Analyse 2



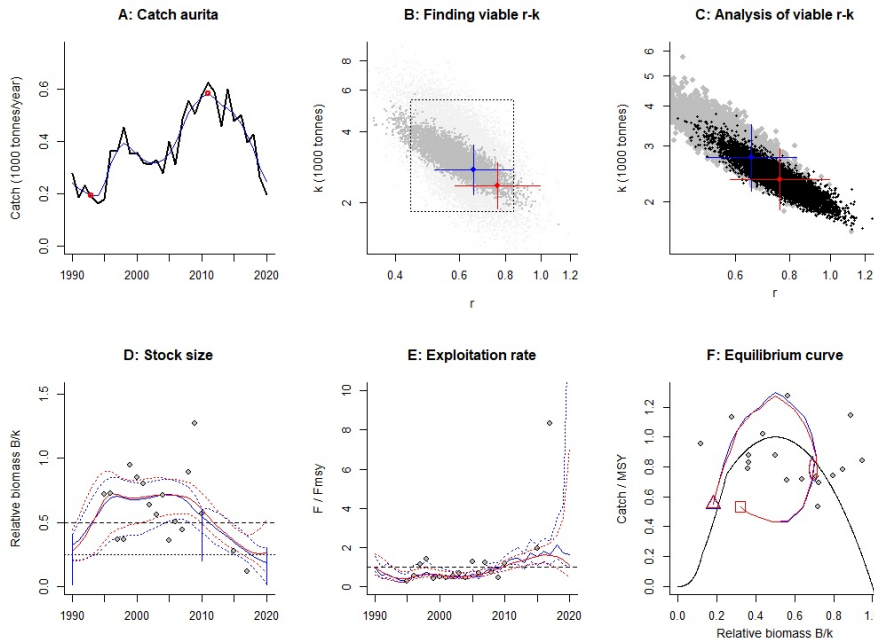
Analyse 3



Analyse 4



Analyse 5



Analyse 6

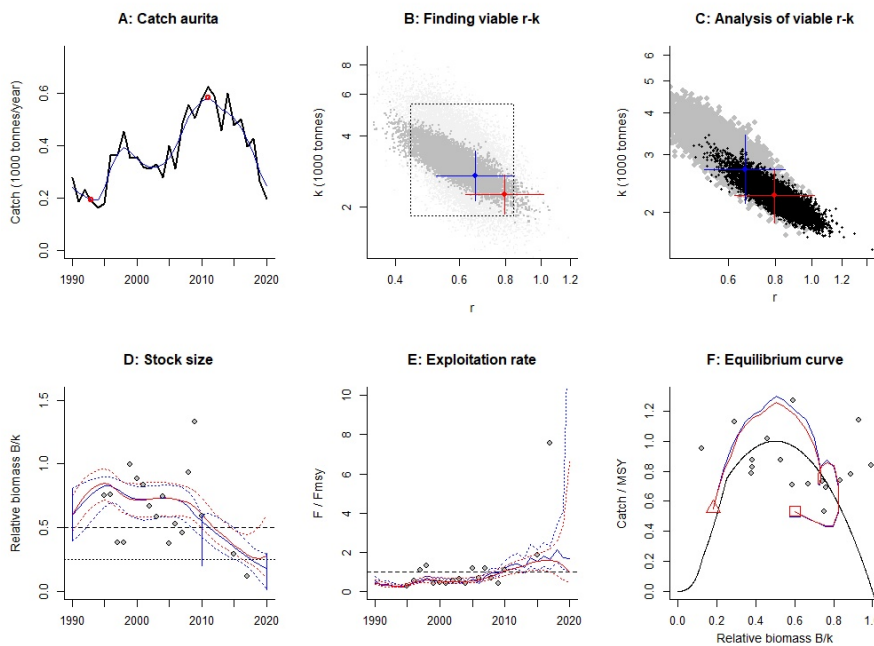


Figure 5. Résultats de CMSY et de BSM pour *Sardinella aurita*, Analyses 1 à 6. La courbe noire sur le graphique **A** montre la série chronologique des captures et la courbe bleue montre les données lissées avec l'indication (en rouge) de la capture la plus élevée et la plus faible, telles qu'utilisées dans l'estimation de la biomasse a priori par les réglages par défaut. Le graphique **B** montre l'espace r - k logarithmique examiné et, en gris foncé, les paires r - k que le modèle a jugées compatibles avec les captures et les informations préalables (les croix bleues et rouges indiquent la meilleure estimation r - k de CMSY et BSM respectivement). Le rectangle en pointillé représente la gamme des priors fournis. Le point au centre de la croix bleue et rouge est la paire r - k la plus probable prédite par CMSY et BSM, et les barres d'erreur horizontales et verticales indiquent les limites de confiance à 95 % pour r et k , respectivement, qui sont à nouveau représentées plus en détail dans le graphique **C**. La courbe bleue dans **D** montre la médiane des trajectoires de biomasse estimée par CSMY et BSM. Les lignes bleues en pointillés indiquent les 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles. Les lignes bleues verticales représentent les plages de priors de biomasse. Le graphique **E** montre l'exploitation médiane (F/F_{msy}), courbe bleue,

et les courbes en pointillé indiquent les 2,5ème et 97,5ème percentiles. La forte augmentation de la limite de confiance supérieure au cours de la dernière année résulte de la capture par rapport à la limite de confiance inférieure de la biomasse dans le graphique **D**. Le graphique **F** montre la courbe d'équilibre de Schaefer de la capture/MSY par rapport à B/k , en retrait à $B/k < 0,25$ pour tenir compte du recrutement limité à des petites tailles de stock. La courbe bleue montre les prédictions de CMSY tandis que la courbe rouge correspond à celles de BSM, de la première année (carré) à la dernière année (triangle).

Analyse 7

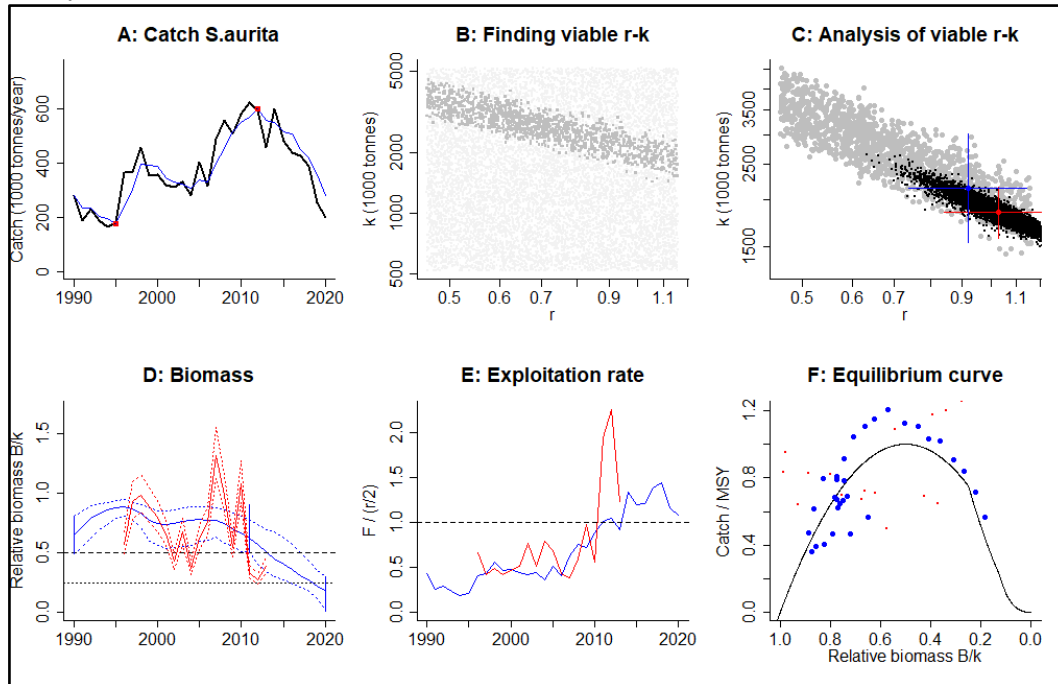


Figure 6. Résultats de CMSY pour *Sardinella aurita*, Analyse 7.

Le modèle CMSY appliqué sans CPUE donne $F/F_{msy}=150\%$ et $B/B_{msy}=0,366$. La deuxième méthode, avec CPUE, donne un ratio $F/F_{MSY} = 73.3\%$ et $B/B_{msy}=0,566$. Les résultats montrent une faible biomasse malgré une réduction de l'effort de pêche en 2019.

SPiCT

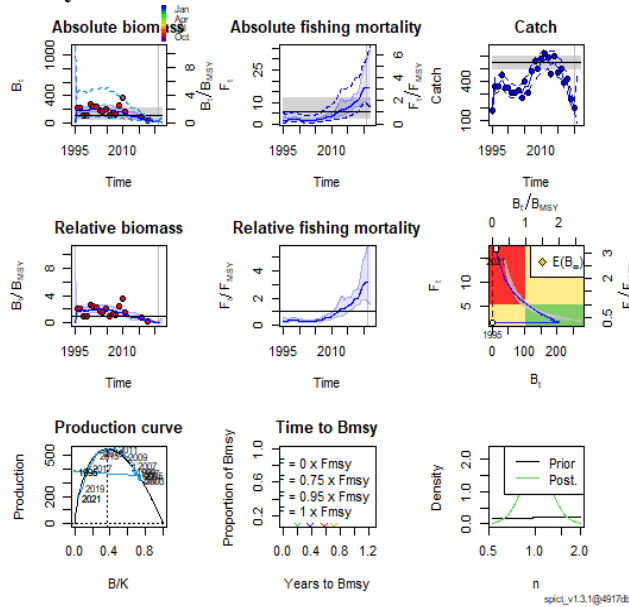
Pour *Sardinella aurita*, SPiCT a été ajusté à l'aide d'estimations des débarquements (t) et de la biomasse de la campagne (t) tirées de prospections comme données d'entrée. Les configurations des analyses sont présentées après la description du Tableau 4. Pour chaque Analyse, la liste de vérification pour accepter le SPiCT a été suivie:

- *Convergence du modèle* Les analyses 3 à 5 ont convergé.
- *Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead »* (biais, autocorrélation, normalité). Aucune violation observée.
- *Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS*. Dans tous les cas, la variance égale à la valeur réelle a été obtenue.
- *Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective*. Les modèles étaient tous incohérents avec les tendances rétrospectives.
- *Réalisme de la courbe de production*. Dans de nombreux cas, la courbe de production n'était pas réaliste.
- *Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales*. Pour chaque analyse, 20 essais différents ont été ajustés mais dans de nombreux cas, avec des valeurs initiales différentes, les modèles n'ont pas convergé.

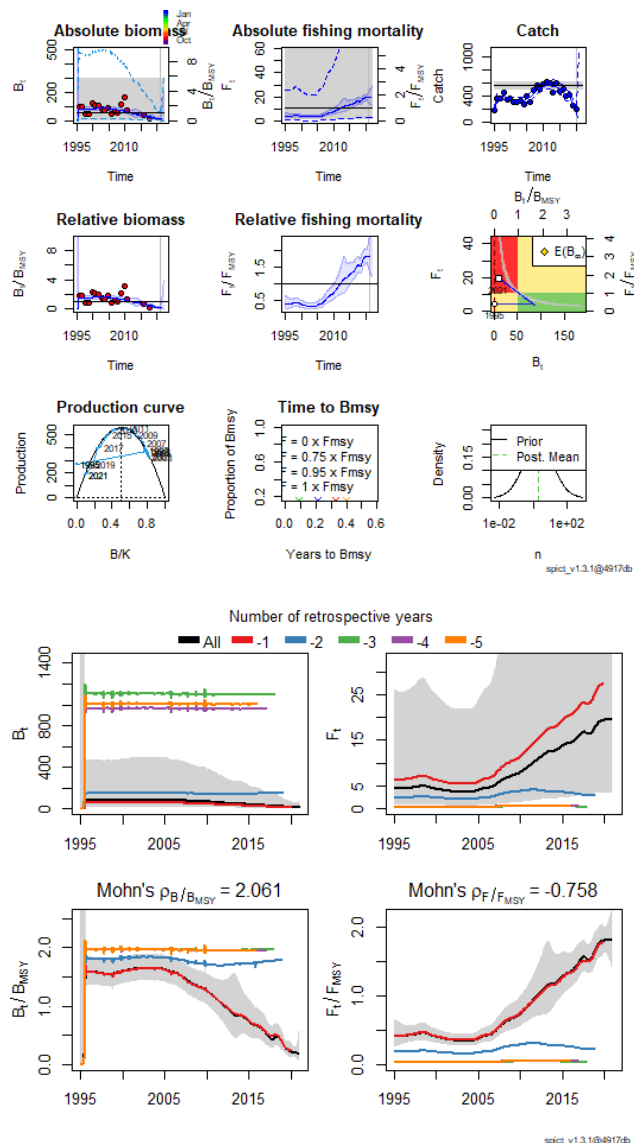
- Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique. Les intervalles de confiance pour B/B_{MSY} et F/F_{MSY} ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur. Dans tous les cas, les intervalles de confiance des deux estimations ne s'étendaient pas sur plus d'un ordre de grandeur.

Les résultats des Analyses 3-5 sont présentés à la Figure 7.

Analyse 3



Analyse 4



Analyse 5

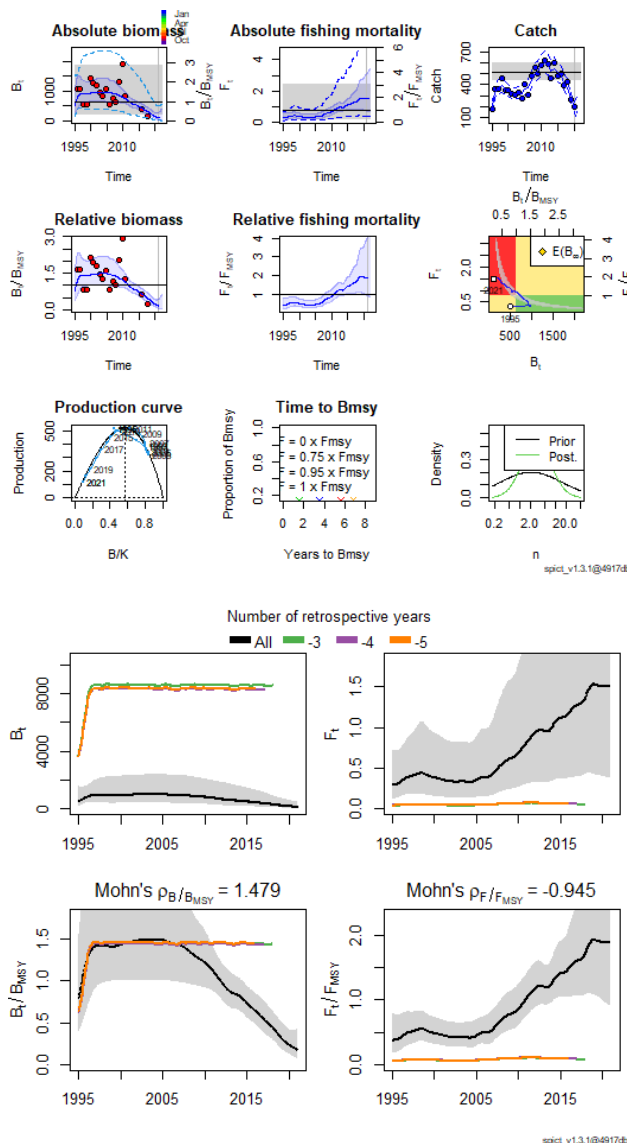


Figure 7. Résultats de SPiCT pour *Sardinella aurita*, Analyses 3- 5.

DISCUSSION

Les **approches basées sur la longueur** testées dans cette analyse fournissent une méthodologie très simple et peu exigeante en termes de données pouvant donner une indication de l'état du stock dans des conditions d'équilibre et de stabilité. Ces approches reposent notamment sur la sélection des valeurs des paramètres pour L_{mat} , la croissance et la mortalité naturelle, car ces paramètres influencent les pourcentages absolus des indicateurs, mais pas leurs tendances. Plusieurs des points de référence calculés étaient empiriques et reposaient sur le paramètre de croissance L_{inf} de von Bertalanffy. Il est bien évidemment important d'utiliser des paramètres de croissance représentatifs dans ces approches. Cependant, il est à noter que les paramètres de croissance peuvent être incertains pour ce stock. Pour ce qui est de l'estimation et de l'utilisation de L_c comme mesure de la pêche, la distribution des tailles doit représenter les captures (plutôt que les débarquements uniquement) si des rejets ont lieu, ce qui semble être le cas ici. L'inclusion des rejets peut modifier l'estimation de l'état global du stock. En outre, il s'agit de méthodes basées sur l'équilibre, c'est-à-dire que F est constant et qu'il n'y a pas de variabilité du recrutement. L'hypothèse d'un recrutement constant (ou d'une variabilité modérée et aléatoire) pose quelques difficultés dans la pratique. De fortes classes d'âge réduisent la longueur moyenne, ce qui suggère dans le cas de LBI une mortalité élevée alors qu'en réalité la situation est bonne (fort recrutement) et vice versa. L'examen des distributions annuelles de fréquence de tailles n'a révélé

aucune preuve d'une forte classe d'âge entrant dans la pêcherie, ni par conséquent de modes migrant de gauche à droite au fil du temps. Néanmoins, les fréquences de taille annuelles ont montré des différences qui peuvent se devoir à une mauvaise conception ou à une mauvaise mise en œuvre du système d'échantillonnage. Il serait toutefois nécessaire de disposer de données indépendantes sur la pêcherie pour approfondir l'hypothèse de l'équilibre. En outre, la méthode est fortement sensible au modèle de sélectivité retenu et à la représentativité des données relatives à la longueur. On suppose que la sélectivité commerciale suit une courbe logistique; cependant, cela exige de connaître la forme de la courbe de sélectivité, qui n'est pas disponible pour ce stock. La validité des hypothèses doit être examinée de plus près. Une approche pourrait consister à tester les principales hypothèses (robustesse des hypothèses face à la variabilité de recrutement et à une courbe de sélectivité en forme de dôme), à examiner la sensibilité aux erreurs dans les entrées du modèle, et à simuler des modèles basés sur une large palette de caractéristiques biologiques (M/k).

La méthode **CMSY** dépend de bonnes plages de priors de biomasse et réagit à de légers changements de leur valeur. Les analyses présentées ici font ressortir l'une des limites de l'approche CMSY, décrite dans plusieurs études sur les méthodes d'évaluation des stocks à données limitées (Geromont et Butterworth, 2015; Bouch *et al.*, 2021): la fiabilité des résultats obtenus, concernant notamment l'état du stock au cours des dernières années, dépend directement de la plausibilité des informations fournies a priori sur les taux d'épuisement. Comme l'ont constaté Bouch *et al.* (2021), la méthode CMSY requiert des priors de biomasse agissant comme des limites strictes pour les estimations de l'état du stock B/BMSY, et les règles par défaut échouaient très souvent à fournir correctement ces limites. Froese *et al.* (2017) recommandent de recourir aux connaissances d'experts pour affiner les priors de biomasse. Le recours à des connaissances d'experts pour définir les priors d'épuisement de la biomasse et le degré de confiance qui leur est accordé soulèvent cependant des problèmes importants, car ce qui est observé, ce sont les prélèvements. L'évaluation des stocks sert à déterminer le niveau d'épuisement du stock, et ne devrait pas dépendre de sa connaissance préalable. Les trajectoires estimées des stocks sont en quelque sorte imposées par l'utilisateur, par les choix des priors utilisés sur les taux d'épuisement. Il convient en outre de mettre en garde contre les pratiques de recrutement à des petites tailles de stock. Les modèles de productivité comme ceux utilisés par CMSY supposent un recrutement moyen pour toutes les tailles de stock, y compris les tailles de stock au-dessous de la moitié de Bmsy, pour lesquelles les manuels de pêche prédisent un risque important de recrutement réduit. En d'autres termes, si le recrutement est réellement réduit, le modèle CMSY surestimera la production de la nouvelle biomasse et sous-estimera les taux d'exploitation. Il faut être particulièrement vigilant lorsque l'hypothèse d'un recrutement moyen semble incorrecte, par exemple lorsque la taille du stock est inférieure à la moitié de BMSY ou pendant des périodes réputées défavorables au recrutement.

En l'absence d'une évaluation fiable par un autre modèle pouvant servir de base au modèle CMSY, la pertinence des résultats de ce dernier est inévitablement limitée. Il faut donc considérer ces résultats à titre indicatif et ne pas les utiliser pour fournir un avis scientifique.

SPiCT est une généralisation des modèles de production excédentaire précédents dans la mesure où le bruit stochastique est inclus à la fois dans l'observation et les processus de la pêche et de la biomasse.

Il a été difficile d'ajuster le modèle aux données. Des informations complémentaires ont été incluses lors de l'ajustement par la forme de la courbe de production (paramètre n) et la distribution des priors de l'épuisement initial pour améliorer la stabilité du modèle. Les résultats n'ont pas fourni une évaluation acceptable de l'état du stock. La plupart des modèles présentaient des modes rétrospectifs, ce qui montre que, malgré leur convergence, les paramètres n'étaient pas correctement définis, ce qui a également affecté la biomasse estimée, F et les points de référence correspondants. On peut déduire de ces résultats que les données disponibles ne sont pas assez informatives pour que le modèle estime clairement les paramètres. Les diagnostics qui peuvent être faits sur l'état du stock à partir des résultats du modèle SPiCT ne sont donc pas fiables.

Les modèles **CMSY** et **SPiCT** contiennent tous deux des erreurs de processus, ce qui veut dire qu'un écart aléatoire est autorisé chaque année par rapport au modèle de production déterministe supposé

(Schaefer ou PellaTomlinson, respectivement). Il faut garder à l'esprit que si les écarts annuels associés à l'erreur de processus prennent de l'ampleur, l'hypothèse du modèle de production excédentaire (par exemple Schaefer) perdra de sa pertinence, dans le sens où la dynamique de la population peut être plus fortement déterminée par les grands écarts annuels que par le modèle Schaefer. Cette situation pourrait avoir pour conséquence que les points de référence du MSY soient déterminés sur la base du modèle de production (par exemple Schaefer) qui, en réalité, ne représente pas bien la dynamique de la population.

CONCLUSION

Pour conclure, ces évaluations exploratoires de *Sardinella aurita* à partir de nombreuses méthodes à données limitées montrent qu'une évaluation quantitative n'est pas encore réalisable, et qu'il n'est pas possible de formuler des avis scientifiques en termes de limites de captures ou d'effort à partir de ces méthodologies.

RÉFÉRENCES

- Bouch, P., C. Minto, D.G Reid. 2021. Comparative performance of data-poor CMSY and data-moderate SPiCT stock assessment methods when applied to data-rich, real-world stocks. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 78(1): 264-276.
- CIEM. 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 5-9 octobre 2015, Lisbonne, Portugal. ICES CM 2015/ACOM:56. 157 pp.
- CIEM. 2018. ICES reference points for stocks in categories 3 and 4. ICES Advice - Technical guidelines.
- Deme, M., Thiao, D., Fambaye, N.S., Sarre, A. et H.D. Diadhiou. 2012. Dynamique des Populations de Sardinelles en Afrique du Nord-Ouest : Contraintes Environnementales, Biologiques et Socio Economiques. Projet USAID/COMFISH, Sénégal, Université de Rhode Island, Narragansett, RI 125 pp.
- FAO. 2012. Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic. Fao Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa. Casablanca, Morocco, 24-28 May 2011, *FAO Fisheries and Aquaculture Report* No. 1026.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. Vol. 5 (1): 86-91.
- Froese, R., N. Demirel, G. Coro, K.M. Kleisner et H. Winker. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 18 (3): 506-526.
- Froese, R. et D. Pauly (dir.pub.). 2021. Publication électronique de la base de données FishBase. www.fishbase.org.
- Geromont et Butterworth. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1) : 251-261.
- Martell, S. et R. Froese, 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 14 (4): 504-514.
- Pedersen et Berg. 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. *Fish and Fisheries*. Vol. 18: 226-243.
- Prince, J., Hordyk, A., Valencia, S. R., Loneragan, N., et Sainsbury, K. 2015. Revisiting the concept of Beverton-Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science*, 1 : 194- 203.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. <http://www.R-project.org/>.

ANNEX IV: Exploratory assessments of small pelagic fish in the Canary Islands using data-limited methods

Marta Quinzan¹ and Alba Jurado-Ruzafa²

¹Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC). Centro Oceanográfico Cádiz (Spain). marta.quinzan@ieo.es

²Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC). Centro Oceanográfico Canarias (Spain). alba.jurado@ieo.es

BACKGROUND/INTRODUCTION

In the Canary Islands waters, small pelagic fish are targeted by the artisanal purse seine fleet, whose activity is monitored by the Canary Centre of the Spanish Institute of Oceanography (IEO) since 2013, including the study of the most caught species (i.e. *Scomber colias*, *Trachurus* spp, *Sardinella* spp and *Sardina pilchardus*). In 2015, the status assessment of these species (which in absence of *ad hoc* studies are considered as single stocks) was included in the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa (FAO, 2016). However, the short time series and the limited knowledge of their life history traits in the Archipelago had been considered too limited to perform any assessment exercise. In this context, a multi-model approach has been attempted to assess the status of these species for the first time in the area, using both length- and catch-based methods.

DATA

Daily landings and fishing effort time series based on the official Spanish ‘first sales notes’ are analysed since 2013, when the time series started to be considered reliable. Due to this fleet performs daily fishing trips, the fishing effort considered so far correspond to the number of days in which each species has been landed. In addition, some reported landings from 2007 to 2012 provided by the sub-regional government authorities are available, although these values are known to be low reliable as they correspond with the initial period of the creation of the ‘first sale sites’ networking in the Archipelago. On the other hand, length samplings are performed since 2013 both in the landing sites as on board by trained staff in Tenerife, where more than 70% of the purse-seine catches are landed.

Although by-catch and discards data are being registered by mean of scientific observations onboard the commercial fleet, they have not been taken into account in the present analyses due to this program started in 2017 and these data are not considered representative yet. Therefore, it should be highlighted that the current available “catch-data” correspond to landings.

METHODOLOGIES

Length-based methods

LBI

A set of Length-Based Indicators (LBI) is calculated for screening catch-length composition and classifying the stocks according to conservation/sustainability, yield optimization and MSY considerations. These indicators require data on the stock catch-length composition and life-history parameters. The conceptual approach was defined by Froese (2004), and the methodology was later developed by WKLife V (ICES, 2015) and recommended by ICES to estimate MSY reference points for data-limited stocks, considered as category 3 and/or 4 (ICES, 2018). The LBIs are calculated by year from length-frequency distributions. They are compared to appropriate reference points related to conservation, optimal yield and length distribution relative to expectations under MSY assumptions (Table 1).

Information required includes length at maturity (L_{mat-50}), von Bertalanffy growth parameter (L_{inf}), catch at length per year, length-weight relationship parameters (a and b) or mean weights-at-length per year.

Table 1. Selected indicators for LBI screening plots. Equation for L_{opt} in ICES (2018). *assuming $M/k=1.5$

Indicator	Calculation	Reference	Indicator ratio	Expected value	Property
$L_{max5\%}$	Mean length of largest 5%	L_{inf}	$L_{max5\%}/L_{inf}$	>0.8	Conservation (large individuals)
$L_{95\%}$	95 th percentile		$L_{95\%}/L_{inf}$		
P_{mega}	Proportion of individuals above $L_{opt} + 10\%$	0.3-0.4	P_{mega}	>0.3	
$L_{25\%}$	25 th percentile of length distribution	L_{mat}	$L_{25\%}/L_{mat}$	>1	Conservation (immatures)
L_c	Length at first catch (length at 50% of mode)	L_{mat}	L_c/L_{mat}	>1	
L_{mean}	Mean length of individuals $> L_c$	$L_{opt}=\frac{2}{3}L_{inf}$	L_{mean}/L_{opt}	≈ 1	Optimal yield
L_{maxy}	Length class with maximum biomass in catch	$L_{opt}=\frac{2}{3}L_{inf}^*$	L_{maxy}/L_{opt}	≈ 1	
L_{mean}	Mean length of individuals $> L_c$	$L_{F=M}=0.75L_c+0.25L_{inf}^*$	$L_{mean}/L_{F=M}$	≥ 1	MSY

In order to interpret and discuss correctly the results provided by the LBI approach, it is crucial to take into account that the method assumes stock equilibrium conditions (total mortality and recruitment have been constant for a period as long as the lifetime of the time series) and logistic selectivity curve (i.e. the curve is flat-topped not dome-shaped).

The LBI was run in R (R Core Team, 2021). Methodology is available at https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSY.

LB-SPR

Spawning Potential Ratio (SPR) is defined as the proportion of Spawning Biomass per recruit (SBPR) of an exploited stock with regards to the SBPR of the unfished/unexploited (virgin) stock. The rationale behind is that the abundance at length in the population decreases with ageing (length) because of the natural and fishery mortality (M and F , respectively, in years⁻¹). A virgin population will have a larger amount of large mature individuals than an exploited population.

The SPR ranges between 1 (virgin population) and 0 (collapsed or extinct population).

- A SPR in the range of 0.35-0.4 is usually considered as a population at the MSY level, although this is a quite variable parameter.
- A population with SPR below 0.1-0.15 is considered collapsed.

The LBSPR method has been developed for data-limited fisheries; data requested are a representative sample of the size structure of the catch along with limited knowledge of the species' life history and the fishery. Otherwise, the LBSPR method does not require knowledge of M , but instead uses the ratio of this parameters and the von Bertalanffy growth rate (k , years⁻¹) (M/k), which is believed to vary less across stocks and species than M (Prince *et al.*, 2015).

LBSPR method relies on a number of simplifying assumptions (ICES, 2018):

- The LBSPR models are equilibrium based.
- The length composition data is representative of the exploited population at steady state. The selection pattern follows a logistic curve.

The LB-SPR was run in R (R Core Team, 2021). Methodology is available at https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSJ.

LCA/YR

Based on the recommendations and the models accepted by the FAO/CECAF WG Small Pelagics North, 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 based on the length composition of the catches obtained for the last 5 years considered representative. A length-based Yield per Recruit analysis-YR (Thomson and Bell, 1934) was then run on these estimates, to estimate the Biological Reference Points F_{MAX} and $F_{0.1}$. Both the LCA and the YR analysis were run using the Excel spreadsheets developed by Barros (2018a,b).

This length-based approach relies on steady state assumptions (i.e. stable exploitation (pattern and level), year-class strength and biological parameters) whereas length frequency data may be averaged over a number of years in order to reduce the magnitude of annual variations. These assumptions permit a (single) length frequency distribution to be considered representative of the exploitation history of a (typical) cohort and hence the derivation of metrics which characterise it. Jones' (1984) length cohort analysis (LCA) is one of the methods that estimate fishing mortality and population size based on length data. LCA requires an estimate of the steady-state of the total catch-at length distribution together with parameter estimates describing natural mortality and growth. However in this working document, a quasi-steady-state length distribution is constructed from the average of the catch-at-length distributions over 5 years, and LCA is then applied.

The YR model assumes a steady-state stock structure, that is, the total yield in any one year from all age classes is the same as that from a single cohort over its whole life span. Gear selection is modified to a "knife-edge" selection curve, so it may be assumed that after the mean age at first capture t_c , all fish coming into contact with the fishing gear have an equal probability of capture. The model is commonly used to suggest changes in yield which would result from changing fishing effort and therefore fishing mortality, and by delaying the age at first capture.

Catch-based methods

CMSY

CMSY was developed by Martell and Froese (2013) and further evolved in Froese *et al.* (2017) as a surplus production model that in its basic form only requires a catch time series and some prior information about the stock and its status. The method requires an estimate of the resilience (r) of the stock, ranging from very low (0.015-0.1), low (0.05-0.5), medium (0.2-0.8), or high (0.6-1.5), which can be determined through expert knowledge or from resources such as FishBase (Froese and Pauly, 2021). The biomass prior information is incorporated as a start, intermediate and final biomass range as a proportion of the unexploited biomass (depletion). These can be defined using expert opinion, but the method also provides default rules to generate them. The rules for defining these biomass prior ranges can be found in Froese *et al.* (2017). From within the ranges of r and K , generated by default rules or expert opinion, CMSY selects a pair of r - K values and runs a Schaefer surplus production model for the time series from a random starting biomass randomly selected from within the starting biomass range. The r - K pair will be considered viable if the biomass does not drop below 1% of the carrying capacity, and the biomass falls within the predicted biomass prior ranges in the intermediate and final year. The process is applied to between 10000 and 200000 r - K pairs to determine the possible options for the r and K parameter pairings. The final values are selected from the tail of viable pairs, where the r value is highest. From these r and k values, the MSY , B_{MSY} , F_{MSY} , and other fisheries reference points and confidence limits are determined.

As the CMSY method is not a method based on a statistical estimation of parameters, there is no objective criterion to judge the "goodness of fit" of the model nor to compare two models. For this

exercise we understand that a reliable stock assessment should be generally recognized by the following observations:

- The reconstructed biomass trend starts and ends within the prior ranges.
- There are many viable r and K points and these have a well defined "accumulation point" in the points cloud.

The configurations tested with CMSY are detailed in Table 2. As a proxy for r -ranges, the resilience of the species as stated in FishBase (Froese and Pauly, 2021) was used, as recommended by Froese *et al.* (2017). Medium starting depletion (0.2 - 0.6) was initially assumed for Run 1. Finally, to test the sensitivity of the CMSY assessment to the prior of starting biomass depletion, a sensitivity analysis was conducted. The priors tested corresponded to ranges of strong (0.01-0.4) and low depletion (0.4-0.8) as suggested by Froese *et al.* (2017).

Table 2. Details of the scenarios tested with CMSY for *Scomber colias* stock. Resilience ranges were obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021) and the depletion levels (B/K) set as recommended by Froese *et al.* (2017).

Run	Time series Landings (t)	Resilience (r)	Prior initial B/K
1	2013-2020	FishBase	Medium 0.2-0.6
2			Strong 0.01-0.4
3			Low 0.4-0.8

The CMSY was run in R (R Core Team, 2021) using the script CMSY_2019_9f.R available on github (<https://github.com/SISTA16/cmsy>).

SPiCT

SPiCT is an advanced continuous in time stochastic surplus production model which, which incorporates dynamics in both biomass and fisheries and observation error of both catches and biomass indices. Benefits of the continuous-time state-space model formulation include the ability to provide estimates of exploitable biomass and fishing mortality at any point in time from data sampled at arbitrary and possibly irregular intervals. A full description of the model can be found in Pedersen and Berg (2017).

The process part describes the dynamics of the stock and of the fishing mortality. The underlying population dynamics is represented by a Pella-Tomlinson equation, with an additional yearly random term having a standard deviation sdb . This term is a process-error, allowing for the biomass estimated in the model to depart from the Pella-Tomlinson equation. The fishing mortality in the model is represented as a random walk process, having a standard deviation sdf .

The observation model relates the observations (catch and abundance indices) to the model. For the abundance indices, modeled values are calculated based on the model biomass and fishing mortality (using a catchability parameter q for each abundance index), and are compared to the actual observation values, assuming a lognormal error of standard deviation sdi . Catch data are treated in a similar manner, with an observation standard deviation sdc . It is possible to use fishing effort data directly in the model instead of commercial CPUE and inputting this as an index. Using the same information twice (catch as catch and catch in catch/effort) induces a correlation, which the model does not account for. These problems are easily avoided by inputting catch and effort separately.

Multiple trial assessments with different configurations (Table 3) were tested for each species as recommended within the SPiCT guidelines (ICES, 2018). Landings and effort information available in sub-annual aggregations, e.g. quarterly (Run 1) and biannual (Run 2), was used to estimate the seasonal

pattern of the fishing mortality. However, results did not converge. Disaggregated input data was not seemed to improve contrast in the data, hence annual input data was considered for further scenarios. No specific prior values were used for initially fitting the model (Run 3). Using the default configuration, the model failed to estimate the parameters. Attempts to overcome this problem were carried out by fixing the parameter n which determines the shape of the production curve in the Pella-Tomlinson equation. A value of 2 (imposing a stock dynamic following a Schaefer model, Run 4) and n (based on meta-study e.g. for all species pooled from Thorson *et al.* (2012), Run 5) were tested. More information was used to improve the model fit, as models were not able to estimate the parameters or to converge. Additional information was then included in the fit via prior distributions for model parameters to reduce confidence bands and to provide stability to the model. A Gaussian prior for the initial depletion level with mean $\log(0.5)$ and standard deviation 0.2 was imposed (Run 6, Run 7 and Run 8).

Finally, catch time series was extended back to 2007 (see section 2). Knowledge that the first 6 years of the landings series (2007-2012) were uncertain relative to the remaining time series was implemented by multiplying onto the standard deviation and therefore scaled by a factor 5 in all subsequent configurations (from Run 9 to Run 14).

Table 3. Details of the scenarios tested with SPiCT for the small pelagics Canary stock. * n based on Thorson *et al.* (2012): n (*Scomber colias* and *Trachurus* spp)=1.431; n (*Sardinella* spp and *Sardina pilchardus*)= 0.599

Run	Time series		Time steps	n	Prior initial B/K	Uncertainty
	Landings (t)	Fishing effort (days)				
1	2013-2020	2013-2020	Quarterly			
2	2013-2020	2013-2020	Biannual			
3	2013-2020	2013-2020	Annual			
4	2013-2020	2013-2020	Annual	Fixing $n=2$		
5	2013-2020	2013-2020	Annual	Fixing n^*		
6	2013-2020	2013-2020	Annual		(0.5,0.2)	
7	2013-2020	2013-2020	Annual	Fixing $n=2$	(0.5,0.2)	
8	2013-2020	2013-2020	Annual	Fixing n^*	(0.5,0.2)	
9	2007-2020	2013-2020	Annual			scaling 2007-2012
10	2007-2020	2013-2020	Annual	Fixing $n=2$		scaling 2007-2012
11	2007-2020	2013-2020	Annual	Fixing n^*		scaling 2007-2012
12	2007-2020	2013-2020	Annual		(0.5,0.2)	scaling 2007-2012
13	2007-2020	2013-2020	Annual	Fixing $n=2$	(0.5,0.2)	scaling 2007-2012
14	2007-2020	2013-2020	Annual	Fixing n^*	(0.5,0.2)	scaling 2007-2012

The procedure for the acceptance of a SPiCT assessment consisted in verifying:

- Model convergence.
- No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).
- All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.
- Consistent patterns in the retrospective analysis.
- Realistic production curve.
- Checking that the same parameter estimates are obtained if using different initial values.
- High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions. The main variance parameters (logsdb, logsdc, logsdi, logsdf) should not be unrealistically high. Confidence intervals for B and F should not span more than 1 order of magnitude.

The SPiCT model was run in R (R Core Team, 2021), using the library(spict) available on github (<https://github.com/fishfollower/spict>).

Biodyn

Based on the recommendations and the models accepted by the FAO/CECAF WG Small Pelagics North, the dynamic version of the Schaefer (1954) production model (Biodyn) was also assayed using the Excel spreadsheet created by Barros (2012). The production models consider the stock globally without taking into consideration the structure of the stock by age or size. These models assume that the total biomass of a non exploited stock cannot grow beyond a certain limit, which is different for each resource, on the available space, and depends on the capacities of the ecosystem to maintain the stock. This limit of the biomass is known as carrying capacity, K (Cadima, 2003). In this sense, 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.

Information and data input needed by the model:

- Population parameters K (carrying capacity, or Virgin Biomass) and r (intrinsic rate of growth or resilience) and the level of depletion at the beginning of the time series (B_i/K) defined as the stock biomass at the start of the data series, as a proportion of the virgin biomass.
User can set the limits for the estimations entering appropriate tolerance values for these population parameters.
- Annual landings and a biomass index.

The model allows some diagnostics to assess the quality of the fit of the model to the 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. Checking the plot of catches and stock abundance indices gives a first indication of the reliability of the fit of the model to the data. Moreover, Biodyn provides the Pearson linear regression coefficient between the predicted and observed abundance indices, and a R-Pearson index, as well as a residual plot to evaluate whether there are trends in the deviations between the observed and predicted abundance indices data.

RESULTS

Scomber colias

Input data

Data on length-frequency distribution of the landings of *Scomber colias* Canary stock are available for the years 2013-2020 (Fig. 1, left).

Information of landings (t), fishing effort (days with positive landings for the species) and LPUE (t/day) are also available for this stock. Landings time-series was extended back to 2007 (see subsection 2), whereas effort is only available from 2013 (Fig. 1, right).

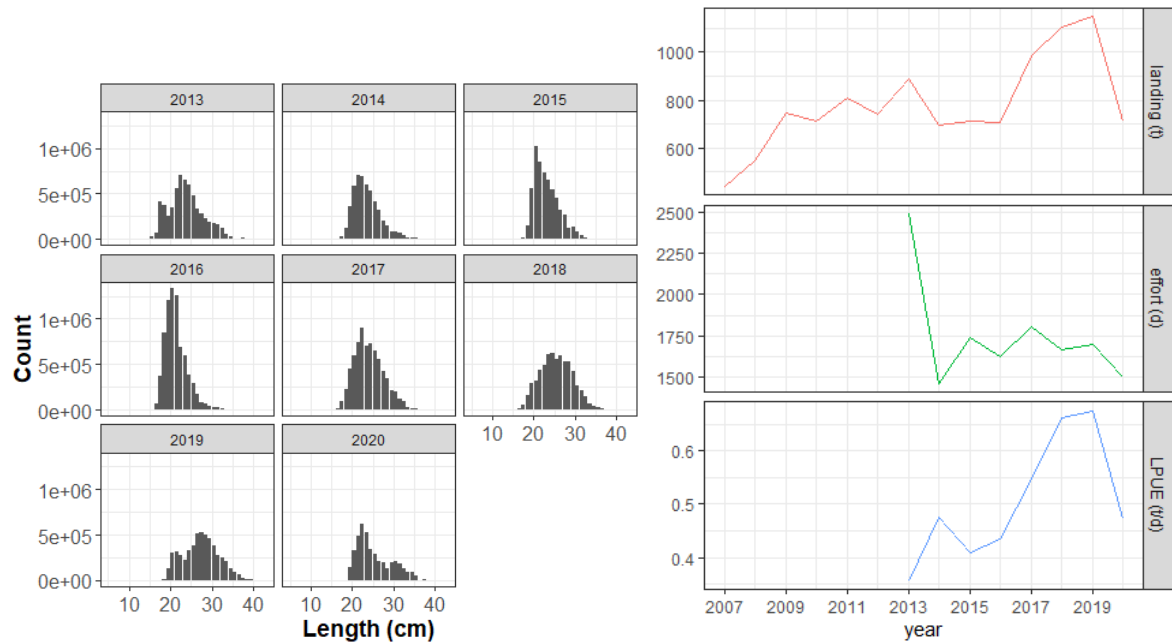


Figure 1. Input data for the *Scomber colias* Canary stock. Left: Annual length-frequency distributions of the landings 2013-2020. Right: Annual fishery data 2007-2020.

LBI

Input data

The values of the life-history parameters of *Scomber colias* derived from a literature review are the following:

- $M=0.285 \text{ years}^{-1}$ (Jensen, 1996) and $k=0.19 \text{ years}^{-1}$ (Lorenzo and Pajuelo, 1996). Therefore, $M/k=1.5$.
- $L_{\text{inf}}=52.4 \text{ cm}$ (Lorenzo and Pajuelo, 1996)
- $L_{\text{mat-50}}=19 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)
- length-weight relationship parameters $a=0.003$ and $b=3.32$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)

The LBI method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

Table 4. Traffic-light indicators for *Scomber colias* Canary stock.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2013	0.92	1.13	0.64	0	0.69	0.92
2014	1.03	1.13	0.61	0	0.68	0.86
2015	1.03	1.08	0.58	0	0.66	0.84
2016	0.97	1.03	0.54	0	0.62	0.80
2017	1.08	1.13	0.61	0	0.71	0.87
2018	1.08	1.18	0.63	0	0.75	0.91
2019	1.08	1.29	0.69	0	0.79	0.97
2020	1.08	1.18	0.66	0	0.73	0.90

From Table 4 it is observed that L_c was generally above L_{mat} indicating opportunity to spawn before than fish are available to the fishery. Indication of depletion of large animals is observed as L_{max} was far to L_{inf} and the proportion of mega-spawners is low. The LBIs and reference points obtained for chub mackerel suggested that the level of exploitation of the stock (expressed by mean length in the catch, L_{mean}) was below to the potential FMSY targets of L_{opt} or $L_{F=M}$. The value of L_{mean} is far from L_{opt} , then the fishery is operating with a target length that is not sustainable and therefore far from MSY.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and L_{mat-50} (around the reference values) was carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of optimal yield and MSY. Overestimation of L_{mat-50} led to a decrease in the values of the indicators related to the conservation of immature.

LB-SPR

For this analysis we used the following values of the life-history parameters considered for the Canary *Scomber colias* derived from a literature review:

- $M=0.285 \text{ years}^{-1}$ (Jensen, 1996) and $k=0.19 \text{ years}^{-1}$ (Lorenzo and Pajuelo, 1996). Therefore, $M/k=1.5$.
- $L_{inf}=52.4 \text{ cm}$ (Lorenzo and Pajuelo, 1996)
- $L_{mat-50}=19 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)
- $L_{mat-95}=27.5 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)

The LBSPR model adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

The evolution of F/M and SPR is presented in Figure 2, indicating heavy exploitation during the earlier years. SPR of *Scomber colias* in the Canary Islands resulted below the SPR range of 30-40% for the entire time series.

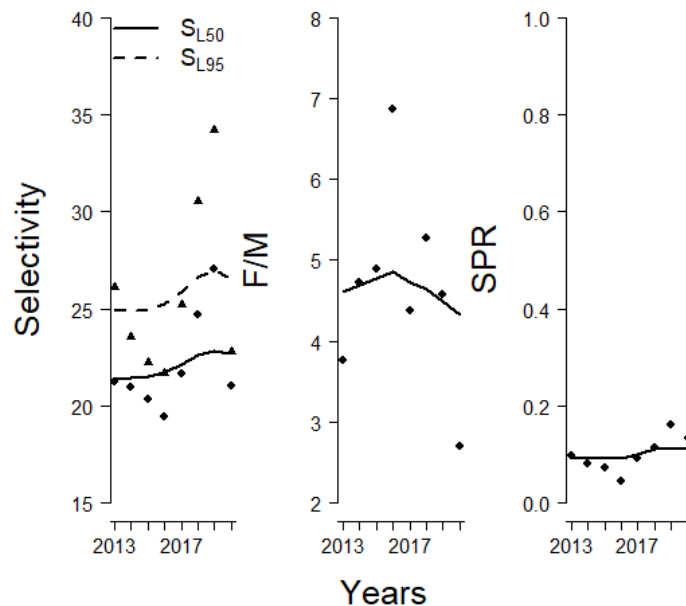


Figure 2. LB-SPR outputs for *Scomber colias* Canary stock. Estimates of: (left) selectivity; (centre) F/M, and (right) SPR.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and L_{mat-50} , L_{mat-95} (around reference values) is carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of SPR. On the other hand, the parameters M/k , L_{mat-50} and L_{mat-95} have also an effect on the results but softer.

LCA/YR

Length composition of the total landings was averaged for the period 2016-2020, comprising fishes from 13 to 42 cm of total length. The values of the life-history parameters used were:

- $k=0.19 \text{ years}^{-1}$ and $L_{inf}=52.4 \text{ cm}$ (Lorenzo and Pajuelo, 1996)
- The value of $M=0.285 \text{ years}^{-1}$ (calculated using the Jensen method (1996)) was adjusted to 0.3 years^{-1} .

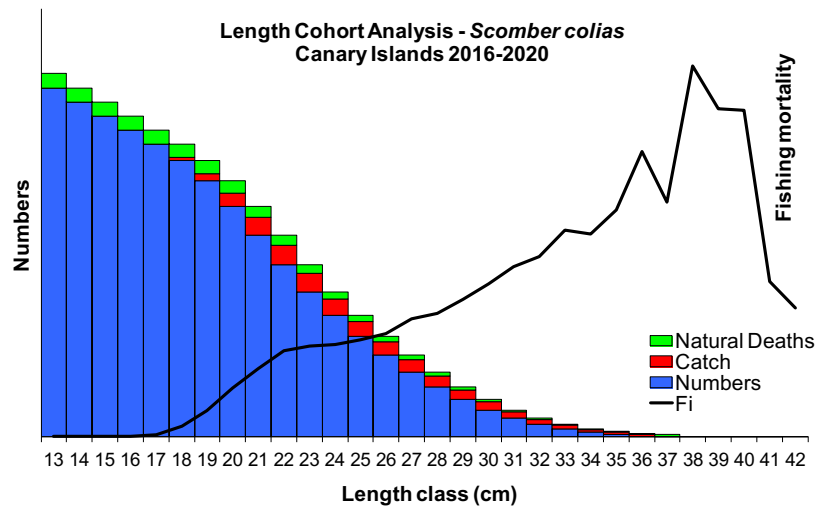


Figure 3. LCA output for *Scomber colias* Canary stock.

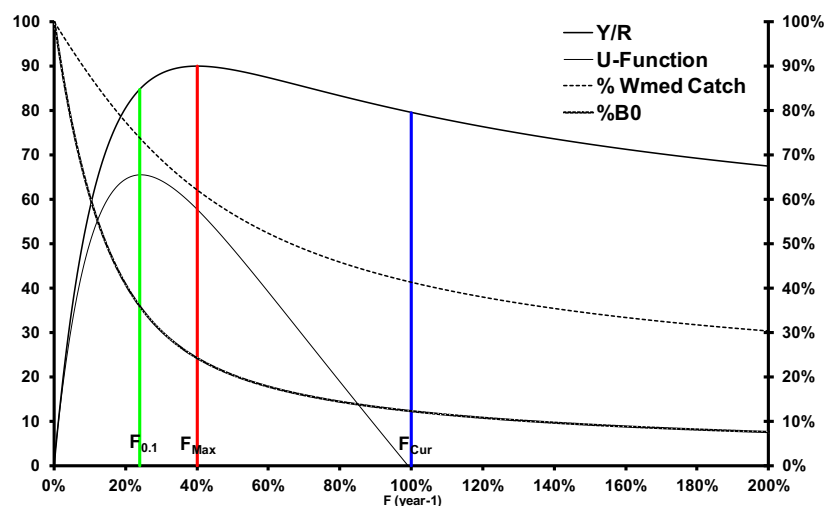


Figure 4. YR outputs for *Scomber colias* Canary stock. F_{cur} is the current level of fishing mortality (F); $F_{0.1}$ corresponds to the level of fishing mortality (F) at which rate of increase of Y/R would be 10% of the initial rate; F_{MAX} would be the F level producing the maximum Y/R. Each line intercepts the Y/R curve, indicating the estimated Y/R at the corresponding F level.

The YR estimates using the selectivity obtained from the LCA (represented in Figure 3) show that the current fishing mortality (F_{cur}) exceeds the F_{max} (Figure 4).

CMSY

The annual landings of *Scomber colias* Canary stock over the period 2013-2020 were used to apply CMSY, with the different combination of priors shown in Table 2.

The results are presented in Figure 5 showing that the depletion prior ranges at the start of the time series had a great influence on the estimated B/BMSY and F/FMSY status. The CMSY assessment is dependent on good biomass prior ranges and is also sensitive to small changes in their value, as seen in Bouch *et al.* (2021).

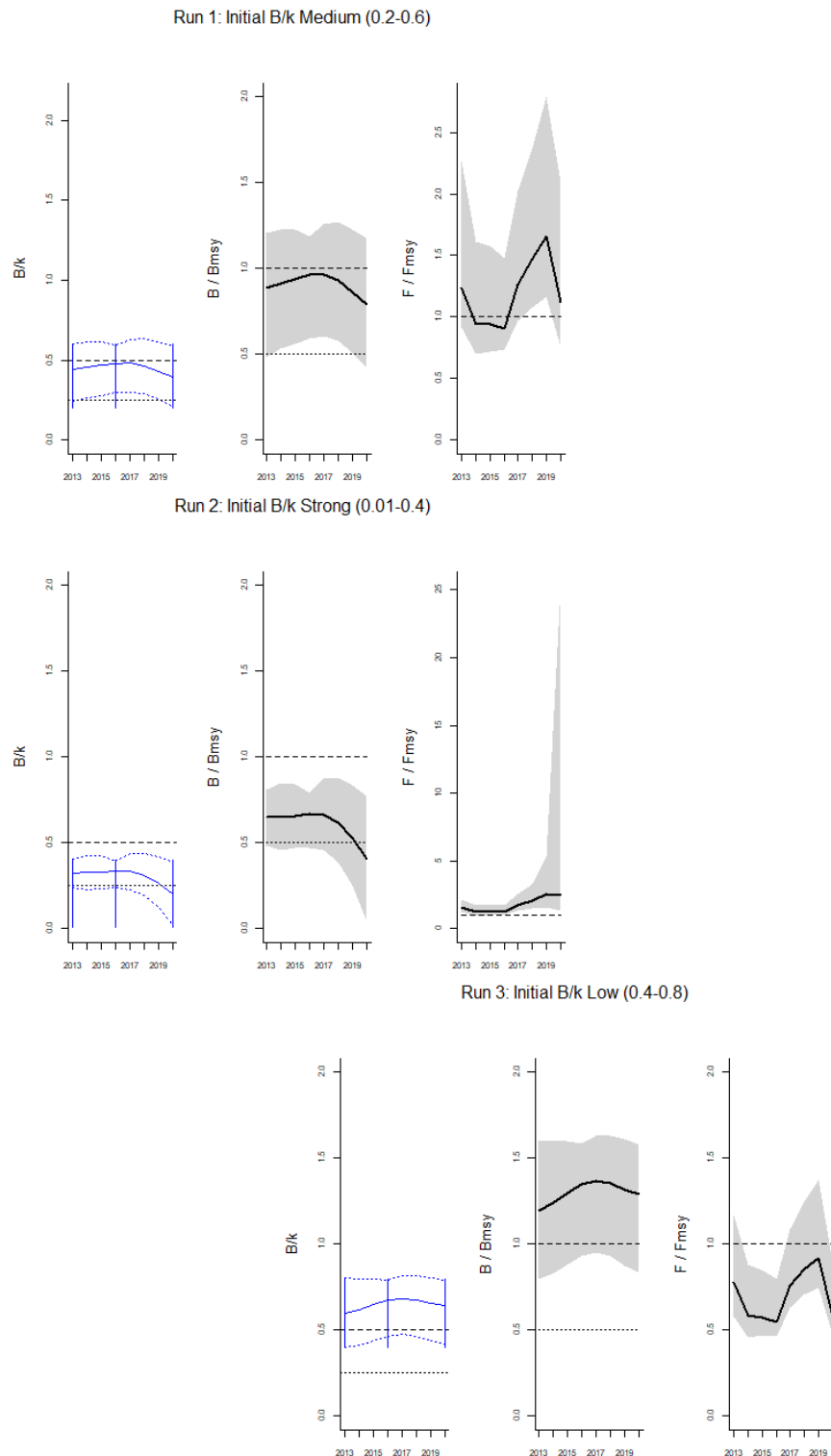


Figure 5. CMSY outputs for *Scomber colias* Canary stock for Run 1, Run 2 and Run 3. The left panel shows the median of the biomass trajectories (blue line). Blue dotted lines indicate the 2.5th and 97.5th percentiles. Vertical blue lines indicate the prior biomass ranges. The central and left panels show the development of predicted relative biomass (B/B_{msy}) and exploitation rate (F/F_{msy}) with the grey area indicating uncertainty.

SPiCT

For *Scomber colias*, SPiCT was fitted using landings (t) and effort (fishing days) time series 2013-2020 as input data. The runs configurations followed the description in Table 3. For each Run the checklist for the acceptance of the SPiCT was performed:

- *Model convergence.* Run 1, Run 3, Run 4, and Runs 6-9 converged.
- *No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).*
- *All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.* In all cases the variance equal to true was achieved.
- *Consistent patterns in the retrospective analysis.* No model showed consistence in the retrospective trends.
- *Realistic production curve.* In many cases the production curve was not realistic.
- *Check whether the same parameter estimates are obtained if using different initial values.* For each run 20 different trials were fitted but in many cases with different initial values models did not converge.
- *High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions. Confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} should not span more than 1 order of magnitude.* In all cases the confidence intervals of both estimations spanned more than 1 order of magnitude.

Biodyn

For *Scomber colias*, Biodyn was fitted using landings (t) and LPUE (t/fishing days) time series 2013-2020 as input data. Two pairs of r (intrinsic rate of increase) and K (the carrying capacity or virgin biomass) were tested, as well as the depletion prior B_i/K (Table 6).

Table 6. Details of the scenarios tested with Biodyn for *Scomber colias* Canary stock. Resilience value obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021), carrying capacity based on the CMSY results and depletion at the beginning if the time series set at medium values.

Run	Time series Landings (t) and LPUE (t/day)	r	K (t)	B_i/K
1	2013-2020	0.60	6100	50%
2	2013-2020	0.50	5000	60%

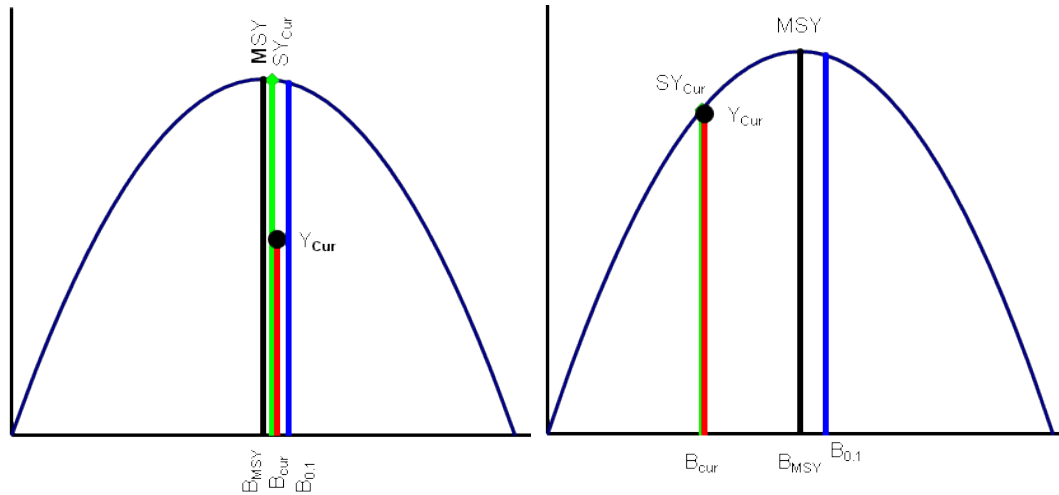


Figure 6. Production curves for year 2020 as estimated by Biodyn for *Scomber colias* Canary stock for Run 1 (left) and Run 2 (right). Reference points represented correspond to the estimated stock Biomass for the terminal year (B_{cur}) and the corresponding yield (Y_{cur} red line) are presented relatively to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield (B_{MSY} , black line), the biomass that would produce the Sustainable Yield (SY_{cur} , green line), and the $B_{0.1}$ (blue line)

The results obtained for both runs are presented in the Figure 6. The two scenarios assayed provided different statuses for the *Scomber colias* Canary stock in 2020. This will be discussed in section 5.

Trachurus spp.

Input data

Data on length-frequency distribution of the landings of *Trachurus* spp Canary stock are available for the years 2013-2020 (Fig. 7, left).

Information of landings (t), effort (days directed to the species) and LPUE (t/day) are also available for *Trachurus* sp Canary stock. Landings time-series extended back to 2007 (see section 2), whereas effort is only available from 2013 (Fig. 7, right).

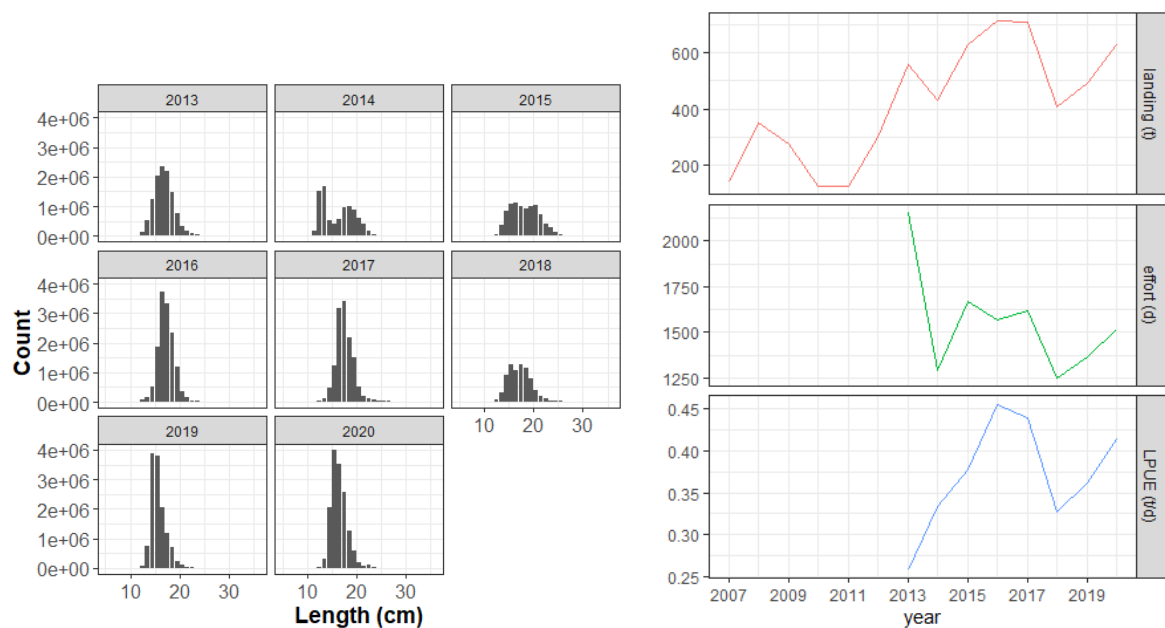


Figure 7. Input data for the *Trachurus* spp Canary stock. Left: Annual length-frequency distributions of the landings 2013-2020. Right: Annual fishery data 2007-2020.

LBI

Based on the bulk of the *Trachurus* spp catches corresponds to *Trachurus picturatus*, we used the values of the life-history parameters of this species derived from a literature review:

- $M=0.4 \text{ years}^{-1}$ and $k=0.214 \text{ years}^{-1}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2018). Therefore, $M/k=1.87$.
- $L_{\text{inf}}=34.9 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2018)
- $L_{\text{mat-50}}=22.5 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2013)
- length-weight relationship parameters $a=0.004$ and $b=3.24$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2016)

The LBI method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

Table 7. Traffic-light indicators for *Trachurus* spp Canary stock.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2013	0.64	0.69	0.62	0.00	0.80	0.91
2014	0.56	0.60	0.66	0.01	0.77	0.96
2015	0.64	0.69	0.70	0.03	0.86	0.98
2016	0.73	0.73	0.60	0.00	0.83	0.87
2017	0.73	0.73	0.65	0.01	0.84	0.89
2018	0.64	0.69	0.67	0.01	0.82	0.93
2019	0.64	0.64	0.57	0.00	0.74	0.85
2020	0.64	0.69	0.60	0.00	0.77	0.88

From Table 7 it is observed that L_c was below L_{mat} suggesting fishing activity is operating on sizes below the length of maturity. Indication of depletion of large animals is observed as L_{max} was far to L_{inf} and the proportion of mega-spawners is low. Calculated length-based indicators and reference points for *Trachurus* spp suggested that the level of exploitation on the stock (expressed by mean length in the catch, L_{mean}) was below potential FMSY targets of L_{opt} or $L_F=M$. L_{mean} is far from L_{opt} , then the fishery is operating with a target length that is not sustainable and therefore far from MSY.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and $L_{\text{mat-50}}$ (around the reference values) was carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of optimal yield and MSY. Overestimation of $L_{\text{mat-50}}$ led to a decrease in the values of the indicators related to the conservation of immature.

LB-SPR

Based on the bulk of the *Trachurus* spp catches corresponds to *Trachurus picturatus*, we used the following values of the life-history parameters of this species derived from a literature review:

- $M=0.4 \text{ years}^{-1}$ and $k=0.24 \text{ years}^{-1}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2018). Therefore, $M/k=1.87$.
- $L_{\text{inf}}=34.9 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2018)
- $L_{\text{mat-50}}=22.5 \text{ cm}$ (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2013)

- $L_{\text{mat-95}}=28$ cm (derived from logistic model in Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2013)

The LBSPR model adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

The evolution of F/M and SPR is presented in Figure 8, indicating heavy exploitation during the years. SPR of *Trachurus* spp in the Canary Islands resulted below the SPR range of 30-40% for the entire time series.

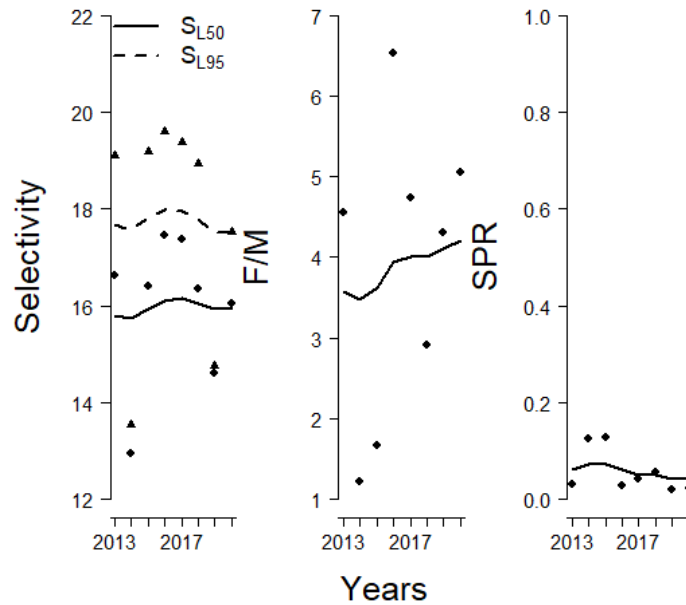


Figure 8. LB-SPR outputs for *Trachurus* spp Canary stock. Estimates of: (left) selectivity; (centre) F/M, and (right) SPR.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and $L_{\text{mat-50}}$, $L_{\text{mat-95}}$ (around reference values) is carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. In addition, an alternative model with $L_{\text{mat-95}}=32$ cm derived from the Gompertz model (Jurado-Ruzafa and Santamaría, 2013) was also run. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of SPR. On the other hand, the parameters M/k , $L_{\text{mat-50}}$ and $L_{\text{mat-95}}$ have also an effect on the results but softer.

LCA/YR

Input data

Length composition of the total landings was averaged for the period 2016-2020, comprising fishes from 10 to 32 cm of total length. The growth parameters used were estimated by Jurado-Ruzafa and Santamaría (2018) for the Canary *Trachurus picturatus*: $L_{\text{inf}}= 34.9$ cm and $k= 0.214$ years⁻¹. The value of $M=0.32$ years⁻¹ (calculated using the Jensen method (1996)) was adjusted to 0.35 years⁻¹.

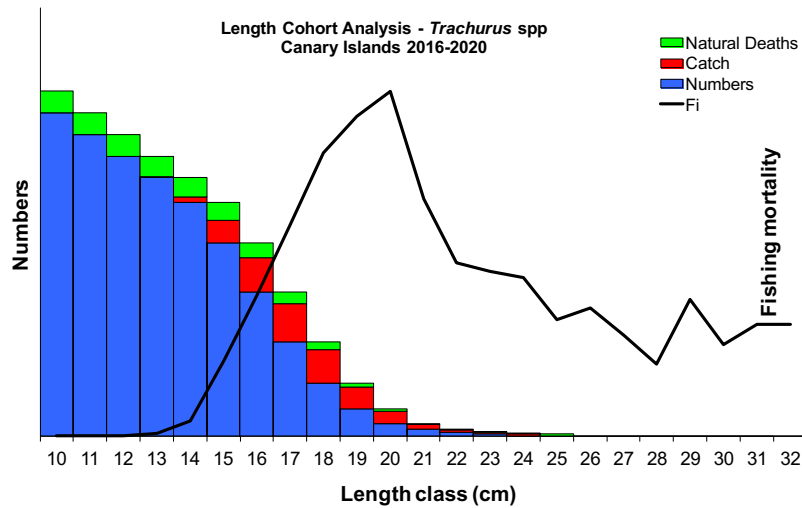


Figure 9. LCA outputs for *Trachurus* spp Canary stock.

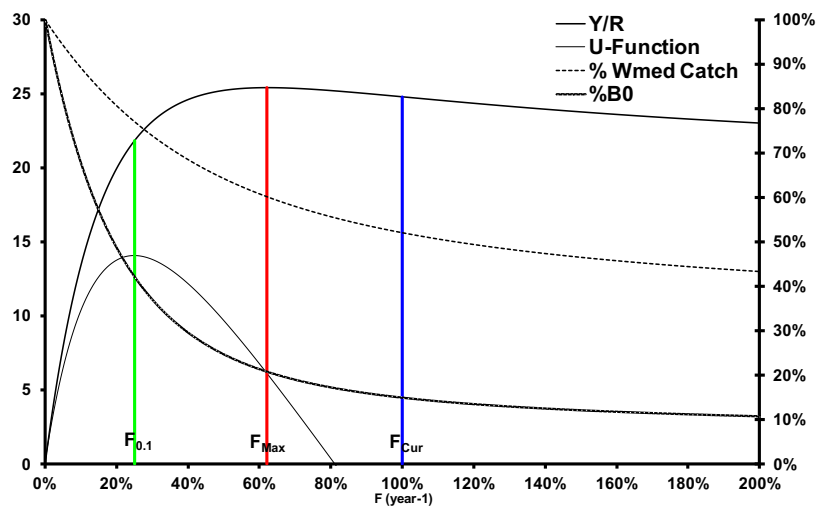


Figure 10. YR outputs for *Trachurus* spp Canary stock. F_{cur} is the current level of fishing mortality (F); $F_{0.1}$ corresponds to the level of fishing mortality (F) at which rate of increase of Y/R would be 10% of the initial rate; F_{MAX} would be the F level producing the maximum Y/R. Each line intercepts the Y/R curve, indicating the estimated Y/R at the corresponding F level.

The YR estimates using the selectivity obtained from the LCA (Fig. 9) show that the current fishing mortality (F_{cur}) exceeds the F_{max} (Fig. 10).

CMSY

The annual landings of *Trachurus* spp Canary stock over the period 2013-2020 were used to apply CMSY, with the different combination of priors shown in Table 2.

The results are presented in Figure 11 showing that the depletion prior ranges at the start of the time series had a great influence on the estimated B/BMSY and F/FMSY status. The CMSY assessment is dependent on good biomass prior ranges and is also sensitive to small changes in their value, as seen in Bouch *et al.* (2021).

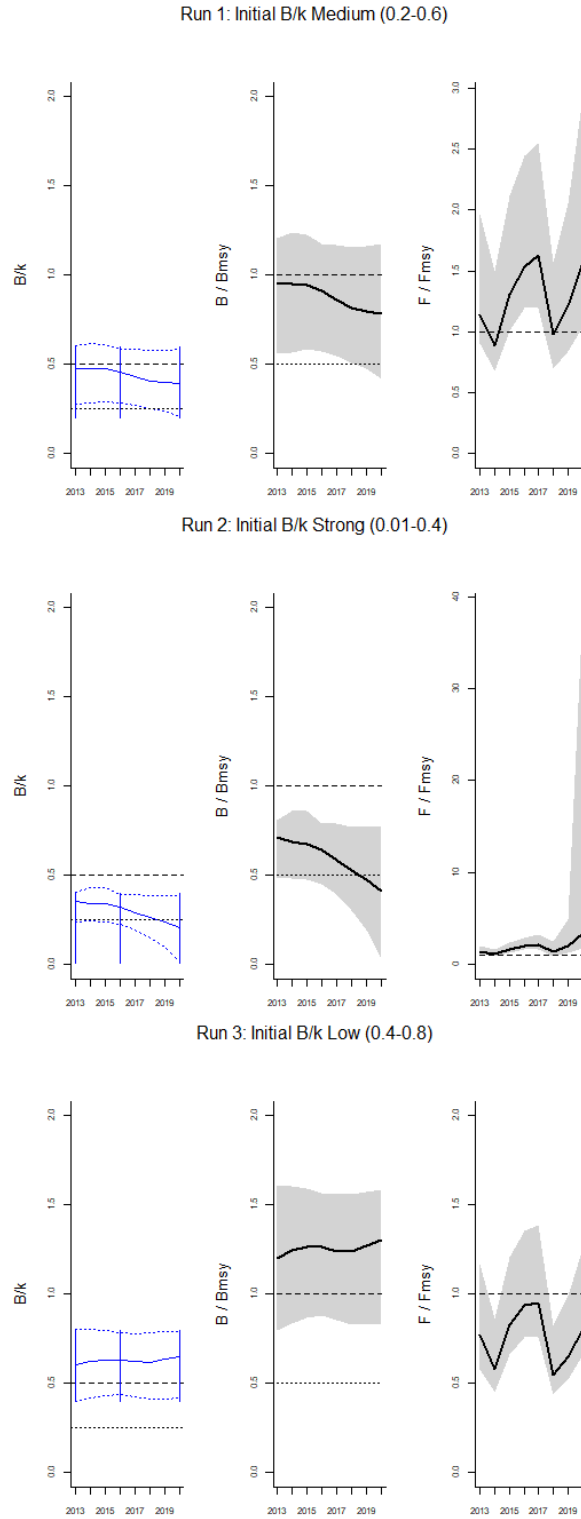


Figure 11. CMSY outputs for *Trachurus* spp Canary stock for Run 1, Run 2 and Run 3. The left panel shows the median of the biomass trajectories (blue line). Blue dotted lines indicate the 2.5th and 97.5th percentiles. Vertical blue lines indicate the prior biomass ranges. The central and left panels show the development of predicted relative biomass (B/B_{msy}) and exploitation rate (F/F_{msy}) with the grey area indicating uncertainty.

For *Trachurus* spp, SPiCT was fitted using landings (t) and effort (fishing days) time series 2013-2020 as input data. The runs configurations followed the description in Table 3. For each Run the checklist for the acceptance of the SPiCT was performed:

- *Model convergence.* Run1-2, Run 5, Run 10 and Run 12 failed to converge.
- *No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).*
- *All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.* In all cases the variance equal to true was achieved.
- *Consistent patterns in the retrospective analysis.* No model showed consistence in the retrospective trends.
- *Realistic production curve.* In many cases the production curve was not realistic.
- *Check whether the same parameter estimates are obtained if using different initial values.* For each run 20 different trials were fitted but in many cases with different initial values models did not converge.
- *High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions.* Confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} should not span more than 1 order of magnitude. In all cases the confidence intervals of both estimations spanned more than 1 order of magnitude.

Biodyn

For *Trachurus* spp, Biodyn was fitted using landings (t) and CPUE (t/fishing days) time series 2013-2020 as input data. Two pairs of r (intrinsic rate of increase) and K (the carrying capacity or virgin biomass) were tested, as well as the depletion prior B_i/K (Table 8).

Table 8. Details of the scenarios tested with Biodyn for *Trachurus* spp Canary stock. Resilience value obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021), carrying capacity based on the CMSY results and depletion at the beginning if the time series set at medium values.

Run	Time series Landings (t) and LPUE (t/day)	r	K (t)	B_i/K
1	2013-2020	0.49	3700	50%
2	2013-2020	0.75	5000	60%

The results obtained for both runs are presented in the Figure 12. Although they are not completely contradictory, the sensitivity of the model to the initial values used is noticeable. This will be discussed in section 5.

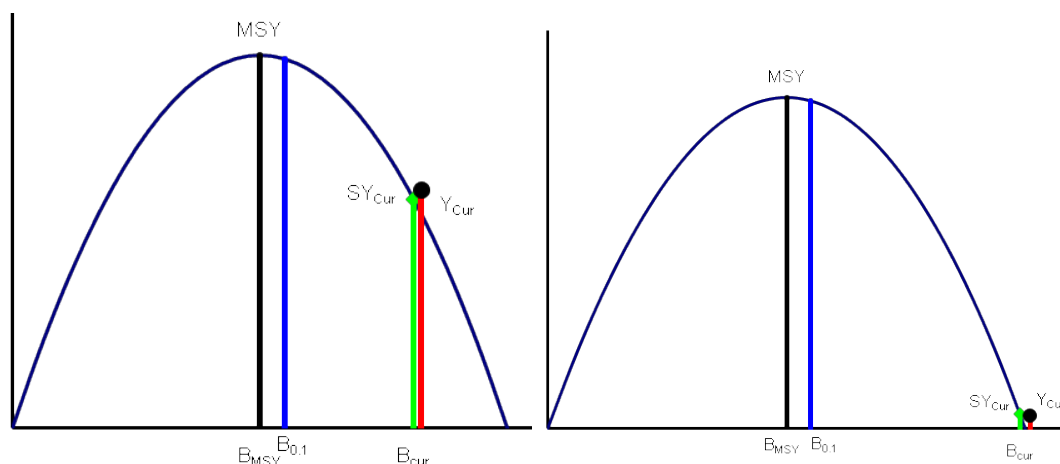


Figure 12. Production curves for year 2020 as estimated by Biodyn for *Trachurus* spp Canary stock for Run 1 (left) and Run 2 (right). Reference points represented correspond to the estimated stock Biomass for the terminal year (B_{cur}) and the corresponding yield (Y_{cur} red line) are presented relatively to the

Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield (B_{MSY} , black line), the biomass that would produce the Sustainable Yield (SY_{cur} , green line), and the $B_{0.1}$ (blue line)

Sardinella spp.

Input data

Data on length-frequency distribution of the landings of *Sardinella spp* Canary stock are available for the years 2013-2020 (Fig. 13, left).

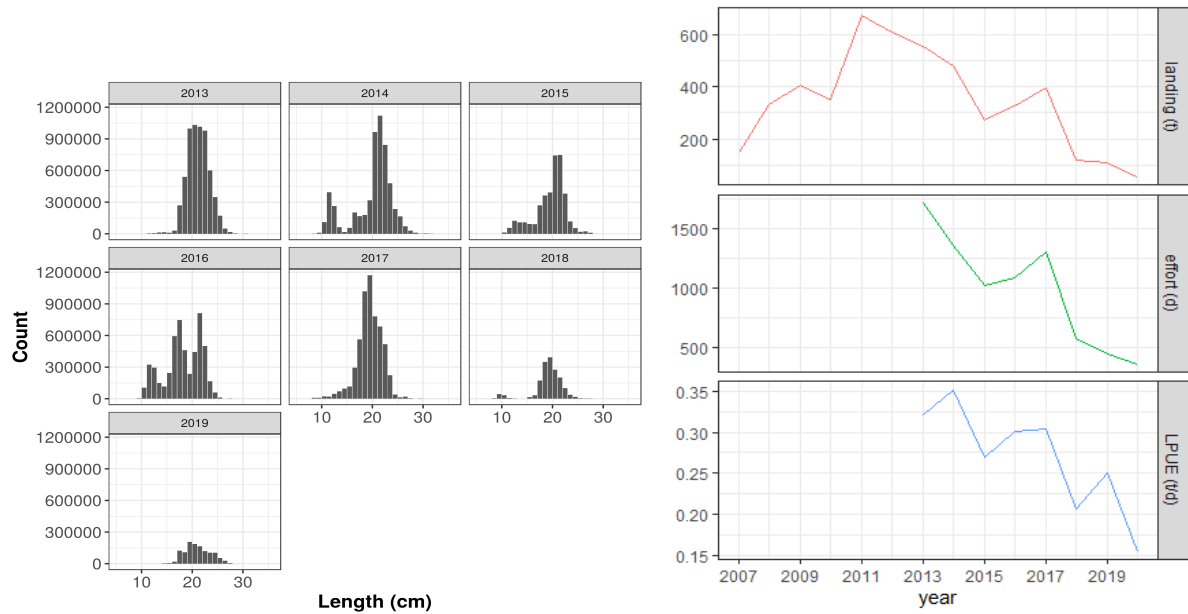


Figure 13. Input data for the *Sardinella spp* Canary stock. Left: Annual length-frequency distributions of the landings 2013-2019 (length samplings were not possible for the species during 2020). Right: Annual fishery data 2007-2020.

Information of landings (t), effort (days directed to the species) and LPUE (t/day) are also available for *Sardinella spp* Canary stock. Landings time-series extended back to 2007 (see section 2), whereas effort is only available from 2013 (Fig. 13, right).

LBI

Input data

Based on the *Sardinella spp* catches mainly corresponds to *Sardinella aurita*, we used the following values of the life-history parameters of this species from areas as close as possible, derived from a literature review:

- Assumed $M/k=1.5$
- $L_{inf}= 34.7$ cm (Baali *et al.*, 2021)
- $L_{mat-50}= 18$ cm (IEO-CECAF own data, time period 2013-2019)
- length-weight relationship parameters $a=0.008$ and $b=3.017$ (IEO-CECAF own data, time period 2013-2019)

The LBI method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

From Table 9 it is observed that in most of the years L_c was above L_{mat} indicating opportunity to spawn prior to entry to the fishery. Indication of depletion of large animals is observed as L_{max} was far to L_{inf}

and the proportion of mega-spawners is low. Calculated length-based indicators and reference points for sardinella suggested that the level of exploitation on the stock (expressed by mean length in the catch, L_{mean}) was around of L_{opt} indicating fishery operating with a target length close to length of optimum yield. However, L_{mean} is below $L_{F=M}$ pointing that target length may not be sustainable and therefore far from MSY.

Table 9. Traffic-light indicators for *Sardinella* spp Canary stock.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2013	1.03	1.08	0.74	0.04	0.93	0.95
2014	1.14	1.03	0.75	0.05	0.96	0.92
2015	1.08	1.03	0.71	0.01	0.92	0.91
2016	0.92	0.92	0.69	0.00	0.85	0.94
2017	1.03	1.03	0.69	0.01	0.88	0.90
2018	1.03	1.03	0.69	0.01	0.87	0.90
2019	0.97	1.08	0.75	0.07	0.92	0.97

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and $L_{\text{mat-50}}$ (around the reference values) was carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of optimal yield and MSY. Overestimation of $L_{\text{mat-50}}$ led to a decrease in the values of the indicators related to the conservation of immature.

LB-SPR

Input data

Based on the *Sardinella* spp catches mainly corresponds to *Sardinella aurita*, we used the following values of the life-history parameters of this species from areas as close as possible, derived from a literature review:

- Assumed $M/k=1.5$
- $L_{\text{inf}}= 34.7$ cm (Baali *et al.*, 2021)
- $L_{\text{mat-50}}= 18$ cm (IEO-CECAF own data, time period 2013-2019)
- $L_{\text{mat-95}}= 25$ cm (IEO-CECAF own data, time period 2013-2019)

The LB-SPR method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

The evolution of F/M and SPR is presented in F/M and SPR are given in Figure 14 indicating heavy exploitation during the earlier years. SPR of *Sardinella* spp Canary stock has been below the SPR range of 30-40% for the entire time series.

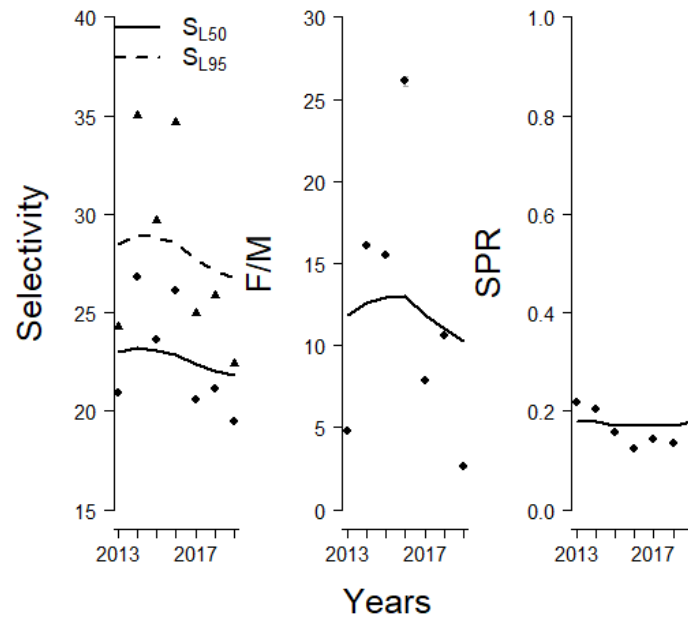


Figure 14. LB-SPR outputs for *Sardinella* spp Canary stock. Estimates of: (left) selectivity; (centre) F/M, and (right) SPR.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and L_{mat-50} , L_{mat-95} (around reference values) is carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of SPR. On the other hand, the parameters M/k , L_{mat-50} and L_{mat-95} have also an effect on the results but softer.

LCA/YR

Input data

As length data were not reported during 2020, length composition of the total landings was averaged for the period 2015-2019, comprising fishes from 9 to 30 cm of total length. The growth parameters used were the estimations by Baali *et al.* (2021) off South Morocco for *Sardinella aurita*: L_{inf} = 34.74 cm and k = 0.42 years⁻¹. A value of M = 0.63 years⁻¹ (calculated using the Jensen method (1996)) was used.

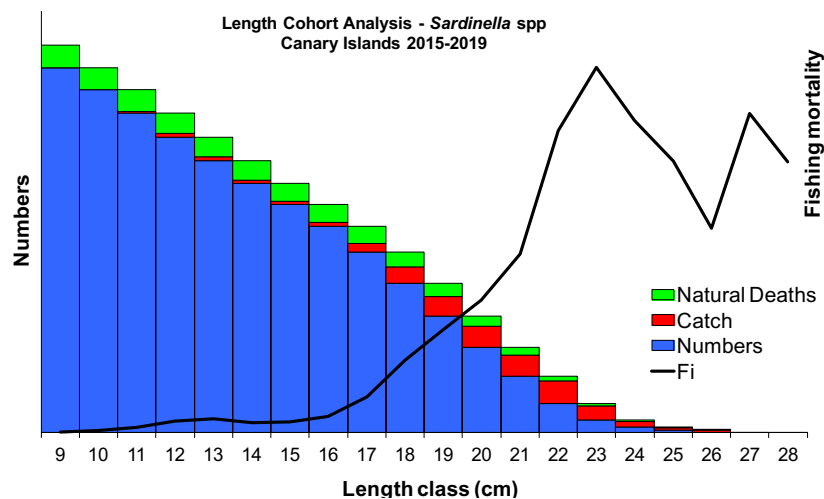


Figure15. LCA output for *Sardinella* spp Canary stock.

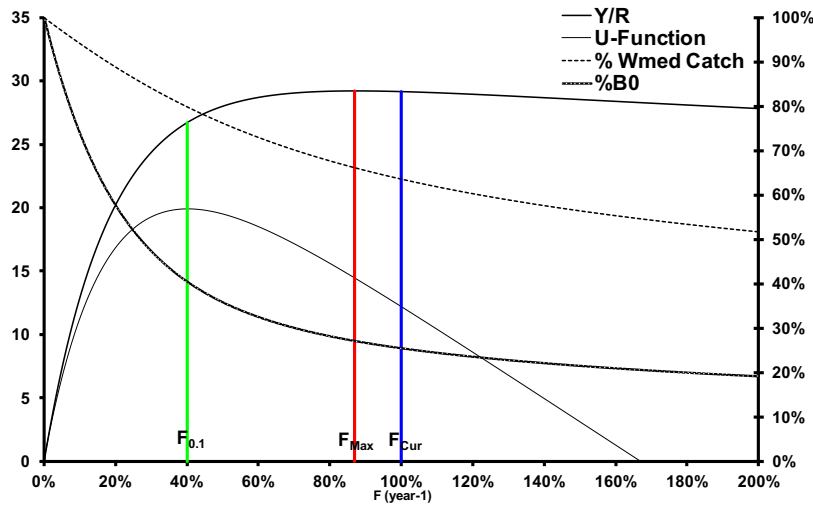


Figure 16. YR outputs for *Sardinella* spp Canary stock. F_{cur} is the current level of fishing mortality (F); $F_{0.1}$ corresponds to the level of fishing mortality (F) at which rate of increase of Y/R would be 10% of the initial rate; F_{MAX} would be the F level producing the maximum Y/R. Each line intercepts the Y/R curve, indicating the estimated Y/R at the corresponding F level.

The YR estimates using the selectivity obtained from the LCA (Fig. 15) show that the current fishing mortality (F_{cur}) exceeds the F_{max} (Fig. 16).

CMSY

Input data

The annual landings of *Sardinella* spp Canary stock over the period 2013-2020 were used to apply CMSY, with the different combination of priors shown in Table 2.

Based on the results shown in Figure 17, it appears that regardless prior assumption of starting depletion range the estimated biomass trajectory is descendent and stock status in the terminal year is well below B_{msy} .

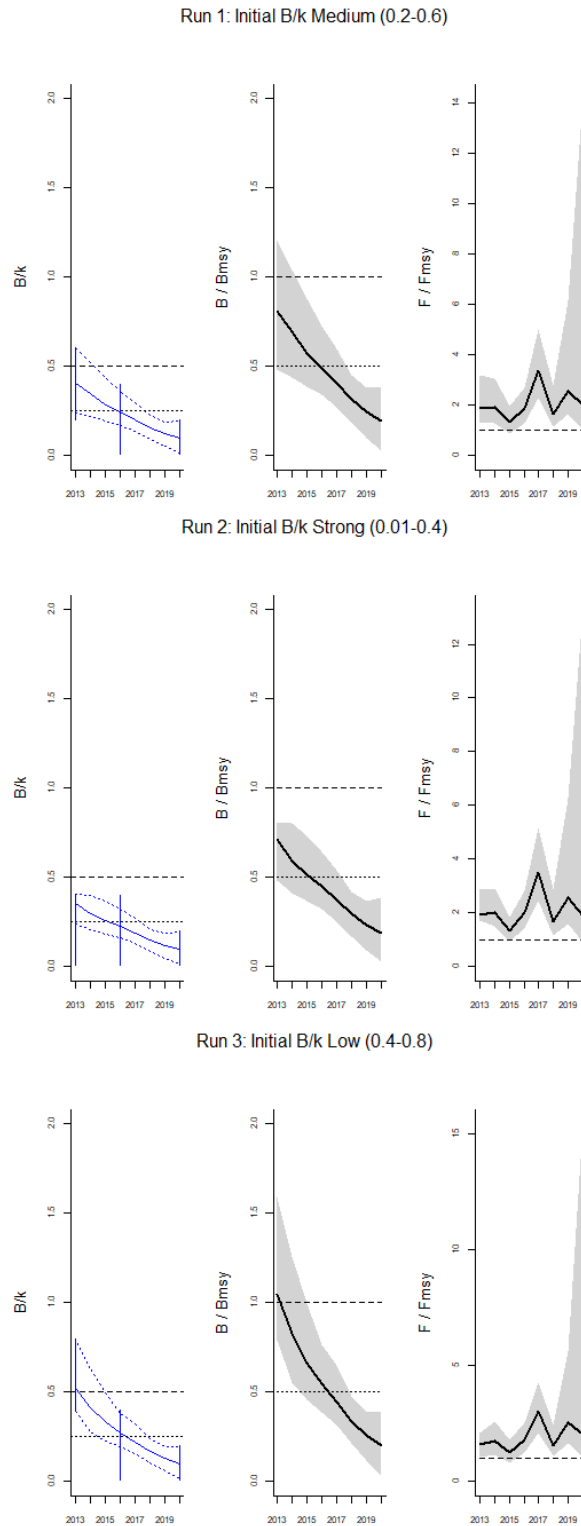


Figure 17. CMSY outputs for *Sardinella* spp Canary stock for Run 1, Run 2 and Run 3. The left panel shows the median of the biomass trajectories (blue line). Blue dotted lines indicate the 2.5th and 97.5th percentiles. Vertical blue lines indicate the prior biomass ranges. The central and left panels show the development of predicted relative biomass (B/B_{msy}) and exploitation rate (F/F_{msy}) with the grey area indicating uncertainty.

For *Sardinella* spp SPiCT was fitted using landings (t) and effort (fishing days) time series 2013-2020 as input data. The runs configurations followed the description in Table 3. For each Run the checklist for the acceptance of the SPiCT was performed:

- *Model convergence.* Run 2 and Run 11 failed to converge.
- *No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).*
- *All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.* In all cases the variance equal to true was achieved.
- *Consistent patterns in the retrospective analysis.* No model showed consistence in the retrospective trends.
- *Realistic production curve.* In many cases the production curve was not realistic.
- *Check whether the same parameter estimates are obtained if using different initial values.* For each run 20 different trials were fitted but in many cases with different initial values models did not converge.
- *High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions.* Confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} should not span more than 1 order of magnitude. In all cases the confidence intervals of both estimations spanned more than 1 order of magnitude.

Biodyn

For *Sardinella* spp, Biodyn was fitted using landings (t) and CPUE (t/fishing days) time series 2013-2020 as input data. Two pairs of r (intrinsic rate of increase) and K (the carrying capacity or virgin biomass) were tested, as well as the depletion prior B_i/K (Table 11).

Table 11. Details of the scenarios tested with Biodyn for *Sardinella* spp Canary stock. Resilience value obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021), carrying capacity based on the CMSY results and depletion at the beginning if the time series set at medium values.

Run	Time series landings (t) and LPUE (t/day)	r	K (t)	B_i/K
1	2013-2020	0.74	1900	50%
2	2013-2020	2.60	8000	50%

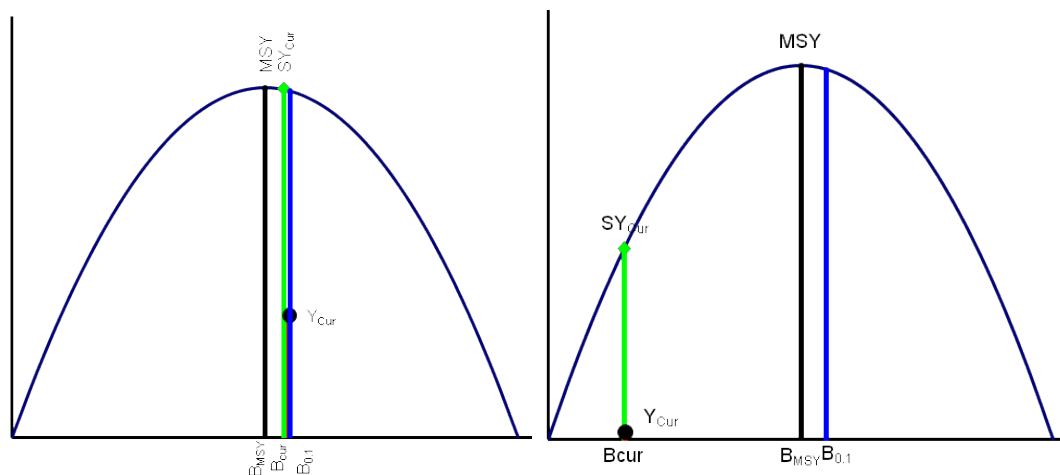


Figure 18. Production curves for year 2020 as estimated by Biodyn for *Sardinella* spp Canary stock for Run 1 (left) and Run 2 (right). Reference points represented correspond to the estimated stock Biomass for the last year of data (B_{cur} and the corresponding yield (Y_{cur} red line)) are presented relatively to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield (B_{MSY} , black line), the biomass that would produce the Sustainable Yield (SY_{cur} , green line), and the $B_{0.1}$ (blue line).

The results obtained for both runs are presented in the Figure 18. The two scenarios assayed provide different situations for the *Sardinella* spp Canary stock in 2020, highlighting the sensitivity of the model to the initial values used.

Sardina pilchardus

Input data

Data on length-frequency distribution of the landings of *Sardina pilchardus* Canary stock are available for the years 2013-2020, with only one sampling achieved in 2020 (Fig. 19, left).

Information of landings (t), effort (days directed to the species) and LPUE (t/day) are also available for *Sardina pilchardus* Canary stock. Landings time-series extended back to 2007 (see section 2), whereas effort is only available from 2013 (Fig. 19, right).

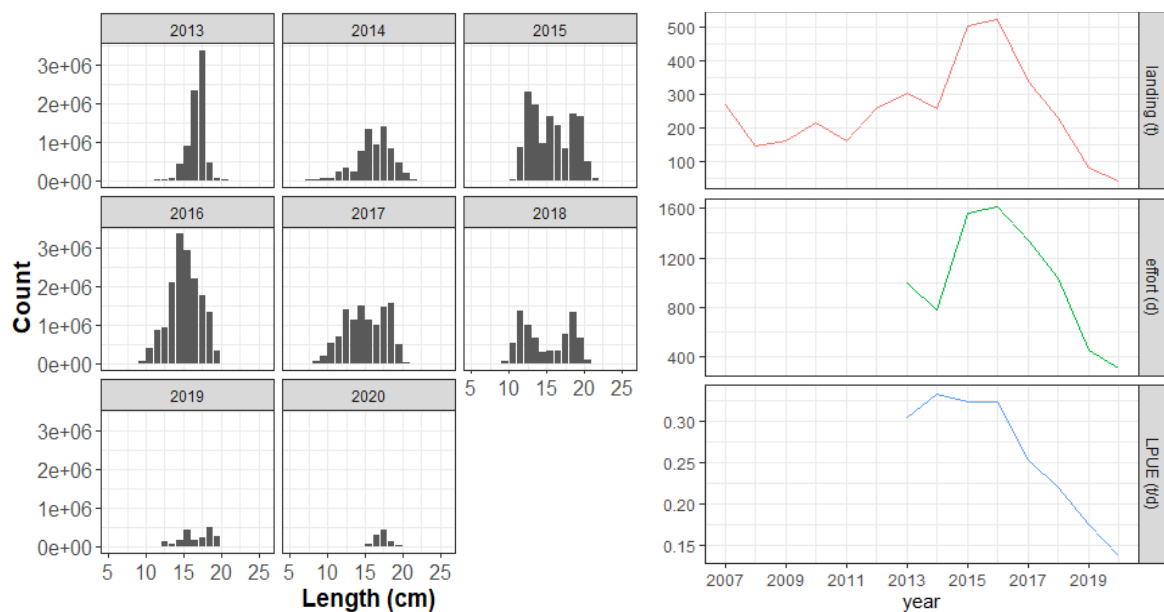


Figure 19. Input data for the *Sardina pilchardus* Canary stock. Left: Annual length-frequency distributions of the landings 2013-2020. Right: Annual fishery data 2007-2020.

LBI

Reference model

The values of the life-history parameters of *Sardina pilchardus* derived from a literature review (for Canary waters or close areas) are the following:

- Assumed $M/k=1.5$
- $L_{inf}= 22$ cm (Mounir *et al.*, 2020)
- $L_{mat-50}= 15$ cm (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)
- length-weight relationship parameters $a=0.009$ and $b=2.96$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2016)

The LBI method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

Length frequencies were not representative for 2019 and 2020 (Fig. 19, left) due to their low numbers. Hence, those years were omitted for this analysis, and a shorter time-series (2013-2018) was considered.

Table 12. Traffic-light indicators for *Sardina pilchardus* Canary stock.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{mat}$	$L_{max\ 5} / L_{inf}$	P_{mega}	L_{mean} / L_{opt}	$L_{mean} / L_F = M$
2013	1.10	1.10	0.85	0.82	1.17	0.96
2014	0.97	1.03	0.92	0.56	1.15	1.03
2015	0.83	0.90	0.92	0.44	1.09	1.07
2016	0.90	0.90	0.86	0.35	1.07	1.01
2017	0.83	0.83	0.88	0.41	1.08	1.06
2018	0.77	0.77	0.90	0.43	1.05	1.09

From Table 12 it is observed that in most of the years L_c was below L_{mat} indicating no opportunity to spawn prior to entry to the fishery. Large individuals in the stock seem to be in adequate proportion. Calculated length-based indicators and reference points suggested that the level of exploitation on this sardine stock (expressed by mean length in the catch, L_{mean}) was around of L_{opt} and $L_{F=M}$ which may indicate fishery operating with a target length close to length of optimum yield and MSY.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/k and L_{mat-50} (around the reference values) was carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of optimal yield and MSY. Overestimation of L_{mat-50} led to a decrease in the values of the indicators related to the conservation of immature.

LB-SPR

Input data

In this analysis, we used the following values of the life-history parameters of *Sardina pilchardus* derived from a literature review for the Canary Islands or close areas:

- Assumed $M/k=1.5$
- $L_{inf}= 22$ cm (Mounir *et al.*, 2020)
- $L_{mat-50}= 15$ cm (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)
- $L_{mat-95}= 18$ cm (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)

The LB-SPR method adjusted using the above values is termed ‘reference model’.

The evolution of F/M and SPR is presented in Figure 20 indicating a trend to lighter exploitation over the time series. SPR of sardine are over 50% the entire time series, even reaching values in 2015 and 2018 related to virgin stock which is considered to be unrealistic.

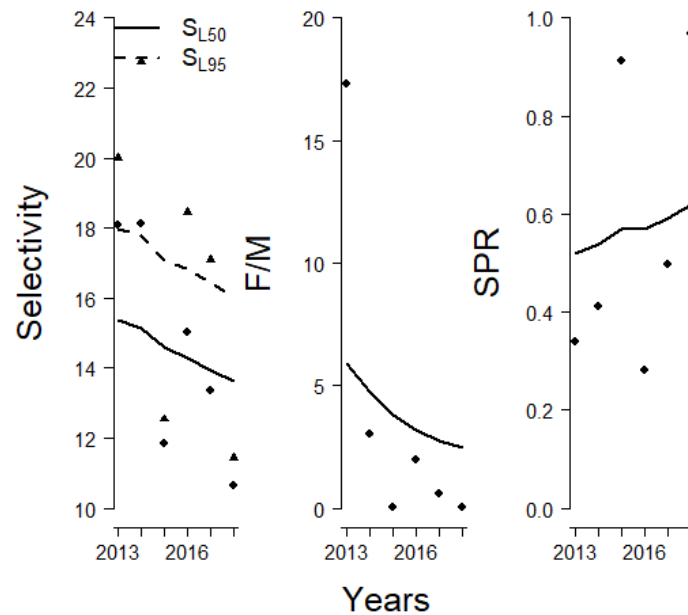


Figure 20. LB-SPR outputs for *Sardina pilchardus* Canary stock. Estimates of: (left) selectivity; (centre) F/M, and (right) SPR.

Sensitivity analysis

A sensitivity analysis of the parameters L_{inf} , M/K and L_{mat-50} , L_{mat-95} (around reference values) is carried out overestimating and underestimating them a 5 and 10 percentages. For shortness of the document, results are summarized and not shown here. Underestimation of L_{inf} led to a slightly better perception of the stock in terms of SPR. On the other hand, the parameters M/k , L_{mat-50} and L_{mat-95} have also an effect on the results but softer.

LCA/YR

Input data

As length data were not representative of the landings composition during 2020, length composition of the total landings was averaged for the period 2015-2019, comprising fishes from 9 to 22 cm of total length. The growth parameters used were the estimations by Mounir *et al.* (2020) off Morocco: $L_{inf}=23$ cm and $k=0.311$ years⁻¹. The value of $M=0.47$ years⁻¹ (calculated using the Jensen method (1996)) was adjusted to 0.40 years⁻¹.

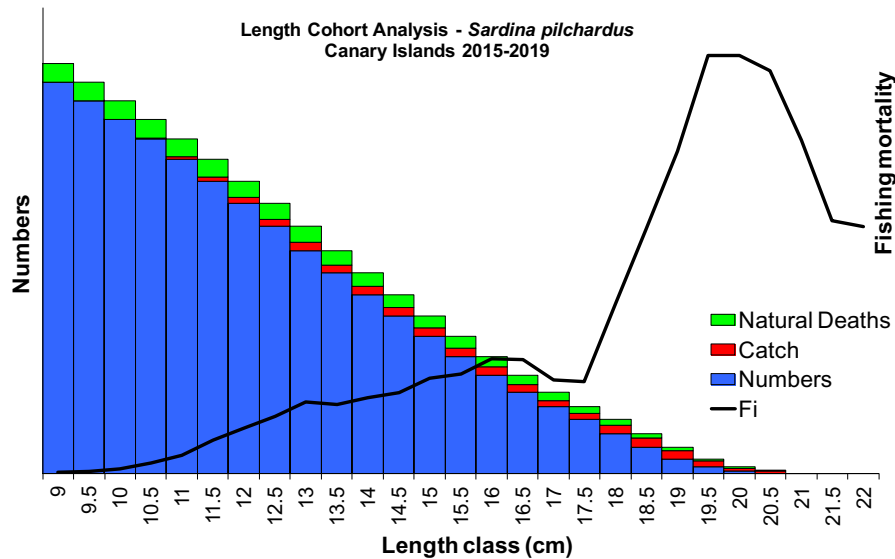


Figure 21. LCA output for *Sardina pilchardus* Canary stock.

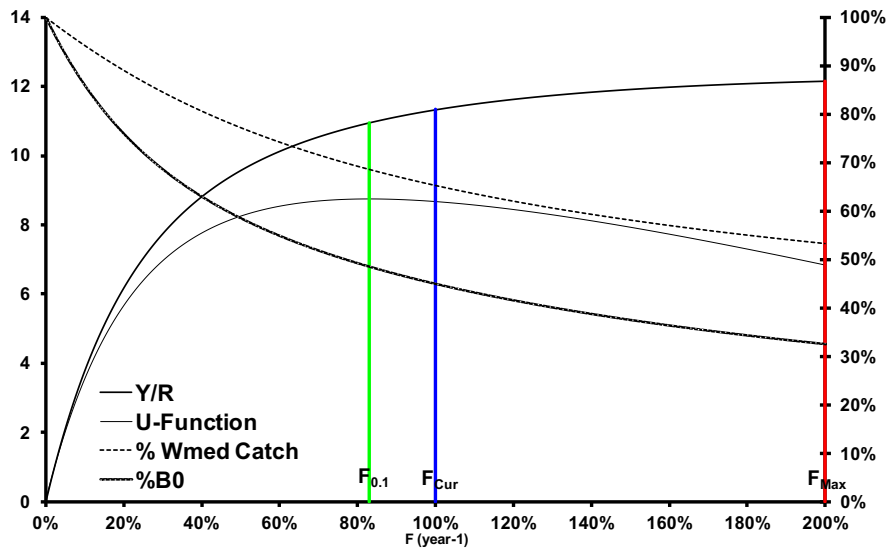


Figure 22. YR outputs for *Sardina pilchardus* Canary stock. F_{cur} is the current level of fishing mortality (F); $F_{0.1}$ corresponds to the level of fishing mortality (F) at which rate of increase of Y/R would be 10% of the initial rate; F_{max} would be the F level producing the maximum Y/R. Each line intercepts the Y/R curve, indicating the estimated Y/R at the corresponding F level.

The YR estimates using the selectivity obtained from the LCA (Fig. 21) show an F_{max} value not reliable (Fig. 22).

CMSY

Input data

The annual landings of *Sardina pilchardus* Canary stock over the period 2013-2020 were used to apply CMSY, with the different combination of priors shown in Table 2.

Based on the results presented in the Figure 23, it appears that regardless prior assumption of starting depletion range, the estimated biomass trajectory is descendent and stock status in the terminal year is well below Bmsy.

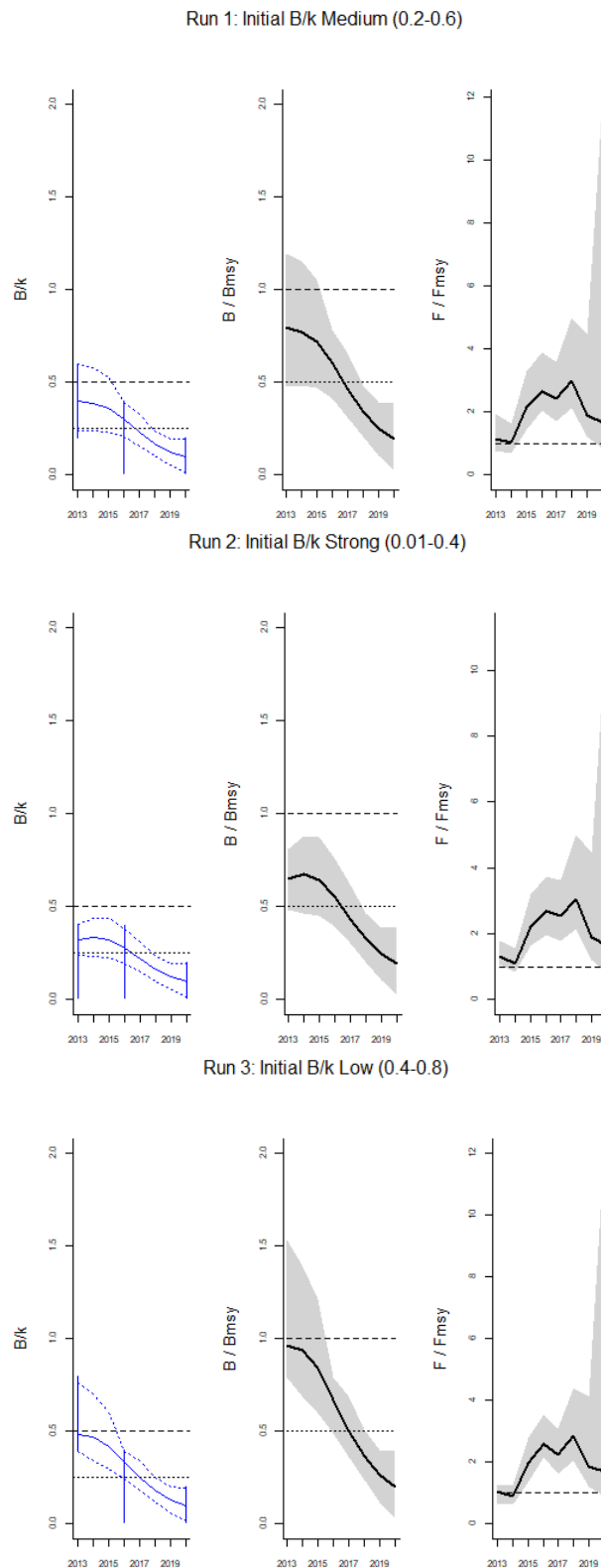


Figure 23. CMSY outputs for *Sardina pilchardus* Canary stock for Run 1, Run 2 and Run 3. The left panel shows the median of the biomass trajectories (blue line). Blue dotted lines indicate the 2.5th and 97.5th percentiles. Vertical blue lines indicate the prior biomass ranges. The central and left panels show the development of predicted relative biomass (B/B_{msy}) and exploitation rate (F/F_{msy}) with the grey area indicating uncertainty.

For *Sardina pilchardus* SPiCT was fitted using landings (t) and fishing effort (days) time series 2013-2020 as input data. The runs configurations followed the description in Table 3. For each Run the checklist for the acceptance of the SPiCT was performed:

- *Model convergence.* Run 9 failed to converge.
- *No violation of model assumptions based on one-step-ahead residuals (bias, autocorrelation, normality).*
- *All variance parameters of the model parameters are finite should be TRUE.* In all cases the variance equal to true was achieved.
- *Consistent patterns in the retrospective analysis.* No model showed consistence in the retrospective trends.
- *Realistic production curve.* In many cases the production curve was not realistic.
- *Check whether the same parameter estimates are obtained if using different initial values.* For each run 20 different trials were fitted but in many cases with different initial values models did not converge.
- *High assessment uncertainty can indicate a lack of contrast in the input data or violation of the ecological model assumptions. Confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} should not span more than 1 order of magnitude.* In all cases the confidence intervals of both estimations spanned more than 1 order of magnitude.

Biodyn

For *Sardina pilchardus*, Biodyn was fitted using landings (t) and CPUE (t/fishing days) time series 2013-2020 as input data. Two pairs of r (intrinsic rate of increase) and K (the carrying capacity or virgin biomass) were tested, as well as the depletion prior B_i/K (Table 13).

Table 13. Details of the scenarios tested with Biodyn for *Sardina pilchardus* Canary stock. Resilience value obtained from FishBase (Froese and Pauly, 2021), carrying capacity based on the CMSY results and depletion at the beginning if the time series set at medium values.

Run	Time series landings (t) and LPUE (t/d)	r	K (t)	B_i/K
1	2013-2020	0.60	2000	50%
2	2013-2020	3.60	8000	50%

The results obtained for both runs are presented in the Figure 24. Although they are not completely contradictory, the sensitivity of the model to the prior values used is noticeable. This will be discussed in section 5.

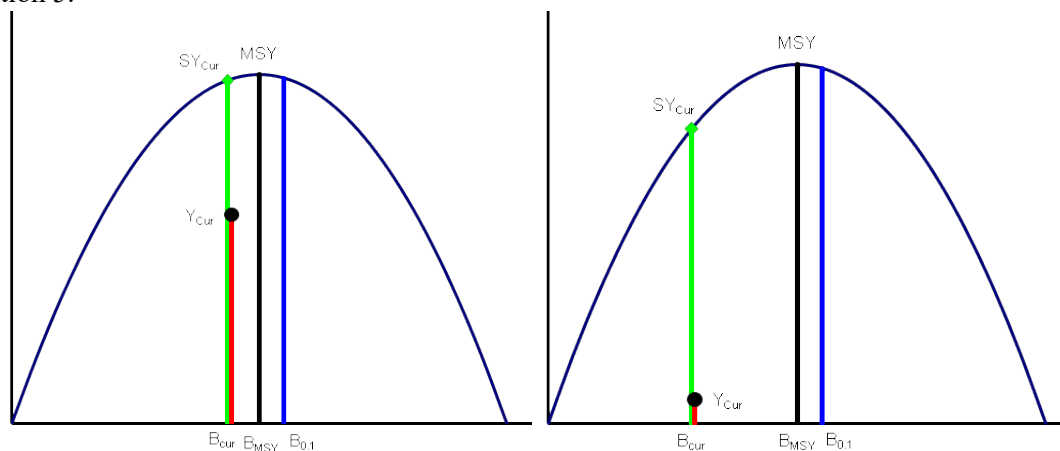


Figure 24. Production curves for year 2020 as estimated by Biodyn for *Sardina pilchardus* Canary stock for Run 1 (left) and Run 2 (right). Reference points represented correspond to the estimated stock Biomass for the last year of data (B_{cur}) and the corresponding yield (Y_{cur} , red line)) are presented

relatively to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield (B_{MSY} , black line), the biomass that would produce the Sustainable Yield (SY_{cur} , green line), and the $B_{0.1}$ (blue line).

DISCUSSION

The **length-based approaches** tested in this analysis provide a very simple methodology with low data requirements which may provide an indication of stock status under equilibrium and steady state assumptions. In particular, they rely on the selection of parameter values used for L_{mat} , growth and natural mortality as they affect the absolute percentages of the indicators, although not their trends. Several of the reference points calculated were empirical and based on the von Bertalanffy growth parameter L_{inf} . Clearly, it is important that representative growth parameters are used in these approaches. However, it should also be noted that growth parameters are far more difficult to obtain and may be uncertain for some of these stocks, whose growth parameters have been assumed to be similar to those from other stocks/areas. With regards to estimation and use of L_c as a fishery metric, the length distribution must represent catch (rather than landings only) if discards occur, which seems to be the case. Inclusion of discards may make difference to the overall status estimation. Furthermore, they are equilibrium-based methods, i.e. constant F and no recruitment variability. The assumption of constant (or modest, random variability in) recruitment causes some difficulties in practice. Strong year classes reduce the mean length, suggesting in the case of LBI high mortality when the situation is actually good (strong recruitment) and vice versa. The annual length frequency distributions were examined for all stocks and no evidence of a strong year class entering the fishery and consequently modes migrating from left to right over time were found. However, fishery-independent data would be required to further explore the equilibrium assumption. In addition, the method is strongly sensitive to the selectivity pattern assumed and to the representativeness of the length data. Commercial selectivity is assumed to follow a logistic curve; however, this requires knowledge of the shape of the selectivity curve, which is not available for these stocks. Validity of assumptions needs further examination. An approach could be to test the main assumptions (robustness to recruitment variability and dome selection), examine sensitivity to errors in model inputs, and simulate models based on diverse range of life histories (M/k).

The **CMSY** is dependent on good biomass prior ranges and is also sensitive to changes in their value. The analyses presented here highlight one of the weaknesses of the CMSY approach described in several reviews on assessment methods for limited data stocks (Geromont and Butterworth, 2015; Bouch *et al.*, 2021): the reliability of the results obtained, in particular concerning the state of the stock in recent years depends directly on the plausibility of the information provided a priori on depletion rates. As found by Bouch *et al.* (2021), CMSY requires biomass priors that act as strict bounds for the B/B_{MSY} status estimates, and the default rules quite often failed to correctly provide those bounds. Using expert knowledge to refine the biomass priors is recommended by Froese *et al.* (2017). There are significant issues in using expert knowledge to set the biomass depletion priors and the amount of confidence placed in them as what is observed are removals. Stock assessment is used to determine the depletion level of the stock, not rely on it being known beforehand. The estimated stock trajectories are somehow imposed by the user, by the choice of the priorities used on the depletion rates.

The exploratory analysis carried out shows that the outcomes of the models were directly related to the range of values of the assumed initial depletion, and therefore does not represent a good criterion to judge the quality of the model. In the absence of a reliable assessment by the other model that can serve as a basis for the CMSY model, the relevance of the CMSY results is necessarily limited. These results should therefore be taken for illustrative purposes and should not be used to provide scientific advice.

Warning should be taken about reduced recruitment at low stock sizes. Productivity models such as used by CMSY assume average recruitment across all stock sizes, including stock sizes below half of B_{msy} , where fisheries textbooks predict an increased risk of reduced recruitment. In other words, if recruitment is indeed reduced, then CMSY will overestimate production of new biomass and will underestimate exploitation rates. Extra caution need to be applied when the assumption of average

recruitment is likely to be incorrect, e.g. at stock sizes below half B_{msy} or during periods known to be unfavourable for recruitment.

SPiCT is a generalization of previous surplus production models in the sense that stochastic noise is included in both observation and processes of both fishing and biomass. Estimating all model parameters is only possible if data contain sufficient information, which is not the case for these short time series along with its limited contrast.

It was difficult to fit the model to the data. Additional information was included in the fit via the shape of the production curve (parameter n), prior distributions for initial depletion and uncertainty in the longer catch time series for the model to be able to converge. Results did not provide an acceptable assessment of any stock status. Mostly of the models have high uncertainty, reflecting the fact that although the model converged, the parameters were not well defined, which affected also the estimated biomass, F and corresponding reference points. From these results it can be inferred that available data are not informative enough for the model clearly estimates parameters. It is not possible being confident in the diagnostics that can be made on stock status from the results of the SPiCT model.

Both **CMSY** and **SPiCT** models contain process-error, which means that a random deviation is allowed every year from the assumed deterministic production model (Schaefer or Pella-Tomlinson, respectively). One must be aware of the fact that, if the magnitude of the annual deviations associated with the process-error gets large, the surplus production model assumption (e.g. Schaefer) will become less meaningful, in the sense that the population dynamics may be driven more strongly by the large annual deviations than by the Schaefer model. A potential consequence of this is that MSY reference points may be derived based on the production model (e.g. Schaefer) which actually does not represent the population dynamics well.

Regarding the **Biodyn** model, as alerted by Barros (2012), is based on non-linear estimation procedures which suffer from a number of limitations, of which the most important is probably that the estimates obtained strongly depend on the initial values defined. Setting adequate initial values is essential for the success of the estimation procedure due to the model extreme sensitivity to the required input parameters r (intrinsic rate of increase), K (carrying capacity or virgin biomass) and the depletion level at the beginning of the time series. At the moment, this information is not known for the small pelagic Canary stocks. Moreover, in the absence of reliable series of abundance indices, the dynamic production model has been inconclusive for all these species.

CONCLUSION

In conclusion, these exploratory assessments of the small pelagic fish in the Canary Islands with six different methods prove that **a quantitative assessment is not yet feasible (even using data-limited methods), making not possible to provide scientific advice in terms of catch or effort limits**. On the one hand, an abundance/biomass time series obtained from scientific acoustic surveys would allow more reliable assessments, although it is a long term improvement. On the other hand, it is necessary (and urgent) to address the current uncertainties around these species before trying to provide quantitative results for their Canary stocks, both by improving the knowledge of their life histories and by solving the shortfalls related to the artisanal and multispecific fishery targeting them.

REFERENCES

- Baali, A., O. Belhsen, K. Chahdi Ouazzani, A. Khadija and A. Yahyaoui. 2021. Age, Growth and Ovarian Histology of *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) in the South of Atlantic Moroccan Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 21: 191-204.
- Barros, P. 2012. Appendix II-Part 1: Biomass dynamic model with environmental effects. User instructions: 251-262. In: FAO. Report of the FAO/CECAF Working Group on the assessment of demersal resources - Subgroup north. Banjul, Gambia, 6-14 November 2007. *CECAF/ECAF SERIES* 10/71.

- Barros, P. 2018a. Annex III. Length Cohort Analysis - Worksheet to estimate stock structure and fishing mortality from catch at length data. User instructions: 471-479. *In*: FAO. 8 Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources -Subgroup North. Tenerife, Spain, from 6 to 15 June 2017. CECAF/ECAF Series No. 18/78.
- Barros, P. 2018b. Annex Annex IV. Length-based Yield per Recruit Analysis - Sheet for preparing long-term stock and catch projections. User instructions: 480-487. *In*: FAO. Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources -Subgroup North. Tenerife, Spain, from 6 to 15 June 2017. CECAF/ECAF Series No. 18/78.
- Bouch, P., C. Minto, D.G Reid. 2021. Comparative performance of data-poor CMSY and data-moderate SPiCT stock assessment methods when applied to data-rich, real-world stocks. **ICES Journal of Marine Science**. Vol. 78(1): 264-276.
- Cadima, E.L. 2003. Fish Stock Assessment Manual. Rome. FAO Fisheries Department. 161 pp.
- FAO. 2016. Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic. Report of the seventh session of the Scientific Sub-Committee, Tenerife, Spain, 14-16 October 2015. *FAO Fisheries and Aquaculture Report* No. 1128.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. Vol. 5 (1): 86-91.
- Froese, R., N. Demirel, G. Coro, K.M. Kleisner and H. Winker. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 18 (3): 506-526.
- Froese, R. and D. Pauly (eds.). 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- Geromont, H.F. and D.S. Butterworth. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 72(1): 251-261.
- ICES. 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 5-9 October 2015, Lisbon, Portugal. ICES CM 2015/ACOM:56. 157 pp.
- ICES. 2018. ICES reference points for stocks in categories 3 and 4. ICES Advice - Technical guidelines.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 53 (4): 820-822.
- Jones, R. 1984. Assessing the effect of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fisheries Technical Paper* No. 256.
- Jurado-Ruzafa, A. and M.T.G. Santamaría. 2013. Reproductive biology of the blue jack mackerel, *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825), off the Canary Islands. *Journal of Applied Ichthyology*. Vol. 29 (3): 526-531.
- Jurado-Ruzafa, A., A. Bartolomé, N. Carrasco and V. Duque-Nogal. 2016. Length-weight relationships of the most caught small pelagic fish from the Canary Islands (NE Atlantic, Spain). *Vieraea*. Vol. 44: 107-116.
- Jurado-Ruzafa, A. and M.T.G. Santamaría. 2018. Age, growth and natural mortality of blue jack mackerel *Trachurus picturatus* (Carangidae) from the Canary Islands, Spain (NW Africa). *African Journal of Marine Science*. Vol. 40 (4): 451-460.
- Jurado-Ruzafa, A., B. Sotillo, E. Hernández, Z. Santana, G. González-Lorenzo, C. Perales-Raya. 2021. The Atlantic Chub Mackerel (*Scomber colias*) in the Canary Islands (Spain): Fishery and Biological data Update. Working document presented in the 2nd ICES Workshop on Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) (WKCOLIAS2), 25-29 January 2021.
- Lorenzo, J.M. and J.G. Pajuelo. 1996. Growth and reproductive biology of chub mackerel *Scomber japonicus* off the Canary Islands. *South African Journal of Marine Science*. Vol. 17 (1): 275-280.
- Martell, S. and R. Froese. 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 14 (4): 504-514.
- Méndez-Villamil, M., J.M. Lorenzo, J.M. González and R. Soto. 1997. Periodo reproductor y madurez sexual de la sardina *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) en aguas de Gran Canaria (Islas Canarias). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. Vol. 13 (1-2): 47-55.

- Mounir, A. 2020. Growth and status stock, of the Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) among the Moroccan Atlantic Center-Case of Agadir Bay. *Oceanography & Fisheries Open access Journal*. Vol. 12 (2): 1-8.
- Pedersen, M.W. and C.W. Berg. 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. *Fish and Fisheries*. Vol. 18: 226-243.
- Prince, J., A. Hordyk, S.R. Valencia, N. Loneragan and K. Sainsbury. 2015. Revisiting the concept of Beverton-Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 72: 194-203.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. Vol. 1(2): 23-56.
- Thompson, W.F. and F.H Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. Effects of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *International Fisheries Commission Report* No. 8.
- Thorson, J.T., J.M. Cope, T.A. Branch and O.P. Jensen. 2012. Spawning biomass reference points for exploited marine fishes, incorporating taxonomic and body size information. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 69(9): 1556-1568.

ANNEX IV : Analyses exploratoires de l'application de méthodes à données limitées pour l'évaluation des petits poissons pélagiques dans les Îles Canaries

Marta Quinzan¹ et Alba Jurado-Ruzafa²

¹Institut Espagnol d'Océanographie (IEO-CSIC). Centre Océanographique de Cádiz (Espagne). marta.quinzan@ieo.es

²Institut Espagnol d'Océanographie (IEO-CSIC). Centre Océanographique des Canaries (Espagne). alba.jurado@ieo.es

CONTEXTE/INTRODUCTION

Dans les eaux autour des Îles Canaries, les petits poissons pélagiques sont ciblés par une flotte de pêche à la senne coulissante artisanale dont l'activité est suivie par le Centre océanographique des Canaries de l'Institut espagnol d'Océanographie depuis 2013. L'institut étudie notamment les espèces les plus pêchées (*Scomber colias*, *Trachurus* spp, *Sardinella* spp et *Sardina pilchardus*). En 2015, l'évaluation des stocks de ces espèces (qui en l'absence d'études *ad hoc*, sont considérées comme des stocks uniques) a été prise en charge par le Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique Nord-Occidentale (FAO, 2016). Cependant, au vu des séries chronologiques limitées et du manque de connaissances sur les caractéristiques du cycle de vie de ces espèces dans l'Archipel, il n'a pas été possible de conduire une évaluation. Dans ce cadre, une approche multi-modèle a été tentée pour évaluer l'état de ces espèces pour la première fois dans cette zone, par le biais de méthodes basées sur la longueur et de méthodes basées sur les captures.

DONNÉES

Les séries chronologiques sur les débarquements journaliers et l'effort de pêche fondées sur des documents officiels espagnols sont analysées depuis 2013, année à partir de laquelle les séries chronologiques ont commencé à être considérées fiables. Étant donné que cette flottille réalise des sorties en mer journalières, l'effort de pêche pris en compte jusqu'à présent correspond au nombre de jours où chaque espèce a été débarquée. De plus, certains des débarquements déclarés entre 2007 et 2012 par les autorités gouvernementales sous-régionales sont disponibles, bien que l'on sache que ces valeurs ne sont pas très fiables, car elles remontent aux débuts du réseau des sites de « première vente » dans l'Archipel.

Par ailleurs, des échantillonnages de longueur sont réalisés depuis 2013, aussi bien sur les sites de débarquement qu'à bord des navires par des équipes spécialement formées à Tenerife, où se concentrent plus de 70% des débarquements des captures effectuées à la senne coulissante.

Bien que des données sur les prises accessoires et les rejets aient été recueillies par des observateurs scientifiques à bord de la flottille commerciale, elles n'ont pas été prises en compte dans les présentes analyses parce que ce programme a démarré en 2017, et que ces données ne sont donc pas encore jugées suffisamment représentatives. Il faut donc souligner que les « données de captures » actuellement disponibles correspondent aux débarquements.

MÉTHODOLOGIES

Méthodes basées sur la longueur

LBI

Un ensemble d'Indicateurs basés sur la longueur (Length-Based Indicators, LBI) est calculé pour examiner la composition des prises par taille et pour classer les stocks en fonction d'aspects liés à la

conservation/durabilité, l'optimisation des rendements et le rendement maximal durable (MSY). Ces indicateurs requièrent des données sur la composition des prises par taille du stock et des paramètres du cycle de vie. L'approche conceptuelle a été définie par Froese (2004) et la méthodologie a été mise au point plus tard par WKLife C (CIES, 2015) et recommandée par le CIES pour estimer les points de référence de MSY pour les stocks pour lesquels on dispose de données limitées, classés dans la catégorie 3 et/ou 4 (CIES, 2018). Les LBI sont calculés par année à partir de la distribution des fréquences de taille. Ils sont comparés à des points de référence appropriés, liés à la conservation, au rendement optimal et à la distribution des tailles, en fonction des valeurs attendues selon les hypothèses de MSY (Tableau 1).

Les informations suivantes sont nécessaires: taille à la maturité (L_{mat-50}), paramètre de croissance de von Bertalanffy (L_{inf}), prises par taille annuelles, paramètres de la relation poids-longueur (a et b) ou poids selon la longueur moyen par année.

Tableau 1. Indicateurs choisis pour les graphiques d'analyse LBI. Équation pour L_{opt} dans CIES (2018). *En supposant que $M/k=1.5$

Indicateur	Calcul	Référence	Rapport de l'indicateur	Valeur attendue	Propriété
$L_{max5\%}$	Longueur moyenne des 5% les plus grands	L_{inf}	$L_{max5\%}/L_{inf}$	>0.8	Conservation (individus de grande taille)
$L_{95\%}$	95 ^{ème} percentile		$L_{95\%}/L_{inf}$		
P_{mega}	Proportion d'individus au-dessus de $L_{opt} + 10\%$	0,3-0,4	P_{mega}	>0.3	
$L_{25\%}$	25 ^{ème} percentile de la distribution des tailles	L_{mat}	$L_{25\%}/L_{mat}$	>1	Conservation (individus immatures)
L_c	Taille à la première capture (taille à 50% du mode)	L_{mat}	L_c/L_{mat}	>1	
L_{mean}	Taille moyenne des individus $> L_c$	$L_{opt} = \frac{2}{3}L_{inf}$	L_{mean}/L_{opt}	≈ 1	Rendement optimal
L_{maxy}	Classe de taille avec une biomasse maximale dans les captures	$L_{opt} = \frac{2}{3}L_{inf}^*$	L_{maxy}/L_{opt}	≈ 1	
L_{mean}	Taille moyenne des individus $> L_c$	$L_{F=M} = 0.75L_c + 0.25L_{inf}^*$	$L_{mean}/L_{F=M}$	≥ 1	MSY

Afin d'interpréter et d'examiner correctement les résultats tirés de l'approche LBI, il est essentiel de tenir compte du fait que la méthode assume des conditions d'équilibre du stock (c'est-à-dire que la mortalité et le recrutement sont restés constants pour une période aussi longue que la durée de la série chronologique) et une courbe de sélectivité logistique (la courbe est plate en haut, et non pas en forme de dôme).

Cette approche LBI a été exécutée dans R (R Core Team, 2021). La méthodologie est disponible sur https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSU.

LB-SPR

Le rapport potentiel de ponte (Spawning Potential Ratio, SPR) est défini comme la proportion de la biomasse de ponte par recrue (SBPR) d'un stock exploité par rapport à la SBPR d'un stock non pêché/inexploité (vierge). Cela s'explique par le fait que l'abondance par taille de la population diminue avec l'âge (longueur) du fait de la mortalité naturelle et de la mortalité par pêche (M et F , respectivement dans les années⁻¹). Une population vierge comptera un plus grand nombre d'individus matures de grande taille qu'une population exploitée.

Le SPR varie entre 1 (population vierge) et 0 (population effondrée ou disparue).

- Un SPR dans la fourchette 0.35-0.4 est habituellement considéré comme représentant une population au niveau MSY, bien que ce paramètre soit assez variable.
- Une population avec un SPR au-dessous de 0.1-0.15 est considérée comme effondrée.

La méthode LBSPR a été développée pour des pêcheries à données limitées, les données nécessaires sont un échantillon représentatif de la structure de taille des captures ainsi que quelques connaissances sur les caractéristiques biologiques de l'espèce et sur la pêche. De plus, la méthode LBSPR ne requiert pas de connaître M , mais utilise à la place le rapport entre ce paramètre et le taux de croissance de von Bertalanffy (k , années⁻¹) (M/k), qui est censé moins varier entre les stocks et les espèces que M (Prince *et al.*, 2015).

La méthode repose sur un certain nombre d'hypothèses de simplification (ICES, 2018):

- Les modèles LBSPR sont fondés sur l'équilibre.
- Les données sur la composition par taille sont représentatives de la population exploitée à un niveau stable. Le schéma de sélection suit une courbe logistique.

Cette approche LB-SPR a été exécutée dans R (R Core Team, 2021). La méthodologie est disponible sur https://github.com/ices-tools-dev/ICES_MSX.

LCA/YR

À partir des recommandations et des modèles acceptés par le GT FAO/COPACE sur les petits pélagiques du Nord, une analyse des cohortes par longueur ou LCA (Jones, 1984) a été conduite pour estimer le niveau actuel F et le schéma d'exploitation relatif de la pêche à partir de la composition par taille des captures obtenue pour les 5 dernières années considérées représentatives. Une analyse du rendement par recrue YR basée sur la longueur (Thomson et Bell, 1934) a ensuite été appliquée à ces estimations, en vue d'estimer les Points de référence biologique F_{MAX} et $F_{0.1}$. Les analyses LCA et YR ont toutes deux été exécutées à l'aide de feuilles de calcul Excel mises au point par Barros (2018a, b). Cette approche basée sur la longueur repose sur des hypothèses de conditions d'équilibre (c'est-à-dire une exploitation (schéma et niveau), une force de classe d'âge et des paramètres biologiques stables), tandis que les données relatives à la fréquence de tailles peuvent être moyennées sur un certain nombre d'années de manière à réduire l'ampleur des variations annuelles. Ces hypothèses permettent de considérer une distribution de fréquence des tailles (unique) comme étant représentative de l'histoire de l'exploitation d'une cohorte (typique) et donc de déduire les paramètres qui la caractérisent. L'analyse des cohortes par longueur (LCA) de Jones (1984) est l'une des méthodes qui permettent d'estimer la mortalité par pêche et la taille de la population sur la base de données de longueur. Ce type d'analyse requiert une estimation de l'état d'équilibre de la distribution des prises par taille totales ainsi que des estimations des paramètres décrivant la mortalité naturelle et la croissance. Cependant, dans le présent document de travail, une distribution par longueur à un état quasi-d'équilibre est établie à partir de la moyenne des distributions des prises par taille sur 5 ans, et l'analyse LCA est ensuite appliquée.

Le modèle YR suppose une structure de stock en état d'équilibre, c'est-à-dire que le rendement total sur toutes les classes d'âge pour une année donnée correspond à celui d'une cohorte unique pendant toute sa durée de vie. La sélection des engins de pêche est modifiée selon une courbe de sélection « tranchante », de sorte que l'on puisse supposer qu'après l'âge moyen de début de capture t_c , tous les poissons qui entrent en contact avec l'engin de pêche ont une probabilité égale d'être capturés. On utilise couramment ce modèle pour suggérer des changements dans le rendement qui découleraient d'une modification de l'effort de pêche et donc de la mortalité par pêche, et d'un report de l'âge de début de capture.

Méthodes basées sur les captures

CMSY

Le modèle CMSY a été développé par Martell et Froese (2013) puis a évolué dans Froese *et al.* (2017) vers un modèle de production excédentaire qui, dans sa forme élémentaire, ne requiert qu'une série chronologique des captures et quelques informations préalables sur le stock et son état. La méthode implique une estimation de la résilience (r) du stock, comprise entre très faible (0.015-0.1), faible (0.05-0.5), moyenne (0.2-0.8) ou élevée (0.6-1.5). Elle peut être déterminée à partir de connaissances spécialisées ou de ressources telles que FishBase (Froese et Pauly, 2021). Les informations préalables sur la biomasse sont intégrées sous la forme d'une plage de valeurs de biomasse initiale, intermédiaire et finale exprimée en proportion de la biomasse non exploitée (épuisement). Ces valeurs peuvent être définies par des experts, mais la méthode fournit aussi des règles par défaut pour les générer. On trouvera les règles à suivre pour définir ces plages de priors de biomasse dans Froese *et al.* (2017). À partir des plages de r et K , déterminées par défaut ou sur la base d'un avis d'expert, la méthode CMSY sélectionne une paire de valeurs r - K et exécute un modèle de production excédentaire de Schaefer pour la série chronologique à partir d'une biomasse de départ sélectionnée de manière aléatoire dans la plage de valeurs de biomasse initiale. La paire r - K sera considérée comme viable si la biomasse ne chute pas en dessous de 1% de la capacité de charge, et si la biomasse se situe dans les plages de priors de biomasse prédits dans l'année intermédiaire et finale. Le processus est appliqué à entre 10000 et 200000 paires r - K afin de déterminer les différentes options possibles pour les paires de paramètres r et K . Les valeurs finales sont sélectionnées parmi les paires viables, où la valeur r est la plus élevée. À partir de ces valeurs r et k , MSY , B_{MSY} , F_{MSY} et d'autres points de référence et limites de confiance sont déterminés.

La méthode CMSY n'étant pas une méthode basée sur une estimation statistique des paramètres, il n'existe pas de critère objectif pour juger de la « qualité de l'ajustement » du modèle ni pour comparer deux modèles. Pour cet exercice, nous considérons qu'une évaluation fiable du stock devrait être généralement reconnaissable par les observations suivantes :

- La tendance de la biomasse reconstituée commence et se termine à l'intérieur des plages de priors.
- Il y a de nombreux points r et K viables et ceux-ci ont un « point d'accumulation » bien défini dans le nuage de points.

Les configurations testées avec le modèle CMSY sont présentées en détail dans le Tableau 2. La résilience de l'espèce issue de la base de données FishBase (Froese et Pauly, 2021) a été utilisée comme proxy pour les plages de r , conformément aux recommandations de Froese *et al.* (2017). Un épuisement initial moyen (0.2 - 0.6) a été initialement retenu pour l'analyse 1. Enfin, pour tester la sensibilité de l'évaluation CMSY aux priors d'épuisement de la biomasse initiale, une analyse de sensibilité a été réalisée. Les priors testés correspondaient à des gammes de valeur de fort épuisement (0.01-0.4) et de faible épuisement (0.4-0.8) tel que suggéré par Froese *et al.* (2017)

Tableau 2. Détails des scénarios testés avec CMSY pour le stock de *Scomber colias*. Les plages de valeur de la résilience ont été tirées de FishBase (Froese et Pauly, 2021) et les niveaux d'épuisement (B/K) ont été fixés en suivant les recommandations de Froese *et al.* (2017)

Analyse	Série chronologique des débarquements (t)	Résilience (r)	Prior de B/K initial
1	2013-2020	FishBase	Moyen 0.2-0.6
2			Fort 0.01-0.4
3			Faible 0.4-0.8

L'analyse CMSY a été exécutée dans R (R Core Team, 2021) à partir du Manuel CMSY_2019_9f.R disponible sur github (<https://github.com/SISTA16/cmsy>).

SPiCT est un modèle avancé de production excédentaire stochastique en temps continu incluant la dynamique dans la biomasse et les pêcheries ainsi que l'erreur d'observation des captures et des indices de biomasse. Parmi les avantages de ce modèle d'espace-état en temps continu, on peut citer la capacité de fournir des estimations de la biomasse exploitable et de la mortalité par pêche à tout moment à partir de données échantillonnées à des intervalles arbitraires et éventuellement irréguliers. On trouvera une description complète du modèle dans Pedersen et Berg (2017).

La dynamique du stock et de la mortalité par pêche est décrite dans la partie processus. La dynamique de la population sous-jacente est représentée par une équation de Pella-Tomlinson avec un terme aléatoire annuel supplémentaire ayant un écart type *sdb*. Ce dernier est une erreur de processus, permettant à la biomasse estimée dans le modèle de s'écarter de l'équation de Pella-Tomlinson. Dans le modèle, la mortalité par pêche est représentée par un processus de trajectoire aléatoire, dont l'écart type est *sdf*.

Le modèle d'observation met en relation les observations (captures et indices d'abondance) avec le modèle. Pour les indices d'abondance, les valeurs modélisées sont calculées à partir de la biomasse et de la mortalité par pêche du modèle (à partir d'un paramètre de capturabilité *q* pour chaque indice d'abondance), et sont comparées aux valeurs réelles des observations, dans l'hypothèse d'une erreur lognormale de l'écart-type *sdi*. Les données relatives aux captures sont traitées de façon analogue, avec un écart-type d'observation *sdc*. Au lieu d'utiliser la CPUE commerciale et de l'introduire comme un indice, il est possible d'utiliser les données sur l'effort de pêche directement dans le modèle. Le fait d'utiliser deux fois les mêmes informations (la capture en tant que telle et la capture en tant que capture/effort) induit une corrélation, dont le modèle ne tient pas compte. Ces problèmes peuvent être facilement contournés en saisissant séparément la capture et l'effort.

Plusieurs évaluations d'essai dans différentes configurations (tableau 3) ont été testées pour chaque espèce, tel que recommandé dans les lignes directrices sur le modèle SPiCT (CIEM, 2018). Les informations sur les débarquements et l'effort disponibles dans des agrégations infra-annuelles, par exemple trimestrielles (Analyse 1) et semestrielles (Analyse 2), ont été utilisées pour estimer le schéma saisonnier de la mortalité par pêche. Les résultats n'ont toutefois pas convergé. Étant donné que les données d'entrée désagrégées ne semblaient pas améliorer le contraste des données, des données d'entrée annuelles ont été envisagées pour les scénarios suivants. Aucune valeur antérieure spécifique n'a été utilisée pour l'ajustement initial du modèle (Analyse 3). La configuration par défaut n'a pas permis au modèle d'estimer les paramètres. Pour tenter de surmonter ce problème, on a fixé le paramètre *n* qui détermine la forme de la courbe de production dans l'équation de Pella-Tomlinson. Une valeur de 2 (qui impose une dynamique de stock suivant le modèle de Schaefer, Analyse 4) et de *n* (à partir d'étude de grande envergure, p. ex. pour toutes les espèces regroupées par Thorson *et al.* (2012), Analyse 5) ont été testées. D'autres informations ont été utilisées pour améliorer l'ajustement du modèle, car les modèles ne parvenaient pas à estimer les paramètres ou à converger. Des informations supplémentaires ont ensuite été incorporées à l'ajustement par le biais de distributions a priori pour les paramètres du modèle afin de réduire les intervalles de confiance et d'assurer la stabilité du modèle. Un prior gaussien pour le niveau d'épuisement initial avec un log moyen (0.5) et un écart type de 0.2 ont été imposés (Analyses 6, 7 et 8).

Pour finir, la série chronologique des captures a été prolongée pour remonter jusqu'à 2007 (voir section 2). Comme on savait que les 6 premières années de la série des débarquements (2007-2012) étaient incertaines par rapport au reste de la série chronologique, on a appliqué une multiplication sur l'écart-type et donc une augmentation par un facteur 5 dans toutes les configurations ultérieures (Analyses 9 à 14).

Tableau 3. Détails des scénarios testés avec CMSY pour le stock canarien de petits pélagiques. **n* tiré de Thorson *et al.* (2012): *n* (*Scomber colias* et *Trachurus* spp)=1421; *n* (*Sardinella* spp et *Sardina pilchardus*)=0.599

Analyse	Série chronologique		Étapes temporelles	n	Prior de B/K initial	Incertitude
	Débarquements (t)	Effort de pêche (jours)				
1	2013-2020	2013-2020	Trimestriel			
2	2013-2020	2013-2020	Semestriel			
3	2013-2020	2013-2020	Annuel			
4	2013-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n=2		
5	2013-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n*		
6	2013-2020	2013-2020	Annuel		(0,5, 0,2)	
7	2013-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n=2	(0,5, 0,2)	
8	2013-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n*	(0,5, 0,2)	
9	2007-2020	2013-2020	Annuel			Mise à l'échelle 2007-2012
10	2007-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n=2		Mise à l'échelle 2007-2012
11	2007-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n*		Mise à l'échelle 2007-2012
12	2007-2020	2013-2020	Annuel		(0,5, 0,2)	Mise à l'échelle 2007-2012
13	2007-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n=2	(0,5, 0,2)	Mise à l'échelle 2007-2012
14	2007-2020	2013-2020	Annuel	Fixer n*	(0,5, 0,2)	Mise à l'échelle 2007-2012

La procédure suivie pour accepter une évaluation SPiCT consistait à vérifier les éléments suivants:

- La convergence du modèle.
- Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead » (biais, autocorrélation, normalité).
- Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.
- Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective.
- Le réalisme de la courbe de production.
- Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales.
- Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique. Les principaux paramètres de variance (logsdb, logsdc, logsdi, logsdf) doivent être réalistes, pas exagérément élevés. Les intervalles de confiance pour B et F ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur.

Le modèle SPiCT a été exécuté dans R, à l'aide de la bibliothèque (spict) disponible sur github (<https://github.com/fishfollower/spict>).

Biodyn

Conformément aux recommandations et aux modèles acceptés par le Groupe de travail FAO/COPACE sur les petits pélagiques du Nord, la version dynamique du modèle de production de Schaefer (1954) (Biodyn) a également été testée à l'aide du tableur Excel créé par Barros (2012). Les modèles de production examinent le stock dans son ensemble sans prendre en compte la structure du stock par âge ou par taille. Ces modèles supposent que la biomasse totale d'un stock non exploité ne peut pas dépasser une certaine limite - différente pour chaque ressource - sur l'espace disponible, et dépend des capacités de l'écosystème à maintenir le stock. Cette limite de la biomasse est désignée sous le nom de capacité de charge, K (Cadima, 2003). Ainsi, le modèle repose sur les hypothèses selon lesquelles la biomasse du stock a tendance à croître jusqu'à un niveau maximal pouvant être soutenu par l'environnement, et cette croissance est diminuée par les captures qui y sont effectuées.

Ce modèle requiert les informations et données d'entrées suivantes:

- Paramètres de population K (capacité de charge, ou biomasse vierge) et r (taux intrinsèque de croissance ou résilience) et niveau d'épuisement au début de la série chronologique (B_i/K) défini comme la biomasse du stock au début de la série de données, en proportion de la biomasse vierge. L'utilisateur peut fixer des limites aux estimations en introduisant des valeurs de tolérance appropriées pour ces paramètres de population.
- Débarquements annuels et indice de biomasse.

Le modèle permet d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle à l'ensemble de données particulier utilisé dans chaque exécution. Le modèle produira presque toujours des estimations, mais avant d'accepter les résultats, il faut toujours vérifier la fiabilité de l'ajustement du modèle qui a produit ces estimations. Le graphique des captures et des indices d'abondance du stock fournit une première indication de la fiabilité de l'ajustement du modèle aux données. De plus, le modèle Biodyn fournit un coefficient de régression linéaire de Pearson entre les indices d'abondance prévus et observés, ainsi qu'un indice R-Pearson et un graphique résiduel pour déterminer s'il existe des tendances dans les écarts entre les données sur les indices d'abondance prévus et observés.

RÉSULTATS

Scomber colias

Données d'entrée

Des données sur la distribution de fréquences des tailles des débarquements du stock canarien de *Scomber colias* sont disponibles pour les années 2013-2020 (Fig. 1, gauche).

Des données sur les débarquements (t), l'effort de pêche (jours où l'on enregistre des débarquements positifs pour cette espèce) et LPUE (t/jour) sont également disponibles pour ce stock. La série chronologique des débarquements a été prolongée pour remonter jusqu'à 2007 (voir sous-section 2), tandis que les données sur l'effort ne sont disponibles qu'à partir de 2013 (Fig. 1., droite).

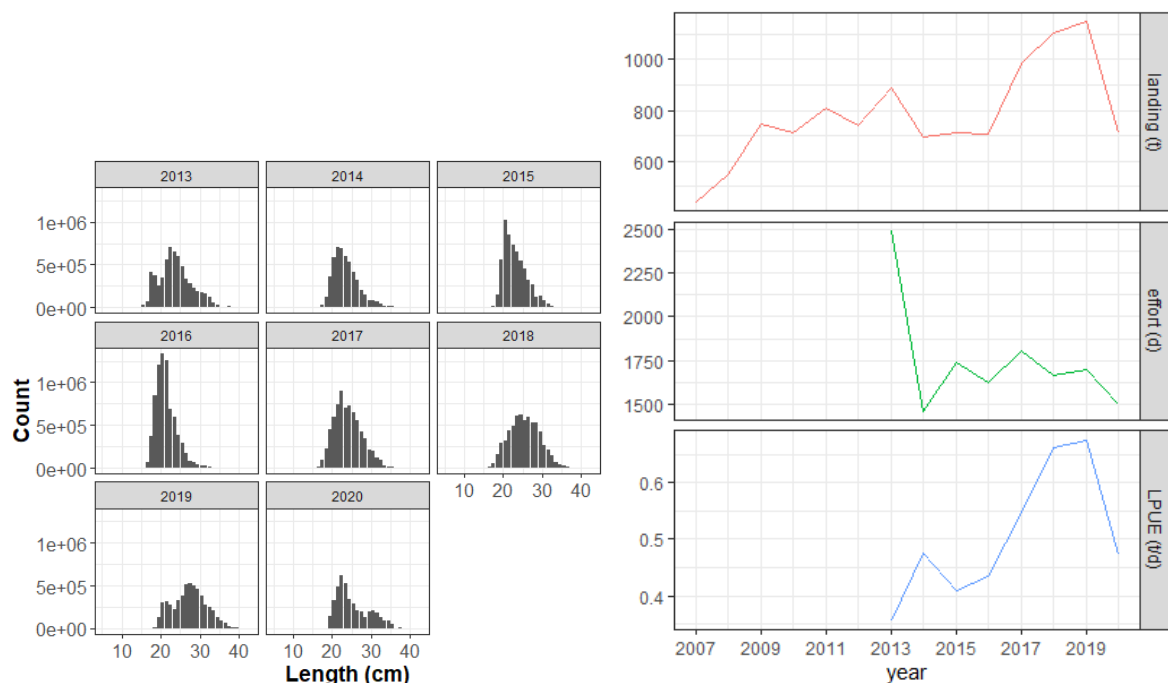


Figure 1. Données d'entrée pour le stock canarien de *Scomber colia*. Gauche: Distributions annuelles de fréquence des tailles des débarquements sur la période 2013-2020. Droite: Données annuelles sur la pêcherie 2007-2020.

Données d'entrée

Les valeurs des paramètres du cycle de vie de *Scomber colias*, tirés d'une étude bibliographique, sont les suivantes:

- $M=0.285$ années⁻¹ (Jensen, 1996) et $k=0.19$ années⁻¹ (Lorenzo et Pajuelo, 1996). Donc, $M/k=1.5$.
- $L_{inf}=52.4$ cm (Lorenzo et Pajuelo, 1996)
- $L_{mat-50}=19$ cm (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)
- Paramètres de la relation poids-longueur $a=0.003$ et $b=3.32$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)

La méthode LBI ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ».

Tableau 4. Indicateurs de « feu tricolore » pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{mat}$	$L_{max\ 5} / L_{inf}$	P_{mega}	L_{mean} / L_{opt}	$L_{mean} / L_F = M$
2013	0.92	1.13	0.64	0	0.69	0.92
2014	1.03	1.13	0.61	0	0.68	0.86
2015	1.03	1.08	0.58	0	0.66	0.84
2016	0.97	1.03	0.54	0	0.62	0.80
2017	1.08	1.13	0.61	0	0.71	0.87
2018	1.08	1.18	0.63	0	0.75	0.91
2019	1.08	1.29	0.69	0	0.79	0.97
2020	1.08	1.18	0.66	0	0.73	0.90

Le tableau 4 indique que L_c était généralement supérieur à L_{mat} , ce qui montre que les poissons peuvent frayer avant d'être disponibles pour la pêche. On observe des signes de déplétion des individus de grande taille, car L_{max} est loin de L_{inf} et la proportion de gros reproducteurs est faible. Les LBI et les points de référence obtenus pour *Scomber scolias* suggèrent que le niveau d'exploitation du stock (exprimé par la longueur moyenne dans la capture, L_{mean}) était inférieur aux objectifs potentiels FMSY de L_{opt} ou $L_F=M$. Si la valeur de L_{mean} est loin de L_{opt} , alors la pêche fonctionne avec une longueur cible qui n'est pas durable et qui s'éloigne donc du MSY.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et L_{mat-50} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception légèrement meilleure du stock en termes de rendement optimal et de rendement maximal durable (MSY). La surestimation de L_{mat-50} a conduit à une diminution dans les valeurs des indicateurs liés à la conservation des individus immatures.

LB-SPR

Pour cette analyse, nous avons appliqué les valeurs suivantes des paramètres de cycle de vie considérés pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries, tirés d'une étude bibliographique:

- $M=0.285$ années⁻¹ (Jensen, 1996) et $k=0.19$ années⁻¹ (Lorenzo et Pajuelo, 1996). Donc, $M/k=1.5$.
- $L_{inf}=52.4$ cm (Lorenzo et Pajuelo, 1996)
- $L_{mat-50}=19$ cm (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)

- $L_{mat-95}=27,5$ cm (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2021)

Le modèle LBSPR ajusté à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommé « modèle de référence ».

L'évolution de F/M et de SPR est présentée à la Figure 2, et révèle une forte exploitation au cours des premières années. Le SPR de *Scomber colias* aux Îles Canaries a été inférieur à la plage SPR de 30-40% pour toute la série chronologique.

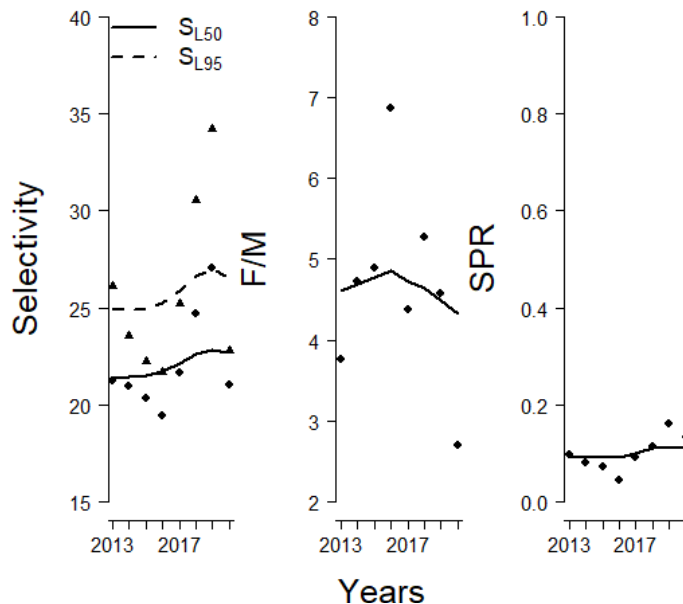


Figure 2. Résultats LB-SPR pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries. Estimations de: (gauche) sélectivité; (centre) F/M et (droite) SPR.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k and L_{mat-50} , L_{mat-95} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à considérer le stock de manière légèrement plus favorable en termes de SPR. D'autre part, les paramètres M/k , L_{mat-50} et L_{mat-95} influencent aussi les résultats, mais en moindre mesure.

LCA/YR

La composition par taille des débarquements totaux a été moyennée pour la période 2016-2020, comprenant les poissons de 13 à 42 cm de longueur totale. Les valeurs suivantes ont été utilisées pour les paramètres de cycle de vie:

- $k=0.19$ années⁻¹ et $L_{inf}=52.4$ cm (Lorenzo et Pajuelo, 1996)
- La valeur de $M=0.285$ années⁻¹ (calculée à partir de la méthode Jensen (1996)) a été ajustée à 0.3 ans⁻¹.

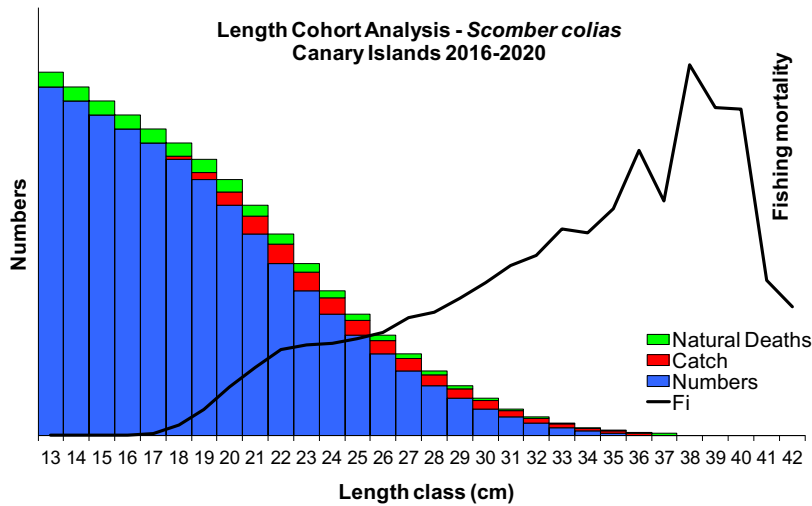


Figure 3. Résultats de l'analyse LCA pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries.

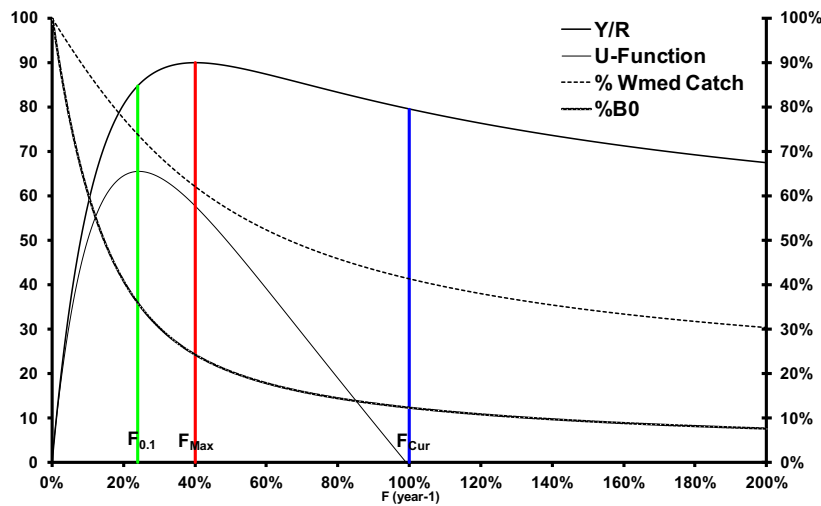


Figure 4. Résultats de l'analyse YR pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries.

F_{cur} est le niveau actuel de mortalité par pêche (F); $F_{0.1}$ correspond au niveau de mortalité par pêche (F) auquel le taux d'augmentation de Y/R serait de 10% du taux initial; F_{MAX} représente le niveau de F produisant le rendement par recrue (Y/R) maximum. Chaque ligne intercepte la courbe Y/R , signalant le rendement par recrue estimé au niveau F correspondant.

Les estimations de Y/R basées sur la sélectivité obtenue à partir de l'analyse LCA (représentée dans la Figure 3) montrent que la mortalité par pêche actuelle (F_{cur}) dépasse F_{max} (Figure 4).

CMSY

Les débarquements annuels du stock canarien de *Scomber colias* sur la période 2013-2020 ont été utilisés pour appliquer le modèle CMSY, avec les différentes combinaisons de priors présentées dans le Tableau 2.

Les résultats sont présentés dans la figure 5, et montrent que les plages de priors d'épuisement au début de la série chronologique ont eu une grande influence sur l'état estimé de $B/BMSY$ et de $F/FMSY$. L'analyse CMSY dépend de bonnes plages de priors de biomasse et réagit à de légers changements de leur valeur, tel que décrit dans Bouch *et al.* (2021).

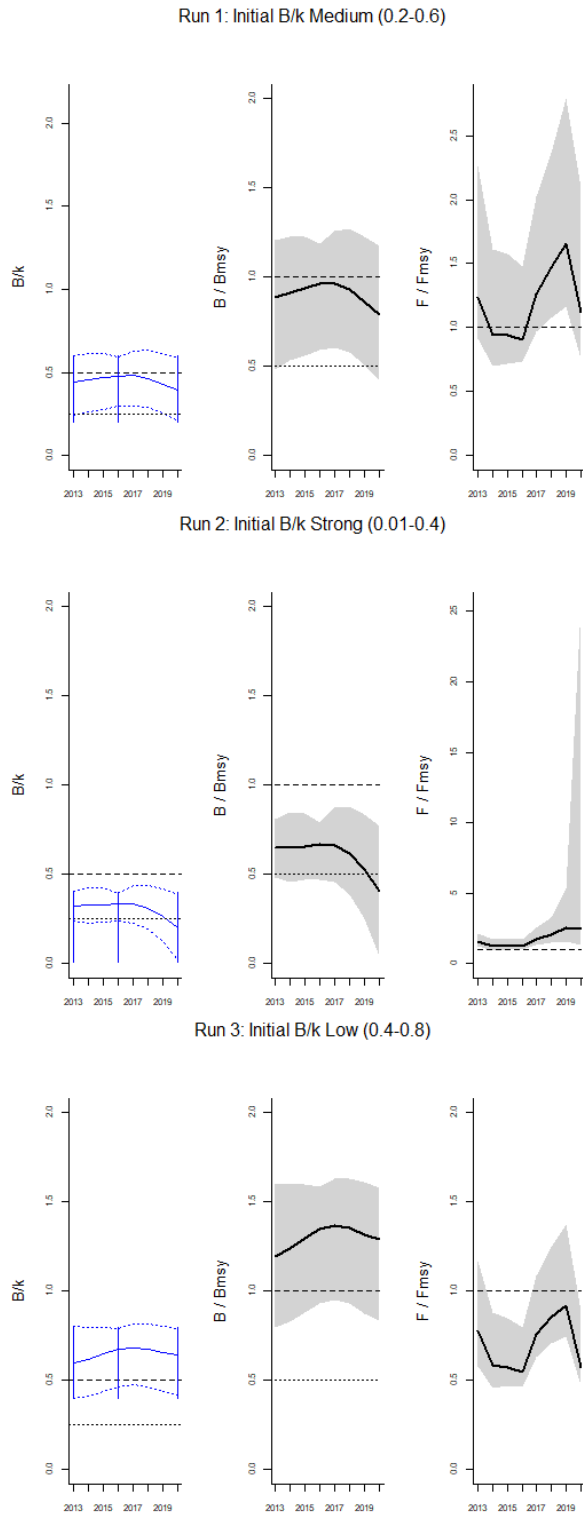


Figure 5. Résultats CMSY pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries pour les Analyses 1, 2 et 3.

Le panneau de gauche montre la médiane des trajectoires de la biomasse (ligne bleue). Les lignes bleues en pointillés indiquent les 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles. Les lignes bleues verticales représentent les plages de priors de biomasse. Les panneaux du centre et de droite montrent l'évolution de la biomasse relative (B/B_{msy}) et du taux d'exploitation (F/F_{msy}) prévus, la zone en gris indique l'incertitude.

Pour *Scomber colias*, le modèle SPiCT a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et de l'effort (jours de pêche) comme données d'entrée. Les configurations des analyses sont présentées après la description du tableau 3. Pour chaque Analyse, la liste de vérification pour accepter le SPiCT a été suivie:

- *Convergence du modèle.* L'Analyse 1, l'Analyse 3, l'Analyse 4, et les Analyses 6-9 ont 443esilien.
- *Absence de violation des 443esilience du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead » (biais, 443esilience443ves443, normalité).*
- *Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.* Dans tous les cas, la variance égale à la 443esili réelle a été obtenue.
- *Les tendances sont cohérentes dans l'analyse 443esilience443ve.* Aucun modèle n'a montré de 443esilienc dans les tendances 443esilience443ves.
- *Réalisme de la courbe de production.* Dans de nombreux cas, la courbe de production n'était pas réaliste.
- *Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on 443esilie différentes valeurs initiales.* Pour chaque analyse, 20 essais différents ont été ajustés mais dans de nombreux cas, avec des valeurs initiales différentes, les modèles n'ont pas 443esilien.
- *Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique. Les intervalles de confiance pour B/BMSY et F/FMSY ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur.* Dans tous les cas, les intervalles de confiance des deux estimations s'étendaient sur plus d'un ordre de grandeur.

Biodyn

Pour l'espèce *Scomber colias*, le modèle Biodyn a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et de LPUE (t/jours de pêche) comme données d'entrée. Deux paires de r (taux intrinsèque de croissance) et K (capacité de charge ou biomasse vierge) ont été testées, ainsi que le prior d'épuisement Bi/K (tableau 6).

Tableau 6. Détails des scénarios testés avec Biodyn pour le stock de *Scomber colias* des Canaries La valeur de la résilience a été tirée de FishBase (Froese et Pauly, 2021), la capacité de charge basée sur les résultats de CMSY et l'épuisement au début de la série chronologique a été fixé à des valeurs moyennes.

Analyse	Série chronologique des débarquements (t) et de LPUE (t/jour)	r	K (t)	Bi/K
1	2013-2020	0.60	6100	50%
2	2013-2020	0.50	5000	60%

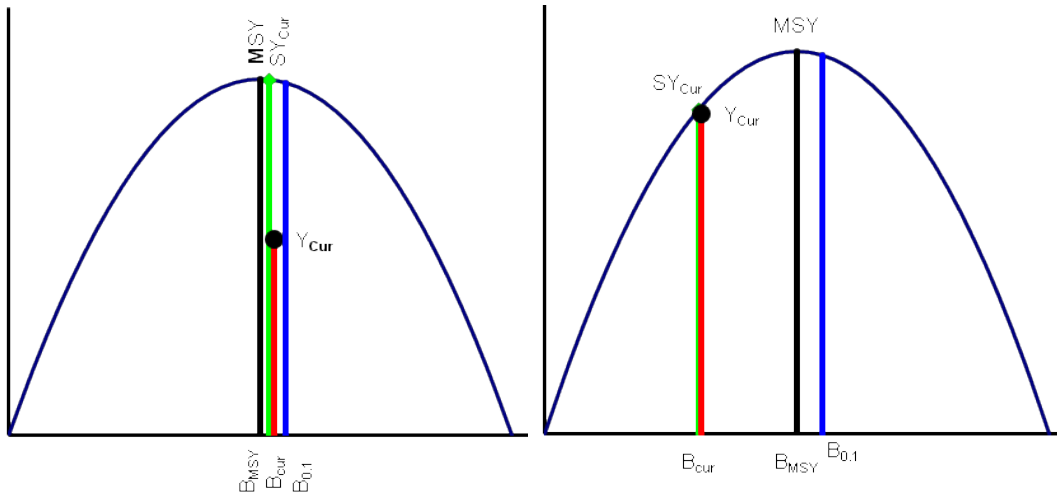


Figure 6. Courbes de production pour l'année 2020, d'après les estimations du modèle Biodyn pour le stock de *Scomber colias* aux Canaries, pour Analyse 1 (gauche) et Analyse 2 (droite). Les points de référence représentés correspondent à la biomasse du stock estimée pour la dernière année (B_{cur}) et au rendement correspondant (Y_{cur} , ligne rouge) et sont présentés par rapport à la biomasse qui produirait le rendement maximal durable (B_{MSY} , ligne noire), la biomasse qui produirait le rendement durable (SY_{cur} , ligne verte) et $B_{0.1}$ (ligne bleue).

Les résultats obtenus pour les deux analyses sont présentés dans la Figure 6. Les deux scénarios analysés ont abouti à différents états du stock de *Scomber colias* aux Canaries en 2020. Ceci sera traité dans la section 5.

Trachurus spp.

Données d'entrée

Des données sur la distribution de fréquences des tailles des débarquements du stock canarien de *Trachurus spp* sont disponibles pour les années 2013-2020 (Fig. 7, gauche).

Des données sur les débarquements (t), l'effort (jours consacrés à cette espèce) et LPUE (t/jour) sont également disponibles pour le stock de *Trachurus spp* aux Canaries. La série chronologique sur les débarquements remonte jusqu'à 2007 (voir section 2), tandis que les données sur l'effort ne sont disponibles qu'à partir de 2013 (Fig. 7., droite).

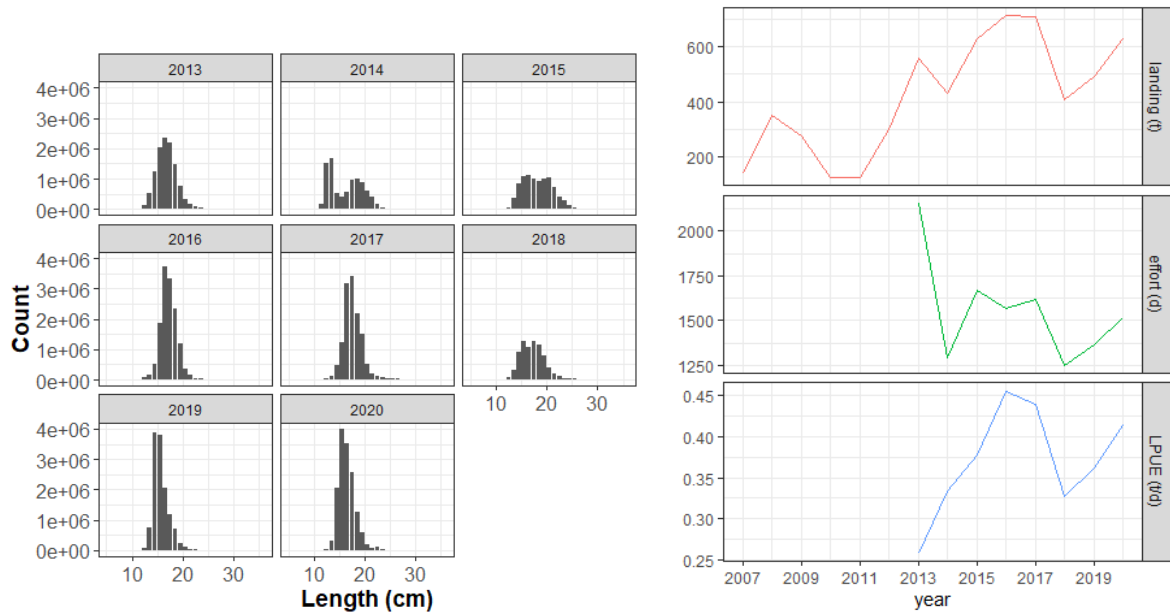


Figure 7. Données d'entrée pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries. Gauche: Distributions annuelles de fréquence des tailles pour les débarquements sur la période 2013-2020. Droite: Données annuelles sur la pêche 2007-2020.

LBI

Étant donné que la majeure partie des captures de *Trachurus* spp correspondent à l'espèce *Trachurus picturatus*, nous avons utilisé les valeurs suivantes pour les paramètres de cycle de vie de cette espèce, à partir d'une étude bibliographique:

- $M=0.4$ années 1996 et $k=0.214$ années⁻¹ (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2018). Donc, $M/k=1.87$.
- $L_{inf}=34.9$ cm (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2018)
- $L_{mat-50}=22.5$ cm (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2013)
- Paramètres de la relation poids-longueur $a=0.004$ et $b=3.24$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2016)

La méthode LBI ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ».

Tableau 7. Indicateurs de « feu tricolore » pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries.

Year	Conservation				Optimizing Yield	MSY
	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{mat}$	$L_{max\ 5} / L_{inf}$	P_{mega}	L_{mean} / L_{opt}	$L_{mean} / L_F = M$
2013	0.64	0.69	0.62	0.00	0.80	0.91
2014	0.56	0.60	0.66	0.01	0.77	0.96
2015	0.64	0.69	0.70	0.03	0.86	0.98
2016	0.73	0.73	0.60	0.00	0.83	0.87
2017	0.73	0.73	0.65	0.01	0.84	0.89
2018	0.64	0.69	0.67	0.01	0.82	0.93
2019	0.64	0.64	0.57	0.00	0.74	0.85
2020	0.64	0.69	0.60	0.00	0.77	0.88

Le tableau 7 montre que L_c était au-dessous de L_{mat} , ce qui suggère que des individus au-dessous de la taille de maturité sont capturés lors des activités de pêche. On observe des signes d'épuisement

d'individus de grande taille, car $L_{\max}$ était loin de $L_{\inf}$ et la proportion de gros reproducteurs est faible. Les indicateurs basés sur la longueur et les points de référence obtenus pour *Trachurus spp* suggèrent que le niveau d'exploitation du stock (exprimé par la longueur moyenne dans la capture, L_{mean}) était inférieur aux objectifs potentiels FMSY de L_{opt} ou $L_{F=M}$. L_{mean} est loin de L_{opt} , ce qui montre que la pêcherie fonctionne avec une longueur cible qui n'est pas durable et qui s'éloigne donc de MSY.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres $L_{\inf}$, M/k et $L_{\text{mat-50}}$ (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de $L_{\inf}$ a conduit à une perception légèrement meilleure du stock en termes de rendement optimal et de rendement maximal durable (MSY). La surestimation de $L_{\text{mat-50}}$ a conduit à une diminution des valeurs des indicateurs liés à la conservation des individus immatures.

LB-SPR

Étant donné que la majeure partie des captures de *Trachurus spp* correspondent à l'espèce *Trachurus picturatus*, nous avons utilisé les valeurs suivantes pour les paramètres de cycle de vie de cette espèce, à partir d'une étude bibliographique:

- $M=0.4$ années⁻¹ et $k=0.24$ années⁻¹ (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2018). Donc, $M/k=1.87$.
- $L_{\inf}=34.9$ cm (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2018)
- $L_{\text{mat-50}}=22.5$ cm (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2013)
- $L_{\text{mat-95}}=28$ cm (tiré du modèle logistique dans Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2013)

Le modèle LBSPR ajusté à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommé « modèle de référence ».

L'évolution de F/M et de SPR est présentée à la figure 8, révélant une forte exploitation au fil des années. Le SPR de *Trachurus spp* aux Îles Canaries a été inférieur à la plage SPR de 30-40% pour toute la série chronologique.

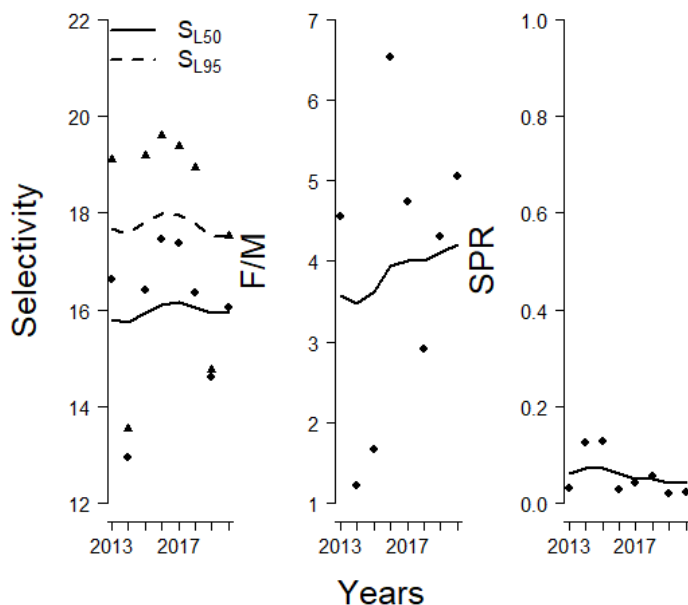


Figure 8. Résultats LB-SPR pour le stock de *Trachurus spp* aux Canaries. Estimations de: (Gauche) sélectivité; (centre) F/M et (droite) SPR.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et L_{mat-50} , L_{mat-95} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. De plus, un modèle alternatif fixant L_{mat-95} à 32 cm, tiré du modèle de Gompertz (Jurado-Ruzafa et Santamaría, 2013), a également été appliqué. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception du stock légèrement plus favorable en termes de SPR. D'autre part, les paramètres M/k , L_{mat-50} et L_{mat-95} influencent aussi les résultats, mais en moindre mesure.

LCA/YR

Données d'entrée

La composition par taille des débarquements totaux a été moyennée pour la période 2016-2020, comprenant les poissons de 10 à 32 cm de longueur totale. Les paramètres de croissance utilisés ont été estimés par Jurado-Ruzafa et Santamaría (2018) pour le stock de *Trachurus picturatus* aux Canaries: $L_{inf} = 34.9$ cm et $k = 0.214$ années⁻¹. La valeur de $M = 0.32$ années⁻¹ (calculée à partir de la méthode Jensen (1996)) a été ajustée à 0.35 ans⁻¹.

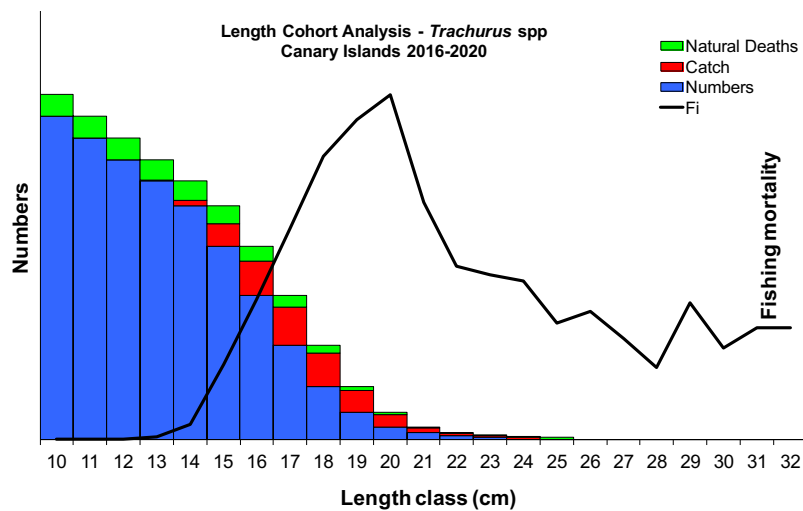


Figure 9. Résultats de l'analyse LCA pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries.

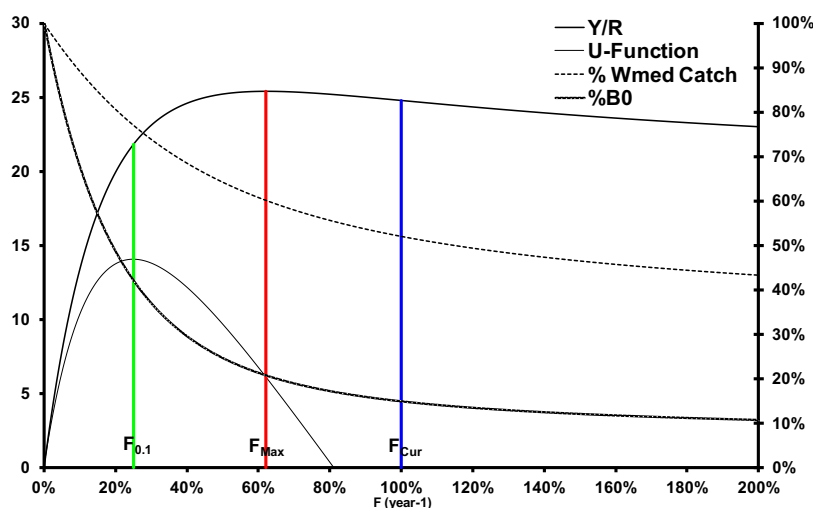


Figure 10. Résultats de l'analyse YR pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries. F_{cur} est le niveau actuel de mortalité par pêche (F); $F_{0.1}$ correspond au niveau de mortalité par pêche (F) auquel le taux d'augmentation de Y/R serait de 10% du taux initial; F_{MAX} représente le niveau de F produisant le rendement par recrue (Y/R) maximum. Chaque ligne intercepte la courbe Y/R, signalant le Y/R estimé au niveau F correspondant.

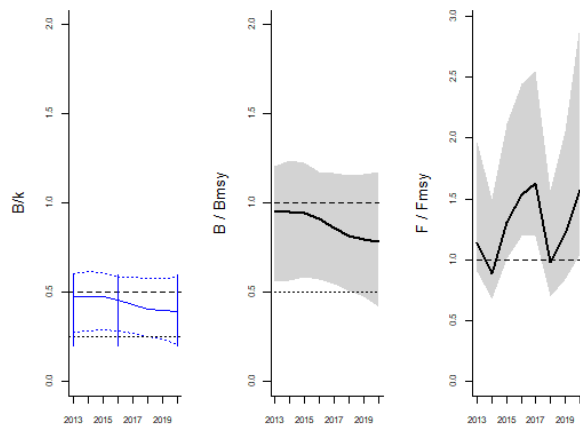
Les estimations de Y/R basées sur la sélectivité obtenue à partir de l'Analyse LCA (Figure 9) montrent que la mortalité par pêche actuelle (F_{cur}) dépasse F_{max} (Figure 10).

CMSY

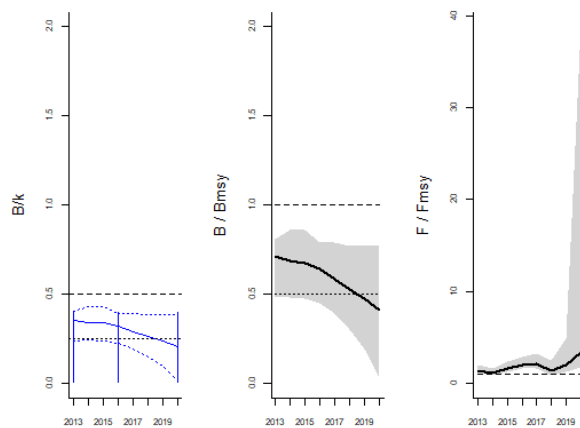
Les débarquements annuels du stock de *Trachurus* spp aux Canaries sur la période 2013-2020 ont été utilisés pour appliquer le modèle CMSY, avec les différentes combinaisons de priors présentées dans le tableau 2.

Les résultats sont présentés dans la Figure 11, et montrent que les plages de priors d'épuisement au début de la série chronologique ont eu une grande influence sur l'état estimé de B/B_{MSY} et du F/F_{MSY} . L'analyse CMSY dépend de bonnes plages de priors de biomasse et réagit à de légers changements de leur valeur, tel que décrit dans Bouch *et al.* (2021).

Run 1: Initial B/k Medium (0.2-0.6)



Run 2: Initial B/k Strong (0.01-0.4)



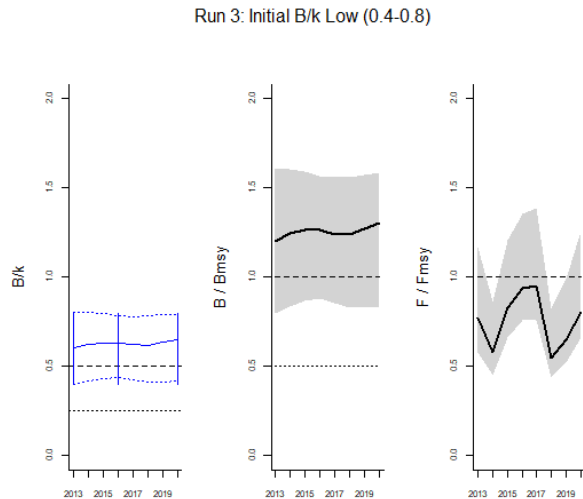


Figure 11. Résultats CMSY pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries pour les Analyses 1, 2 et 3. Le panneau de gauche montre la médiane des trajectoires de la biomasse (ligne bleue). Les lignes bleues en pointillés indiquent les percentiles 2,5 et 97,5. Les lignes bleues verticales représentent les plages de priors de biomasse. Les panneaux du centre et de droite montrent l'évolution de la biomasse relative prévue (B/B_{msy}) et du taux d'exploitation (F/F_{msy}), la zone en gris indique l'incertitude.

SPiCT

Pour *Trachurus* spp, le modèle SPiCT a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et d'effort (jours de pêche) comme données d'entrée. Les configurations des analyses sont présentées après la description du tableau 3. Pour chaque Analyse, la liste de vérification pour accepter le SPiCT a été suivie:

- *Convergence du modèle.* Les Analyses 1-2, 5, 10, et 12 n'ont pas convergé.
- *Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead »* (biais, autocorrélation, normalité).
- *Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.* Dans tous les cas, la variance égale à la valeur réelle a été obtenue.
- *Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective.* Aucun modèle n'a montré de cohérence dans les tendances rétrospectives.
- *Réalisme de la courbe de production.* Dans de nombreux cas, la courbe de production n'était pas réaliste.
- *Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales.* Pour chaque analyse, 20 essais différents ont été ajustés mais dans de nombreux cas, avec des valeurs initiales différentes, les modèles n'ont pas convergé.
- *Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique.* Les intervalles de confiance pour B/B_{MSY} et F/F_{MSY} ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur. Dans tous les cas, les intervalles de confiance des deux estimations s'étendaient sur plus d'un ordre de grandeur.

Biodyn

Pour *Trachurus* spp, le modèle Biodyn a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et de CPUE (t /jours de pêche) comme données d'entrée. Deux paires de r (taux intrinsèque de croissance) et K (capacité de charge ou biomasse vierge) ont été testées, ainsi que le prior d'épuisement B_i/K (tableau 8).

Tableau 8. Détails des scénarios testés avec Biodyn pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries. La valeur de la résilience a été tirée de FishBase (Froese et Pauly, 2021), la capacité de charge basée sur

les résultats de CMSY et l'épuisement au début de la série chronologique a été fixé à des valeurs moyennes.

Analyse	Série chronologique des Débarquements (t) et de LPUE (t/jour)	r	K (t)	Bi/K
1	2013-2020	0.49	3700	50%
2	2013-2020	0.75	5000	60%

Les résultats obtenus pour ces deux analyses sont présentés à la Figure 12. Bien qu'ils ne soient pas totalement contradictoires, on constate la sensibilité du modèle aux valeurs initiales. Ceci sera traité dans la section 5.

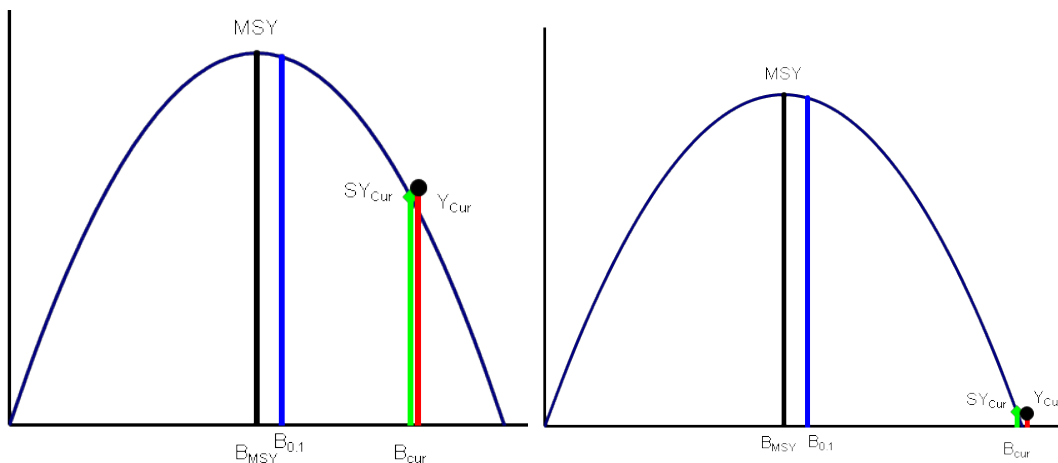


Figure 12. Courbes de production pour l'année 2020, telles qu'estimées par le modèle Biodyn pour le stock de *Trachurus* spp aux Canaries, pour l'Analyse 1 (gauche) et l'Analyse 2 (droite). Les points de référence représentés correspondent à la biomasse du stock estimée pour la dernière année (B_{cur}) et au rendement correspondant (Y_{cur} , ligne rouge) et sont présentés par rapport à la biomasse qui produirait le rendement maximal durable (B_{MSY} , ligne noire), la biomasse qui produirait le rendement durable (SY_{cur} , ligne verte) et $B_{0.1}$ (ligne bleue).

Sardinella spp.

Données d'entrée

Des données sur la distribution de fréquences des tailles des débarquements du stock de *Sardinella spp* aux Canaries sont disponibles pour les années 2013-2020 (Fig. 13, gauche).

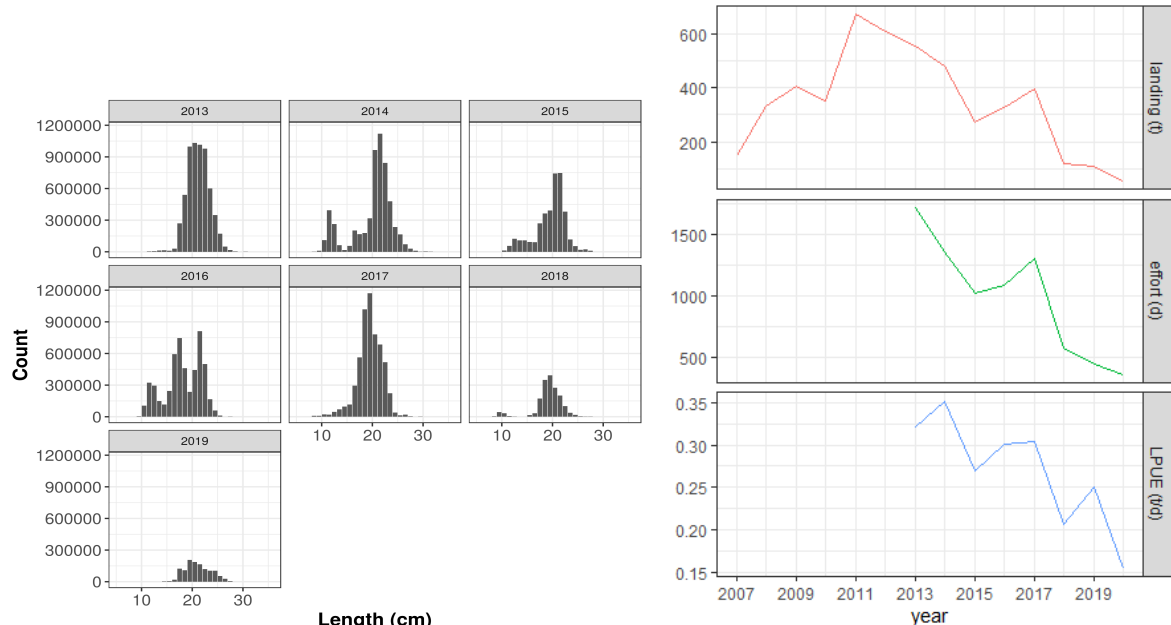


Figure 13. Données d'entrée pour le stock de *Sardinella spp* aux Canaries. Gauche: Distributions annuelles de fréquence des tailles des débarquements de la période 2013-2019 (il n'a pas été possible de réaliser des **échantillonnages de taille** pour cette espèce en 2020). Droite: Données annuelles sur la pêche 2007-2020.

Des données sur les débarquements (t), l'effort (jours consacrés aux espèces) et LPUE (t/jour) sont également disponibles pour le stock de *Sardinella spp* aux Canaries. La série chronologique des débarquements remonte jusqu'en 2007 (voir section 2), tandis que les données sur l'effort ne sont disponibles qu'à partir de 2013 (Fig. 13., droite).

LBI

Données d'entrée

Étant donné que la majeure partie des captures de *Sardinella spp* correspondent à l'espèce *Sardinella aurita*, nous avons utilisé les valeurs suivantes pour les paramètres de cycle de vie de cette espèce dans des zones le plus proches possible, à partir d'une étude bibliographique:

- En prenant $M/k=1.5$
- $L_{inf}= 34.7$ cm (Baali *et al.*, 2021)
- $L_{mat-50}= 18$ cm (données de l'IEO-COPACE, période 2013-2019)
- Paramètres de la relation poids-longueur $a=0.008$ et $b=3.017$ (données de l'IEO-COPACE, période 2013-2019)

La méthode LBI ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ». Le tableau 9 indique que L_c était généralement supérieur à L_{mat} , ce qui montre que le frai est possible avant l'entrée des poissons dans la pêche. On observe des signes d'épuisement d'individus de grande taille, car L_{max} était loin de L_{inf} et la proportion de gros reproducteurs est faible. Les indicateurs basés sur la longueur et les points de référence calculés pour *sardinella spp* suggèrent que le niveau d'exploitation du stock (exprimé par la taille moyenne dans les captures, L_{mean}) était proche de L_{opt} , ce

qui montre que la pêcherie fonctionne avec une longueur cible proche de la longueur du rendement optimal. Cependant, L_{mean} est en-dessous de $L_{F=M}$, ce qui montre que la longueur cible n'est peut être pas durable et serait donc loin de MSY.

Tableau 9. Indicateurs de « feu tricolore » pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{\text{mat}}$	$L_{\text{max } 5} / L_{\text{inf}}$	P_{mega}	$L_{\text{mean}} / L_{\text{opt}}$	$L_{\text{mean}} / L_F = M$
2013	1.03	1.08	0.74	0.04	0.93	0.95
2014	1.14	1.03	0.75	0.05	0.96	0.92
2015	1.08	1.03	0.71	0.01	0.92	0.91
2016	0.92	0.92	0.69	0.00	0.85	0.94
2017	1.03	1.03	0.69	0.01	0.88	0.90
2018	1.03	1.03	0.69	0.01	0.87	0.90
2019	0.97	1.08	0.75	0.07	0.92	0.97

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et $L_{\text{mat-50}}$ (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception légèrement meilleure du stock en termes de rendement optimal et de rendement maximal durable (MSY). La surestimation de $L_{\text{mat-50}}$ a conduit à une diminution des valeurs des indicateurs liés à la conservation des individus immatures.

LB-SPR

Données d'entrée

Étant donné que la majeure partie des captures de *Sardinella* spp correspondent à l'espèce *Sardinella aurita*, nous avons utilisé les valeurs suivantes pour les paramètres de cycle de vie de cette espèce dans des zones le plus proches possible, à partir d'une étude bibliographique:

- En prenant $M/k=1.5$
- $L_{\text{inf}}= 34.7$ cm (Baali *et al.*, 2021)
- $L_{\text{mat-50}}= 18$ cm (données de l'IEO-COPACE, période 2013-2019)
- $L_{\text{mat-95}}= 25$ cm (données de l'IEO-COPACE, période 2013-2019)

La méthode LB-SPR ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ».

L'évolution de F/M et de SPR est présentée à la figure 14 et montre une forte exploitation au cours des premières années. Le SPR du stock de *Sardinella* spp aux Îles Canaries a été inférieur à la fourchette SPR de 30-40% pour toute la série chronologique.

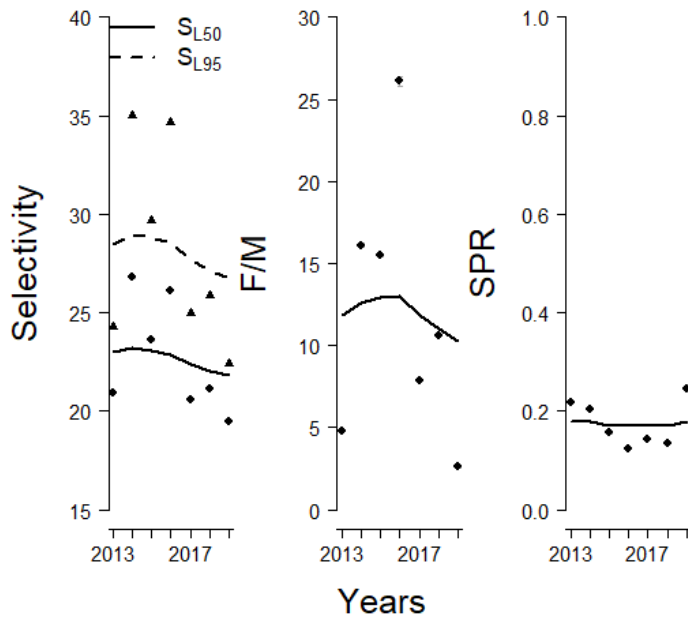


Figure 14. Résultats LB-SPR pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries. Estimations de: (gauche) sélectivité; (centre) F/M et (droite) SPR.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et L_{mat-50} , L_{mat-95} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception du stock légèrement plus favorable en termes de SPR. D'autre part, les paramètres M/k , L_{mat-50} et L_{mat-95} influencent aussi les résultats, mais en moindre mesure.

LCA/YR

Données d'entrée

En l'absence de données sur la longueur pour l'année 2020, la composition par taille des débarquements totaux a été moyennée pour la période 2015-2019, comprenant les poissons de 9 à 30 cm de longueur totale. Les paramètres de croissance utilisés étaient les estimations de Baali *et al.* (2021) au large du Sud du Maroc pour *Sardinella aurita*: $L_{inf} = 34.74$ cm et $k = 0.42$ années⁻¹. La valeur de $M = 0.63$ années⁻¹ (calculée à partir de la méthode Jensen (1996)) a été utilisée.

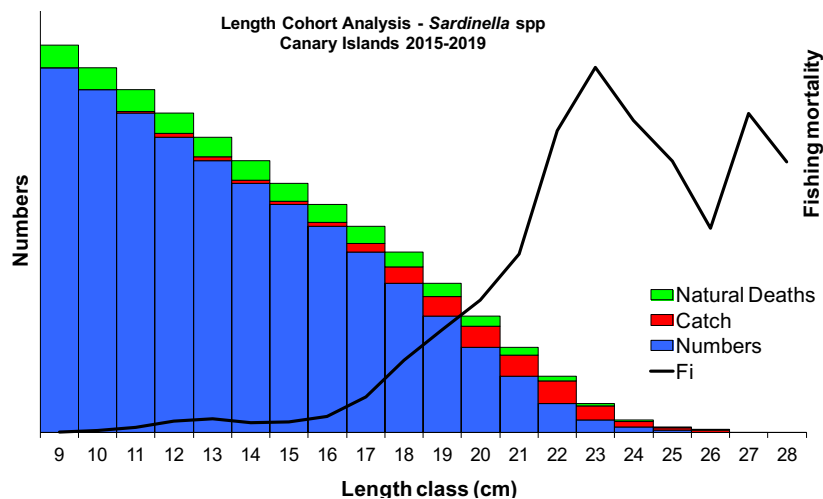


Figure 15. Résultats de l'analyse LCA pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries.

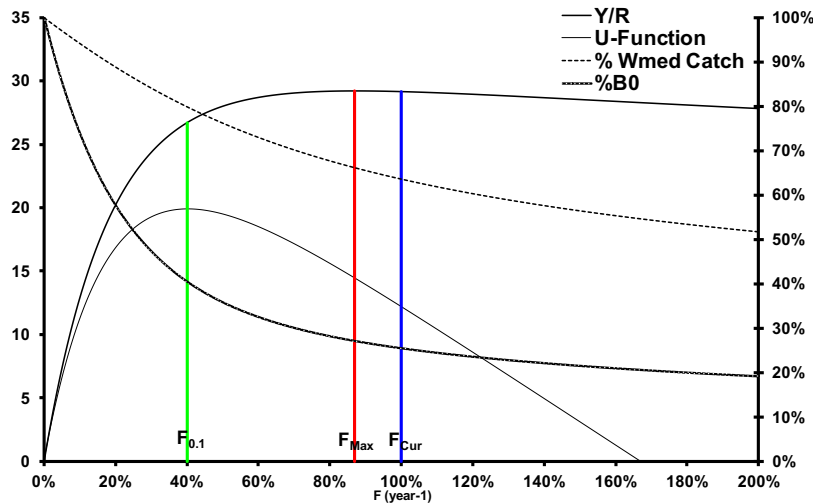


Figure 16. Résultats de l'analyse YR pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries. F_{cur} est le niveau actuel de mortalité par pêche (F); $F_{0.1}$ correspond au niveau de mortalité par pêche (F) auquel le taux d'augmentation de Y/R serait de 10% du taux initial; F_{MAX} représente le niveau de F produisant le rendement par recrue (Y/R) maximum. Chaque ligne intercepte la courbe Y/R, signalant le Y/R estimé au niveau F correspondant.

Les estimations de Y/R basées sur la sélectivité obtenue à partir de LCA (Figure 15) montrent que la mortalité par pêche actuelle (F_{cur}) dépasse F_{max} (Figure 16).

CMSY

Données d'entrée

Les débarquements annuels du stock de *Sardinella* spp aux Canaries sur la période 2013-2020 ont été utilisés pour appliquer le modèle CMSY, avec les différentes combinaisons de priors présentées dans le tableau 2.

Les résultats présentés dans la Figure 17 montrent que quelle que soit l'hypothèse formulée à priori pour la gamme de valeurs d'épuisement initial, la trajectoire de la biomasse estimée est descendante et l'état du stock pour la dernière année est bien en dessous de B_{msy} .

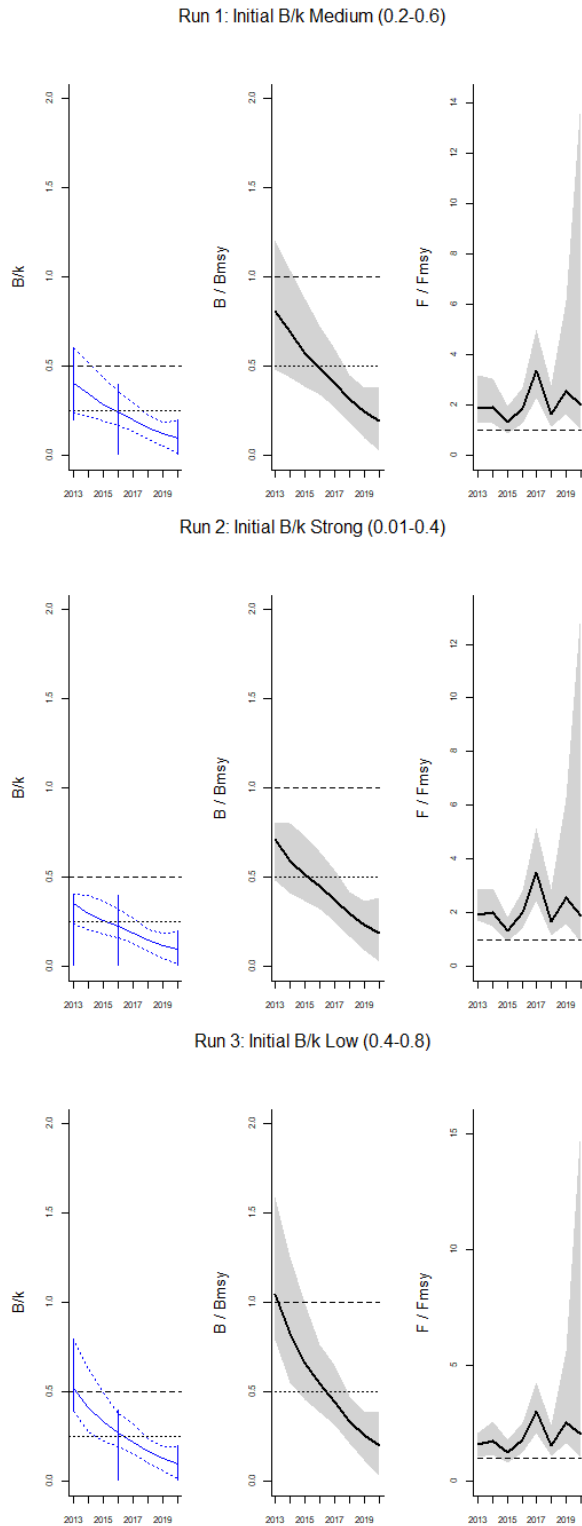


Figure 17. Résultats CMSY pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries pour les Analyses 1, 2 et 3. Le panneau de gauche montre la médiane des trajectoires de la biomasse (ligne bleue). Les lignes bleues en pointillés indiquent les 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles. Les lignes bleues verticales représentent les plages de priors de biomasse. Les panneaux du centre et de droite montrent l'évolution de la biomasse relative prévue (B/B_{msy}) et du taux d'exploitation (F/F_{msy}), la zone en gris indique l'incertitude.

Pour *Sardinella* spp le modèle SPiCT a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et d'effort (jours de pêche) comme données d'entrée. Les configurations des analyses sont présentées après la description du tableau 3. Pour chaque Analyse, la liste de vérification pour accepter le SPiCT a été suivie:

- *Convergence du modèle.* Les analyses 2 et 11 n'ont pas convergé.
- *Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead » (biais, autocorrélation, normalité).*
- *Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.* Dans tous les cas, la variance égale à la valeur réelle a été obtenue.
- *Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective.* Aucun modèle n'a montré de cohérence dans les tendances rétrospectives.
- *Réalisme de la courbe de production.* Dans de nombreux cas, la courbe de production n'était pas réaliste.
- *Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales.* Pour chaque analyse, 20 essais différents ont été ajustés mais dans de nombreux cas, avec des valeurs initiales différentes, les modèles n'ont pas convergé.
- *Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique.* Les intervalles de confiance pour $B/BMSY$ et $F/FMSY$ ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur. Dans tous les cas, les intervalles de confiance des deux estimations s'étendaient sur plus d'un ordre de grandeur.

Biodyn

Pour *Sardinella* spp, le modèle Biodyn a été ajusté en utilisant les séries chronologiques 2013-2020 des débarquements (t) et des CPUE (t/jours de pêche) comme données d'entrée. Deux paires de r (taux intrinsèque de croissance) et K (capacité de charge ou biomasse vierge) ont été testées, ainsi que le prior d'épuisement Bi/K (tableau 11).

Tableau 11. Détails des scénarios testés avec Biodyn pour le stock de *sardinella* spp aux Canaries. La valeur de la résilience a été tirée de FishBase (Froese et Pauly, 2021), la capacité de charge basée sur les résultats de CMSY et l'épuisement au début de la série chronologique a été fixé à des valeurs moyennes.

Analyse	Série chronologique des Débarquements (t) et LPUE (t/jour)	r	K (t)	Bi/K
1	2013-2020	0.74	1900	50%
2	2013-2020	2.60	8000	50%

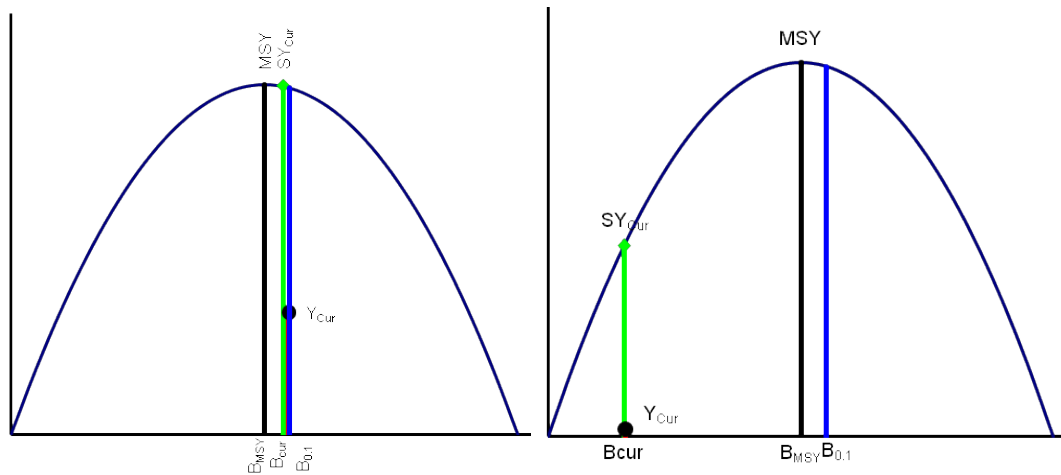


Figure 18. Courbes de production pour l'année 2020, telles qu'estimées par le modèle Biodyn pour le stock de *Sardinella* spp aux Canaries, pour l'Analyse 1 (gauche) et 2 (droite). Les points de référence représentés correspondent à la biomasse du stock estimée pour la dernière année de données (B_{cur}) et le rendement correspondant (Y_{cur} , ligne rouge) sont présentés par rapport à la biomasse qui produirait le rendement maximal durable (B_{MSY} , ligne noire), la biomasse qui produirait le rendement durable (SY_{cur} , ligne verte) et le $B_{0.1}$ (ligne bleue).

Les résultats obtenus pour ces deux analyses sont présentés à la Figure 18. Les deux scénarios testés fournissent différents états du stock de *Sardinella* spp aux Canaries en 2020, ce qui souligne la sensibilité du modèle aux valeurs initiales utilisées.

Sardina pilchardus

Données d'entrée

Des données sur la distribution de fréquences des tailles des débarquements de *Sardina pilchardus* du stock des Canaries sont disponibles pour les années 2013-2020, un seul échantillonnage ayant été réalisé en 2020 (Fig. 19, gauche).

Des données sur les débarquements (t), l'effort (jours consacrés aux espèces) et LPUE (t/jour) sont également disponibles pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries. La série chronologique des débarquements remonte jusqu'à l'année 2007 (voir section 2), tandis que les données sur l'effort ne sont disponibles qu'à partir de 2013 (Fig. 19., droite).

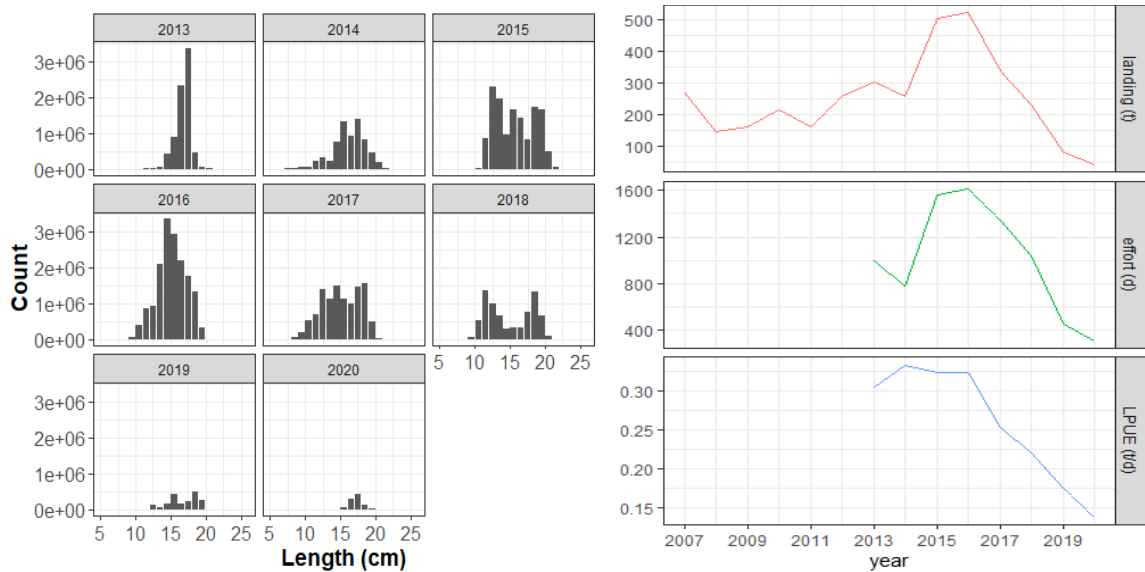


Figure 19. Données d'entrée pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries. Gauche: Distributions annuelles de fréquence des tailles des débarquements sur la période 2013-2020. Droite: Données annuelles sur la pêcherie 2007-2020.

LBI

Modèle de référence

Les valeurs des paramètres du cycle de vie de *Sardina pilchardus*, tirés d'une étude bibliographique (sur les eaux canariennes ou des zones à proximité), sont les suivantes:

- En supposant que $M/k=1.5$
- $L_{inf}= 22$ cm (Baali *et al.*, 2020)
- $L_{mat-50}=15$ cm (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)
- Paramètres de la relation poids-longueur $a=0.009$ et $b=2.96$ (Jurado-Ruzafa *et al.*, 2016)

La méthode LBI ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ».

Les fréquences de tailles n'étaient pas représentatives pour les années 2019 et 2020 (Fig. 19, gauche) en raison de leur nombre limité. Ces deux années ont donc été omises pour cette analyse, et une série chronologique plus courte a été retenue.

Tableau 12. Indicateurs de « feu tricolore » pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries.

	Conservation				Optimizing Yield	MSY
Year	L_c / L_{mat}	$L_{25\%} / L_{mat}$	$L_{max\ 5} / L_{inf}$	P_{mega}	L_{mean} / L_{opt}	$L_{mean} / L_F = M$
2013	1.10	1.10	0.85	0.82	1.17	0.96
2014	0.97	1.03	0.92	0.56	1.15	1.03
2015	0.83	0.90	0.92	0.44	1.09	1.07
2016	0.90	0.90	0.86	0.35	1.07	1.01
2017	0.83	0.83	0.88	0.41	1.08	1.06
2018	0.77	0.77	0.90	0.43	1.05	1.09

Le tableau 12 indique que L_c était généralement supérieur à L_{mat} , ce qui montre que le frai est possible avant l'entrée des poissons dans la pêche. La proportion d'individus de grande taille dans le stock semble adéquate. Les indicateurs basés sur la longueur et les points de référence calculés suggèrent que le niveau d'exploitation du stock de *Sardina pilchardus* (exprimé par la taille moyenne dans les captures, L_{mean}) était proche de L_{opt} et de $L_{F=M}$, ce qui montre que la pêche fonctionne avec une longueur cible proche de la longueur du rendement optimal MSY.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et L_{mat-50} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception légèrement meilleure du stock en termes de rendement optimal et de rendement maximal durable (MSY). La surestimation de L_{mat-50} a conduit à une diminution des valeurs des indicateurs liés à la conservation des individus immatures.

LB-SPR

Données d'entrée

Pour cette analyse, nous avons utilisé les valeurs suivantes pour les paramètres du cycle de vie de *Sardina pilchardus*, tirés d'une étude bibliographique:

- En supposant que $M/k=1.5$
- $L_{inf}=22$ cm (Baali *et al.*, 2020)
- $L_{mat-50}=15$ (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)
- $L_{mat-95}=18$ cm (Méndez-Villamil *et al.*, 1997)

La méthode LB-SPR ajustée à l'aide des valeurs ci-dessus est dénommée « modèle de référence ». L'évolution de F/M et de SPR est présentée à la figure 20 et montre une tendance vers une exploitation plus faible au cours de la série chronologique. Les SPR de la sardine dépassent 50% de l'ensemble de la série chronologique, et atteignent même en 2015 et en 2018 des valeurs proches du stock vierge, ce qui est considéré irréaliste.

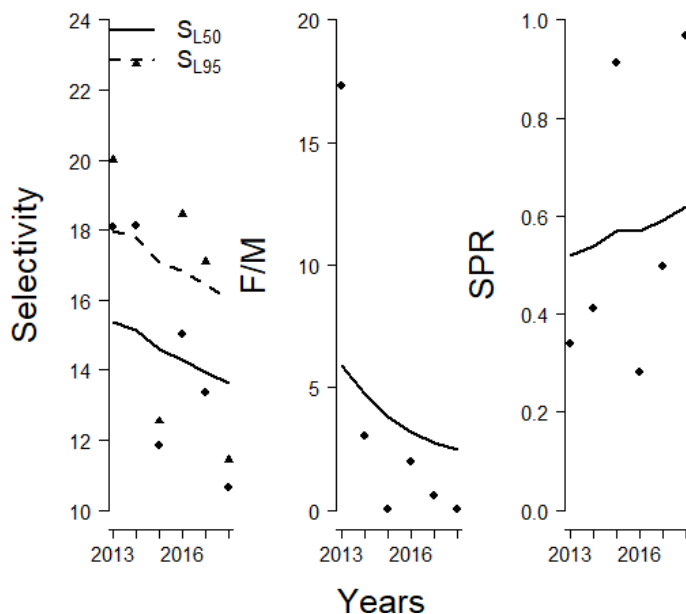


Figure 20. Résultats LB-SPR pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries. Estimations de: (gauche) sélectivité; (centre) F/M et (droite) SPR.

Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité des paramètres L_{inf} , M/k et L_{mat-50} , L_{mat-95} (autour des valeurs de référence) a été effectuée en les surestimant et en les sous-estimant de 5 et 10 pour cent. Pour des raisons de concision du document, les résultats sont résumés et ne sont pas présentés ici. La sous-estimation de L_{inf} a conduit à une perception du stock légèrement plus favorable en termes de SPR. D'autre part, les paramètres M/k , L_{mat-50} et L_{mat-95} influencent aussi les résultats, mais en moindre mesure.

LCA/YR

Données d'entrée

En l'absence de données sur la composition des débarquements en 2020, la composition par taille des débarquements totaux a été moyennée pour la période 2015-2019, comprenant les poissons de 9 à 22 cm de longueur totale. Les paramètres de croissance utilisés étaient les estimations Mounir *et al.* (2020) au large du Maroc: $L_{inf}=23$ cm et $k=0.311$ années⁻¹. La valeur de $M=0.47$ années⁻¹ (calculée à partir de la méthode Jensen (1996)) a été ajustée à 0.40 ans⁻¹.

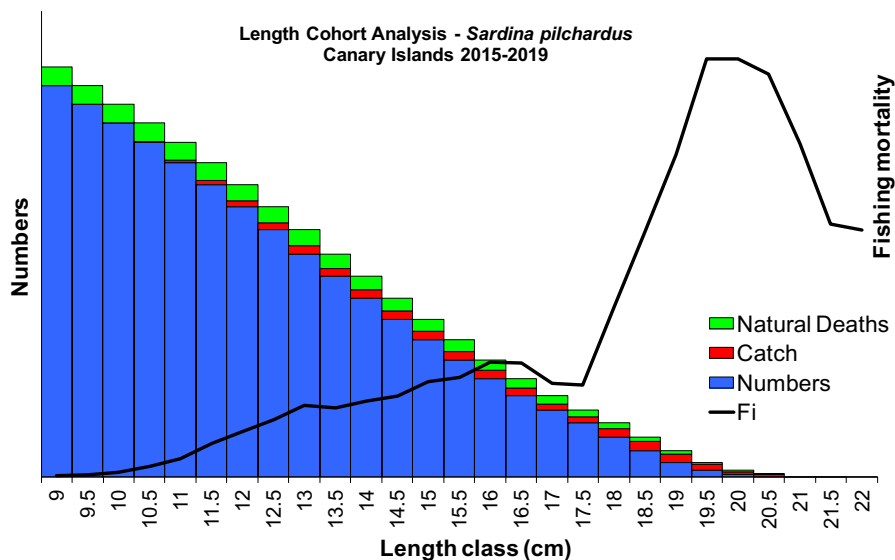


Figure 21. Résultats de l'analyse LCA pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries.

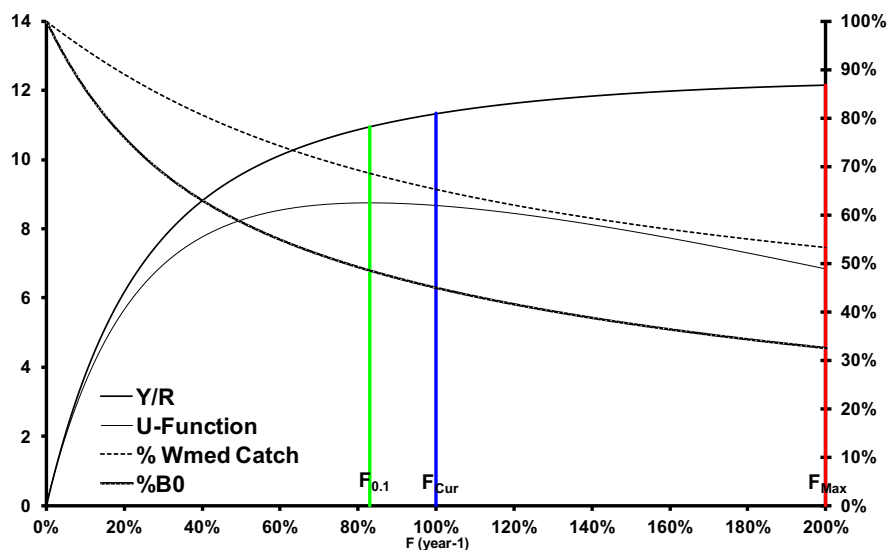


Figure 22. Résultats de l'analyse YR pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries. F_{cur} est le niveau actuel de mortalité par pêche (F); $F_{0.1}$ correspond au niveau de mortalité par pêche (F) auquel le

taux d'augmentation de Y/R serait de 10% du taux initial; F_{MAX} représente le niveau de F produisant le rendement par recrue (Y/R) maximum. Chaque ligne intercepte la courbe Y/R, signalant le Y/R estimé au niveau F correspondant.

Les estimations de Y/R basées sur la sélectivité obtenue à partir de LCA (Figure 21) affichent une valeur non fiable pour F_{max} (Figure 22).

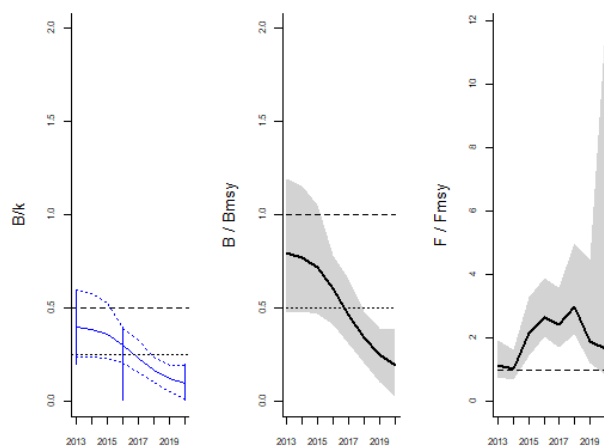
CMSY

Données d'entrée

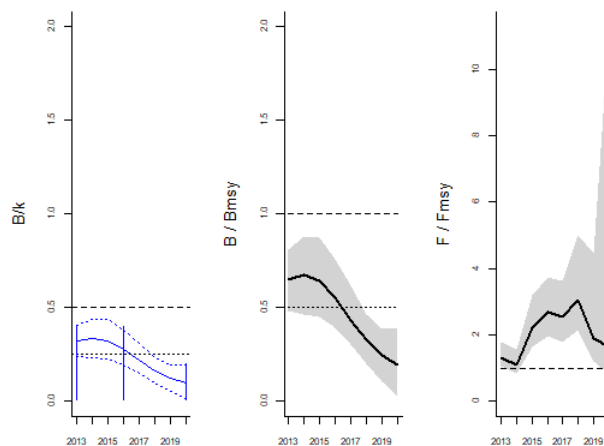
Les débarquements annuels du stock canarien de *Sardina pilchardus* sur la période 2013-2020 ont été utilisés pour appliquer le modèle CMSY, avec les différentes combinaisons de priors présentées dans le tableau 2.

Les résultats présentés dans la Figure 23 montrent que quelle que soit l'hypothèse formulée à priori sur la gamme de valeurs d'épuisement, la trajectoire de la biomasse estimée est descendante et l'état du stock pour la dernière année est bien en dessous de B_{msy} .

Run 1: Initial B/k Medium (0.2-0.6)



Run 2: Initial B/k Strong (0.01-0.4)



Run 3: Initial B/k Low (0.4-0.8)

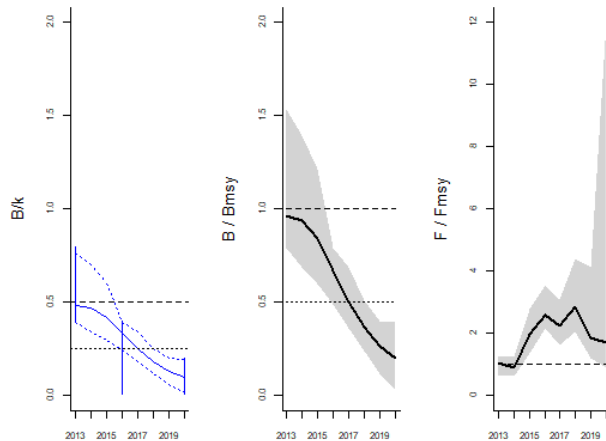


Figure 23. Résultats CMSY pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries pour les analyses 1, 2 à 3. Le panneau de gauche montre la médiane des trajectoires de la biomasse (ligne bleue). Les lignes bleues en pointillés indiquent les 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles. Les lignes bleues verticales représentent les plages de priors de biomasse. Les panneaux du centre et de droite montrent l'évolution de la biomasse relative prévue (B/B_{msy}) et du taux d'exploitation (F/F_{msy}), la zone en gris indique l'incertitude.

SPiCT

Pour l'espèce *Sardina pilchardus*, le modèle SPiCT a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 pour les débarquements (t) et l'effort de pêche (journées) comme données d'entrée. Les configurations des analyses sont présentées après la description du tableau 3. Pour chaque Analyse, la liste de vérification pour accepter le SPiCT a été suivie:

- *Convergence du modèle.* L'analyse 9 n'a pas convergé.
- *Absence de violation des hypothèses du modèle, d'après les résiduels « one-step-ahead »* (biais, autocorrélation, normalité).
- *Tous les paramètres de variance des paramètres du modèle qui sont finis doivent être VRAIS.* Dans tous les cas, la variance égale à la valeur réelle a été obtenue.
- *Les tendances sont cohérentes dans l'analyse rétrospective.* Aucun modèle n'a montré de cohérence avec les tendances rétrospectives.
- *Réalisme de la courbe de production.* Dans de nombreux cas, la courbe de production n'était pas réaliste.
- *Les mêmes estimations de paramètres sont obtenues si l'on utilise différentes valeurs initiales.* Pour chaque analyse, 20 essais différents ont été ajustés mais dans de nombreux cas, avec des valeurs initiales différentes, les modèles n'ont pas convergé.
- *Une forte incertitude d'évaluation peut être le signe d'un manque de contraste dans les données d'entrée ou d'une violation des hypothèses du modèle écologique.* Les intervalles de confiance pour B/B_{MSY} et F/F_{MSY} ne doivent pas s'étendre sur plus d'un ordre de grandeur. Dans tous les cas, les intervalles de confiance des deux estimations s'étendaient sur plus d'un ordre de grandeur.

Biodyn

Pour l'espèce *Sardina pilchardus*, le modèle Biodyn a été ajusté en utilisant les séries chronologiques de 2013-2020 des débarquements (t) et LPUE (t /jours de pêche) comme données d'entrée. Deux paires de r (taux intrinsèque de croissance) et K (capacité de charge ou biomasse vierge) ont été testées, ainsi que le prior d'épuisement B_i/K (tableau 13).

Tableau 13. Détails des scénarios testés avec Biodyn pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries. La valeur de la résilience a été tirée de FishBase (Froese et Pauly, 2021), la capacité de charge basée sur les résultats de CMSY et l'épuisement au début de la série chronologique a été fixé à des valeurs moyennes.

Analyse	Série chronologique des Débarquements (t) et LPUE (t/jour)	r	K (t)	BI/K
1	2013-2020	0.60	2000	50%
2	2013-2020	3.60	8000	50%

Les résultats obtenus pour ces deux analyses sont présentés à la Figure 24. Bien qu'ils ne soient pas totalement contradictoires, on constate la sensibilité du modèle aux valeurs initiales. Ceci sera traité dans la section 5.

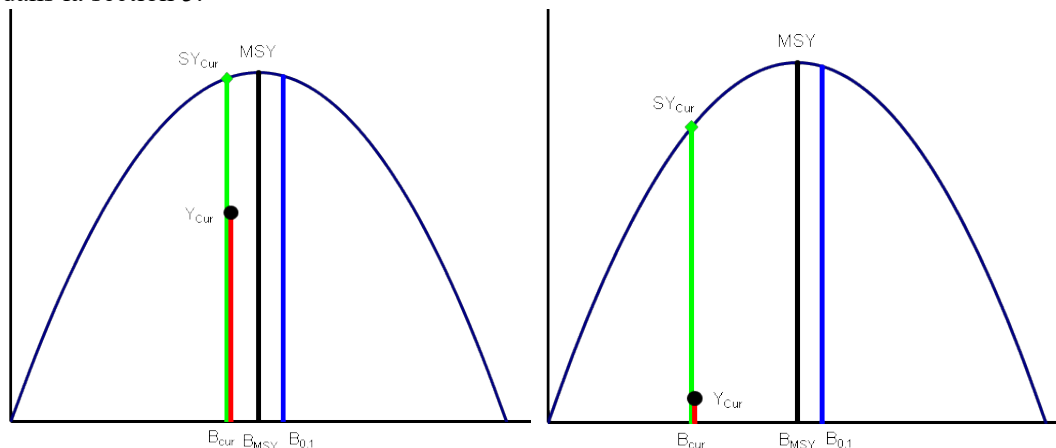


Figure 24. Courbes de production pour l'année 2020, tel qu'estimées par le modèle Biodyn pour le stock de *Sardina pilchardus* aux Canaries, pour l'Analyse 1 (gauche) et l'Analyse 2 (droite). Les points de référence représentés correspondent à la biomasse du stock estimée pour la dernière année de données (B_{cur}) et le rendement correspondant (Y_{cur} , ligne rouge) sont présentés par rapport à la biomasse qui produirait le rendement maximal durable (B_{MSY} , ligne noire), la biomasse qui produirait le rendement durable (SY_{cur} , ligne verte) et le $B_{0.1}$ (ligne bleue).

DISCUSSION

Les **approches basées sur la longueur** testées dans cette analyse fournissent une méthodologie très simple et peu exigeante en termes de données, et peuvent donner une indication de l'état du stock dans des conditions d'équilibre et de stabilité. Ces approches reposent notamment sur la sélection des valeurs des paramètres pour L_{mat} , la croissance et la mortalité naturelle, car ces paramètres influencent les pourcentages absolus des indicateurs, mais pas leurs tendances. Plusieurs des points de référence calculés étaient empiriques et reposaient sur le paramètre de croissance L_{inf} de von Bertalanffy. Il est bien évidemment important d'utiliser des paramètres de croissance représentatifs dans ces approches. Il convient toutefois de noter que les paramètres de croissance sont beaucoup plus difficiles à obtenir et sont parfois incertains pour certains de ces stocks, dont les paramètres de croissance ont été supposés analogues à ceux d'autres stocks ou zones. Pour ce qui est de l'estimation et de l'utilisation de L_c comme mesure de la pêche, la distribution des tailles doit représenter les captures (plutôt que les débarquements uniquement) si des rejets ont lieu, ce qui semble être le cas ici. L'inclusion des rejets peut modifier l'estimation de l'état global du stock. En outre, il s'agit de méthodes basées sur l'équilibre, c'est-à-dire que F est constant et qu'il n'y a pas de variabilité du recrutement. L'hypothèse d'un recrutement constant (ou d'une variabilité modérée et aléatoire) pose quelques difficultés dans la pratique. De fortes classes d'âge réduisent la longueur moyenne, ce qui suggère dans le cas de LBI une mortalité élevée alors qu'en réalité la situation est bonne (fort recrutement) et vice versa. L'examen des distributions annuelles de fréquence de tailles pour tous les stocks n'a révélé aucune preuve d'une forte classe d'âge entrant dans la pêcherie, ni par conséquent de modes migrant de gauche à droite au fil du temps. Il serait toutefois

nécessaire de disposer de données indépendantes sur la pêcherie pour approfondir l'hypothèse de l'équilibre. En outre, la méthode est fortement sensible au modèle de sélectivité retenu et à la représentativité des données relatives à la longueur. On suppose que la sélectivité commerciale suit une courbe logistique; cependant, cela exige de connaître la forme de la courbe de sélectivité, qui n'est pas disponible pour ces stocks. La validité des hypothèses doit être examinée de plus près. Une approche pourrait consister à tester les principales hypothèses (robustesse des hypothèses face à la variabilité de recrutement et à une courbe de sélectivité en forme de dôme), à examiner la sensibilité aux erreurs dans les entrées du modèle, et à simuler des modèles basés sur une large palette de caractéristiques biologiques (M/k).

La méthode CMSY dépend de bonnes plages de priors de biomasse et réagit à de légers changements de leur valeur. Les analyses présentées ici font ressortir l'une des limites de l'approche CMSY, décrite dans plusieurs études sur les méthodes d'évaluation des stocks à données limitées (Geromont et Butterworth, 2015; Bouch *et al.*, 2021): la fiabilité des résultats obtenus, concernant notamment l'état du stock au cours des dernières années, dépend directement de la plausibilité des informations fournies a priori sur les taux d'épuisement. Comme l'ont constaté Bouch *et al.* (2021), la méthode CMSY requiert des priors de biomasse qui servent de limites strictes pour les estimations de l'état du stock $B/BMSY$, et très souvent, les règles par défaut ne fournissaient pas correctement ces limites. Froese *et al.* (2017) recommandent de recourir aux connaissances d'experts pour affiner les priors de biomasse. Le recours à des connaissances d'experts pour définir les priors d'épuisement de la biomasse et le degré de confiance qui leur est accordé soulèvent cependant des problèmes importants, car ce qui est observé, ce sont les prélèvements. L'évaluation des stocks sert à déterminer le niveau d'épuisement du stock, et ne devrait pas dépendre de sa connaissance préalable. Les trajectoires estimées des stocks sont en quelque sorte imposées par l'utilisateur, par les choix des priors utilisés sur les taux d'épuisement.

L'analyse exploratoire réalisée indique que les résultats des modèles sont directement liés à la plage de valeurs de l'épuisement initial supposé, et ne constitue donc pas un bon critère pour évaluer la qualité du modèle. En l'absence d'une évaluation fiable par un autre modèle pouvant servir de base au modèle CMSY, la pertinence des résultats de ce dernier est inévitablement limitée. Il faut donc considérer ces résultats à titre indicatif et ne pas les utiliser pour fournir un avis scientifique.

Il convient de mettre en garde contre les pratiques de recrutement à des petites tailles de stock. Les modèles de productivité comme ceux utilisés par CMSY supposent un recrutement moyen pour toutes les tailles de stock, y compris les tailles de stock au-dessous de la moitié de $Bmsy$, pour lesquelles les manuels de pêche prédisent un risque important de recrutement réduit. En d'autres termes, si le recrutement est réellement réduit, le modèle CMSY surestimera la production de la nouvelle biomasse et sous-estimera les taux d'exploitation. Il faut être particulièrement vigilant lorsque l'hypothèse d'un recrutement moyen semble incorrecte, par exemple lorsque la taille du stock est inférieure à la moitié de $BMSY$ ou pendant des périodes réputées défavorables au recrutement.

SPiCT est une généralisation des modèles de production excédentaire précédents dans la mesure où le bruit stochastique est inclus à la fois dans l'observation et les processus de la pêche et de la biomasse. On ne peut estimer tous les paramètres du modèle que si les données contiennent suffisamment d'informations, ce qui n'est pas le cas ici en raison des séries temporelles courtes et du contraste limité.

Il a été difficile d'ajuster le modèle aux données. Des informations complémentaires ont été incluses lors de l'ajustement par la forme de la courbe de production (paramètre n), la distribution des priors pour l'épuisement initial et l'incertitude dans les séries chronologiques de captures plus longues pour permettre au modèle de converger. Les résultats n'ont pas fourni une évaluation acceptable de l'état des stocks. La plupart des modèles présentent une forte incertitude, ce qui montre que, malgré la convergence du modèle, les paramètres n'étaient pas correctement définis, ce qui a également affecté la biomasse estimée, F et les points de référence correspondants. On peut déduire de ces résultats que les données disponibles ne sont pas assez informatives pour que le modèle estime clairement les paramètres. On ne peut donc pas être confiant dans les diagnostics qui peuvent être faits sur l'état du stock à partir des résultats du modèle SPiCT.

Les modèles **CMSY** et **SPiCT** contiennent tous deux des erreurs de processus, ce qui veut dire qu'un écart aléatoire est autorisé chaque année par rapport au modèle de production déterministe supposé (Schaefer ou Pella-Tomlinson, respectivement). Il faut garder à l'esprit que, si les écarts annuels associés à l'erreur de processus prennent de l'ampleur, l'hypothèse du modèle de production excédentaire (par exemple Schaefer) perdra de sa pertinence, dans le sens où la dynamique de la population peut être plus fortement déterminée par les grands écarts annuels que par le modèle Schaefer. Cette situation pourrait avoir pour conséquence que les points de référence du MSY soient déterminés sur la base du modèle de production (par exemple Schaefer) qui, en réalité, ne représente pas bien la dynamique de la population.

En ce qui concerne le modèle Biodyn, comme l'a souligné Barros (2012), il repose sur des procédures d'estimation non linéaires qui présentent un certain nombre de limitations, dont la plus importante est probablement que les estimations obtenues dépendent fortement des valeurs initiales définies. Définir des valeurs initiales adéquates est essentiel pour le succès de la procédure d'estimation du fait de l'extrême sensibilité du modèle aux paramètres d'entrée requis, à savoir r (taux d'accroissement intrinsèque), K (capacité de charge ou biomasse vierge) et le niveau d'épuisement au début de la série chronologique. À l'heure actuelle, ces informations ne sont pas connues pour le stock de petits pélagiques des Îles Canaries. En outre, faute de séries fiables d'indices d'abondance, le modèle de production dynamique n'a pas été concluant pour toutes ces espèces.

CONCLUSION

Pour conclure, ces évaluations exploratoires des petits poissons pélagiques dans les îles Canaries réalisées avec six méthodes différentes prouvent qu'une **évaluation quantitative n'est pas encore réalisable (même en utilisant des méthodes à données limitées), et qu'il n'est donc pas possible de formuler un avis scientifique en termes de limites de captures ou d'effort**. D'une part, une série chronologique d'abondance/de biomasse obtenue à partir de prospections acoustiques scientifiques permettrait des évaluations plus fiables, bien qu'il s'agisse d'une amélioration à long terme. De l'autre, il est nécessaire (et urgent) d'aborder les incertitudes qui entourent actuellement ces espèces avant d'essayer de fournir des résultats quantitatifs pour leurs stocks canariens, tant en améliorant la connaissance de leurs caractéristiques biologiques qu'en comblant les lacunes liées à la pêche artisanale et multi-spécifique qui cible ces espèces.

RÉFÉRENCES

- Baali, A., O. Belhsen, K. Chahdi Ouazzani, A. Khadija et A. Yahyaoui. 2021. Age, Growth and Ovarian Histology of *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) in the South of Atlantic Moroccan Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 21: 191-204.
- Barros, P. 2012. Appendix II-Part 1: Biomass dynamic model with environmental effects. User instructions: 251-262. In: FAO. Report of the FAO/CECAF Working Group on the assessment of demersal resources - Subgroup north. Banjul, Gambia, 6-14 November 2007. *CECAF/ECAF SERIES* 10/71.
- Barros, P. 2018a. Annexe III. Length Cohort Analysis - Worksheet to estimate stock structure and fishing mortality from catch at length data. User instructions: 471-479. In: FAO. 8 Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources -Subgroup North. Tenerife, Spain, from 6 to 15 June 2017. *CECAF/ECAF Series* No. 18/78.
- Barros, P. 2018b. Annex IV. Length-based Yield per Recruit Analysis - Sheet for preparing long-term stock and catch projections. User instructions: 480-487. In: FAO. Rapport du Groupe de travail FAO/COPACE sur l'évaluation des ressources démersales - sous-groupe Nord. Ténérife, Espagne, du 6 au 15 juin 2017. *COPACE/PACE Series* No. 18/78.
- Bouch, P., C. Minto, D.G Reid. 2021. Comparative performance of data-poor CMSY and data-moderate SPiCT stock assessment methods when applied to data-rich, real-world stocks. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 78(1): 264- 276.
- Cadima, E.L. 2003. Fish Stock Assessment Manual. Rome. FAO Fisheries Department. 161 pp.
- CIEM. 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant

- Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 5-9 octobre 2015, Lisbonne, Portugal. ICES CM 2015/ACOM:56. 157 pp.
- CIEM. 2018. ICES reference points for stocks in categories 3 and 4. ICES Advice - Technical guidelines.
- FAO. 2016. Comité des pêches pour l'Atlantique Centre-Est. Rapport de la Septième session du sous-comité scientifique, Ténérife, Espagne, 14-16 octobre 2015. *Rapport de la FAO sur les pêches et l'aquaculture* No. 1128.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. Vol. 5 (1): 86-91.
- Froese, R., N. Demirel, G. Coro, K.M. Kleisner et H. Winker. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 18 (3): 506-526.
- Froese, R. et D. Pauly (dir.pub.). 2021. Publication électronique de FishBase. www.fishbase.org.
- Geromont, H.F. et D.S. Butterworth. 2015. Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 72(1): 251-261.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 53 (4): 820-822.
- Jones, R. 1984. Assessing the effect of changes in exploitation patterns using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fisheries Technical Paper* No. 256.
- Jurado-Ruzafa, A. et M.T.G. Santamaría. 2013. Reproductive biology of the blue jack mackerel, *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825), off the Canary Islands. *Journal of Applied Ichthyology*. Vol. 29 (3): 526- 531.
- Jurado-Ruzafa, A., A. Bartolomé, N. Carrasco et V. Duque-Nogal. 2016. Length-weight relationships of the most caught small pelagic fish from the Canary Islands (NE Atlantic, Spain). *Vieraea*. Vol. 44: 107-116.
- Jurado-Ruzafa, A. et M.T.G. Santamaría. 2018. Age, growth and natural mortality of blue jack mackerel *Trachurus picturatus* (Carangidae) from the Canary Islands, Spain (NW Africa). *African Journal of Marine Science*. Vol. 40 (4): 451-460.
- Jurado-Ruzafa, A., B. Sotillo, E. Hernández, Z. Santana, G. González-Lorenzo, C. Perales-Raya. 2021. The Atlantic Chub Mackerel (*Scomber colias*) in the Canary Islands (Spain): Fishery and Biological data Update. Document de travail présenté lors du 2^{ème} atelier du CIEM sur le maquereau espagnol atlantique (*Scomber colias*) (WKCOLIAS2), 25-29 janvier 2021.
- Lorenzo, J.M. et J.G. Pajuelo. 1996. Growth and reproductive biology of chub mackerel *Scomber japonicus* off the Canary Islands. *South African Journal of Marine Science*. Vol. 17 (1): 275-280.
- Martell, S. et R. Froese. 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. Vol. 14 (4): 504-514.
- Méndez-Villamil, M., J.M. Lorenzo, J.M. González and R. Soto. 1997. Periodo reproductor y madurez sexual de la sardina *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) en aguas de Gran Canaria (Islas Canarias). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. Vol. 13 (1-2): 47-55.
- Mounir, A. 2020. Growth and status stock, of the Sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) among the Moroccan Atlantic Center-Case of Agadir Bay. *Oceanography & Fisheries Open access Journal*. Vol. 12 (2): 1-8.
- Pedersen, M.W. et C.W. Berg. 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. *Fish and Fisheries*. Vol. 18: 226-243.
- Prince, J., A. Hordyk, S.R. Valencia, N. Loneragan and K. Sainsbury. 2015. Revisiting the concept of Beverton-Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 72: 194- 203.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. <http://www.R-project.org/>.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. Vol. 1(2): 23-56.
- Thompson, W.F. et F.H Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. Effects of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *International Fisheries Commission Report* No. 8.

Thorson, J.T., J.M. Cope, T.A. Branch et O.P. Jensen. 2012. Spawning biomass reference points for exploited marine fishes, incorporating taxonomic and body size information. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 69(9): 1556-1568.

The twentieth session of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic fish off Northwest Africa was postponed until 2021 due to the global pandemic situation in 2020. The 2021 meeting was divided into two digital sessions, and updated the assessments to 2020 (or 2019, if no 2020 data were available). A separate digital meeting was convened to discuss 2019 surveys for the region from the R/V *Dr Fridtjof Nansen* and review the progress of research using the data collected from these surveys. In the first digital meeting from 22-26 February 2021, the Working Group updated catch and landings, fishing effort, CPUE, and sampling intensity by species and by country, recent developments in each fishery by country (evolution of fishing, market prices, new legislation, and a description of how the COVID-19 pandemic affected their fisheries), and biological sampling if available. The second digital meeting, held from 21-25 June 2021, conducted the stock assessments for the following species: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinella (*Sardinella aurita* and *S. maderensis*), horse mackerel (*Trachurus trecae*, *T. trachurus*, and *Caranx rhonchus*), chub mackerel (*Scomber colias*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*), and bonga (*Ethmalosa fimbriata*), in the region between the southern border of Senegal and the northern Atlantic border of Morocco. The Canary Islands data were analysed but not included in the assessment methods since the dataset was very small.

La vingtième session du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest a été reportée à 2021 en raison de la situation pandémique mondiale en 2020. La réunion de 2021 a été divisée en deux sessions numériques et a mis à jour les évaluations jusqu'en 2020 (ou 2019, si aucune donnée 2020 n'était disponible). Une réunion numérique distincte a été convoquée pour discuter les campagnes effectuées en 2019 par N/R *Dr Fridtjof Nansen* dans la région et examiner les progrès de recherches à l'aide des données collectées à partir de ces campagnes. Lors de la première réunion virtuelle du 22 au 26 février 2021, le groupe de travail a mis à jour les données des captures et de débarquements, l'effort de pêche, la CPUE et l'intensité d'échantillonnage par espèce et par pays, les développements récents dans chaque pêcherie par pays (évolution de la pêche, prix du marché, nouvelles législations et une description de la façon dont la pandémie de la covid-19 a affecté leurs pêcheries) et l'échantillonnage biologique, le cas échéant. La deuxième réunion en ligne, tenue du 21 au 25 juin 2021, a mené les évaluations des stocks des espèces suivantes: sardine (*Sardina pilchardus*), sardinelle (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), chinchard (*Trachurus trecae*, *T. trachurus* et *Caranx rhonchus*), le maquereau (*Scomber colias*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) et le bonga (*Ethmalosa fimbriata*), dans la région comprise entre la frontière sud du Sénégal et la frontière nord-Atlantique du Maroc. Les données des îles Canaries ont été analysées mais n'ont pas été incluses dans les méthodes d'évaluation car l'ensemble de données était très petit.

ISBN 978-92-5-137012-4 ISSN 2070-6987



9 789251 370124
CC2467B/1/07.23