

ISSN 2800-1753

Hifocampus

Algerian journal of fisheries and aquaculture research

N ° 8 / 2023



Préambule

« *Hippocampus ; Algerian Journal of Fisheries and aquaculture Research* », est une revue scientifique semestrielle réalisée et éditée par le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA). Cette revue est une nouvelle version du bulletin d'information du centre « Info CNRDPA ». Elle est dédiée aux observations et expériences faites par les chercheurs en sciences de la mer et en aquaculture. Cette nouvelle forme reflète exactement les objectifs de bases qui étaient à l'origine de la naissance de l'activité de recherche en science de la mer et de l'aquaculture à Bou-Ismaïl.

A cet effet, et en hommage à cette région qui a choisi l'animal marin « hippocampe » comme symbole de la baie de Bou Ismaïl, la revue adopte le nom « *Hippocampus* ».

L'histoire de la revue *Hippocampus* se confond avec celle du CNRDPA, en effet, le centre a été installé dans les structures de l'aquarium de Bou-Ismaïl, avec les mêmes fondements, et les mêmes missions du CERP (Centre d'Etudes de Recherche Appliquée et de Documentation pour la Pêche et l'Aquaculture) et de l'ISTPA, (Institut Scientifique et Technique des Pêches et de l'Aquaculture), qui étaient les héritiers légitimes et naturels du patrimoine de la Station d'Aquaculture et de Pêche de Castiglione. Cette dernière, créée en 1921 fut pendant longtemps une référence pour tout ce qui a trait aux sciences de la mer en méditerranée. Ses travaux de recherche menés sur les côtes algériennes ont été publiés dans un bulletin périodique « *Le bulletin des travaux de la station de Castiglione* » de 1926 jusqu'à 1959. Un bulletin qui a permis à la station de l'époque d'avoir une place incontournable dans le monde des sciences marines. A ce jour il demeure une référence bibliographique dans les sciences aquatiques. La revue *Hippocampus*, se propose aujourd'hui d'être le prolongement de cette aventure scientifique, pour faire connaître les travaux de recherche en science marine et aquatique, elle s'adresse à un public de spécialistes.

La revue accepte les articles de recherche et les articles de synthèse dans le domaine des sciences marines en général et plus particulièrement dans les disciplines Halieutiques, de la socio-économie de la pêche, de l'aquaculture, des écosystèmes aquatiques et de la biotechnologie en relation avec les écosystèmes aquatiques.

Hippocampus : adopte une ligne éditoriale et une politique de communication qui lui offrent une opportunité de se positionner et d'être représentative dans ces disciplines, notamment en Algérie et lui permettent également d'être présente sur le plan régional et international.

Hippocampus : Algerian Journal of Fisheries and Aquaculture Research offre un accès immédiat à son contenu, sa version électronique est disponible, consultable et téléchargeable gratuitement.

Le Directeur de publication

Pr. Nabil Bouflih

Le Rédacteur en chef

Dr. Boudjenah Mustapha

Equipe de rédaction

- Dr. Babali Nadhera
- Dr. Bachouche Samir
- Dr. Belhouchet Nassima
- Dr. Benfares Redhouane
- Dr. Boukedjouta Rachid
- Dr. Chebel Fateh
- Dr. El-haouati Habiba
- Dr. Inal Ahmed
- Dr. Kord Affaf
- Madani Laababsa Leila
- Lamouti Souad
- Dr. Kourdali Sidali
- Dr. Zenati Billal

Comité Scientifique

- Pr. Besbes Amina
- Pr. Boulahdid Mustafa
- Pr. Derbal Farid
- Pr. Hachmane Mouloud
- Pr. Iguerouada Mokrane
- Pr. Malki Issam
- Pr. Mourad Salah Eddine
- Pr. Mezali karim
- Dr. Addour Khaled
- Dr. Alliouche Faiza
- Dr. Babali Nadhera
- Dr. Bachouche Samir
- Dr Belbachir Nordine

- Dr. Belhouchet Nassima
- Dr. Bendjedid Lamia
- Dr. Benfares Redhouane
- Dr. Boudjenah Mustapha
- Dr. Boukadjouta Rachid
- Dr. Chebel Fateh
- Dr. El-haouati Habiba
- Dr. Inal Ahmed
- Dr. Kord Affaf
- Dr. Kourdali Sidali
- Dr. Mesbaiah Fatma Zohra
- Dr Sadoun Soraya
- Dr. Zenati Billal

Hippocampus est indexée dans **ASFA** et **Aqua Docs**

Département Valorisation des Résultats de la Recherche et des Relations Extérieures

Email : hippocampus.revue@cnrdpa.dz

Infographie

M. M_Y. AOUISSI

Contents - Sommaire

- Khadra Ferhani , Azeddine Bennoui, Samia Bensmail, Moussa Mennad -Évaluation des stocks de petits pélagiques de la côte algérienne par acoustique - ALPEL2018 - 01-07
- Mohamed El Amine Bouhadja , Chang Ik Zhang , Moussa Mennad , Khouas Bilel -
A Comparative study on the Ecosystem-based Fisheries Risk Analysis of Algerian Fisheries 08-19
- Redouane Benfares , zakia Mokrane , Chems eddine Houaidj, Affaf Kord, kamel Boudjemaa ,
Belkacem Guenachi. - Evaluation de degrés de contamination bactérienne des produits de la
pêche (points de vente) dans la région de Bou-Ismaïl et de Khemis Miliana 20-30
- Djamila Ferhane , Ammar Dilmi, Hafida Essid, Fahima Bouarab, Amel Bouali, Rahma Haifi ,
Amina Seffah - First reproduction operation and larval rearing in controlled environment of
sea bream (*sparus aurata*) 31-41
- Lamia Bensaâd-Bendjedid , Hassen Touati - Biomonitoring of trace metal contamination in El
Mellah Lagoon (Algeria) using cockle *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae) 42-49

Évaluation des stocks de petits pélagiques de la côte algérienne par acoustique - ALPEL2018 –

Khadra Ferhani¹, Azeddine Bennoui¹, Samia Bensmail¹, Moussa Mennad¹

E-mail : k.ferhani@cnrdpa.dz

Résumé

Une campagne d'évaluation des petits pélagiques par acoustique ALPEL2018 a été menée le long de la côte algérienne par le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) entre décembre 2018 et février 2019 avec le navire de recherche BELKACEM GRINE. Cette campagne s'inscrit dans le cadre des activités de l'équipe ECOPEL de la Division de Recherche « Pêche » relatives à l'évaluation des stocks de petits pélagiques. L'objectif de cette campagne est d'utiliser les techniques d'écho-intégration combinées à des chalutages pélagiques pour estimer des indices instantanés de biomasse et d'abondance de neuf espèces cibles de petits pélagiques. La campagne ALPEL2018 a révélé une biomasse totale de 154 362 tonnes. La sardinelle (*Sardinella aurita*) est l'espèce la plus abondante avec 35% de la biomasse totale suivie du Chinchard méditerranéen (*Trachurus mediterraneus*), de la sardine (*Sardina pilchardus*) et de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) avec respectivement 23%, 16% et 14%. Le chinchard commun (*Trachurus trachurus*) et la bogue (*Boops boops*) sont faiblement représentés avec respectivement 9% et 3%. L'évaluation des stocks de *T. picturatus* et *S. scombrus* et *S. japonicus* n'a pas été effectuée en raison de leurs faibles présences dans les pêches d'identification.

Mots clés: petits pélagiques, acoustique, biomasse, abondance, côte algérienne.

Abstract

An acoustic survey was conducted along the Algerian coast by the National Centre for Research and Development of Fisheries and Aquaculture (CNRDPA) between December 2018 and February 2019 with the research vessel BELKACEM GRINE. This survey is part of the activities of the ECOPEL team of the "Fisheries" Research Division relating to the assessment of small pelagic stocks. The aim of this survey is to use echo-integration technics combined with pelagic trawls in order to estimate instantaneous indices of biomass and abundance for nine small pelagic target species. ALPEL2018 survey revealed a total biomass of 154 362 tons. Round sardinella is the most abundant species with 35% of the total biomass followed by the Mediterranean horse mackerel, sardine and anchovy with 23%, 16% and 14% respectively. The horse mackerel and the bogue are weakly represented with respectively 9% and 3%. *T. picturatus*, *S. scombrus* and *S. japonicus* stocks were not evaluated due to their low presence in the pelagic trawl hauls.

Keywords: Small pelagic, acoustic survey, biomass, abundance, Algerian coast.

¹ Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

1. Introduction

Les petits pélagiques, essentiellement les clupéiformes (sardine, sardinelle et anchois), sont la composante essentielle de la ressource halieutique algérienne. Afin de fournir aux administrations de la pêche et à la profession des avis scientifiques permettant une gestion optimale et une activité pérenne de cette pêcherie, le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) assure un programme d'évaluation des ressources halieutiques inscrit dans le cadre du plan stratégique de recherche du CNRDPA 2014-2020 et réalisé par l'équipe ECOPEL de la division de recherche « Pêche », relatif à l'évaluation des stocks des petits pélagiques par acoustique (méthode directe).

La méthodologie utilisée permet d'obtenir de diverses données : nombres d'individus, poids par espèce ainsi que les structures en taille et en âge. Ce type de campagne permet aussi de compléter les échantillonnages biologiques des principales espèces et de contribuer également à alimenter la base de données nécessaire à la compréhension de l'évolution des stocks de ces espèces à vie courte, et à une meilleure gestion des ressources halieutiques dans le bassin algérien.

L'Algérie a mené quelques campagnes d'évaluations qui ont situé cette ressource à différents niveaux de biomasse. La première campagne effectuée par la FAO en 1974, a situé la biomasse des petits pélagiques à 186000 tonnes. La campagne de 1981 par l'Institut Bergen, a estimé la ressource des petits pélagiques à 326000 tonnes où l'anchois constituait la plus grande part. La tendance à la baisse est

constatée lors de la campagne effectuée par le navire de recherche Thalassa (juillet-août 1982) qui a estimé une biomasse pélagique totale à 187000 tonnes avec une dominance de l'anchois. Plus tard, la campagne algéro-espagnole Vizconde de Eza 2003 a évalué le stock de petits pélagiques et a établi une biomasse totale de 186675 tonnes avec un peu plus de 74% pour la sardine suivie de l'anchois (Fernández *et al.*, 2003).

Les campagnes ALPELs menées récemment par le CNRDPA ont donné des biomasses plus faibles que les précédentes avec une dominance de la sardine à l'exception d'ALPEL2013. Les biomasses des petits pélagiques estimées durant les campagnes ALPEL2013, ALPEL2014, ALPEL2015 et ALPEL2017 sont respectivement de l'ordre de 109321 tonnes, 89203 tonnes, 105839 tonnes et 80863 tonnes (CNRDPA, 2018).

La présente étude porte sur l'analyse et le traitement des données de la campagne d'évaluation des petits pélagiques ALPEL2018 réalisée le long de la côte algérienne entre décembre 2018 et février 2019, à bord du navire de recherche BELKACEM GRINE.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

La campagne de prospection hydroacoustique ALPEL2018 a couvert l'ensemble du plateau continental algérien de la frontière Algéro-Marocaine à la frontière Algéro-Tunisienne. Cette zone, et sur la base de la topographie du plateau continental, a été divisée en trois régions : la région Ouest (de Tlemcen à Mostaganem), la région Centre (de Ténès à Bejaia) et la région Est (de Jijel à El Tarf) (Figure 1.).

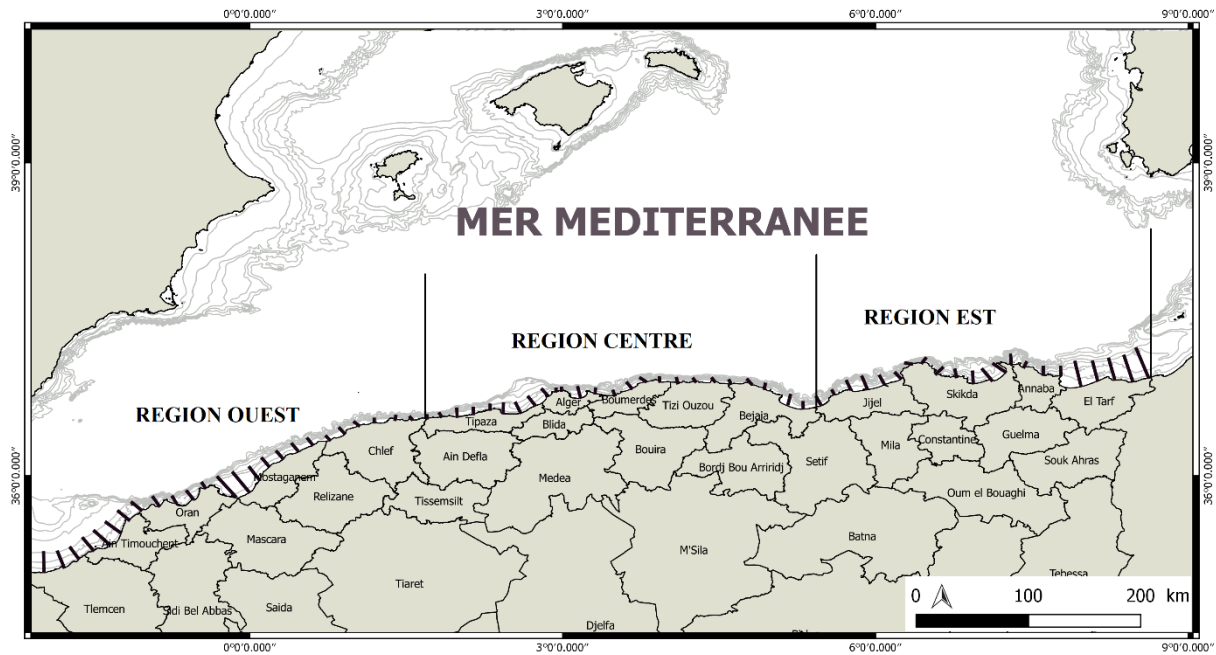


Figure 1. Carte de la côte algérienne.

2.2. Prospection acoustique

La prospection le long de la côte algérienne à l'aide du sondeur Simrad Ek60 à 03 fréquences (38 KHz, 70 KHz, 120 KHz) a porté sur 73 radiales perpendiculaires à la côte et parallèles entre elles avec une vitesse moyenne de 08 nœuds. Les équipements acoustiques ont été calibrés au début de la campagne selon les procédures standard (Foote *et al.*, 1987). L'aire prospectée est de 2764.10 Mn² représentant la surface du plateau continental comprise entre -20 et -200 m de profondeur.

2.3. Pêche d'identification

La prospection acoustique a été alternée par dix-neuf (19) chalutages d'identification des espèces afin de définir la proportion des espèces présentes dans les échos détectés. Les opérations de pêche ont été effectuées à l'aide d'un chalut pélagique.

Sur la totalité des espèces de petits pélagiques, neuf sont considérées comme espèces cibles : la sardine (*Sardina pilchardus*), l'anchois (*Engraulis*

encrasicolus), la sardinelle (*Sardinella aurita*), les chinchards (*Trachurus mediterraneus*, *T. trachurus*, *T. picturatus*),

la bogue (*Boops boops*) ainsi que les maquereaux (*Scomber scombrus* et *Scomber japonicus*).

Après le tri, l'identification et le pesage de toutes les espèces capturées, un échantillon de chaque espèce cible est traité dans le but de déterminer la composition en taille avec un pas de 0.5 cm, les paramètres de la relation taille-poids, le sexe et le stade de maturité.

2.4. Traitement des données

L'estimation de la biomasse par la méthode acoustique est basée sur la technique d'intégration des échos qui repose sur les mesures des valeurs SA ou Nautical Area Scattering Coefficient (NASC) qui correspondent à la surface totale réfléchissante des poissons pour une unité de surface de l'eau traversée par l'onde acoustique (m²/Mn²). L'estimation des indices d'abondance et de biomasse des

espèces cibles se fait par la combinaison des résultats de l'écho-intégration aux pêches d'identification après la lecture des

échogrammes et l'attribution générale et spécifique des énergies aux pêches.

Le calcul des indices d'abondance et de biomasse est effectué sous Excel dont les principales formules adoptées sont décrites par Foote, 1987 ; MacLennan et Simmonds, 1992 et Simmonds *et al.*, 1992. Les valeurs de l'indice de réflexion acoustique TS (ICES, 2011) et les paramètres de la relation taille-poids utilisés pour le calcul sont indiquées dans le (Tableau 1). La biomasse totale de chaque espèce est la somme des biomasses correspondant à chacune des classes de tailles.

Tableau 1 . Valeurs de TS et de relation taille poids des espèces cibles.

Espèce	Target Strength TS	Paramètres de la relation taille poids
<i>Sardina pilchardus</i>	-72.6	a=0.005 ; b=3.1565
<i>Engraulis encrasicolus</i>	-72.6	a=0.0053 ; b=3.0507
<i>Sardinella aurita</i>	-72.6	a=0.0079 ; b=2.9517
<i>Trachurus trachurus</i>	-68.7	a=0.0097 ; b=2.9131
<i>Trachurus mediterraneus</i>	-68.7	a=0.0086 ; b=2.9553
<i>Boops boops</i>	-67	a=0.0103 ; b=2.97

3. Résultats

3.1. Prospection acoustique

L'analyse des échogrammes a montré que les bancs de poissons détectés, sont localisés généralement près de la côte, et diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers le large. Ils sont absents au-delà de 170 mètres de profondeur (Figure 2). La valeur de sA totale est de 248 695.91 m²/Mn². Un gradient décroissant est observé d'Ouest vers l'Est où les détections en terme de pourcentage sont respectivement de 48.42 %, 37.75 % et 13.82 %.

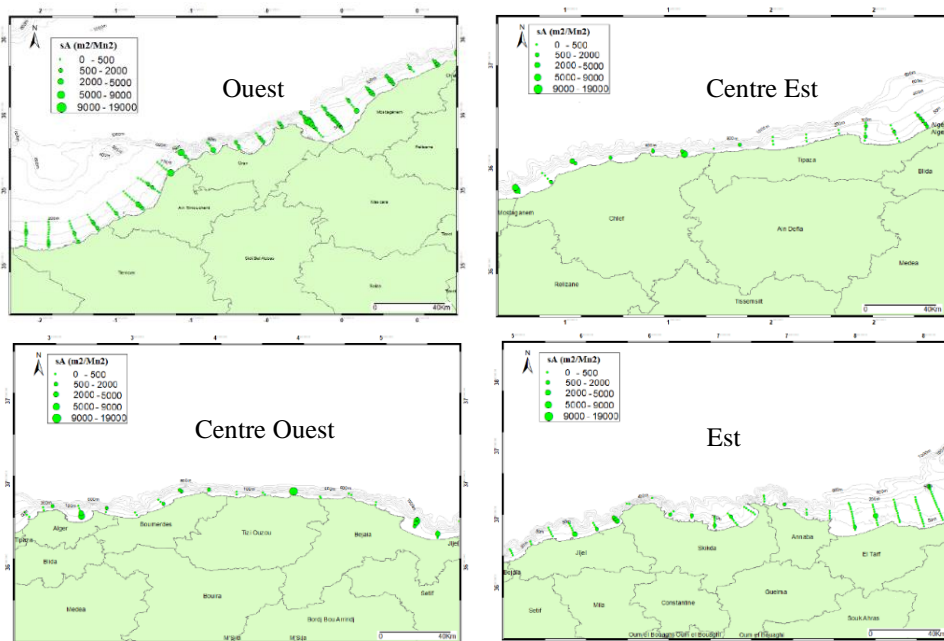


Figure 2. Schéma de prospection et énergies intégrées par région ALPEL2018

3.2. Analyse des Pêches d'identification

Les captures en poids sont caractérisées par la dominance de *Trachurus mediterraneus* et d'*Engraulis encrasicolus* avec respectivement 33.4% et 23.1% soit 1083.95 kg et 749.42 kg. *Sardinella aurita* est en troisième position avec 14% suivie de *Trachurus trachurus*. *Sardina pilchardus* n'a représenté que 5 % soit un poids total de 162.62 kg. *Boops boops*, *Scomber scombrus*, *Scomber japonicus* et *Trachurus picturatus* sont très faiblement représentés. Les autres espèces capturées (poissons démersaux, mollusques et méduses mentionnées « Autres »), elles représentent 13.2% de la capture totale (Figure .3).

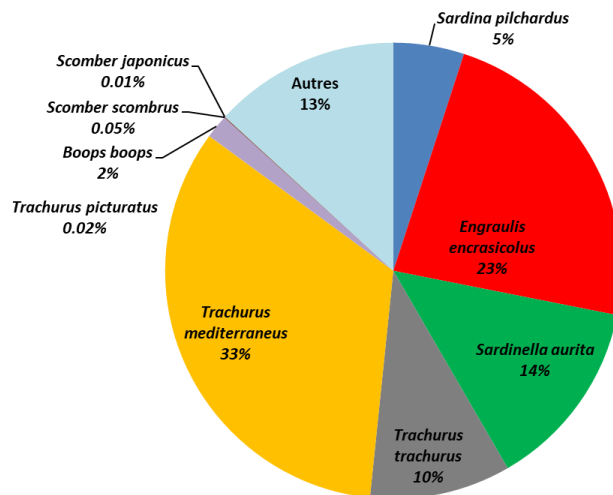


Figure 3. Composition spécifique des captures ALPEL2018.

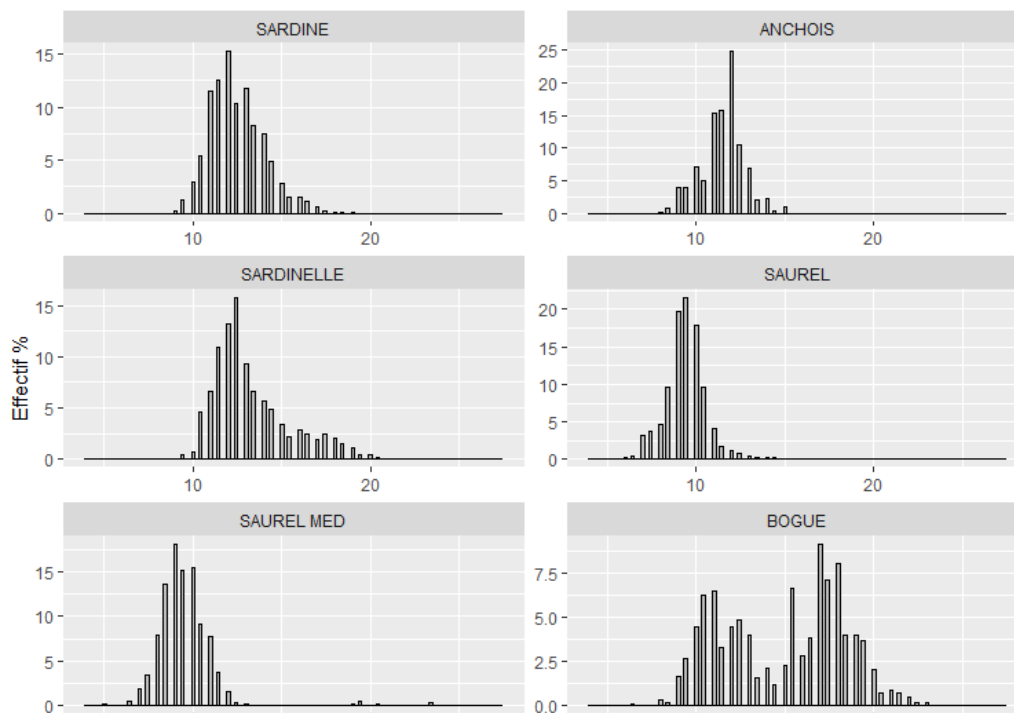


Figure 4. Répartition des fréquences de tailles des espèces cibles capturées par les pêches d'identification ALPEL2018.

Les structures de tailles des espèces cibles pêchées lors de la campagne ont été établies seulement pour six espèces en raison des effectifs non représentatifs des trois autres espèces cibles (*Trachurus picturatus*, *Scomber scombrus* et *Scomber japonicus*). Les histogrammes des distributions de fréquences de taille établies après pondération à la capture totale sont illustrés par la figure 4.

Les tailles de *Sardina pilchardus* capturées sont comprises entre 9 et 19.5 cm avec un mode principal à 12 cm. Les individus les plus représentatifs ont des longueurs qui oscillent entre 10.5 et 14.5 cm. La taille moyenne des échantillons est de 12.51 cm. Les tailles d'*Engraulis encrasicolus* sont situées entre 7.5 et 15.5 cm avec un pic marqué à 12 cm. La taille moyenne de la distribution est de 11.5 cm.

Les tailles de *Sardinella aurita* s'échelonnent entre 9 à 22.5 cm avec la présence de trois pics dont la taille modale du groupe le plus significatif est de 12.5 cm. La taille moyenne est de 13.3 cm.

Les captures du *Trachurus trachurus*, le long de la côte algérienne, ont été dominées surtout par des individus de petites tailles qui représentent les recrues du chinchard. Les tailles sont comprises entre 6 à 22 cm avec un mode nettement marqué à 9.5 cm qui correspond aux jeunes de l'année. La taille moyenne de ces spécimens est de 9.5 cm.

L'analyse des distributions des fréquences de taille de *Trachurus mediterraneus* montre que les captures ont porté sur des tailles de 5 à 27.5 cm avec une dominance des classes de 8 à 11 cm.

Boops boops pêché le long de la côte algérienne met en évidence la présence d'une structure polymodale à mode principal à 17 cm et une taille moyenne de 14.7 cm.

3.3. Estimation de l'abondance et de la biomasse

À l'échelle nationale, la biomasse des petits pélagiques, toutes espèces confondues, estimée au terme de la période située entre décembre 2018 et février 2019, est de l'ordre de 154362.65 tonnes. La sardinelle est l'espèce la plus abondante avec 35% de la biomasse totale, suivie du chinchard méditerranéen, de la sardine et de l'anchois avec respectivement 23%, 16% et 14%. Le chinchard commun n'a représenté que 9% alors que celle de la bogue est presque nulle 3% (Figure 5).

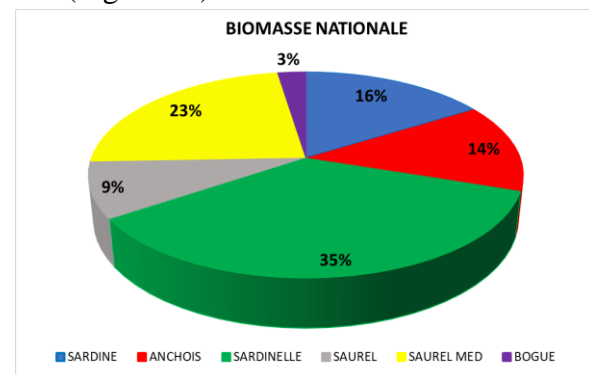


Figure 5. Biomasses totales des espèces cibles (ALPEL2018).

En terme d'effectif, le chinchard méditerranéen est de loin l'espèce la plus abondante avec plus de 3 milliards d'individus, suivi par la sardinelle et l'anchois avec plus de 2 milliards d'individus chacune, vient ensuite la sardine et le chinchard commun avec plus d'un milliard d'individus chacune. La bogue est très faiblement représentée (Figure 6).

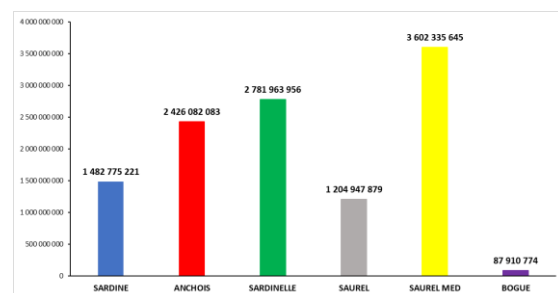


Figure 6. Abondances des espèces cibles (ALPEL2018).

4. Conclusion

Durant la campagne ALPEL2018, la prospection le long de la côte algérienne portant sur 73 radiales a permis de prospecter une aire de 2764.10 Mn² du plateau continental comprise entre 20 et 200 m de profondeur.

Les petits pélagiques ont montré une certaine hétérogénéité qui se traduit par un gradient décroissant d'Ouest en Est de la côte algérienne. Les dix-neuf (19) pêches ont permis une prise totale de l'ordre de 3244.156 Kg marquées par la dominance du chinchard méditerranéen et de l'anchois. La sardine qui était l'espèce la plus capturée durant les campagnes ALPEL2014, ALPEL2015 et ALPEL2017 avec plus de 50% n'a représenté que 5.77%.

La biomasse des petits pélagiques, toutes espèces confondues, estimée lors de la campagne ALPEL2018 est de 154362.65 tonnes. *Sardinella aurita* est l'espèce la plus abondante avec 35% de la biomasse totale, suivie par *Trachurus mediterraneus*, *Sardina pilchardus* et par *Engraulis encrasicolus* avec respectivement 23%, 16% et 14%. En termes d'abondances, les petits individus de *Trachurus mediterraneus* sont les plus dominants, suivi par la sardinelle et l'anchois.

Deux nouveaux constats sont à retenir. Le premier est que la biomasse en 2018 est la plus importante de la série des biomasses estimées de 2013 à 2018. Le second est que la sardine n'est pas l'espèce dominante, mais bien la sardinelle. Ceci nous interpelle à continuer notre série de campagnes d'évaluation sur au moins le moyen terme afin de situer les tendances des biomasses et comprendre la variabilité cyclique de ces espèces.

Références bibliographiques

Foote, K.G. (1987). Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.*, 82, p 981-987.

Foote, K.G., Knudsen, H.P., Vestnes, G., MacLennan, D.N. et Simmonds, E.J. (1987). Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Cooperative Research Report*, 144, 1-69.

ICES. (2011). Report of the Working Group on Acoustic and Egg Surveys for Sardine and Anchovy in ICES Areas VIII and IX (WGACEGG), 22-26 November 2010. *ICES CM 2010/SSGESST:24*. 210 P.

Simmonds, E. J., Williamson, N. J., Gerlotto, F. et Aglen, A. (1992). Acoustic survey design and analysis procedure: a comprehensive review of current practice *ICES Cooperative Research Report*, N°187.

MacLennan, D. N. et Simmonds, E. J. (1992). Fish and fisheries series, 5: fisheries acoustics. Chapman and Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

CNRDPA. (2018). Etude de l'évaluation des ressources halieutiques de la côte Algérienne. Campagne d'Evaluation des Ressources Pélagiques-ALPEL 2017- Phase III : Résultats et Recommandations, 77p.

Fernández, A.M., Batle, J.M., Pérez, J.L, Onate, D., Fliti, K., Miraqui, M., Reghis, M., Zeghdoudi, E., Bouaicha, M., Ait, B. et Zereb, N. (2003). Informe de la campaña Argelia 0203-PC para la evaluación de recursos pelágicos costeros en las costas de Argelia (Mediterráneo sur-occidental), MPRH, IEO (Murcia, Baleares).

A Comparative study on the Ecosystem-based Fisheries Risk Analysis of Algerian Fisheries

Mohamed El Amine Bouhadja¹, Chang Ik Zhang², Moussa Mennad¹, Khouas Bilel¹.

E-mail : bouhadja.amine@gmail.com

Abstract:

There is a growing need to evaluate how fishing activities is being affecting the ecosystem. The study seeks to frame the assessment of risk status of three main fisheries operating in the Algerian coastal ecosystem, which are trawl, purse seine, and small-scale fisheries. The ecosystem-based fisheries assessment has been suggested to conduct the present study. Tier 2 process analysis has been used since the qualitative data was not rich. Across the nested risk design, the trawl, purse seine, and small-scale fisheries risk indices were projected in the yellow zone. The highest fishery risk index (FRI) was observed in the trawl fishery (1.363), followed by the small-scale fishery (1.309), then the lowest value was found in the purse seine fisheries (1.114). The purse seine fishery risk index differed significantly from both of trawl and small-scale fisheries risk indices, whereas there was no significant difference between trawl fishery risk index and small-scale fishery risk index. A proper management measures were to improve the fisheries risk situations.

Key words: Ecosystem approach, EBFM, Risk assessment, Algerian fisheries.

¹ Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

² College of fisheries science, Pukyong National University

1. Introduction

The fishing activity in the Mediterranean Sea is characterized by the multi-specificity; moreover, the Mediterranean Sea is one of most important biodiversity hotspots of the world. Furthermore, human pressure is increasing on this environment, that's mean habitat and species destruction are increasing.

Algerian coastline is on the Mediterranean Sea, it has a long coastline (about 1300 km) and small continental shelf, the biodiversity is higher in the coastal areas and decreases with depth. The Algerian coastal zone encountered numerous problems such as urban, industrial and agricultural pollution, overexploitation of resources and coastal erosion.

To balance between ensuring sustainability, habitat and socio-economical requires became an issue for policy-makers. However, including all of previous dimensions allows interpreting the system's complexity and integrating them into fisheries assessment process.

In Algeria, the fishing activities are generally coastal, which target mainly the small pelagic. The landing composition of small pelagic represented about 78% (Maouel, 2003). A main issue for pelagic fisheries is their seasonal nature and their linkage to climatic conditions, which might create a high fluctuation in the market. The bottom trawling fleet targets the high value species such as red shrimp (Belhabib, 2007). The small-scale coastal fishing fleet represents nearly 61% of the total of the Algerian national fleet (Chakour & Guedri, 2014). The Algerian government grants in recent years the fishing sector, which might increase the pressure on fish stocks. The small-scale or artisanal fisheries do not have a single international accepted definition

since their characteristics are different among the countries (Garcia-Florez et al., 2014). In Algeria the small-scale fishery differs from purse seine and trawl by the overall length of vessels (<12m) and the wide variety of fishing gears, basically passive fishing gears such as drift net, gillnet, trammel net, surface and bottom longline.

The traditional quantitative fish stock assessments are problematic whenever data are not enough or are inaccurate (Pazhayamadam et al., 2013); furthermore, Single-species stock assessment and sampling high-value can be an issue to cover all exploited species.

Three main fisheries are operating in Algerian coastal ecosystem, which are trawl, purse seine, and small-scale. Their average contributions in landing were estimated during the last ten years at 25.07%, 68.66%, and 6.18% respectively (MPPH, 2016).

Within the ecosystem-based approach, there is an increasing requirement for measuring the impact of fishing on the ecosystem. The Algerian coastal ecosystem is under the pressure of fishing activities. Trawl, purse seine, and small-scale fisheries might share a limited fishing grounds delimited by the narrow continental shelf, and target in many cases the same species, which is one of the main shortcomings in Mediterranean fisheries assessment.

The ecosystem-based fisheries management (EBFM), or alternatively the ecosystem approach to fisheries (Garcia et al., 2003; Pikitch et al., 2004) is a widely accepted concept. The approach is required since the concern is growing over how ecosystems are being affected by fishing. Furthermore, the approach is necessary to holistically assess and manage fisheries resources and

their associated habitats by considering ecological interactions of target species with predators, competitors, and prey species, interaction between fishes and their habitats, and the effects of fishing on these processes (Zhang et al., 2009).

In this perspective, the Tier 2 approach was suggested as an alternative analysis to assess the risk scores for indicators, objective, species, fisheries, and ecosystem. The aim of this study is: (i) to investigate the Algerian main fisheries risk, (ii) to compare the status of the main Algerian fisheries with target species overlaps concept, (iii) to suggest a proper

management strategies and tactics to reduce high-risk indices and provide an effective policy.

2. Material and methods

2.1. Study area and data source

The study examined three fisheries (trawl, purse seine, small-scale fisheries) operate on the coastal ecosystem; the fishing effort is distributed among 14 coastal Wilayat's (Departments). The present study covered a variety of species, including 05 small pelagic, 04 demersal fish, 01 large pelagic and 02 cephalopods (Table1).

Table 1. Target assessed species by type of fishery in Algerian coastal ecosystem

Trawl	Purse seine	Small-scale
Sardine <i>Sardina pilchardus</i>	Sardine <i>Sardina pilchardus</i>	Surmulet <i>Mullus barbatus</i>
Mackerel <i>Trachurus spp</i>	Mackerel <i>Trachurus spp</i>	Axillary seabream <i>Pagellus acarne</i>
Bogue <i>Boops boops</i>	Bogue <i>Boops boops</i>	Blackspot seabream <i>Pagellus bogaraveo</i>
Surmulet <i>Mullus barbatus</i>	Anchovy <i>Engraulis encrasicolus</i>	Common Pandora <i>Pagellus erythrinus</i>
Axillary seabream <i>Pagellus acarne</i>	Round sardinella <i>Sardinella aurita</i>	Cuttlefish <i>Sepia officinalis</i>
Blackspot seabream <i>Pagellus bogaraveo</i>		Common Octopus <i>Octopus vulgaris</i>
Common Pandora <i>Pagellus erythrinus</i>		Swordfish <i>Xiphias gladius</i>
Cuttlefish <i>Sepia officinalis</i>		
Common Octopus <i>Octopus vulgaris</i>		

The species were chosen depending on their availabilities in the coastal ecosystem, their representativeness in total production and the overlaps among the fishing gear (multi-gears concept).

2.2. Methodology

Six questionnaires were prepared to conduct the Tier 02 approach, three of them were addressed to fishermen and 03 were addressed to inspectors, each questionnaire deals with one of the fishery and the defined target species.

The current investigation examined 58 questionnaires collected from 09 ports which are located in 08 Wilayat's (Departments) 46 questionnaires were filled out by fisherman and 12 questionnaires were filled out by fisheries inspectors. Eight Wilayat's were surveyed. The basic issue was sampling size.

To assess the Algerian coastal fisheries and the status of management, a pragmatic ecosystem-based fisheries assessment

developed by (Zhang et al., 2009) and, which integrates four management objectives: sustainability, biodiversity, habitat quality, and socio-economic. The approach has two tiers of assessment namely Tier 01 and Tier 02; the first one is used in the situations wherever the data are rich and available, while Tier 02 were used to assess the Algerian coastal fisheries system. Tier 02 is designed for a semi-quantitative or/and qualitative analysis of the data-poor situation. The present study carried out a Tier 02 process assessment for a total of 18 indicators developed by (Park et al., 2013). Specific to this study was including all indicators except 'Bycatch rate B-1' due to the particularity of Algerian fisheries which characterized by Multi-species (Table 2).

Table 2. Objectives, full indicators, selected indicators and factors weight to assess Algerian coastal ecosystem by Tier 02 approach

Objectives	Full indicators		Indicators for Algerian costal ecosystem				
	Attribute	Indicators	Indicators	surveyed population	Rationale	Alternative	Weight
Sustainability	abundance	Catch or CPUE S-1	+	-Inspectors fisheries Survey -fishers survey			3
	Fishing intensity	Catch or fishing mortality (F) S-2	+	-fishers survey			2
	Optimum age (or size) at first capture	Age (or length) at first capture S-3	+	- Inspectors fisheries Survey			3
	Stock structure	Rate of mature fish S-4	+	-fishers survey			2
	Genetic structure	Ratio of (released stock abundance)/(wild stock abundance) in catch S-5	+				1
	Population resiliency	Reproduction habitat S-6	+	-fishers survey			1
	Community structure	Mean trophic level of catch (TLc) S-7	+	- Inspectors fisheries Survey			1
Biodiversity	Bycatch rate	Bycatch rate B-1	-		Fisheries in Algerian coast is multi-species	Focusing the minimal size of fish length and discards rate	

	Discards	Discards rate B-2	+	-fishers survey			3
	Discards	Discards rate B-2	+	-fishers survey			3
	Diversity	Diversity index (DI) B-3	+	- Inspectors fisheries Survey -fishers survey			1
Habitat quality	Habitat damage	Critical habitat damage rate H-1	+	- fishers survey			2
		Lost fishing gear H-2	+	- fishers survey			1
		Pollution of spawning and nursery areas H-3	+	- fishers survey			1

- +: indicator used for Algerian coastal ecosystem;
- -: indicator does not used for Algerian coastal ecosystem.

Target and limit corresponding to desirable and undesirable respectively, are reference points that were defined for each indicator to assess the status of objectives, species, and fisheries for each fishing segment.

The relative weights for each indicator were ranging from 01 to 03, and they are although in essence similar as in Zhang et al. (2009), except slight modifications for the sake of assessing the Algerian coastal ecosystem particularity situation.

A nested design was developed by Zhang et al. (2009, 2011) (Figure1), thus an bjective risk index (ORI), species risk index (SRI), and fishery risk index (FRI), ecosystem risk index (ERI) was estimated to assess the fishery and ecosystem status risk indices

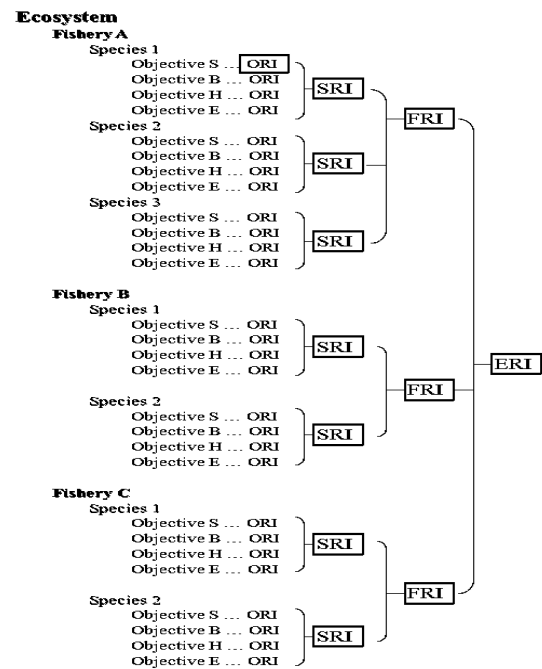


Figure 1. Nested structure of risk indices used in the ecosystem-based fisheries assessment approach. ORI: denotes objectives risk index, SRI: species risk index, FRI: fishery risk index, ERI: ecosystem risk index (Zhang et al., 2009).

The ORI is defined through the following formula:

$$ORI = \frac{\sum_{i=0}^n RS_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Where RS_i is the risk score for indicator i , W_i is the weighting factor (1, 2 or 3) for indicator i and n is the number of indicators. The species risk index is calculated for each species as mathematical weighted sum of the objectives risk indices

$$SRI_i = \lambda_S ORI_S + \lambda_B ORI_B + \lambda_H ORI_H + \lambda_E ORI_E$$

Where: λ_S , λ_B , λ_H and λ_E : Weighting value for objectives, the condition is $\sum \lambda = 1.0$

ORI_S : Sustainability risk index, ORI_B : Biodiversity risk index, ORI_H : Habitat risk index, ORI_E : Socio-economic risk index.

The objectives factors were weighted equally, assuming that $\lambda_S = \lambda_B = \lambda_H = \lambda_E = 0.25$.

The SRIs were calculated for each questionnaire; the issue in this study is that the assessed species are targeted by different fisheries at the same time. To solve this issue, the fisheries markers (t), (p), and (s) were added to each species in order to indicate which fishery the species belong to. Where (t), (p), (s) were allocated to trawl, purse seine, and, small-scale fishery respectively, (i.e., *Sardina pilchardus* (p), *Sardina pilchardus* (t), *Xiphias gladius* (s)). As mentioned earlier, the main objective of the present study is to investigate the main fisheries risk status in Algerian coastal ecosystem. The fishery risk index FRI is the weighted average risk index for exploited species in a fishery.

$$FRI = \frac{\sum B_i SRI_i}{\sum B_i}$$

Where B_i is the biomass or relative biomass such as catch per unit effort for species i . Where this last one was used in the present study, as an alternative of biomass. Five

years of catch per unit effort CPUE average were considered as an appropriate time period, furthermore, the CPUE were separated over fisheries.

One-way ANOVA procedure was performed to examine statistically the difference of risk indices means of the three fisheries. Fisheries risk indices of trawl, purse seine, and small-scale fishery were FRI tested group with unbalanced observations. Then post hoc analysis using Tukey-Kramer test to figure out which groups of FRI are making the difference in means, Tukey-Kramer test is recommended in the unbalanced design situation.

The ecosystem risk index ERI is reported as the weighted average of the fishery risk indices in an ecosystem.

$$ERI = \frac{\sum C_i FRI_i}{\sum C_i}$$

Where C_i is the catch of i fishery.

Across the four management objectives namely sustainability, biodiversity, habitat quality, and socio-economic, these objectives are associated with their attributes including, abundance, fishing intensity, stock structure, genetic structure, population resiliency, community structure, discards, diversity, habitat damage, discarded wastes, economic considerations, and social considerations

The target reference point corresponds to a state of each indicator that considered desirable, while the limit reference point is defined as the limit beyond which the state of each indicator is considered undesirable. The risk score was evaluated for each indicator, producing possible risk value between 00 and 03. The risk assessment outcomes were separated into 03 risk zones; better than target corresponding to the risk value less than '1.0', between target and limit when the risk indices are located

between '1.0' and '2.0', and beyond limit when the risk value exceed '2.0'.

3. Results and discussion

Objective risk indices (ORI's) assessment by Tier 02 approach for 09 assessed species caught by trawl: The calculated ORIs in trawl fishery showed that all nine species assessed, were ranged from 0.59 to 1.78 (Table 3). Only the ORI biodiversity was in the desirable zone at 0.59 (Fig.2). Although sustainability, habitat quality, and socio-economic benefits objectives risk indices fell in the yellow zone, where the highest value of ORI was estimated at 1.78 for habitat quality objective (Figure.2).

Trawl fishery had nine species namely *sardine Sardina pilchardus*, *mackerel Trachurus spp.*, *bogue Boops boops*, *surmulet Mullus barbatus*, *axillary seabream Pagellus acarne*, *blackspot seabream Pagellus bogaraveo*, *common pandora Pagellus erythrinus*, *cuttlefish Sepia officinalis*, and *common octopus Octopus vulgaris*. Sustainability risk indices were 1.40, 1.45, 1.46, 1.43, 1.44, 1.49, 1.44, 1.57 and 1.37 respectively. The highest ORI of sustainability were estimated for the cephalopod *cuttlefish* at 1.57, while the lowest were for cephalopod *Common Octopus* 1.37.

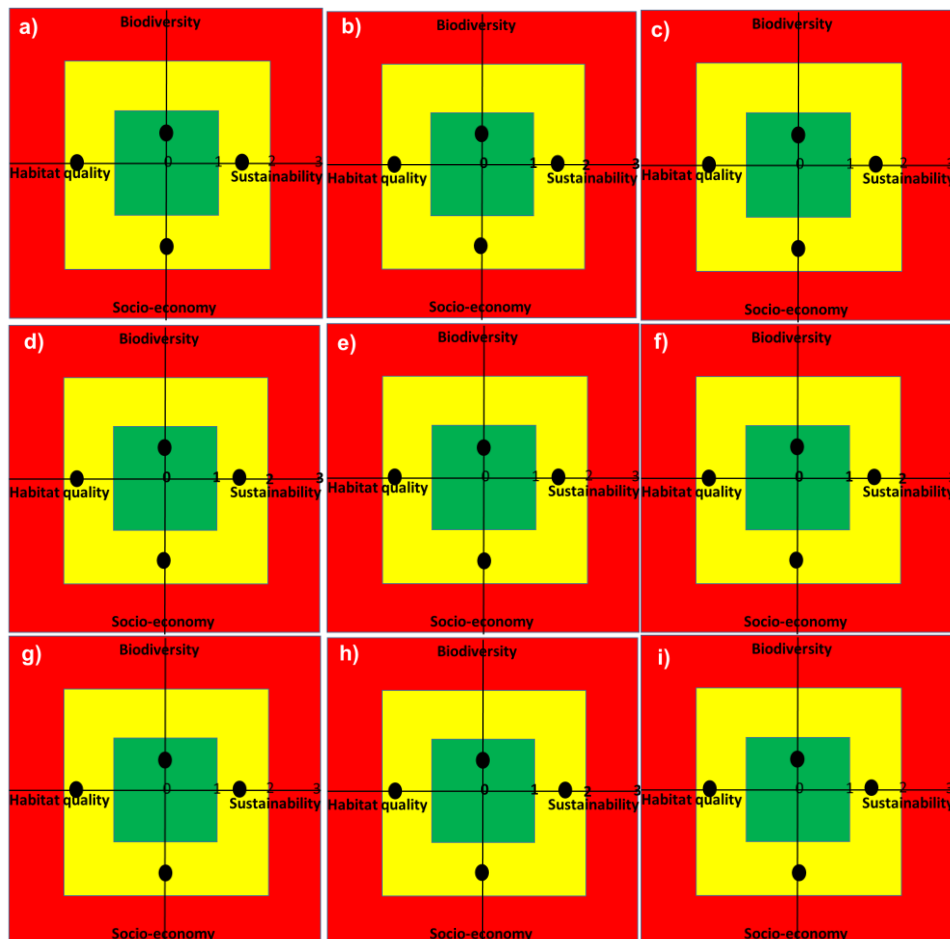


Figure 2. Relative positions of objective risk indices (ORI), for the nine species in the trawl fishery from the ecosystem-based Tier 2 fishery assessment approach. (a) Sardine *Sardina pilchardus*, (b) Mackerel *Trachurus spp.*, (c) bogue *Boopsboops*, (d) Surmulet *Mullus barbatus*, (e) Axillary seabream *Pagellus acarne*, (f) Blackspot seabream *Pagellus bogaraveo*, (g) Common Pandora *Pagellus erythrinus*, (h) Cuttlefish *Sepia officinalis*, and (i) Common Octopus. *Octopus vulgaris*.

*Objective risk indices (ORI's) assessment by Tier 02 approach for 05 assessed species caught by purse seine: Sardine *Sardina pilchardus*, mackerel *Trachurus spp*, anchovy *Engraulis encrasicolus*, round sardinella *Sardinella aurita*, and bogue *Boops boops*, are 05 species assessed by Tier 02 approach in purse seine fishery. The objective risk indices (ORIs) for biodiversity and habitat quality were estimated at the green zone, 0.31 and 0.85 respectively (Figure 3). Although the ORI*

for sustainability and socio-economic were projected in the yellow zone for the five assessed species in purse seine fishery with 1.61 for socio-economic benefits, and ORI sustainability varied from 1.66 to 1.70 depending on the assessed species (Figure 3).

Sardine, Anchovy, and Round sardinella had ORIs for sustainability 1.68, 1.66, and 1.67 respectively. Anchovy and bogue had sustainability ORI estimated at 1.70.

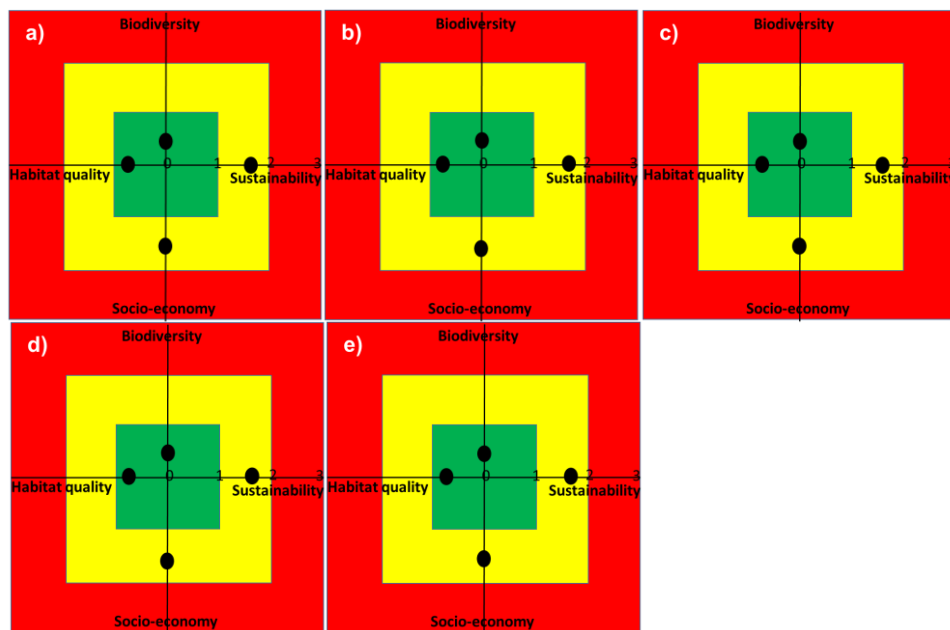


Figure 3. Relative position of objective risk indices (ORI) for the five species in the purse seine fishery from the ecosystem-based Tier 2 fishery assessment approach, (a) Sardine *Sardina pilchardus*, (b) Mackerel *Trachurus spp*, (c) Anchovy *Engraulis encrasicolus*, (d) Round sardinella *Sardinella aurita*, (e) Bogue *Boops boops*.

Objective risk indices (ORI's) assessment by Tier 02 approach for seven assessed species caught by small scale-fisheries: The small-scale fishery had 07 species, namely; surmulet *Mullus barbatus*, axillary seabream *Pagellus acarne*, blackspot seabream *Pagellus bogaraveo*, common pandora *Pagellus erythrinus*, cuttlefish *Sepia officinalis*, common octopus *Octopus vulgaris* and, swordfish *Xiphias gladius* (Figure 4). surmulet had risk indices 1.59, 0.39, 1.52, and 1.77 for sustainability, biodiversity, habitat quality and socio-economy, respectively. Axillary seabream had risk scores of 1.63, 0.36, 1.53, 1.53, and 1.79 for sustainability, biodiversity, habitat quality, and socio-economy, respectively. Blackspot seabream had risk indices 1.67, 0.39, 1.52, and 1.77 for sustainability, biodiversity, habitat quality, and socio-economy, respectively. Common Pandora had risk scores of 1.56, 0.39, 1.52, and 1.77 for sustainability, biodiversity, habitat quality, and socio-economy, respectively. The two cephalopods; cuttlefish and common Octopus assessed in small-scale fishery had

respectively 1.65, 1.50 for sustainability, 0.33, 0.38 for biodiversity, 1.58, 1.53 for habitat quality, and 1.80 for both of cephalopods in socio-economic benefits.

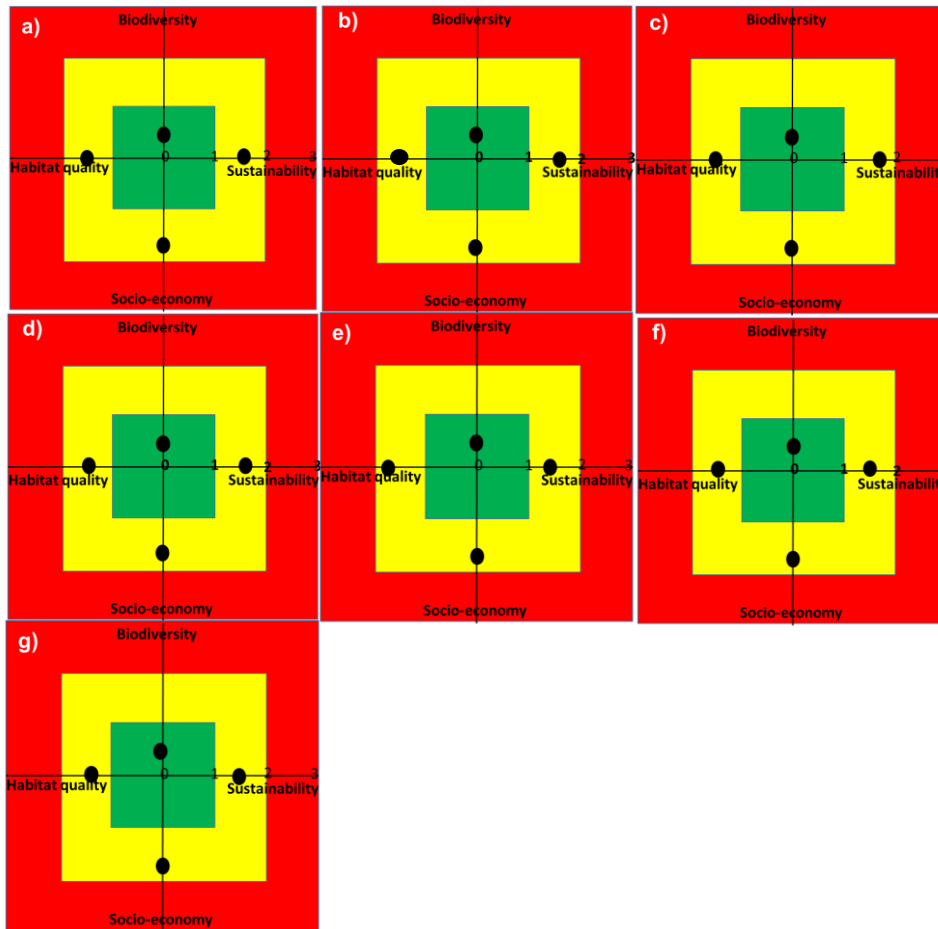


Figure 4. Relative positions of objective risk indices (ORI) for the seven species in the small-scale fishery from the ecosystem-based Tier 2 fishery assessment approach, (a) *Surmulet Mullus barbatus*, (b) *Axillary seabream Pagellus acarne*, (c) *Blackspot seabream Pagellus bogaraveo*, (d) *Common Pandora Pagellus erythrinus*, (e) *Cuttlefish Sepia officinalis*, (f) *Common Octopus Octopus vulgaris* and, (g) *Swordfish Xiphias gladius*.⁴

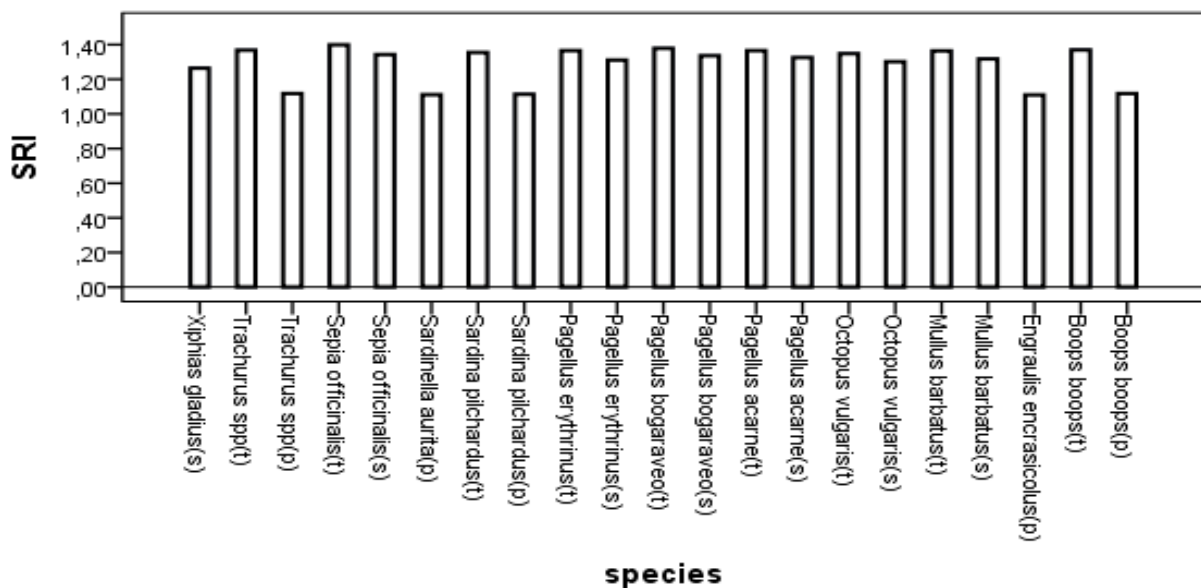


Figure 5. Mean SRI by assessed species. (t): trawl fishery, (p): purse seine fishery, and (s): small-scale fishery

Evaluation of Algerian coastal fisheries and ecosystem indices based on estimated fisheries risk indices and ecosystem risk index: Estimation and comparison of fisheries risk indices FRIs, which are one of the most important indices in this research to interpret the fisheries risk conditions when many species are targeted by different fisheries.

Table 3. Fishery risk index (FRI), and ecosystem risk index (ERI) for the Algerian coastal ecosystem using ecosystem-based assessment Tier02 approach

Fishery	FRI	ERI
Trawl	1.363	1.245
purse seine	1.114	
Small-scale	1.309	

From it can be seen that trawl, purse seine, and small-scale fisheries risk indices fell in the yellow zone. The lowest FRI value was observed in purse seine fishery at 1.114, while FRIs of small-scale and trawl fisheries were estimated at 1.309, 1.363 respectively

Box plots further illustrate the FRI's differences in (Figure.6). An analysis of variance was conducted and the difference of FRIs means was significant $P < 0.05$. Post hoc analysis using Tukey-Kramer test, revealed that the mean FRI for purse seine

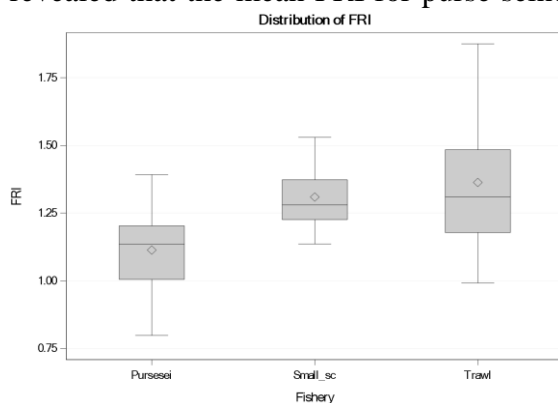


Figure 6. Box plot of FRI by trawl, purse seine, and small-scale fisheries.

was significantly different than the FRIs for small-scale and trawl fisheries $P < 0.05$. However, the FRI of trawl fishery did not significantly differ from small-scale FRI mean.

Across the three assessed fisheries in the Algerian coastal ecosystem, the risk status of the assessed ecosystem was estimated at 1.245, which was projected in the yellow zone.

4. Conclusion

Evaluating fishing impact on ecosystem is critically necessary for implementing, correcting, and/or maintaining a proper management mechanism at the national, regional, and international level. There is a growing consensus about the need to assess and manage holistically fisheries resources. In the other hand, the measurability of indicators, the weakness of data, and the complexity of the system, became issues for scientists and decider makers.

Although trawl, purse seine, and small-scale fisheries are the main fishing pressure on the Algerian coastal ecosystem and target in different cases the same species.

The nested risk design was used to evaluate the risk conditions at different level; the first constituent are the indicators where the assessment was based on. Seven indicators related to sustainability were assessed for each fishery; the approach identifies the catch per unit effort (CPUE) as one of the most critical indicators of sustainability. The results showed that the risk score related to CPUE for all assessed species for the three assessed fisheries were beyond the limit. The others risk scores for indicators belonging sustainability were in the yellow zone for all species by fishery, except the indicator "rate of mature fish" for cuttlefish

in small-scale fishery, where the risk exceeded the limit reference point. The biodiversity objective in this study lists two indicators namely 'discard rate' and 'diversity index', those indicators are based on the quantity of discarded fish and the change of dominant species. Four indicators were defined under the habitat quality objective. The socio-economic benefits included five indicators, most of their risk scores for all fisheries fell into yellow zone. The assessment of objective risk indices ORIs for nine exploited species by trawl showed that only the ORI biodiversity was in the desirable zone. Although sustainability, habitat quality, and socio-economic benefits objectives risk indices fell in the yellow zone, where the highest value of ORI was estimated at 1.78 for habitat quality objective, the evidence suggests that trawl-fishing gears have a high negative impact on the habitat. The ORI for sustainability and socio-economic were projected in the yellow zone for the five assessed species in purse seine fishery, while ORIs for biodiversity and habitat quality were estimated at the green zone. It appears that the purse seine fishing gear has a low impact on habitat quality comparing to trawling. In small-scale fishery, only biodiversity fell into the green zone, while other objectives were in the yellow zone. The present study suggests a useful alternative tool to evaluate the risk situation for the main fisheries operating on the Algerian continental shelf through EBFA Tier2 approach based on the overlaps target species among the fisheries. Trawl, purse seine, and small-scale fisheries risk indices were projected in the yellow zone. The importance of the fisheries risk indices in interpreting the fishing system status led to compare carefully the obtained indices among fisheries. The highest FRI were

observed in trawl fishery (1.363), followed by the small-scale fishery (1.309), then the lowest value was found in the purse seine fisheries (1.114). The purse seine fishery risk index differed significantly from both of trawl and small-scale fisheries risk indices, whereas there was no significant difference between trawl and small-scale fisheries risk index.

The results could be a benchmarks for evaluating the fisheries risk situations and the management effectiveness. The future work should, therefore, shift to Tier1 approach analysis, either progressively by incorporating the available data for some selected indicators. In addition, the next assessment should be oriented to include other activities taking place in and around the ecosystem, particularly when the assessed ecosystem is defined as an inshore area.

References

- Belhabib, D. (2007).** Aspects bioéconomiques et dynamiques de la pêche chalutière crevettière au port de Bejaia. *Ingenieur d'Etat en science de la mer*, 67.
- Chakour, S., & Guedri, S. (2014).** Sustainable management of artisanal fisheries in Algeria: The contribution of an empirical approach. *Merit Research*, 2(3), 30-39.
- Garcia, S., Zerbi, A., Do Chi, T., & Lassere, G. (2003).** The ecosystem approach to fisheries: issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook (Vol. 443). FAO Fisheries technical paper.
- Garcia-Florez, L., Morales, J., Gaspar, M., Castilla, D., Mugerza, E., Berthou, P., . . . Murillas, A. (2014).** A novel simple approach to define artisanal fisheries in Europe. *Marine policy*, 44, 152-159.
- MPPH.(2016).** https://mpeche.gov.dz/?page_id=416.
- Maouel, D. (2003).** Les raisons de la faiblesse quantitative de la production halieutique en Algérie: cas du port de Bouharoun. *MSc thesis*.

Park, H., Zhang, C., Kwon, Y., & Seo, Y. (2013). The study of the risk scoring and risk index for the ecosystem-based fisheries assessment. *J.Kor.Soc.Fish.Tech*, 49(4).

Pazhayamadom, D. G., Kelly, C. J., & Codling, E. A. (2013). Self-Starting CUSUM approach for monitoring data poor fisheries. *fisheries research*, 145, 114-127.

Pikitch, E., Santora, C., Babcock, E., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D., . . . Sainsbury, K. (2004). Ecosystem-based fishery management. *Science*, 305(5682), 346-347.

Zhang, C. I., Kim, S., Gunderson, D., Marasco, R., Lee, J. B., Park, H. W., & Lee, J. H. (2009). An ecosystem-based fisheries assessment approach for Korean fisheries. *Fisheries Research*, 26-41

Zhang, C. I., Hollowed, A. B., Lee, J.-B., & Kim, D.-H. (2011). An IFRAME approach for assessing impacts of climate change on fisheries. *ICES J. Mar. Sci.*, 1318-1328 (Vol.68.N°6).

Evaluation de degrés de contamination bactérienne des produits de la pêche (points de vente) dans la région de Bou-Ismaïl et de Khemis Miliana

Redouane Benfares¹, Zakia Mokrane², Chems eddine Houaidj¹, Affaf Kord¹, kamel Boudjema¹, Belkacem Guenachi¹

Mail : benfaresredhouane@yahoo.fr

Résumé

Notre étude a pour but d'évaluer l'effet des traitements post-capture (transport et hygiène) sur la qualité des produits de la pêche vendus au marché de Bou-Ismaïl comme région côtière et de Khemis Miliana comme région interne. L'étude s'est déroulée du mois d'Avril au mois de Juillet 2013. La méthodologie utilisée est celle d'une évaluation de la qualité organoleptique et microbiologique. Cette évaluation a été investiguée pendant la vente dans les deux régions. Les résultats de l'évolution des différents germes obtenus ont été comparés selon la région de prélèvement, l'espèce étudiée et la période du prélèvement. L'évaluation organoleptique et bactériologique indique que les poissons de Bou-Ismaïl (la Sardine et la Crevette) ont une bonne qualité et une très bonne fraîcheur, alors que le Rouget a une qualité satisfaisante, en comparaison avec celles de Khemis Miliana qui ont une qualité satisfaisante et une fraîcheur modérée, donc une diminution de la qualité au niveau de la région interne par rapport à la région côtière. Cependant, les poissons analysés sont exempts de germes potentiellement pathogènes tels que *Salmonella sp.*

Mots clés : sardine, rouget, crevette, qualité organoleptique, qualité microbiologique

¹ Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

² École nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral

1. Introduction

Du fait de sa position dans le bassin méditerranéen, avec plus de 1600 Km de côte, l'Algérie est riche en stock plurispécifique et spécialement en petits pélagique, ces derniers constituent un potentiel halieutique important le long de la côte algérienne (Klouch et Kheloui, 2010). Parmi les ressources halieutiques dont disposent l'Algérie ; la sardine, le rouget et la crevette qui représentent un potentiel économique considérable, et sont largement présents dans les captures des petits métiers et des chalutiers. Les produits de la pêche sont des produits de large consommation et contribuent de façon déterminante à satisfaire les besoins en protéines animales, mais aussi ce sont des denrées éminemment périssables qui, à température ambiante, s'abiment rapidement (Graham *et al.*, 1994). Elles doivent donc être soumises au froid aussitôt pêché. Il devient donc difficile de garder et maîtriser la qualité de ces denrées. Le secteur de la pêche en Algérie souffre du non-respect des mesures ou des conditions d'hygiène au cours de la manutention, le transport et la conservation. Il y a donc des risques de contamination bactérienne, qui pourraient conduire à des toxi-infections alimentaires, surtout dans les régions de l'intérieur du pays loin des zones de pêche (Benfares *et al.*, 2015 ; Belkacem *et al.*, 2017). Face à ces risques et conscient du rôle que joue le poisson dans l'alimentation de la population algérienne, il est alors judicieux de mieux comprendre l'influence des traitements post-capture sur la qualité du poisson frais. On se pose alors les questions suivantes :

Quelle est l'influence des manipulations post-capture sur la qualité organoleptique des produits de la pêche frais

commercialisés dans les deux régions (côtière et interne) ?

Quelle est la charge bactérienne des produits de la pêche frais commercialisés à Bou-Ismaïl et Khemis Miliana ? quelle est la cause des contaminations probables ? et quelles sont les mesures à prendre pour une meilleure maîtrise de la qualité ?

À travers l'appréciation organoleptique et l'analyse des paramètres bactériologique, la présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité des produits de la pêche à intérêt commercial important (Sardine *Sardina pilchardus*), Rouget (*Mullus barbatus*) et Crevette (*Parapenaeus longirostris*) ; Ceci dans deux régions différentes en Algérie, Bou-Ismaïl comme région côtière et Khemis Miliana comme région de l'intérieur du pays.

Des spécimens de poissons et de crustacés prélevés à raison d'une fois par mois au niveau des deux régions Bou-Ismaïl et Khemis Miliana feront l'objet de plusieurs analyses bactériologiques et organoleptiques permettant d'évaluer l'effet du transport sur la qualité du poisson.

2. Matériels et réactifs utilisés

Notre travail a été réalisé durant 4 mois (Avril, Mai, Juin et Juillet 2013), dont le but est d'évaluer le degrés de contamination bactérienne des produits de la pêche à intérêt commercial important « Sardine, Crevette, Rouget » et de donner une idée sur l'état de salubrité du poisson et des crustacés incluant la rupture de la chaîne de froid et d'hygiène au cours de la manutention et du transport; dans les deux régions à savoir : Bou-Ismaïl « région côtière », et Khemis Miliana « région de l'intérieur du pays ».

2.1. Matériels biologiques

L'objectif de ce travail est l'évaluation des risques de contamination bactériologique des produits de la pêche, aussi, on a utilisé un matériel biologique qui regroupe trois espèces différentes :

- Une espèce de poisson du groupe des petits pélagiques (la sardine),
- Une espèce de poisson du groupe démersal (le rouget),
- Une espèce de crustacés (la crevette).

2.2. Prélèvement

Selon Aminot *et al.*, 1983, le prélèvement représente une phase primordiale du travail expérimental et dans l'interprétation des résultats. Les prélèvements ont été effectués la matinée au hasard et de façon aseptique depuis les produits de la pêche vendus sur le marché du mois d'Avril au mois de Juillet. Un minimum de 5 unités pour chaque espèce a été prélevé réparti sur les différentes gammes de taille et de poids disponibles (Tableau 1).

Tableau 1. Dates et types des différents prélèvements.

Prélèvement	Date	Site de prélèvement : Bou-Ismaïl Khemis Miliana
P1	15/04/2013	Type de prélèvement Sardine+Rouget+Crevette
P2	05/05/2013	
P3	20/05/2013	
P4	10/06/2013	
P5	01/07/2013	

P : prélèvement

2.3. Analyses sensorielles

Il s'agit d'une inspection consistant à rechercher d'éventuelles altérations sur la base de l'observation d'un certain nombre de caractères organoleptiques relatifs à la couleur, à l'aspect et à l'odeur. Ces critères définis, selon Huss, 1988 pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson et selon Joseph *et al.*, 1998 pour un barème de cotation de la fraîcheur de la crevette rose.

L'évaluation de la qualité sensorielle correspond à une échelle variante allant de 0 à 4 (0 : putréfaction avancée ; 4 : fraîcheur parfaite) pour y représenter dans un ordre décroissant d'intensité, la description des

divers états de fraîcheur de chacun de ces paramètres. Aussi, elle a attribué une note subséquente à chaque description. L'indice de fraîcheur est déterminé comme étant la moyenne arithmétique des notes attribuées aux différents caractères étudiés (Laghmari et EL-Marrakchi, 2005).

2.4. Analyses bactériologiques

L'analyse microbiologique porte sur la recherche et le dénombrement des microorganismes contaminants les produits de la pêche tels que : les coliformes totaux (CT) et fécaux (CF), les Streptocoques fécaux (Strp F), *Escherichia coli*, les

Salmonelles, les *Staphylococcus aureus* et les *Clostridium perfringens*. Ces analyses sont faites conformément à des méthodes normalisées, décrites par la réglementation algérienne.

3. Résultats et interprétation

3.1. Analyses sensorielles

Selon les critères de fraîcheur, on a pu établir le (Tableau2) représentant les résultats des analyses sensorielles de la sardine et le rouget et le (Tableau3) représentant les résultats des analyses sensorielles de la crevette.

Tableau 2. Indices de fraîcheur de la sardine *Sardina pilchardus* et le rouget *Mullus barbatus* dans les deux régions

Paramètres sensoriels	Région			
	Bou-Ismaïl		Khemis Miliana	
	Sardine	Rouget	Sardine	Rouget
Peau	Pigmentation : brillante mais non luisante ;	Pigmentation : brillante mais non luisante ;	Pigmentation : brillante mais non luisante ;	Pigmentation : brillante mais non luisante ;
Œil	Convexe (gonflé) ; Cornée : transparente ; Pupille : noire et brillante	Convexe et légèrement enfoncé ; Cornée : légèrement opalescente ; Pupille : noire et terne.	Convexe et légèrement enfoncé ; Cornée : légèrement opalescente ; Pupille : noire et terne.	Plat ; Cornée : opalescente ; Pupille : opaque
Branchies	Moins colorées ; Mucus : clair.	Moins colorées ; Mucus : clair.	Moins colorées ; Mucus : clair.	Moins colorées ; Mucus : clair.
Chair (de l'abdomen)	Bleuâtre, translucide, lisse et brillante	Veloutée, terne ; Couleur légèrement altérée	Légèrement opaque	Légèrement opaque
Couleur le long de la colonne vertébrale	Incolore.	Incolore.	Légèrement rosée.	Légèrement rosée.
Organes	Organes rouges, de même que le sang	Organes rouges, de même que le sang	Organes rouges ternes ;	Organes rouges ternes ;
Chair	Ferme et élastique ; surface lisse	Moins élastique.	Moins élastique.	Moins élastique.
Colonne vertébrale	Adhère	Adhère.	Adhère.	Adhère.

Péritoine	Adhère	Adhère légèrement	Adhère.	Adhère légèrement.
Odeur	Pas de mauvaise odeur.	Pas de mauvaise odeur.	Pas de mauvaise odeur	Légèrement aigre.
Indice de fraîcheur	2.6	2.1	1.9	1.6

Tableau 3. Evolution organoleptique de la crevette rose *Parapenaeus longirostris*

Région		Bou-Ismaïl	Khemis Miliana
Couleur		Rose orange	Légèrement rose
Aspect	Céphalothorax	Fermeement attaché à la carapace	Légèrement Détachable
	Carapace	Résistante	Molle
	Chair	Translucide	Légèrement opaque
Noircissement	Céphalothorax	Absent	Présent
	Carapace	Absent	Absent
	Appendices	Absent	Absent
	Chair	Absent	Absent
Odeur		Typique de l'espèce	Typique de l'espèce
Indice de fraîcheur		2	1.4
Conclusion		Acceptée (Très bonne Fraicheur)	Acceptée (Fraicheur modérée)

Selon les tableaux 1 et 2, nous notons que la plupart des critères ont connu de légères modifications entre les deux régions pour la sardine, le rouget et la crevette. Les résultats de l'indice de fraîcheur de la sardine et le rouget varient selon l'espèce et la région, à Bou-ismail la valeur est supérieure à 2 pour les deux espèces, alors qu'à Khemis Miliana elle est inférieure à 2.

Pour la crevette cette modification est caractérisée par le changement de la couleur (légèrement rose), le Céphalothorax qui est légèrement détachable et la carapace devient molle et l'apparition de noircissement sur le Céphalothorax, mais la

crevette de Khemis Miliana a un indice de fraîcheur de 1.4 qui est accepté avec une fraîcheur modérée.

Ces résultats conduisent à des valeurs d'indice de fraîcheur qui sont à Bou-Ismaïl supérieures par rapport à ceux enregistrés à Khemis Miliana ; et ils sont pour la sardine élevés par rapport au rouget, mais avec une légère différence. Alors que la meilleure valeur qui peut être enregistrée est de 3 pour les poissons et pour la crevette elle est de 2

3.2. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses bactériologiques des trois espèces issues des deux régions sont étudiés comme suit :

Nous traitons séparément les résultats de l'évolution des différents germes selon la région de prélèvement, l'espèce étudiée et la période du prélèvement.

3.3. Variation mensuelle de la concentration des germes

L'évolution mensuelle de la concentration des germes pour les trois espèces des deux régions est illustrée dans les figures 1, 2 et 3

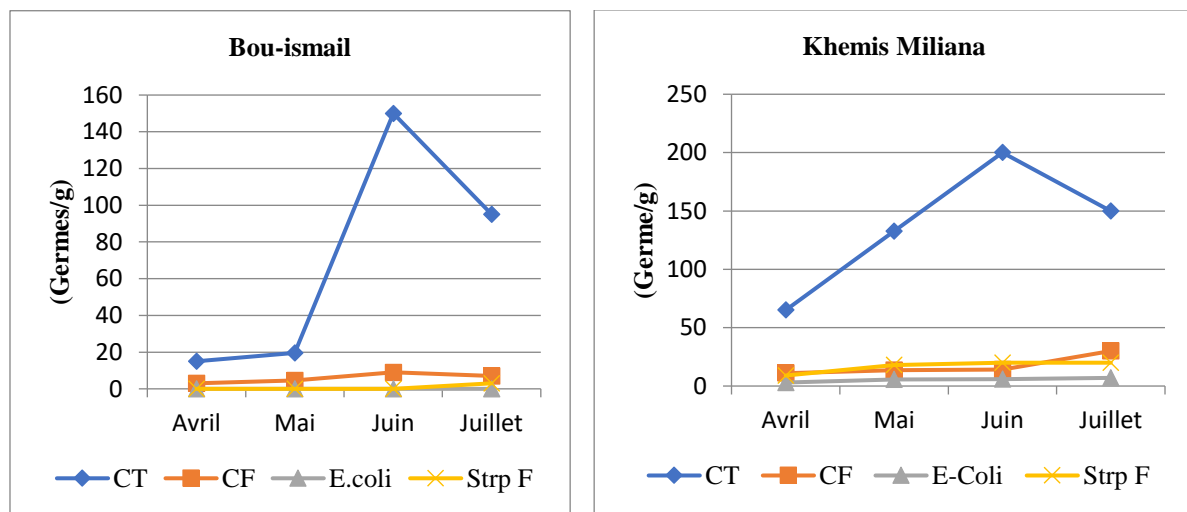


Figure 1. Evolution mensuelle de la concentration des différents germes dans la sardine des deux régions (CT : Coliforme totaux, CF : Coliforme fécaux, Strp F : Streptocoque fécaux)

D'après les résultats obtenus à Bou-Ismaïl, nous observons que la concentration des coliformes totaux dans la sardine a augmenté progressivement du mois de Mai au mois de Juin, avec un maximum de 150 germes/g, suivie d'une chute correspondant au mois de Juillet (95 germes/g). Les coliformes fécaux ont connu une valeur maximale de 9 germes/g le mois de Juin puis diminue vers la valeur 7 germes/g pour le mois du Juillet. Une absence totale d'*E. coli* et l'apparence des streptocoques fécaux de 3germes/g dans le mois de Juillet.

A Khemis Miliana, la concentration des coliformes totaux a subi une augmentation

mensuelle d'Avril à Juin (200 germes/g), avec une diminution observée durant le mois de Juillet (150 germes/g). Les coliformes fécaux présentent des valeurs croissantes durant les trois mois dont la valeur maximale est de 30 germes/g pour Juillet. L'E-coli présente aussi des concentrations croissantes qui sont de 3, de 5,5 de 6 et de 7 germes/g pour les quatre mois dans l'ordre. Les moyennes des concentrations des streptocoques fécaux présentent une valeur maximale de 20germes /g au mois de Juin et Juillet, et une valeur minimale de 9 germes/g en Avril.

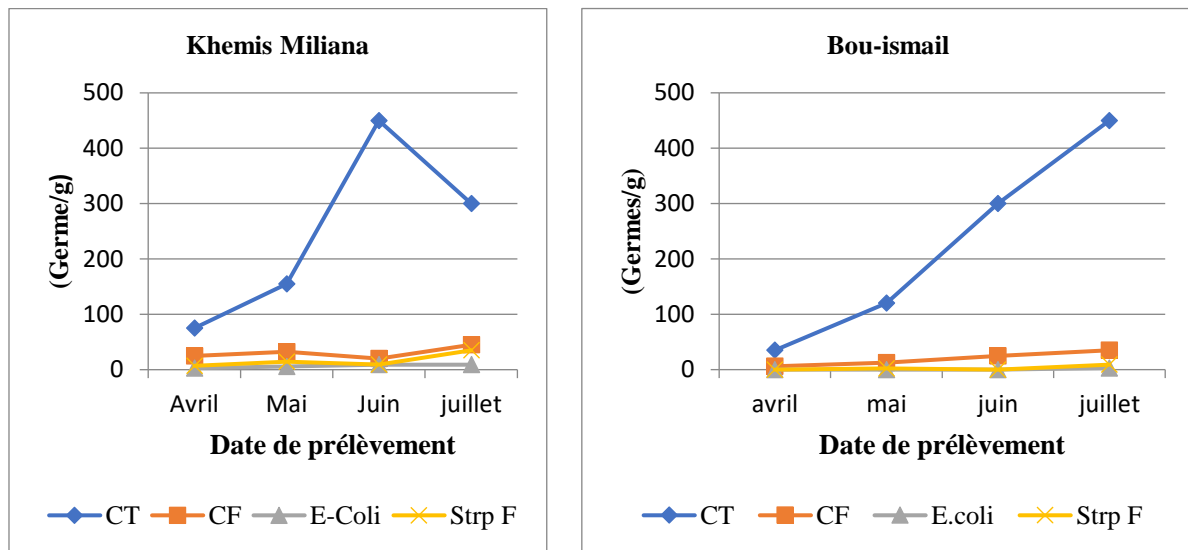


Figure 2. Évolution mensuelle de la concentration des différents germes dans le rouget des deux régions (CT : Coliforme totaux, CF : Coliforme fécaux, Strp F : Streptocoque fécaux)

Nous observons que le rouget de Bou-Ismaïl a enregistré une augmentation de concentration des coliformes totaux de 35 germes/g en avril jusqu'à 450 germes/g en juillet. Les coliformes fécaux présentent un taux minimal de 6 germes/g pour le mois d'avril qui atteint les 35 germes/g pour le mois de juillet. L'*E. coli* présente des valeurs nulles durant tous les mois sauf le mois de juillet avec une faible valeur moyenne de 3 germes/g est enregistrée ; les concentrations des streptocoques sont aussi de faibles valeurs et qui se présentent dans un ordre mensuel croissant, avec une moyenne maximale de 9 germes/g. D'après le deuxième graphe correspondant à la région de Khemis Miliana, nous notons que la concentration des coliformes totaux a subi une augmentation mensuelle d'avril à juin suivie d'une chute correspondant au mois de juillet, atteint son maximum en juin ; la contamination fécale est présentée par des valeurs croissantes du mois d'avril au mois de juillet. L'*E. coli* présente une valeur maximale de 09 germes/g pour juin et juillet. Pour les streptocoques fécaux, on note une valeur minimale de 7 germes/g en avril qui augmente à 35germes/g pour juillet.

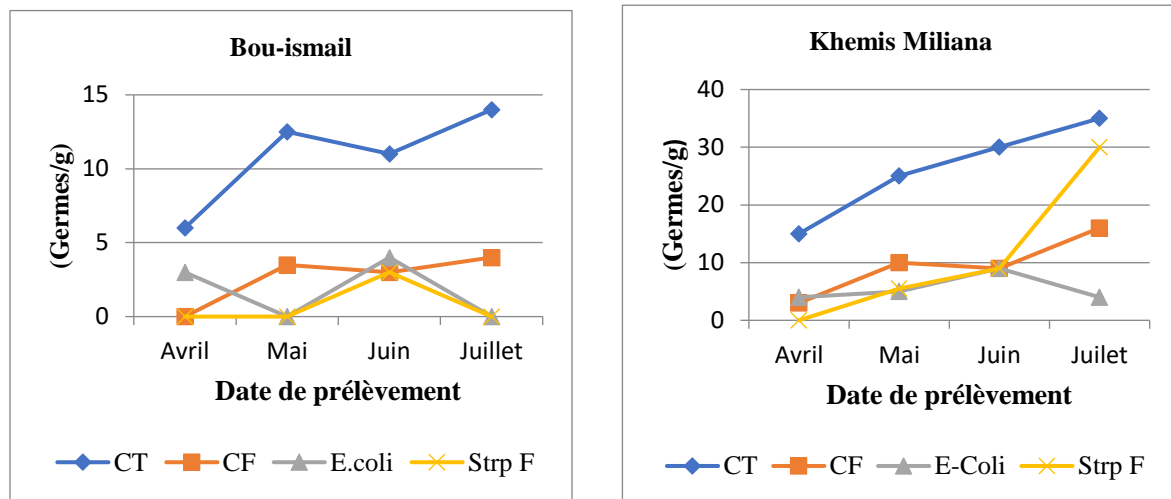


Figure 3. Évolution mensuelle de la concentration des différents germes pour la crevette des deux régions. (CT : Coliforme totaux, CF : Coliforme fécaux, Strp F : Streptocoque fécaux)

Les valeurs de contamination des crevettes de Bou-Ismaïl, par les coliformes totaux augmentent à partir du mois d'Avril avec une valeur de 6 germes/g, pour atteindre 14 germes/g au mois de Juillet. Il est de même pour les coliformes fécaux dont la valeur est nulle en Avril et la maximale à Juillet de 4 germes/g. On note aussi pour *E. coli*, une valeur maximale de 4 germes/g enregistrée pour le mois de Juin, avec absence de germes en mois de Mai et Juillet. Ainsi que les valeurs des concentrations en streptocoques fécaux sont nulles pour tous les prélèvements, sauf au mois de Juin une valeur de 3germes/g. Les concentrations des coliformes fécaux, *E-coli* et les streptocoques fécaux ne dépassent pas la valeur de 4 germes/g durant toute la période de prélèvement. Pour la Crevette de Khemis Miliana, les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux présentent des valeurs croissantes de Avril à Juillet. L'*E-coli* présente aussi des valeurs croissantes du mois d'Avril jusqu'à atteindre la valeur maximale au mois de Juin (9 germes/g), puis diminue

vers la valeur 4 germes/g pour le mois de Juillet.

4. Discussion

Les analyses microbiologiques appliquées sur les trois espèces issues des produits de la pêche (la sardine, le rouget et la crevette), nous ont montré l'existence des coliformes totaux, coliformes fécaux, *E. coli* et streptocoques fécaux, avec des concentrations élevées pour la région de Khemis Miliana. Ceci est expliqué par la contamination lors de l'acheminement depuis le site d'origine jusqu'au point de vente à cause des mauvaises conditions de transport (La température de réfrigération est instable) et le temps écoulé lors de celui-ci, ce qui explique les résultats des analyses sensorielles effectuées dans le dernier prélèvement et qui montre que les conditions de manutention ont un effet réduisant la qualité organoleptique des trois espèces même si légèrement. Pilet *et al.*,1987 a également montré que la contamination du poisson pendant la commercialisation est due aux méthodes de manipulations.

Aussi la contamination peut se produire au niveau du marché où les outils et le personnel peuvent servir de vecteurs ou apportant de risques hygiéniques (Delarras, 2003), en plus de la contamination environnementale. En se référant aux normes de salubrité, les concentrations des germes fécaux recensées dans les espèces analysées au niveau de cette région dépassant les limites tolérées par les normes préconisées par l'arrêté du 27 Mai 1998 du J.O.R.A relatif aux spécifications microbiologiques des poissons et autres produits de la pêche ; et s'ils n'ont pas causés des intoxications alimentaires, c'est probablement dû aux habitudes alimentaires des gens qui consomment ces produits de pêche après cuisson

Au niveau de la région de Bou-Ismaïl, l'évolution de la concentration des germes dans la sardine et la crevette répond aux normes recommandées sauf une légère augmentation pour la sardine, par contre dans le rouget elle a dépassé les normes. Cependant, le niveau moyen de cette charge fécale est inférieur à celui relevé dans la région de Khemis Miliana.

Rappelons également, que dans nos analyses, au niveau des deux régions ciblées, et pour l'ensemble des échantillons analysés, nous n'avons, à aucun moment, observés les germes hautement pathogènes tels que *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et *Clostridium* sulfite-réducteurs. Ces résultats sont conformes aux prescriptions normatives qui recommandent une absence de *Salmonella* dans les produits alimentaires (guide législatif et réglementaire français, N° 8155 du 12 décembre 2000). Ces résultats sont également conformes à ceux obtenus par l'Hichou et Zenati, 2005 qui avaient aussi

indiqués une absence de salmonelles dans le poisson frais destiné à la multi-transformation au Maroc.

En comparant la charge bactérienne des trois espèces, il en résulte que le rouget présente la plus forte charge en germes fécaux que ce soit pour la région de Bou-Ismaïl ou de Khemis Miliana ; en raison de sa faible demande sur le marché car il n'est pas fréquemment introduit dans la cuisine algérienne vu son prix élevé, donc il se peut qu'un lot n'est vendu que le lendemain ce qui favorise le développement des bactéries. En parallèle, sa chair est maigre et ferme et contient plusieurs petites arêtes. Cependant, elle perd vite de son éclat (indice d'un manque de fraîcheur) (QA, 2008).

En second lieu, on trouve la sardine avec une charge moins importante de germes dans les deux régions (par rapport au rouget), ceci peut être dû au fait que la sardine se vend rapidement dans nos marchés puisqu'elle a un grand intérêt commercial.

Et en fin, la crevette présente la charge bactérienne la plus faible comparée aux deux autres espèces. C'est un crustacé caractérisé par un habitat plus profond, plus 200 m de profondeur (Nouar, 2001) et elle est recouverte d'une robuste carapace protectrice du milieu externe. Donc même si elle est exposée longtemps sur le marché elle est relativement moins menacée par la contamination.

Ces résultats confirment aussi l'importance du procédé de glaçage (refroidissement) dans la conservation post-capture du poisson frais en effet. La non-maîtrise de ce paramètre pourrait avoir des répercussions sur la qualité du poisson frais à cause des risques de ruptures de la chaîne de froid.

5. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer les risques de contamination microbiologiques et les caractéristiques organoleptiques liés à la consommation des trois espèces de produits de la pêche (Sardine, Rouget et la Crevette) vendues au marché de deux régions Bou-Ismaïl (zone côtière) et Khemis Miliana (zone d'intérieur du pays). L'ensemble des résultats obtenus nous ont permis de conclure sur les points suivants :

La charge bactérienne des trois espèces est plus élevée dans la région de Khemis Miliana que dans la région de Bou-Ismaïl, vu le non-respect des conditions du transport et de la conservation ainsi la durée d'exposition sur le marché. La crevette des deux régions s'est avérée de bonne qualité, vu la conformité des résultats microbiologiques aux normes. La sardine de Bou-Ismaïl est de qualité bactériologique satisfaisante, contrairement à celle de Khemis Miliana, est de moindre qualité, en dépassant les normes des concentrations des germes fécaux. La concentration des germes fécaux dans le rouget est plus importante par rapport à celle de la sardine et la crevette, où il y a présence des coliformes totaux, coliformes fécaux, *Escherichia coli*, ainsi que des streptocoques fécaux à des concentrations dépassant les normes définies par le J.O.R.A dans les deux régions. Les germes hautement pathogènes : *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et *Clostridium sulfito-réducteurs* sont totalement absents dans la sardine, le rouget et la crevette des deux régions.

Cette étude a également montré que en général les opérations de transport, de traitement et de commercialisation du poisson frais souffraient de grands déficits

d'hygiène aboutissant parfois à des contaminations du poisson frais par les microbes. Au niveau des vendeurs, on a constaté l'insouciance et la méconnaissance des règles d'hygiène élémentaires, l'inexistence des équipements adaptés pour la vente et la manipulation des produits frais.

Pour cela une attention particulière doit être portée sur l'application rigoureuse des règles d'hygiène par les acteurs de la filière et l'utilisation des équipements isothermes. Le respect des pratiques sanitaires et hygiéniques associé à la pêche, le transport et la commercialisation tels que l'utilisation de caisses isothermes microbiologiquement saines, le transport dans un délai raisonnable et la vente dans de bonnes conditions doivent être mis en œuvre afin de garantir la qualité microbiologique des produits de la pêche

Références bibliographiques

- Aminot, A., Chaussepied, M. (1983).** *Manuel des analyses chimiques en milieu marin* (1^{er} éd., vol. 1). Paris, France : Centre national pour l'exploitation des océans (CNEXO).
- Belkacem, Y., Benfares, R., Adem, A. et Houma Bachari, F. (2017).** Evaluation of the impact of the desalination plant on the marine environment: case study in Algeria. *Larhyss Journal*, 1(30), 317-331.
- Benfares, R., Seridi, H., Belkacem, Y et Inal, A. (2015).** Heavy Metal Bioaccumulation in Brown Algae *Cystoseira compressa* in Algerian Coasts, Mediterranean Sea. *Environ. Process*, 1(2),429-439.
- Graham, J., Johnston, V. A. et Nicholson, F. J. (1994).** *La glace et les produits de la pêche* (1^{er} éd., vol. 331). Rome, Italie : Food & Agriculture Organisation.
- Huss, H. H., (1988).** *Le Poisson frais : qualité et altérations de la qualité, manuel de formation*

préparé pour le programme de perfectionnement FAO/DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité (1^{er} éd., vol. 29). Rome, Italie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Joseph, J., Perigreen, P.A., Gopala Krishna, I. (1998). Storage characteristics of cultured *Penaeus indicus* in ice and at ambient temperature. *Fish. Technol.*, 1(35),84-89.

Klouch., KH. (2010). *Contribution à l'exploitation de Pagellus acarne (Risso, 1826) de la baie de Bou-Ismaïl* (Mémoire d'ingénieur). E.N.S.S.M.A.L., Algérie.

Laghmari, H., et El Marrakchi, A. (2005). Appréciation organoleptique et physico-chimique de la crevette rose *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) conservée sous glace et à température ambiante, *Revue Méd. Vét.*,156(4), 221-226

L'hichou, K., Zenati, Y. (14-18 novembre 2005). Essais de valorisation de l'ombrine (*Argyrosomus regius*) by par multi-transformation. *FAO Fisheries Report*, N°819, p89-101. Bagamoya, République-Unie de Tanzanie.

Pilet, C., Bourdon, J. I., Toma, B., Marchal, N., Balbastre, C. et Person, J. M. (1975). *Bactériologie médicale et vétérinaire systématique bactérienne* (4-5^{er} éd., vol. 128), France : Vigot frères.

Fortin, K. (2008). *La mini-encyclopédie des aliments* (1^{er} éd., vol. 1). Montréal, Québec : Québec Amérique inc.

First reproduction operation and larval rearing in controlled environment of sea bream (*sparus aurata*)

Djamila Ferhane¹, Ammar Dilmi¹, Hafida Essid¹, Fahima Bouarab¹, Amel Bouali¹, Rahma Haiji¹ et Amina Seffah¹

E-mail : ferhanedjamila@yahoo.fr

Résumé

Une étude sur la maîtrise de la reproduction et l'élevage larvaire de la Daurade (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) a été menée avec succès pour la première fois en Algérie entre 2018 et 2020 par la Station Expérimentale de Pisciculture Marine du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA). Cette étude a été réalisée à partir de deux stocks de géniteurs (sauvage et d'élevage). L'objectif de ce travail était de maîtriser la reproduction et l'élevage des premiers stades larvaires en milieu contrôlé (système fermé). La période d'acclimatation des géniteurs a duré une année avec contrôle de la photo-thermo période afin d'obtenir les pontes durant la période de reproduction naturelle. Des pontes ont été obtenues à partir du 24 décembre 2019 à des températures variant de 15 à 16 °C. Des œufs de bonne qualité ont été obtenus pour les deux stocks de géniteurs avec des taux de viabilité des œufs supérieurs à 90%, et un diamètre de 1 mm. L'éclosion a eu lieu 3 jours après la mise en incubation dans l'obscurité totale, donnant des larves d'une longueur moyenne de 03 mm.

Mots clés : Daurade royale, photo-thermo période, ponte, éclosion, incubation.

Abstract

A study on the control of reproduction and larval rearing of seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) was successfully carried out for the first time in Algeria between 2018 and 2020 at the Marine fish farming Experimental Station of the National Center for Fisheries and Aquaculture Research and Development (CNRDPA). This study was carried out using two stocks of breeders (wild and captive-bred). Our objective being the control of reproduction and rearing of the first larval stages under a controlled environment (closed system). The broodstock acclimatization period lasted one year, with control of photo-thermoperiod in order to obtain spawning during the natural reproductive period. Eggs laying was obtained from December 24, 2019, at temperatures ranging from 15 to 16 °C. Good-quality eggs were obtained for the both broodstock with an egg viability rate above 90%, and a diameter of 1 mm. Hatching took place 3 days after incubation in total darkness, giving larvae with an average length of 3 mm.

Key words: Seabream, photo-thermoperiod, spawning, hatching, incubation.

¹ National Center for Fisheries and Aquaculture Research and Development

1. Introduction

L'élevage de la daurade royale (*Sparus aurata*) représente actuellement la part la plus importante de la production de l'aquaculture marine en Algérie, 38 projets de pisciculture ont été enregistrés, à la fin de l'année 2021. L'élevage de cette espèce se limite actuellement à la phase de grossissement en cages flottantes en Offshore. Au cours des premières années de lancement de la pisciculture marine, la demande d'alevins nécessaires pour le développement de la filière peut être satisfaite à partir des importations provenant des pays où la production d'alevins dans des écloséries est devenue une activité économique à part entière. Cependant, une fois la production aquacole arrivée à un certain potentiel, une dépendance excessive des intrants y compris les alevins, cela peut provoquer des effets factieux dans le développement de la filière, et notamment pour ce qui concerne la rentabilité des entreprises aquacoles. La production larvaire est l'une des principales étapes de l'aquaculture marine.

La maîtrise des techniques de reproduction des espèces marines représente l'élément clé pour assurer la pérennité de l'activité en Algérie. L'implantation des écloséries industrielles d'alevins nécessite un passage par une phase d'essais, de maîtrise à l'échelle expérimentale pour le transfert des technologies, la formation de personnel technique qualifié et l'identification des points positifs et négatifs de tels projets. La Station Expérimentale de Pisciculture Marine du CNRDPA (SEPM) est une station à vocation recherche/développement. Cette dernière a tracé comme objectif d'appuyer le secteur économique par la contribution à la maîtrise

et à la vulgarisation des techniques de reproduction des espèces marines, faisant l'objet d'élevage en Algérie. Une première opération a été réalisée avec succès au niveau de la station. Un cycle complet de production d'alevins de la daurade (élevage de géniteurs, reproduction, élevage larvaire, pré-grossissement) pour la première fois en Algérie. L'opération a été entamée en 2017 par la constitution du stock de géniteurs composé d'un lot de géniteurs issu d'élevage en cages flottantes et d'un lot de géniteurs pêché en milieu naturel.

2. Matériel et méthodes

2.1. Origine des géniteurs

Deux lots de géniteurs ont été utilisés. La collecte du lot 1 (poissons sauvages) a été réalisée au mois d'octobre 2018 (24 individus de poids entre 240 et 1200 g). Le deuxième lot c'est des poissons d'élevage reçu le mois de juin 2018 chez un investisseur privé (50 individus de poids variant entre 240 et 640 g). Le sexage des poissons est seulement possible durant la période de reproduction lorsque les femelles arrivent au stade final de la vitellogénèse.

Les individus ont été traités puis acclimatés aux conditions de captivité (Figure1). Ils ont été stockés dans deux bassins de volume unitaire de 16m³. L'unité fonctionne en circuit fermé.

2.2. Phase de maturation des géniteurs

La reproduction est stimulée par la manipulation du cycle photo-thermo périodique. La température de l'eau et le nombre des heures de lumières sont régulées tous les 15 jours durant toute l'année pour stimuler le cycle naturel de photo-thermo période.



Figure 1. Bassin des géniteurs de daurade royale

Les géniteurs sont nourris avec une alimentation diversifiée (granulés, poissons frais, mollusques...). En phase de maturation des gonades, la fréquence de distribution des aliments frais est augmentée jusqu'à 05 jours / semaine. L'alimentation équilibrée est indispensable pour la production des œufs et des larves de bonne qualité.

2.3. Ponte et collecte des œufs

La ponte des géniteurs de la daurade est étalée sur 03 à 04 mois (ponte échelonnée). Une femelle peut pondre plusieurs milliers d'œufs par jours durant cette période.

En période de reproduction les bassins des géniteurs sont contrôlés tous les jours pour vérifier d'éventuels pontes. Les œufs fécondés (flottants) sont récupérés au niveau des collecteurs placés à l'extérieur des bacs. La collecte des œufs dans les collecteurs est effectuée tous les jours avec des béciers (Figure 2).

Les œufs sont concentrés dans des passoirs à maille fine (125 μ m) et pesés en utilisant une balance de 1000 ± 0.01 g. Trois échantillons de chaque lot d'œufs sont pesés et comptés sous une loupe binoculaire pour estimer le nombre total des œufs. Les œufs sont désinfectés dans un bain d'iode à 50 ppm pendant 10 minutes, avant transfert vers les incubateurs. Des échantillons d'œufs sont observés sous microscope pour vérifier la qualité des œufs et estimer le taux des œufs viables (Figure 3). Le taux de viabilité des œufs correspond au pourcentage des œufs morphologiquement normaux au stade de la morula, décrits comme étant transparents, parfaitement sphériques avec une segmentation précoce claire et symétrique (Fernández-Palacios et al., 1995).



Figure 2. Œufs de *Sparus aurata*

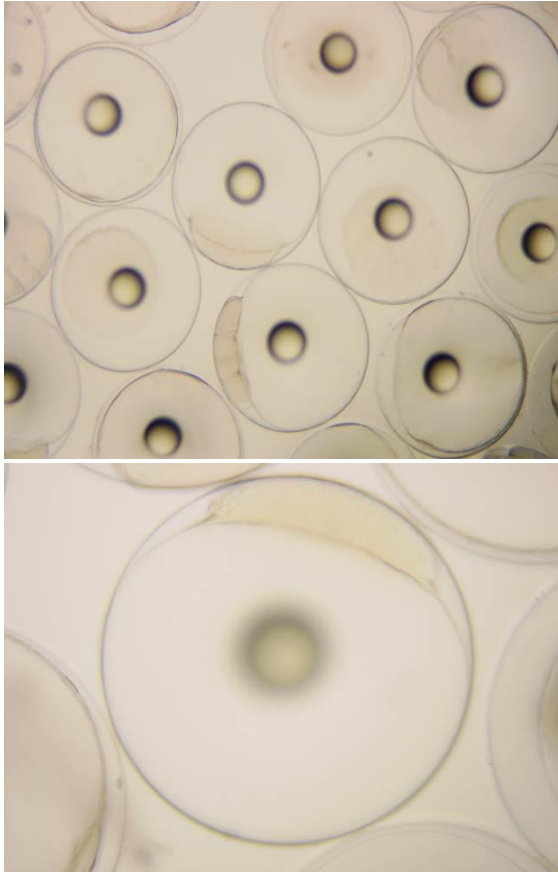


Figure 3. Œufs de *Sparus aurata* sous microscope

2.4. Incubation des œufs

La ferme dispose de 04 incubateurs des œufs de 350 L chacun. L'unité fonctionne en circuit ouvert. La température de l'eau est similaire à celle des bacs de géniteurs (16°C) pour éviter les chocs thermiques.

Par limite des bacs d'élevage larvaire, nous avons utilisé une partie des œufs pour le lancement du cycle d'élevage larvaire. Le reste de la production est éliminée après estimation du nombre d'œufs.

3. Résultats et Discussions

3.1. Acclimatation des géniteurs

Les daurades pêchées dans le milieu naturel se sont adaptées aux conditions de captivité

après 40 jours, après cette période tout est rentré dans l'ordre, les poissons pouvaient monter pour manger en surface. Le taux de survie enregistré a été de 99%. Aucune pathologie n'a été identifiée. Le stock final a été formé de 23 individus, dont le poids varie entre 620 g et 1500 g.

Concernant les daurades d'élevages l'adaptation a été plus facile, les poissons ont accepté l'aliment plus facilement. Le taux de survie enregistré a été de 100%. Aucune pathologie n'a été identifiée. Le stock final a été formé de 50 individus, dont le poids varie entre 680 g et 1580 g).

3.2. Ponte et incubation

La ponte a eu lieu à une température de 16°C ; environ 15.4 millions d'œufs ont été récupérés pour les poissons d'élevage et 1.1 millions pour les sauvages (Tableau 01) avec 95% d'œufs viables d'un diamètre moyen de 1 mm pour les sauvages et 0.99 mm pour les poissons d'élevage. Les œufs possèdent un seul globule lipidique (Figure 4) dont le diamètre varie peu,

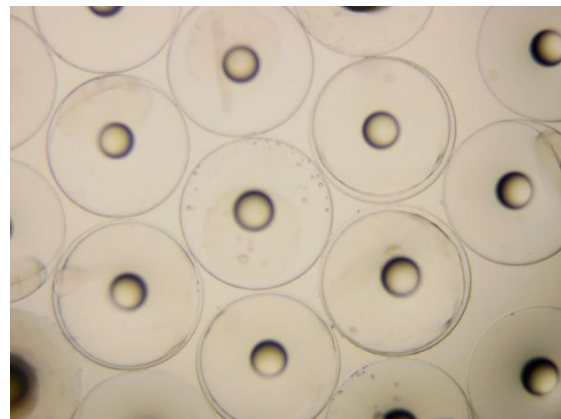


Figure 4. Œufs de *Sparus aurata*

Tableau 1. Production totale des œufs durant le cycle

Bac	Période	Poids total œufs	Nbre total œufs
Géniteurs d'élevage	24/12/2019 au 30/03/2020	13,2 kg	15,4 millions
Géniteurs sauvages	17/01/2020 au 16/03/2020	0,93 kg	1,1 million

Le diamètre des œufs était de 1 ± 0.01 mm, avec un nombre moyen de 1172 ± 150 œufs / g. Les résultats concernant le diamètre des œufs de la daurade sont comparables aux résultats des études précédentes : 1.001 ± 0.005 mm (Kamacı et al., 2005) et 1.032 mm \pm 0.003 (Pascual & Yúfera, 1993). Nos résultats sont proches de ceux observés par d'autres auteurs (Tableau 2).

Tableau 2 . Diamètres moyens des œufs

Auteur	Diamètre moyen œufs (mm)
Pascual et Yúfera, 1993	$1,032 \pm 0,003$ mm (0,994 - 1,08 mm)
Kamacı et al., 2005	$1,001 \pm 0,005$ mm.
Uçal, 2002	0,98-0,99 mm
Devauchelle, 1986	1,02 mm (0,94-1,04)
Présente étude 2020	0.99 – 1 mm

Le taux de viabilité des œufs a varié entre 91.8 et 95 % (Tableau 3). Ces résultats sont satisfaisants par rapport aux valeurs du taux de viabilité des œufs indiquées dans des études précédentes pour la même espèce: 83 - 95 % (Scabini et al., 2011), 81.3 % \pm 15.6 (Ferosekhan et al., 2022), 78 - 85% (Fernández-Palacios et al., 1997).

Tableau 3 . Taux des œufs viables par lot

Lot N°	Origine des géniteurs	Taux de viabilité des œufs
1	Elevage	91.8 %
3	Sauvage	95

3.4. Stades du développement embryonnaire

3.4.1. Elevage larvaire

Les larves de 3 mm sont réparties sur les bacs d'élevage larvaire de 1700 litres. Le circuit fonctionne en système fermé avec recirculation d'eau à travers le filtre à sable, filtre biologique, le stérilisateur UV et le thermorégulateur.

3.4.2. L'inflation de la vessie natatoire

A partir du 4^{ème} jour, les écremeurs de surface sont placés dans les bacs. Entre le 5^{ème} et le 20^{ème} jour, la couche d'huile

accumulée dans les écremeurs est éliminée manuellement.

Des échantillons de larves sont prélevés régulièrement pour déterminer les pourcentages d'inflation des vessies natatoires dans chaque bac (Figure 5). Le meilleur taux d'inflation de la vessie natatoire a été enregistré pour les larves issues des géniteurs d'élevages.

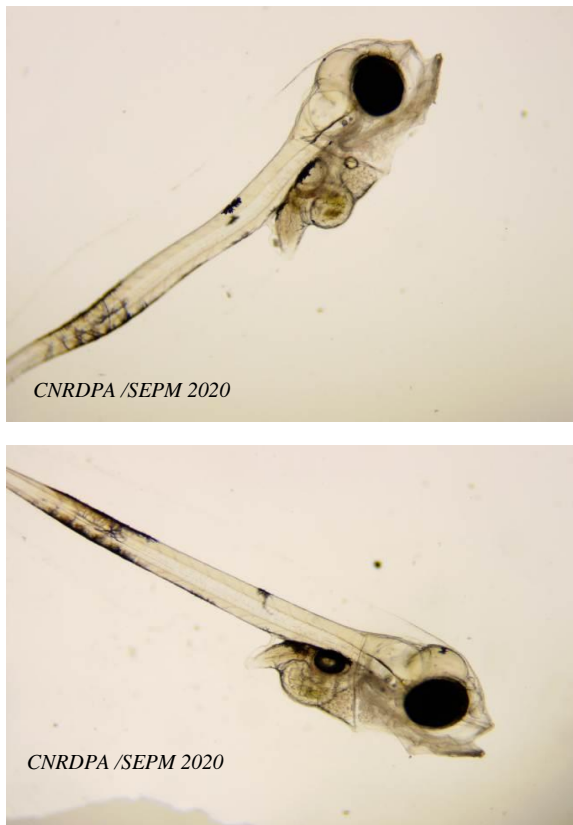


Figure 5. Formation de la vessie natatoire chez les larves de *Sparus aurata*

Les larves issues du lot des géniteurs sauvages avaient un taux d'inflation relativement faible (34 %).(tableau 4) Ce taux d'inflation faible est du probablement à la détérioration de la qualité de l'eau suite aux problèmes d'arrêt de pompage.

Le taux d'inflation des vessies natatoires pour le lot 1 était comparable à ceux cités dans la bibliographie pour la même espèce : 90 – 100 % (Nour et al., 2004), > 97% (Ben-Atia et al., 2007), 92.5% (Tandler et al., 1995).

Tableau 4. Taux d'inflation de la vessie natatoire par lot

Lot des larves	Taux d'inflation
Lot 1 élevage	91%
Lot 2 sauvage	34%

3.5. Alimentation

Phytoplancton : la technique d'eau verte est utilisée dans la phase larvaire des

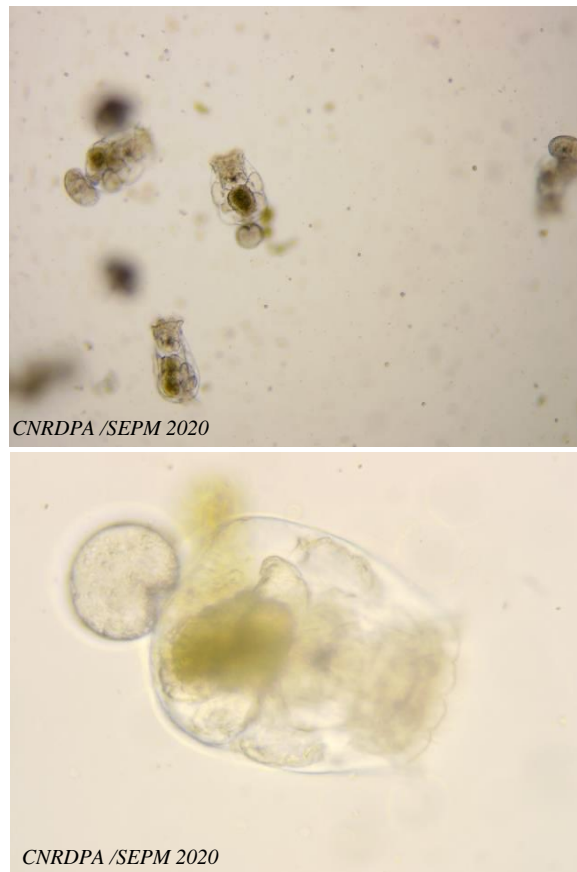


Figure 6. Rotifères (*Brachionus plicatilis*) sous microscope

daurades. A partir du 01^{er} jour, les concentrations de micro-algues (chlorelles) sont maintenues à 500 – 600 cellules / ml dans les bacs larvaires grâce à une alimentation continue.

Rotifères : Les rotifères enrichis sont distribués aux larves entre le 3^{eme} et le 18^{eme} jour.

Artémia : A partir du 15^{eme} jour les larves sont nourries avec des nauplii d'artémia (A0) fraîchement éclos (souche AF). L'artémia A0 est remplacée progressivement par l'artémia A1 (souche EG). Les larves sont nourries d'une manière continue pendant toutes les heures de lumière (Figure 7). La ration est ajustée selon le comportement trophique des larves. Des distributeurs d'artémia sont placés au-dessus des bacs pour assurer une alimentation progressive et en continue des larves (Figure8).

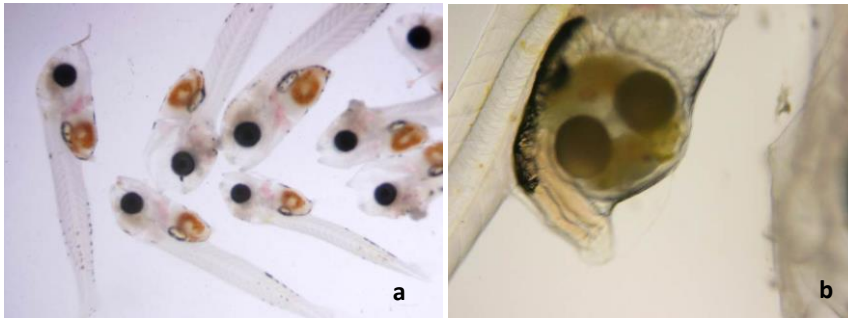


Figure 7. Suivi de l'état nutritionnel des larves de *Sparus aurata* : (a) larves avec estomacs remplis d'artémia, (b) Cystes non éclos ingérés par les larves. SEPM/CNRDPA



Figure 8. Distributeur d'artémia (système goutte à goutte)

Sevrage et nurserie

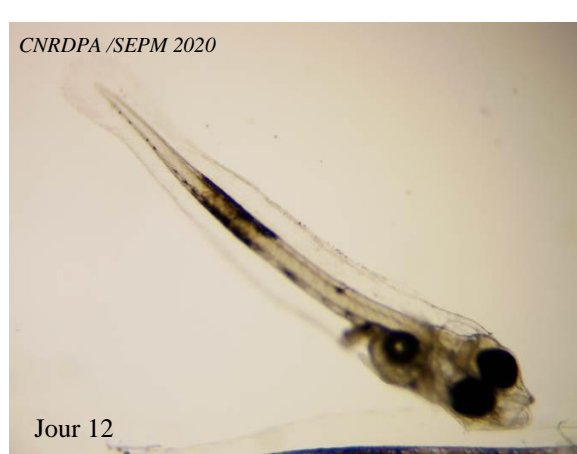
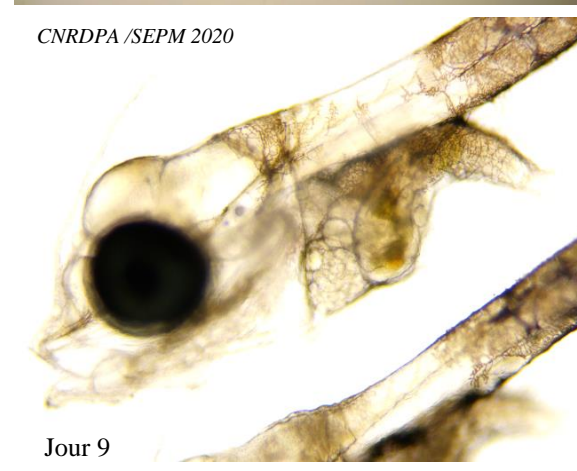
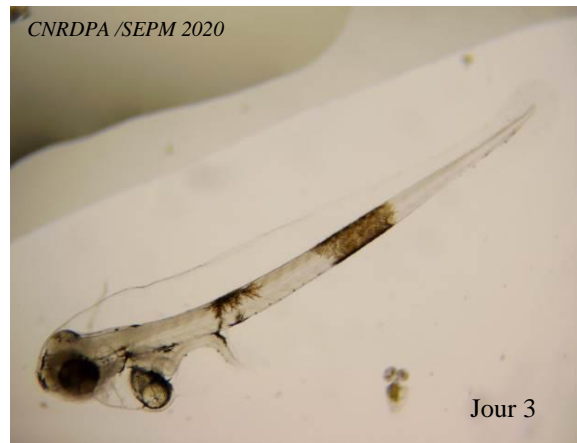
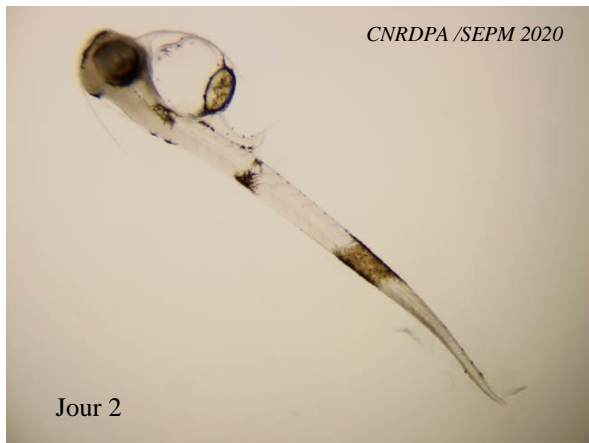
Les larves sont réparties sur 08 bacs de sevrage de 1.7 m³ de volume unitaire. La salle de sevrage est dotée de système de recirculation indépendant qui comporte un filtre à tambour rotatif, un filtre à sable, un Skimmer, un filtre biologique et une pompe à chaleur.

L'alimentation : Au cours de cette phase, le passage de l'aliment vivant (méthanauplii d'artémia) vers l'aliment inerte est effectué progressivement. A partir du J35, de faibles quantités d'aliment artificiel (100-200 μ m) sont distribuées parallèlement à l'artémia. Le diamètre de l'aliment est augmenté en fonction de la croissance des larves, en commençant par l'aliment (100/200 μ m) jusqu'au diamètre de 1 mm. La ration est déterminée selon le comportement nutritionnel des larves (nourrissage Ad-libitum).

Tri et Croissance : Une biométrie des larves a été effectuée préalablement pour déterminer les tailles des grilles utilisées pour le tri (tableau 5) Cette opération permet de réduire la dispersion des larves pour limiter le cannibalisme et améliorer la croissance des queues du lot (Figure9).

Tableau 5. Nombre et croissance des larves

Lot N°	Age	Nombre	Poids moyen	Biomasse	Taille grille de trieur	N de bac utilisé
1	131 j	57521	1.45 g	83,33 kg	09 à 11 mm	04



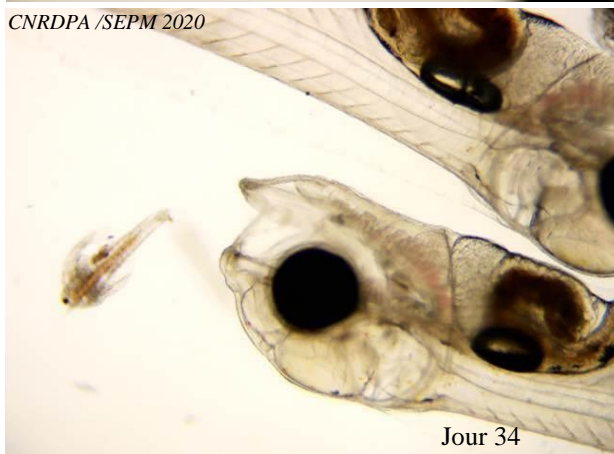
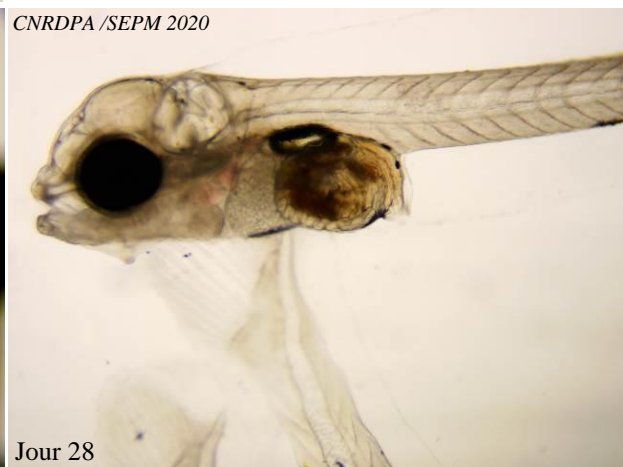
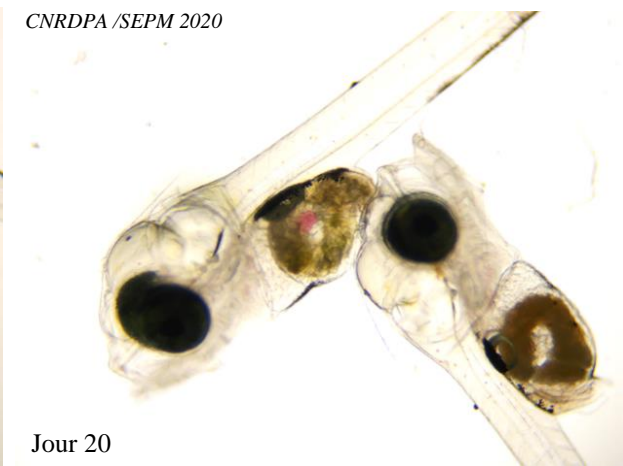
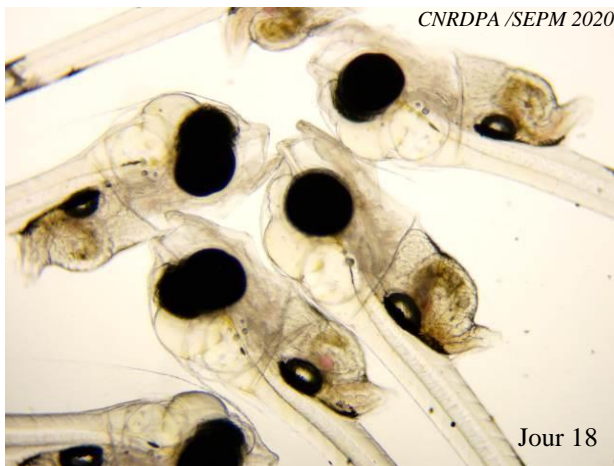
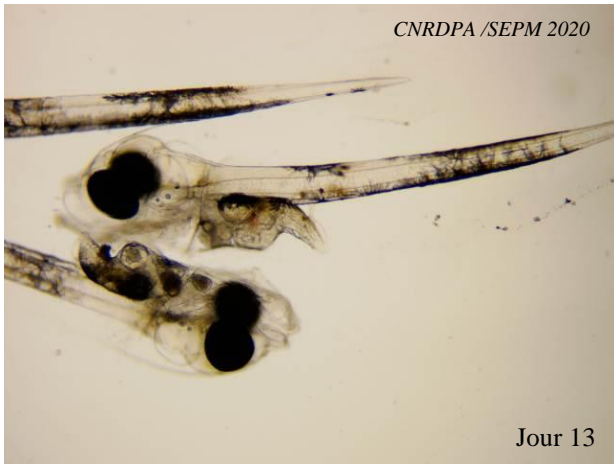




Figure 9. Photos des stades du développement de *Sparus aurata* entre J1 et J49 (CNRDPA /SEPM 2020)

4. Conclusion

La reproduction en captivité de la daurade royale réalisée pour la première fois en Algérie a donné un très bon résultat malgré les contraintes techniques rencontrées. Les œufs collectés ont été de bonne qualité. Au cours de cette expérience, les premiers stades d'élevage qui sont les plus délicats du cycle ont été maîtrisés à savoir : la ponte, l'incubation, le larvaire et la phase sevrage. En perspective, la maîtrise des techniques de reproduction de cette espèce à l'échelle expérimentale pourrait constituer un premier pas pour la création d'une filière de production d'alevins de poissons marins par la création d'écloseries industrielles qui répondent aux besoins des promoteurs à l'échelle nationale.

Références Bibliographique

Ben-Atia, I., Lutzky, S., Barr, Y., Gamsiz, K., Shtupler, Y., Tandler, A., & Koven, W. (2007). Improved performance of gilthead sea bream, *Sparus aurata*, larvae after ozone disinfection of the eggs. *Aquaculture Research*, 38(2), 166-173.

Devauchelle, N. (1986, January). *Ponte en captivité et incubation de quatre poissons marins élevés en Europe.* In Conférence MEDRAP (FAO): Production contrôlée d'alevins en Europe-Zadar/Pula (Yougoslavie, 10-28 février 1986).

Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Montero, D. (1997). The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 148(2-3), 233-246.

Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M. S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Vergara, J. (1995). Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 132(3-4), 325-337.

Shajahan, F., Sarih, S., Afonso, J.M., Zamorano, M.J., Fontanillas, R., Izquierdo, M., Kaushik, S., Montero, D., et al (2022). Selection for high growth improves reproductive performance of gilthead seabream *Sparus aurata* under mass spawning conditions, regardless of the dietary lipid source. *Animal Reproduction Science*, 241, 106989.

Kamaci, H. O., Şahin, Saka., FIRAT, K. (2005). The Cleavage and Embryonic Phase of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) Eggs. *Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2), 205-209.

Nour, A.A., Zaki, M.A., Abdel-Rahim, M.M., & Mabrouk, H.A. (2004). Factors affecting swim-bladder inflation, survival and growth performance of gilthead seabream *Sparus aurata* larvae: 2-water salinity. *Egyptian J. of Aquatic Research*, 30, 418-428.

Pascual, E., Yufra, M (1993), Energy content and chemical composition of gilthead seabream, *Sparus aurata* L., eggs. *Aquaculture Research*, 24(3): 423-429.

Scabini, V., Fernández-Palacios, H., Robaina, L., Kalinowski, T., & Izquierdo, M. (2011). Reproductive performance of gilthead seabream

(*Sparus aurata* L., 1758) fed two combined levels of carotenoids from paprika oleoresin and essential fatty acids. *Aquaculture Nutrition*, 17(3), 304-312.

Tandler, A., Anav, F. A., & Choshniak, I. (1995).

The effect of salinity on growth rate, survival and swimbladder inflation in gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. *Aquaculture*, 135(4), 343-353.

Uçal, İ. O. (2002). Sea bream (*Sparus aurata* L., 1758) fry production in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2(1), 77-81.

Biomonitoring of trace metal contamination in El Mellah Lagoon (Algeria) using cockle *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae)

Lamia Bensaâd-Bendjedid¹, Hassen Touati²

l.bendjedid@cnrdpa.dz

Abstract

This work aims to investigate the trace metal contamination of El Mellah Lagoon by assessing their accumulation levels in the tissues of the brackish water cockle *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae). Our findings show that copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), and lead (Pb) concentrations in cockles ranged between 0.81-2.09, 4.12–6.72, 0.09–0.15, and 0.39–0.76 mg/kg soft tissue dry weight respectively, in ascending order of: Cd < Pb < Cu < Zn. Statistical analysis reveals significant seasonal variations in measured metals, with the highest values all recorded in autumn but remaining well below the recommended guide values. Overall, our study excludes the existence of an ecotoxicological threat linked to the presence of essential (Cu, Zn) and toxic (Cd, Pb) metals in the cockles' flesh.

Keywords: Lagoon, *Cerastoderma glaucum*, heavy metals, El Mellah, Algeria.

¹ Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture .

² Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie.

1. Introduction

Coastal lagoons are considered transitional zones between continental and marine ecosystems; they are shallow waterbodies partially separated from the sea (Guelorget et Perthuisot, 1983; Kjerfve, 1994). Lagoon ecosystems are habitats with complex dynamics, they are vulnerable, highly unpredictable, and frequently subject to short-term variations in temperature, salinity, and pH. As a result, lagoons are recognised as extreme and unstable environments (Bamber et al., 1992). Currently, coastal lagoons are receiving particular attention worldwide due to their fragility caused by the synergistic effects of climate change and anthropogenic pressures but also in recognition of their multiple uses and services (Basset et al., 2013, Camacho-Valdez et al., 2013). Indeed, due to their high level of primary production, organic matter, and habitat diversity, lagoons are among the most productive aquatic ecosystems. Thus, they provide optimal niches for aquatic species, which many are actively exploited (Costanza et al., 1997). Nevertheless, the stressful conditions that characterize these biotopes have direct impacts on their fauna, especially benthic communities. The latter, composed primarily of sedentary species incapable of moving habitats, are condemned to endure harsh lagoon environments. On the other hand, because macrobenthos plays a crucial role in the characterization and functioning of these ecosystems, it is recognized as a good indicator of their environmental health (Cherkaoui, 2006).

The brackish water cockle *Cerastoderma glaucum* is suspension-feeding bivalve common in the south Mediterranean (Kandeel et al., 2017). It mainly occurs in

estuaries and lagoons where the environments fluctuate at extremes, making the species a specialist of these habitats (Sara, 2007; Derbali et al., 2012; Bamber et al., 1992). However, several studies validated *C. glaucum* as appropriate bioindicator organism according to its biological and ecological characteristics (wide distribution, sessile, filter feeding and high bioaccumulation capacity) (Szefer et Wolowicz, 1993; Arjonilla et al., 1994; Machreki-Ajmi et Hamza-Chaffai, 2006; Machreki-Ajmi et al., 2007; Hamza-Chaffai, 2014; Karray et al., 2015; Velez et al., 2016).

In the present study, we aim to investigate heavy metal contamination in El Mellah lagoon, by evaluating the accumulation of copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), and lead (Pb) in the flesh of *C. glaucum* collected from this waterbody.

2. Materials and methods

2.1. Study area

El Mellah (36° 53' 565° North, 8° 19' 560° East) is the only lagoon in Algeria. This waterbody, situated a few kilometers from the Algerian-Tunisian frontier (Figure 1), is characterized by a rich biodiversity. It is a part of the El Kala National Park's wetland complex and has been designated as a RAMSAR site since 2005. El Mellah covers an area of 865 ha and connects to the sea through a channel of about 900 m. From the hydrological viewpoint, the lagoon receives marine water from a twice-daily tide and fresh water from a limited and sparsely populated watershed area. However, besides its ecological importance, the lagoon is renowned for its artisanal fishing (sea bass, sea bream, mullets, eel, clams, and prawns).

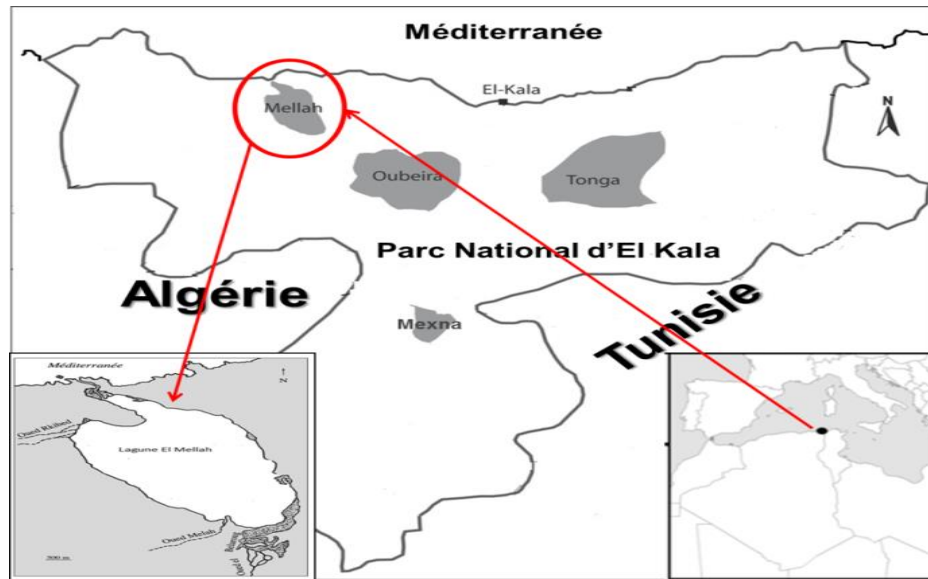


Figure 1. Map showing the study area

2.2. Sample processing

For this study, 50 to 60 specimens of *C. glaucum* measuring 25 to 30 mm in total length (ensuring homogeneous distribution) were sampled seasonally during 2015. In the laboratory, cockles were cleaned with distilled water and measured to the nearest 0.1 mm. Then, they were dissected, and their whole soft parts were taken. The latter were oven dried at 80 °C until a constant weight was achieved. Thereafter, the resulting dry flesh obtained was grounded to powder using a porcelain mortar before proceeding to the mineralization. This step consists in the complete destruction of the organic matter under the combined effect of temperature and concentrated nitric acid (Amiard et al., 1987). We added 1 ml of concentrated HNO₃ (65%) to the dry tissue (1 g) and after two hours at 65 °C, the mixture was brought to 95 °C, where it remained until the solution was clear and the reddish nitrous vapors had disappeared. To quantify trace metal concentrations in the cockle's digest solutions (completed with distilled water), an atomic absorption spectrophotometer (SAA) was utilized (flame for Zn and flameless for Cd, Cu, and Pb).

The results of trace metal concentrations are presented as mean \pm standard deviation and expressed in mg/kg dry weight. The Kruskal-Wallis test was used to compare seasonal Cd, Cu, Zn, and Pb values. Statistical analyses were performed with R software, version 3.1.2. (R Development Core Team, 2014).

3. Results

The concentration levels of heavy metals (Cd, Cu, Zn, and Pb) measured in *C. glaucum* samples from El Mellah lagoon are illustrated in (Figure 2.) Cadmium (Cd) values varied from 0.09 to 0.15 mg/kg, whereas copper (Cu) concentrations ranged from 0.81 to 2.09 mg/kg. Values for zinc (Zn) varied within a narrow range (4.12 to 6.72 mg/kg), and lead (Pb) concentrations, on the other hand, had the lowest values (0.39 to 0.76 mg/kg). Our results revealed significant seasonal variations in analyzed heavy metals ($p < 0.001$). The maximum values for Cd, Cu, Zn, and Pb were all recorded in autumn, while the lowest concentrations were also all observed in spring and summer.

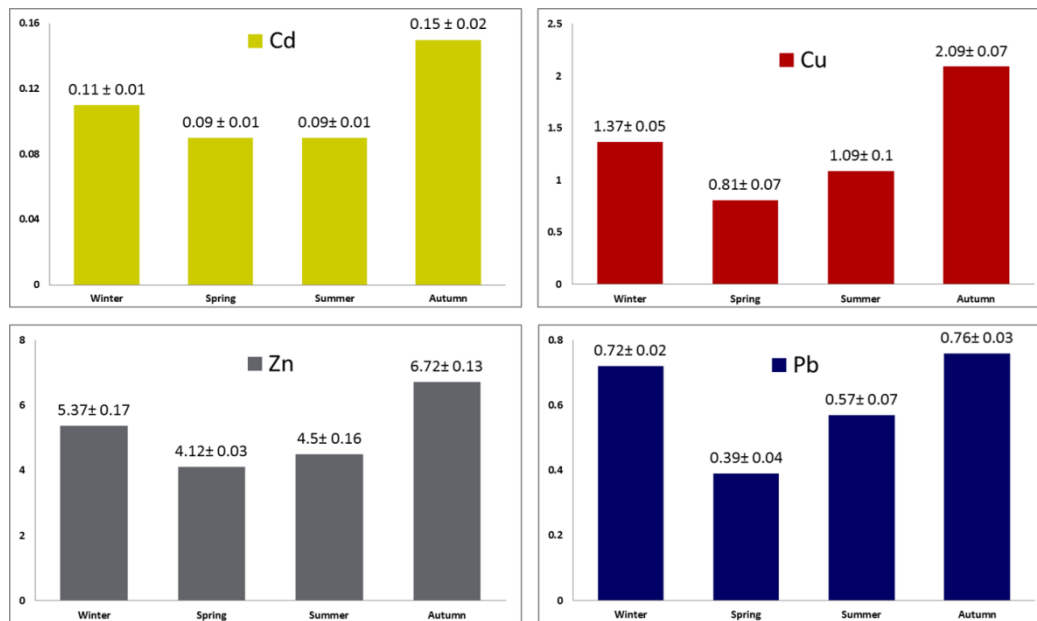


Figure 2. Seasonal variations in heavy metal concentrations (mg/kg) in *Cerastoderma glaucum* collected from El Mellah lagoon.

4. Discussion

In the present study, the objective was to evaluate the contamination level of El Mellah lagoon by the metallic trace elements Cd, Cu, Zn, and Pb via their dosage in the bivalve *C. glaucum* collected from this waterbody. According to Ladhari-Chaabouni (2009), the assessment of metallic bioaccumulation in this species based on an *in toto* analysis provides reliable information on metals' bioavailability in aquatic environment and their assimilation by these organisms. In El Mellah lagoon, our results showed that the order of measured trace metal accumulation potential in cockle tissues occurred in the following sequence: Cd < Pb < Cu < Zn. Copper and zinc are essential heavy metals that accumulate in aquatic organisms as dissolved and adsorbed forms, which could explain their relatively high levels detected in cockles under examination. Additionally, our data show a significant seasonal variability in measured metal concentrations. In fact, the maximum concentrations of Cd, Cu, Zn, and Pb were all recorded in the autumn; these concentration levels remained relatively high in the winter before sharply decreasing in the spring and summer. These variations

might be linked to cockles' ponderal status given that the spawning periods of *C. glaucum* from El Mellah occur between March and October (spring/summer) (Bensaâd-Bendjedid et al., 2018).

Several studies have shown that the seasonal fluctuations in metal concentrations in bivalve tissues are driven by physiological processes related to reproduction (Cossa et al., 1980; Cossa, 1989; Girratano et al., 2011). During gametogenesis, the gonads exhibit considerable development and become an efficient trap for metals' integration into organisms. By contrast, spawning results in a significant fall in their concentration associated with a decrease in the animal's weight (Kaimoussi et al., 2000). Nevertheless, fluctuations in seasonal trace metal concentrations may also result from a combination of various factors either directly correlated with bivalve weight (temperature, food availability, and growth) or related to the biogeochemical cycle and metal bioavailability (Cossa et al., 1980; Paez-Osuna et al., 1995; Langston et Spence, 1995; Okumus et Stirling, 1998; Abdenour et al., 2000; Cheggour et al., 2001; Rainbow et al., 2004; Beldi et al., 2006; Taleb et Boutiba, 2007).

On the other hand, our results show that the concentrations of heavy metals in *C. glaucum* at the study site are significantly lower than those reported for a variety of benthic bivalve species in several transitional environments (lagoons and estuaries) at a regional scale (Table 1), as well as the permissible limits set by the international standard (Table 2). However, they remain close to those of Boudjellal et

al. (1998), who measured the same metals (Cd, Cu, Zn, and Pb) in the clam *Ruditapes decussatus* from El Mellah Lagoon despite the significant time interval between both studies. These findings may be explained by the fact that the lake's catchment area is low anthropogenized, supports moderate agricultural activity, and is distant from any source of industrial pollution.

Table 1. Comparison of metal concentrations (mg/kg dry weight) in different benthic bivalve species from lagoon and estuary systems.

Species	Cd			Cu			Zn			Pb			Location	Reference
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean		
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0.08	0.15	0.10	0.80	2.14	1.38	4.12	6.97	5.32	0.39	0.76	0.60	El Mellah Lagoon/ Algeria	Present study
	0.02	0.11	0.06	1.35	7.08	3.54	6.37	52.17	27.5	-	-	-	Lac Ganzirri/ Italia	Di Bella et al. (2013)
	< 0.17	< 0.17	-	4.50	14.78	-	-	-	-	1.12	4.05	-	Obidos Lagoon/ Portugal	Valez et al. (2016)
<i>Cerastoderma edule</i>	< 0.004	3.16	1.57	4.9	18.1	8.77	38.5	78.5	58.3	9.3	37.7	18.9	Moulay Bou Selham Lagoon/ Morocco	Cheggour et al. (2001)
	0.095	4.01	2.37	6.45	37.6	22.6	75.4	151	115	8.09	30	16.5	Sidi Moussa Lagoon / Morocco	
	-	-	-	0.15	24.45	7.91	85.55	139.35	117	5.6	32.3	18.75	Bouregreg Estuary/ Morocco	Benmessaud (2007)
<i>Ruditapes decussatus</i>	-	-	0.09	-	-	2.9	-	-	11.4	-	-	0.82	El Mellah Lagoon/ Algeria	Boudjellel et al. (1998)
	-	-	-	0.25	13.75	6.18	71.9	144.7	107.95	8.3	30.7	16.65	Bouregreg Estuary/ Morocco	Benmessaud (2007)
	0.16	0.36	-	5.8	14	-	90	137	-	1.2	8.2	-	Tunis Lagoon/ Tunisia	Chalghmi (2015)
	-	-	0.70	-	-	15.5	-	-	94.7	-	-	13.2	Timsah Lak/ Egypt	EL-Shenawy et al. (2016)
<i>Venerupis aurea laeta</i>	0.41	0.14	1.55	2.98	9.45	5.20	46.46	102.1	65.76	-	-	-	Ganzirri Lake/ Italia	Di Bella et al. (2013)
<i>Scrobicularia plana</i>	-	-	1.34	-	-	32.4	-	-	131	-	-	-	Loukkos Estuary / Morocco	Cheggour et al. (2005)
	-	-	2.3	-	-	51.5	-	-	179	-	-	-	Sebou Estuary / Morocco	
	-	-	2.3	-	-	45.2	-	-	172	-	-	-	Bouregreg Estuary / Morocco	
<i>Paphia undulata</i>	-	-	1.1	-	-	15.5	-	-	73.8	-	-	13.9	Timsah Lak/ Egypt	EL-Shenawy et al. (2016)

Table 2. Maximum levels laid down for regulated heavy metals in the bivalve molluscs flesh (mg/kg).

Country/ Organization	Cd	Pb	References
Algeria	1	1.5	Official Newspaper of People's Democratic Republic of Algeria (n°: 25, 2011)
European Union	1	1.5	European Commission Regulation (EC N° 1881/ 2006)
FAO /WHO	2	0.3	General standard for contaminants and toxins in food and feed Codex Alimentarius (1995)
USA	4	1.7	Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration (FDA, 2001)

5. Conclusion

The present study contributed to determining the state of El Mellah lagoon contamination with trace metal elements through the analysis of their accumulation in the bivalve mollusc *Cerastoderma glaucum*. Results exclude the existence of an ecotoxicological threat linked to the presence of essential (Cu, Zn) and toxic (Cd, Pb) metals in the cockles' flesh.

References

Abdenour, C., Smith B.D., Boulakoud, M.S., Samraoui, B. et Rambow, P.S. (2000). Trace metals in shrimps and sediments from Algeria water. J. Catalog. Mat. Envir., 3, 9-12.

Amiard, J.C., Amiard-Triquet, C. et Metayer, C. (1987). Application de la Spectrophotométrie d'Absorption Atomique Zeeman au dosage de 8 éléments traces (Hg, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Se) dans les matières biologiques solides. Water Res., 21(6), 693-697.

Arjonilla, M., Forja, A. et Gomez-Parra A. (1994). Sediment analysis does not provide a good measure of heavy metal bioavailability to (*Cerastoderma glaucum*) (Mollusca: Bivalvia) in confined coastal ecosystems. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 52, 810-817.

Bamber, R.N., Batten, S.D., Shearer, M. et Bridgewater, N.D. (1992). On the ecology of brackish water lagoons in Great Britain. Aquat. Conserv., 2 (1), 65-94.

Basset, A., Elliott, M., West, R.J. et Wilson J.G. (2013). Estuarine and lagoon biodiversity and their natural goods and services. Estuar. Coast. Shelf Sci., 132, 1-4.

Beldi, H., Gimbert, F., Maas, S., Scheifler, R. et Soltani, N. (2006). Seasonal variations of Cd, Cu, Pb and Zn in the edible mollusk *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from the gulf of Annaba, Algeria. Afric. J. Agri. Res., 1(4), 85-90.

Benmessaoud, F. (2007). Qualité physico-chimique, métallique et bactériologique des eaux de l'estuaire de Bou Regreg et impact sur la biologie de *Venerupis decussata* (Linne, 1758) et *Cardium edule* (Linne., 1767). Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.

Bensaâd-Bendjedid, L., Belhaoues, S., Kerdoussi, A., Djebbari, N., Tahri, M. et Bensouilah, M. (2018). Age structure, growth and shell form of *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae) from El Mellah lagoon, Algeria. AACL Bioflux, 11 (3), 894-904.

Boudjellal, B., Refes, W., Sellali, B., Ounadi, F., Azzouz, M., Eddalia N. et Benchikh S. (1998). Concentration des métaux lourds chez la palourde *Ruditapes decussatus* (L.) d'un milieu lagunaire : le lac Mellah (El Kala)/ Algerie. International Symposium on Marine Pollution, 456- 459.

Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A. et Nunes P.A.L.D. (2013). Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. Ocean. Coast. Manage, 78, 1-11.

Cheggour, M., Chafik, A., Langston, W. J., Burt, G. R., Benbrahim, S., et Texier, H. (2001). Metals in sediments and the edible cockle *Cerastoderma edule* from two Moroccan Atlantic lagoons: Moulay Bou Selham and Sidi Moussa. Environmental pollution, 115(2), 149-160.

Cheggour, M., Chafik, A., Fisher, N.S. et Benbrahim, S. (2005). Metal concentrations in sediments and clams in four Moroccan estuaries. Mar. Environ. Res., 59, 119-137.

Chalghmi, H. (2015). Etude de la pollution marine par les hydrocarbures et caractérisation de leurs effets biochimiques et moléculaires sur la palourde *Ruditapes* sp. Thèse de doctorat Universités de Monastir (Tunisie) & Bordeaux (Bordeaux).

Cherkaoui, S. (2006). Structure et organisation des peuplements macrozoobenthiques de l'estuaire du Bou Regreg après la construction du barrage. Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.

Cossa, D. (1989). A review of the use of *Mytilus* spp as quantitative indicators of cadmium and mercury contamination in coastal waters. Oceanologica acta, 12(4), 417-432.

- Cossa, D., Bourget, E., Pouliot, D., Piuze, J. et Chanut J.P. (1980).** Geographical and seasonal variations in the relationship between trace metal content and body weight in *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 58, 7-14.
- Costanza, R. d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. et van den Belt, M. (1997).** The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387 (6630), 253-260.
- Crivelli, A.J., 1992.** Fisheries of the Mediterranean wetlands. Will they survive beyond the year 2000? Fisheries in the year 2000, K.T.O. O'Grady, A.J.B. Butterworth, P.B. Spillett and J.C.J. Domaniewski (Eds). Proceedings of the 21st anniversary conference of the Institute of Fisheries Management, England, pp. 237-252.
- Derbali, A., Elhasni, K., Jarboui, O. et Ghorbel, M. (2012).** Distribution, abundance and biological parameters of *Cerastoderma glaucum* (Mollusca: Bivalvia) along the Gabes coasts (Tunisia, Central Mediterranean). Acta Adriat., 53, 363-374.
- Di Bella, G., Lo Turco, V., Potorti, A., Rando, R., Licata, P. et Dugo, G. (2013).** Statistical analysis of heavy metals in *Cerastoderma edule glaucum* and *Venerupis aurea laeta* from Ganzirri Lake, Messina (Italy). Environ. Monit. Assess., 185, 7517-7525.
- EL-Shenawy, N.S., Loutfy, N., Soliman, M.F.M., Tadros, M.M et Abd El-Azeez, A.A. (2016).** Metals bioaccumulation in two edible bivalves and health risk assessment. Environ Monit Assess 188, 139 (2016).
- Giarratano, E., Gil, M.N. et Malanga G. (2011).** Seasonal and pollution-induced variations in biomarkers of transplanted mussels within the Beagle Channel. Mar. Pollut. Bull., 62, 1337-1344.
- Guelorget, O. et Perthuisot, J.P. (1983).** Le domaine paraliq : expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. Travaux du Laboratoire de Géologie, Presses de l'ENS, Paris, France.
- Hamza-Chaffai, A. (2014).** Usefulness of bioindicators and biomarkers in pollution biomonitoring. Int. J. Biotechnol. Wellness Ind., 3, 19-26.
- Kaimoussi, A., Chafik, A., Chegour, M., Mouzdahir, A. et Bakkas, S. (2000).** Seasonal variations of metal concentrations (Cd, Cu, Zn, Fe and Mn) in mussel *Mytilus galloprovincialis* from El Jadida coastline (Morocco). Mar. Life, 10 (1-2), 77-85.
- Kandeel, H., Mohamed, S.Z., Mostafa, A. et Abd-Alla, M. (2017).** Population dynamics of the cockle *Cerastoderma glaucum*: A comparison between lake qarun and Lake Timsah, Egypt. Turk. J. Fish. Aquat. Sci., 17, 945-958.
- Karray, S. et al. (2015).** Transcriptional response of stress-regulated genes to industrial effluent exposure in the cockle *Cerastoderma glaucum*. Environ. Sci. Pollut. Res., 22, 17303-17316.
- Kjerfve, B. (1994).** Coastal Lagoons. Dans Kjerfve, B (ed.), Coastal Lagoon Processes (pp. 1-8). Amsterdam, Netherlands.
- Labourg, P.J. et Lasserre, G. (1980).** Dynamique des populations de *Cerastoderma glaucum* dans une lagune a nagé de la région d'Arcachon. Mar. Bio., 60, 147-157.
- Ladhar-Chaabouni, R. (2009).** Utilisation et mise au point au niveau moléculaire de biomarqueurs pour étudier la répartition spatiale de la contamination au voisinage d'une source de pollution. Thèse de doctorat, Université de Sfax, Tunisie.
- Langston, W.J. et Spence, S.K. (1995).** Biological factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms. Environ. Sci. Technol., 26, 407-467.
- Machreki-Ajmi, M. et Hamza-Chaffai, A. (2006).** Accumulation of cadmium and lead in *Cerastoderma glaucum* originating from the Gulf of Gabès, Tunisia. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 76, 529-537.
- Machreki-Ajmi, M., Ketata, I., Ladhar-Chaabouni, R. et Hamza-Chaffai, A. (2007).** The effect of in situ cadmium contamination on some biomarkers in *Cerastoderma glaucum*. Ecotoxicology, 17, 111.
- Okumus, I. et Stirling, H.P. (1998).** Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish area lochs. Aquaculture, 159 (3-4), 249-261.
- Paez-Osuna, F., Frias-Espericueta, M.G et Osuna-Lopez, J.I. (1995).** Trace metal concentrations in relation to season and gonadal maturation in the oyster *Crassostrea iridescens*. Mar. Envir. Res., 40, 19-31.
- Rainbow, P.S., Fialkowski, W.A., Sokolowski, B., Smith, D. et Wolowicz, M. (2004).** Geographical and seasonal variation of trace metal bioavailabilities in the Gulf of Gdansk, Baltic Sea using mussels (*Mytilus trossulus*) and barnacles (*Balanus improvisus*) as biomonitors. Mar. Biol., 144, 271-286.
- Sara, G. (2007).** Sedimentary and particulate organic matter: mixed sources for cockle *Cerastoderma glaucum* in a shallow pond, Western Mediterranean. Aquatic Living Resources, 20, 271-277.
- Szefer, P. et Wolowicz, M. (1993).** Occurrence of metal in the cockle (*Cerastoderma glaucum*) from different geographical regions in view of principal component analysis. Mar. Poll., 64, 253-246.

Taleb, M.Z. et Boutiba, Z. (2007). La moule *Mytilus galloprovincialis*: bioindicatrice de pollution marine – cas du port d’Oran. Sciences & Technologie, 25, 59-64.

Velez, C., Pires, A., Sampaio, L., Cardoso, P., Moreira, A., Leandro, S., Figueira, E., Soares, A. M. V. M., & Freitas, R. (2016). The use of *Cerastoderma Glaucum* as a sentinel and bioindicator species: Take-home message. Ecological Indicators, 62, 228–241. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.051>



المركز الوطني للبحث و التنمية
في الصيد البحري و تربية المائيات

CNRDPA

11 boulevard Colonel Amirouche, Bouismail, w. de Tipaza - Algérie

Téléphone 024 32 64 10

Fax 024 32 64 11

www.facebook.com/cnrdpa

www.cnrdpa.dz