

MITIGATION OF ELASMOBRANCH BYCATCH AND DOLPHIN DEPREDAATION IN MOROCCAN WATERS



Final Technical Report

Mitigation of Elasmobranch Bycatch and Dolphin Depredation in Moroccan Waters (GSA 3 – Southern Alboran Sea)

August 2025



Table of Contents

LIST OF TABLES	4
LIST OF FIGURES	5
ABSTRACT	6
INTRODUCTION	8
2.1 OBJECTIVES OF THE PROJECT (TASK 1 AND TASK 2)	8
2.2 PARTICIPANTS, STAKEHOLDERS, PARTNERS, AND ORGANIZATIONS	8
2.3 IMPLEMENTATION PERIOD AND REPORTING MILESTONES	10
STUDY AREA AND FISHING EFFORT	12
3.1 STUDY AREA	12
3.2 FISHING EFFORTS	13
MATERIAL AND METHODS	15
4.1 METHODOLOGICAL FRAMEWORK	15
4.1.1 Methodology used to implement different tasks	15
4.1.2 Data collection tools	16
4.1.3 Overview of mitigation measures tested	18
4.2 ADDITIONAL ACTIVITIES	22
4.2.1 Capacity building	22
4.2.2 Biopsy and stable isotops	22
4.2.3 bioacoustics activities	23
4.2.4 Communication and awareness activities	23
RESULTS	24
5.1 TASK 1: ELASMOBRANCH BYCATCH MONITORING	24
5.1.1 Planned versus achieved observations	24
5.1.2 Bycaught Species Number and Composition	24
5.1.3 Bycatch Rate Estimates	27
5.2 TASK 1: MITIGATION TRIALS	27
5.3 TASK 2: DOLPHIN DEPREDAATION MONITORING	28
5.3.1 Planned vs. Achieved Observations	28
5.3.2 Frequency and Nature of Depredation Events (spatial and temporal patterns) : results analysis and challenges	28
5.3.3 Photo-identification and Behavioral Observations	31
5.4 TASK 2: MITIGATION MEASURES	33
5.4.1 Planned versus achieved Trials	33
Table 10. Planned vs. Achieved experimentation with Licado Pingers	33
5.4.2 Deployment of Pingers and Acoustic Devices (results, analysis and challenges)	33
5.4.3 Effectiveness of selectivity Measures and Challenges	35
5.5 ADDITIONAL FINDINGS	35
5.5.1 Stable isotope analysis	35
5.5.2 Marine Litter Presence	36
5.5.3 Other Notable Observations	36
DISCUSSION	37
CONCLUSIONS AND AND RECOMMENDATIONS	39

6.1 SYNTHESIS OF FINDINGS.....	39
6.2 STRENGTHS AND CHALLENGES OF DATA COLLECTION METHODOLOGIES	39
6.3 SUCCESSES AND CHALLENGES OF MITIGATION MEASURES TESTED	40
6.4 POLICY RECOMMENDATIONS TAILORED TO THE MOROCCAN CONTEXT	40
6.5 PROPOSALS FOR FUTURE RESEARCH AND FUNDING NEEDS.....	41
REFERENCES.....	43
ANNEXES	44

List of Tables

[Table 1.](#) Project schedule for tasks 1 and 2 from January 2024 to August 2025

[Table 2.](#) Overview of Fleets Operating in the Area

[Table 3.](#) Fishing effort and number of active fishing units in the Moroccan Mediterranean in 2024.

[Table 4.](#) Technical characteristics of the pingers considered in this study.

[Table 5.](#) Comparison of different dolphin acoustic repulsion devices

[Table 6.](#) Total number of Onboard observations and questionnaires covered during the task 1 in GSA03

[Table 7.](#) Main targeted and discarded species per trawl vessel in GSA03

[Table 8.](#) Rate Estimates of elasmobranchs baycaught by trawlers *in* GSA03

[Table 9.](#) Planned vs. Achieved Observations Monitoring the problem of depredation with boarding and surveys

[Table 10.](#) Planned vs. Achieved experimentation with Licado Pingers

List of Figures

[Figure 1.](#) South Alboran Sea

[Figure 2.](#) Project Harbour sites (from West to East): M'diq, Al Hoceima & Nador (Mediterranean side of Morocco, Southern Alboran Sea GSA3)

[Figure 3.](#) Monthly Distribution of Fishing Days by Vessel Group in the Moroccan Mediterranean (2024)

[Figure 4.](#) Scheme of the Gride system for bottom trawl (gride and escaping window)

[Figure 5.](#) a) Grid scheme; b) The gride constructed in Al Hoceima port

[Figure 6.](#) Some social media publications regarding the project

[Figure 7.](#) Total number (%) of bycaught individuals by trawlers in GSA0

[Figure 8.](#) Total number of bycaught individuals (%) per vessel group in GSA03

[Figure 9.](#) Number of individuals released alive per species

[Figure 10.](#) Location of interactions between bottlenose dolphins and purse seiners during the period January 2024–July 2025 in the Mdiq-Jebha area

[Figure 11.](#) Maps showing seasonal variations in bottlenose dolphin depredation

[Figure 12.](#) Chi-square test of interactions by season for the Mdiq and Jebha area, January 2024–July 2025

[Figure 13.](#) Variation in interaction rates from January 2024 to July 2025

[Figure 14.](#) The position of dolphins during the period January 2024-July 2025 in the Mdiq-Jebha area

[Figure 15.](#) Percentage of each dolphin species in the M'diq and Jebha area during the period from January 2024 to July 2025.

[Figure 16.](#) Percentage of each dolphin in the Hoceima area during the period from January 2024 to July 2025

[Figure 17.](#) GPS routes of photo identification missions carried out between January 2024 and July 2025

[Figure 18.](#) Interaction rate with and without the use of pinger licado

[Figure 19:](#) Stable isotope values of each potential prey split by sampling zone (Al Hoceima, Mdiq and Nador)

ABSTRACT

Marine ecosystems play a vital role in achieving sustainable yield and fostering blue growth. However, they face threats from various anthropogenic activities, including fisheries. These activities pose potential risks to marine species, particularly those vulnerable to non-natural mortalities, such as marine mammals, sea turtles, elasmobranchs, and seabirds, often resulting from fishing practices. The intricate interplay between these species and human impacts introduces complexities in managing both resource utilization and species protection.

These challenges are particularly acute in the Mediterranean and Black Sea regions which face a substantial challenge: the lack of standardized data collection. This gap impedes a comprehensive understanding of incidental captures and depredation, hindering effective conservation measures. The General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) has recognized the need for collaborative efforts to address these challenges. Their recommendations emphasize the importance of mitigating bycatch in these regions and improving the conservation status of vulnerable species.

In light of this context, a FAO tender has been launched, centering on the Southern Alboran Sea (GSA 3). The objective is to implement GFCM recommendations (GFCM/44/2021/16 for elasmobranch conservation and GFCM/44/2021/15 for cetacean conservation) with a focus on concrete selectivity measures. The initiative includes executing monitoring activities and implementing mitigation measures to reduce elasmobranch bycatch in trawlers and address dolphin depredation in purse seiners. This comprehensive approach aligns with the broader goal of balancing marine resource utilization and the conservation of vulnerable species within these critical regions.

To implement this project, Contract No. 2023/CSLP/NFIGD/CPA-363324 was established on 30 November 2023 between the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the ACCOBAMS Secretariat. The agreement was established in the context of long-standing collaboration between ACCOBAMS and GFCM-FAO.

Since 2012, ACCOBAMS has engaged in active collaboration with GFCM-FAO, as outlined in a Memorandum of Cooperation. Their commitment is highlighted through significant joint projects, including “Mitigating Interactions Between Endangered Marine Species & Fishing Activities” (2015- 2018), “Understanding Mediterranean Multi-taxa 'Bycatch' of Vulnerable Species and Testing Mitigation” (2017-2022), and “Mitigating Dolphin Depredation in Mediterranean Fisheries” (2018- 2022). The Institut National de Recherche Halieutique (INRH) in Morocco is actively engaged in addressing this issue and has also participated in the aforementioned projects.

Thus, this document serves as the final report of the project implemented under Contract No. 2023/CSLP/NFIGD/CPA-363324 between the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the ACCOBAMS Secretariat, formalized on 30 November 2023. To support the implementation of the project in Morocco, a subsequent Memorandum of Understanding (MoU), a non-financial collaboration agreement, was signed between the Institut National de Recherche Halieutique (INRH) and ACCOBAMS.

This report presents the methodology, results, and key insights, and discusses potential pathways for improvement based on the field implementation of monitoring and mitigation measures targeting elasmobranch bycatch (Task 1) and dolphin depredation in purse seine fisheries (Task 2) in the Southern Alboran Sea (GSA 3).

The project started on January 1st, 2024 and ended in August 2025 after a six months extension approved by GFCM.

INTRODUCTION

2.1 Objectives of the project (Task 1 and Task 2)

The project was organized into two main tasks (Task 1 and Task 2) each designed to address specific General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) recommendations: GFCM/44/2021/16 on the conservation of elasmobranchs and GFCM/44/2021/15 on the protection of cetaceans.

Accordingly, Task 1 aimed to monitor bycatch and implement measures to prevent elasmobranch bycatch by trawl gear while Task 2 focused on reducing dolphin depredation in purse seiners during commercial fishing operations along the Moroccan Mediterranean coast (Southern Alboran Sea - see figure 1). The study area covers key fishing sites in Morocco, including M'diq, Al Hoceima, and Nador. Key objectives include:

Key objectives included:

- Enhancing the collection and reporting of information on the incidental catch of elasmobranchs and marine mammals, as well as other vulnerable species, during fishing operations with trawlers and purse seiners in GSA 3, aligning with FAO/GFCM technical protocols (Task 1 and Task 2).
- Conducting trials of mitigation measures/technical solutions effective in reducing the impact of trawlers on the incidental catch of elasmobranchs (Task 1);
- Conducting trials of mitigation measures/technical solutions effective in understanding and reducing dolphin depredation in purse seiners (Task 2);
- Assessing the effectiveness of proposed mitigation measures against standard practice and gear, evaluating the trade-off between gain and loss in their implementation (Task 2).

2.2 Participants, Stakeholders, Partners, and Organizations

The project brought together multiple stakeholders to provide the necessary technical support and ensure that its implementation was rooted in the Moroccan local context.

The General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations was represented by Mr. Paolo Carpentieri, GFCM Fishery Resources Monitoring Officer, who acted as the contract manager and project coordinator throughout the duration of the project.

The Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (ACCOBAMS), the primary contractor responsible for project coordination and fund management, was in charge of providing overall coordination, advice, and expertise to support activity implementation. In the initial stages of the programme, Maylis Salivas acted as Interim Programme Officer to oversee the project's overall coordination, with support from a qualified consultant (Julie Belmont). Subsequently, Clara Monaco, a dedicated Programme and Project Officer, was recruited in July 2024 to assume responsibility for project coordination and implementation at ACCOBAMS until the project concludes. Nonetheless, due to extended sick leave of the dedicated Programme and Project Officer, Maylis Salivas has been assuming responsibility for project coordination and implementation at ACCOBAMS from April 2024 until the conclusion of the project.

To support the implementation of the project in Morocco, a consortium was formed between ACCOBAMS and the Institut National de Recherche Halieutique (INRH), formalized by Memorandum of Collaboration No. 03/2024/LB-6416-CA2a. The INRH has been fundamental in managing the technical and scientific implementation of the project in Morocco. This means INRH, as the coordinating body for field activities, handled training, work plan preparation, observer deployment, logistical arrangements, data quality control, and liaison with relevant stakeholders and authorities.

- Mr. Mohammed Malouli Idrissi, Director of the Regional INRH Centre of Tangier, was tasked with the project implementation in Morocco as Project Coordinator which means he also led the coordination of the mitigation trials outlined in Task 1 and Task 2.
- Sana El Arraf, a Fisheries Biologist at the Regional INRH Centre of Tangier, managed the implementation of monitoring programs for Task 1.
- Sara Benchekroun, a PhD student in the Laboratory of Fisheries at the National Institute of Fisheries Research in Tangier, played a central role in coordinating with the Al-Hoceima region's coordinator. Sara's responsibilities were mainly focused on the methods used during Task 2 of the project, particularly in the context of M'diq.
- Karim El Mghouchi, a Marine Science Engineer in the Laboratory of Fisheries at the Regional Centre of Nador, was tasked with coordinating with the M'diq region's coordinator within the project. Karim's work mainly revolved around the methods employed during Task 2 of the project, specifically concerning the port of Al-Hoceima.
- Hajji Nour, Abdel Hak Chekrouni, Fahd Mohammed Kolaib Darasi, Fayçal Lissaoui, Douaa Slimani, were contracted by ACCOBAMS as observers

To ensure coordination between the GFCM, ACCOBAMS, and the INRH, a Steering Committee was established on September 13th, 2024. It is composed of at least one representative from the ACCOBAMS Secretariat, one from the INRH team, and the GFCM Fishery Officer designated for this project. It has reunited 3 times: in September 2024, in November 2024 and in April 2025 and has been valuable in overseeing the project's progress.

Other stakeholders have been particularly instrumental in providing expertise, training as well as technical support throughout the project.

SINAY was a company contracted by ACCOBAMS for technical assistance and has been providing valuable support for passive acoustic monitoring (mitigation trial), and training for the INRH teams.

Ocean Technology (OcTech) provided technical expertise and support for the installation of acoustic devices (CETAVER LICADO pingers), as well as training and remote maintenance assistance.

The project spanned from July 2024 to August 2025 and was divided into two main phases. The first was a preparatory and conceptual phase, which took place from December 2023 to April 2024. This was followed by an operational phase, running from mid-2024 until the project's conclusion in August 2025, during which the monitoring and mitigation activities of Task 1 and Task 2 were implemented. The steps undertaken in each phase and for each task are summarized in the following table (Table 1).

Table 1. Project schedule for tasks 1 and 2 from January 2024 to August 2025

Study Area and Fishing Effort

3.1 Study Area

The Moroccan Mediterranean Sea is located on the southwestern coast of the Mediterranean area. The coastline is around 512 km from Cap Spartel (5°50W) to Saidia (2°17W). Fisheries activity is one of the main commercial activities in this area. This economic activity mainly carried out at seven ports (Tanger, M'diq, Jebha, Cala Iris, Al Hoceima, Nador and Ras Kebdana) and about 90 small scale fishing sites (e.g. Artisanal fisheries villages).

This study is conducted in the South Alboran Sea, mainly in two areas; M'diq Region and Al Hoceima region (Figure 1). These two regions have the highest concentration of interactions between fisheries and vulnerable species, with dolphin depredations on purse seine fisheries being particularly prevalent along the Moroccan Mediterranean coast.

The study area will cover the fishing sites of M'diq, Al Hoceima, and Nador. (Figure 2).

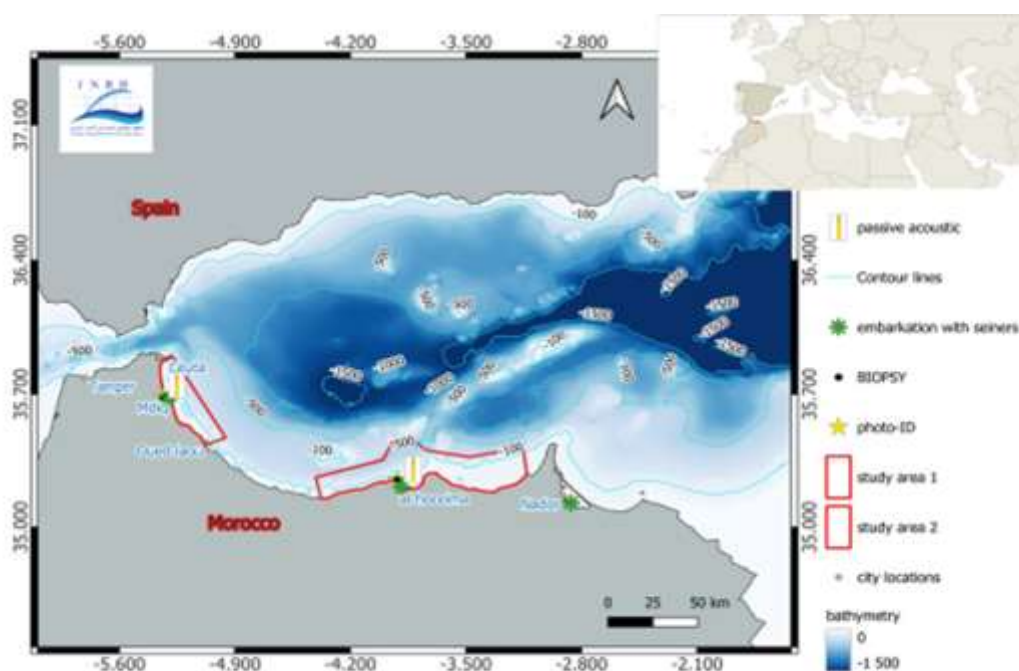


Figure 1. South Alboran Sea

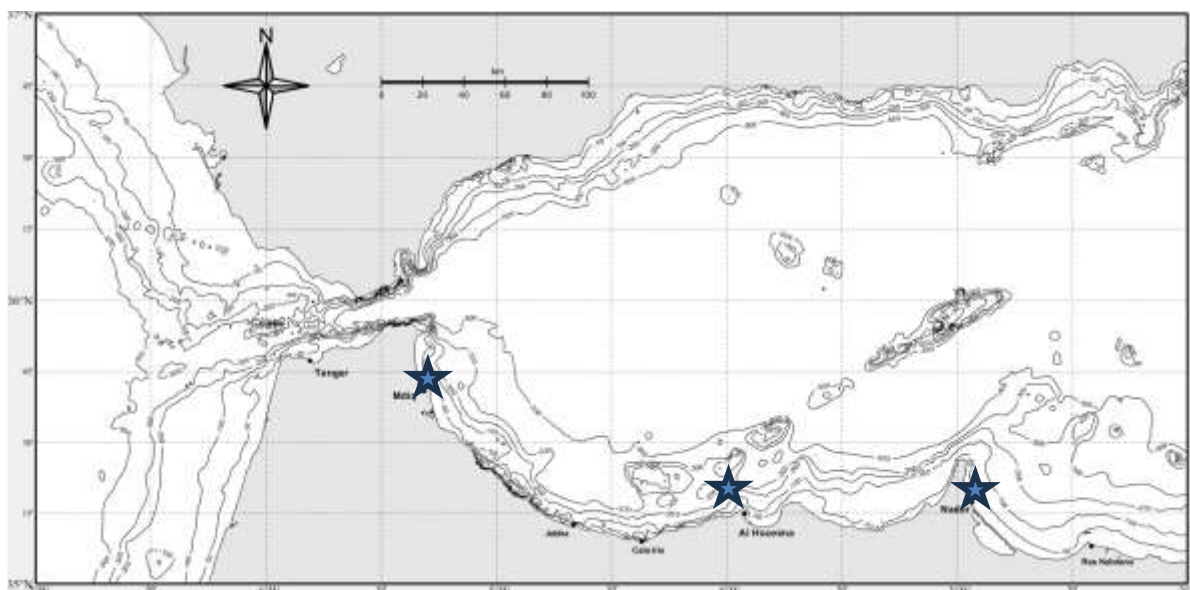


Figure 1. Project Harbour sites (from West to East): M'diq, Al Hoceima & Nador (Mediterranean side of Morocco, Southern Alboran Sea GSA3)

3.2 Fishing Efforts

Overview of fleets operating in the area

Based on official fishing statistics (MAIA 2024), the coastal fishing activity in the Moroccan Mediterranean in 2024 was carried out by a total of 196 coastal boats, including 112 trawlers (57%), 60 purse seiners (31%), and 24 longliners (12%).

The technical characteristics of such vessels are summarized in the following table. (Table 2).

Table 2. Overview of Fleets Operating in the Area

Trawlers

	PM(Cv)	TJB (Tx)	Long (m)
Min	150	15	12
Max	960	118	26
Mean	461	70	21

Purse-seiners

	PM(Cv)	TJB (Tx)	Long (m)
Min	50	5	9
Max	600	93	24
Mean	365	50	19

Seasonality and Fishing Effort Distribution

A total of 14,625 fishing days, with catches, were carried out by the Moroccan maritime fishing fleet considered by the project in 2024, of which 11,615 days were for trawling, followed by seiners with 2,609 fishing days, and 401 deployed by the longline fleet (Table 3).

The trawlers spent a total of 11615 fishing days at sea. For the purse-seiners, they operated around 2609 days and 401 days were spent by long liners.

Table 3. Fishing effort and number of active fishing units in the Moroccan Mediterranean in 2024.

Fishing Effort		
Reference Year: 2024		
Vessel Group	No. of vessels	No. of Fishing Days
Trawlers	112	11615
Seiners	60	2609
Longliners	24	401
Total	196	14625

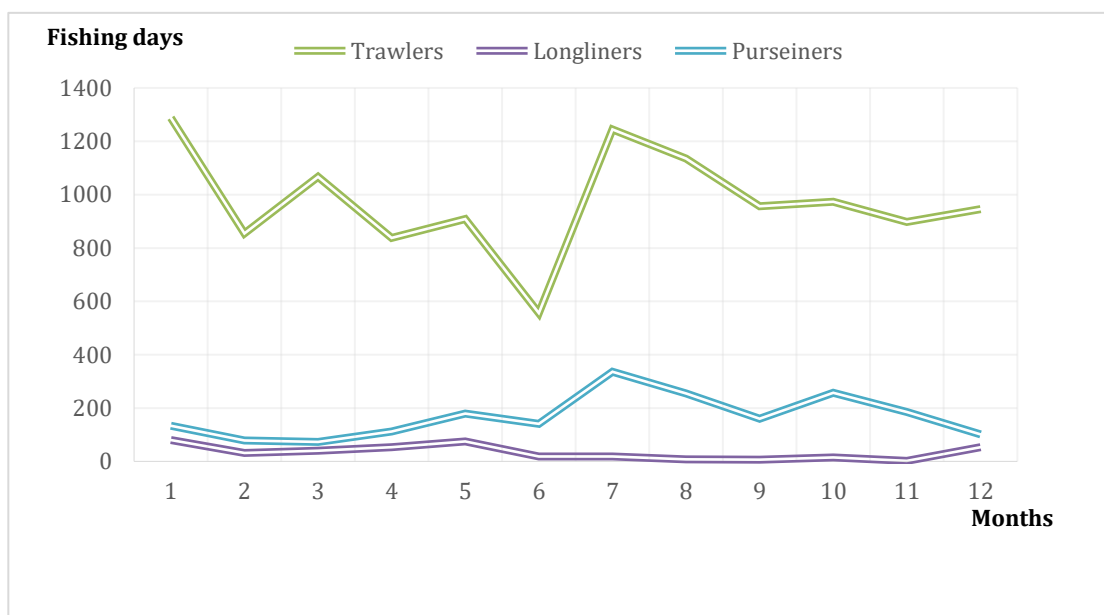


Figure 3. Monthly Distribution of Fishing Days by Vessel Group in the Moroccan Mediterranean (2024)

Material and Methods

4.1 Methodological Framework

4.1.1 Methodology used to implement different tasks

Depending on the specific tasks of the project, either several pre-existing protocols were used or project-specific protocols were drafted, approved, and implemented.

Data Collection on Bycatch and Dolphin Depredation Using GFCM Protocols

The monitoring of bycatch was done through a combination of onboard observations, biological sampling, and structured interviews with fishermen and has been conducted following the procedures outlined in the GFCM protocol “Monitoring the incidental catch of vulnerable species in Mediterranean and Black Sea fisheries – Methodology for data collection” (FAO, 2019).

Accurate information on the biology, behavior, and interactions of dolphins with purse seiners was gathered with a focus on estimating dolphin population abundance, mapping their distribution across designated study areas, and identifying factors contributing to conflicts by examining both ecological determinants and human-induced drivers. Data collection followed the methodology outlined in *Dolphin Depredation in Mediterranean and Black Sea Fisheries* (FAO, 2022)¹, using on-board observations as well as questionnaires and interviews with purse seine fishermen.

Regarding biopsies, authorizations for biopsy collection were obtained following the ACCOBAMS procedure for granting exceptions to Article II, paragraph I, for the purpose of non-lethal in-situ research in the agreement area (according to Resolution 4.18) and following ACCOBAMS Best practices on cetacean population genetics

In addition, several protocols have been drafted, approved, and applied according to the specific tasks of the project. Each protocol was tailored to ensure the effective and accurate execution of the projects diverse components mainly :

- ACCOBAMS/INRH Sampling protocol for bottlenose dolphin’s prey ([Annex 1](#))
- ACCOBAMS/INRH Protocols for biopsies on wild bottlenose dolphins ([Annex 2](#))

Regarding photo-identification, data collected through photo-identification was used in conjunction with the Capture-Mark-Recapture (CMR) method to estimate the population size of dolphins in their natural habitat.

¹ Carpentieri, P. & Gonzalvo, J. 2022. *Dolphin depredation in Mediterranean and Black Sea fisheries – Methodology for data collection*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 688. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2943en>

4.1.2 Data collection tools

For each task, monitoring was conducted using various data collection tools, incorporating both onboard and landing observations.

a) Task 1: Monitoring Elasmobranch Bycatch

Onboard observations :

Onboard observations were the main data sources for both elasmobranch bycatch and dolphin depredation monitoring.

Trained observers joined professional fishing vessels trip to systematically record various operational and biological parameters including:

- Fishing operation details: gear type (demersal or benthic trawl, purse seine), number of hauls, haul duration, depth of operation, GPS coordinates, and prevailing weather and sea conditions.
- Catches: all species caught were identified to the lowest possible taxonomic level. For each elasmobranch or vulnerable species encountered, observers recorded:
 - Total length and weight
 - Sex and maturity stage
 - Condition at capture (alive, injured, dead)
 - Whether the individual was released and its condition upon release

To ensure accuracy and consistency, Standardized Excel data sheets were used for backup and post-trip data consolidation.

Landing observation :

Landing observations were conducted at the main ports (M'diq, Nador, Jebha, and Al Hoceima) to complement onboard data.

These observations focused on:

- Species composition of landed catch, with particular attention to elasmobranchs and other vulnerable species.
- Market presence: whether bycaught species were retained for sale, discarded, or used for other purposes.
- Discard practices: visual inspection of discards and informal discussions with fishermen to understand reasons for discarding (e.g., low market value, size, damage).

These observations also helped identify discrepancies between reported and actual bycatch, providing a more complete picture of fishing impacts.

Port-based questionnaires:

Interviews were conducted with captains and crew members at the ports of M'diq, Nador, Jebha, and Al Hoceima.

Topics covered included:

- Frequency and species of bycatch: fishermen were asked to estimate how often they encountered elasmobranchs or dolphins, and to identify the most commonly caught or interacting species.
- Gear damage and handling risks: fishermen shared experiences of gear entanglement, net tearing, and the physical risks of handling large or dangerous species.
- Economic impact of depredation: questions focused on lost catch, time spent repairing gear, and any changes in fishing behavior due to dolphin presence.
- Perceptions of mitigation tools: fishermen were asked about their awareness of and attitudes toward selectivity grids, pingers, and other mitigation measures. Their feedback was instrumental in shaping the design and implementation of trials.

All responses were anonymized. This qualitative data provided essential context for interpreting quantitative findings and for designing outreach and training programs tailored to fisher concerns.

Concerning specific survey sheets used in the field, the questionnaire administered to the local fishermen is included in [Annex 3](#).

Moreover, [Annex 4](#) show the survey sheet used to collect information on cetacean-fisheries interaction during monitoring on purse seiners.

b) Task 2, Monitoring Dolphin depredation

Regarding Task 2, monitoring was carried out across three key regions: M'diq (East region), Hoceima (Central region), and Nador (West region). This involved a coordinated suite of activities including embarkations, photo-identification, biopsy sampling, and passive acoustic monitoring.

- Photo-identification missions, aimed at tracking individual dolphins through dorsal fin markings, were conducted in M'diq and Hoceima. Embarkations and surveys were also conducted to assess dolphin interactions with purse seiners, in M'diq, Hoceima, and Nador. These operations provided critical data on the frequency and nature of dolphin presence, with common dolphins (*Delphinus delphis*) being the most frequently observed species. After each sea trip, data are organized into two folders containing images from two separate cameras. A third folder stores data collected via the tablet, including the route taken and various observations about the animals. A fourth folder contains GPS data.

- Biopsy sampling was carried out in parallel with photo-identification. These data will be used to assess the biological status of the species and to evaluate the potential impact of fishing activities on their populations.

Survey sheet for data collection on biopsies performed on dolphins ([Annex 5](#)). The data collected through this monitoring are entered into an Excel file

4.1.3 Overview of mitigation measures tested

The mitigation measures tested during the reporting period were designed to address two distinct but critical challenges in Moroccan Mediterranean fisheries: the incidental capture of elasmobranchs by trawlers (Task 1) and dolphin depredation in purse seine fisheries (Task 2). These measures were developed and implemented in close collaboration with fishermen, technical experts, and institutional partners to ensure both ecological effectiveness and operational feasibility.

Task 1 : Selectivity grid prototype for trawlers

Trials were conducted aboard trawlers operating out of Al Hoceima. Observers monitored catch composition with and without the grid installed, recording species, size distribution, and operational feedback.

To allow an easily potential adoption by fisher, the mitigation measure was decided to be as simplest as possible. The idea consists on preventing the entrance of any big species to the codend and offers an escapement possibility while mostly targeted species pass through a grid placed just at the beginning of the codend. A frame was fixed at the end of the extension piece where the grid could slide inside. This allows easy change of grid at the sea. Thus, unlike the grids constituted by bars and which could possibly allow species like rays to pass into the codend through the bars, the passage of these latter species would only be possible for tiny individuals who could either escape through the mesh or be rejected living in the water since it has no market value. Large individuals would eventually escape through an escaping window placed upstream of the grid (Figure 4 and Figure 5).

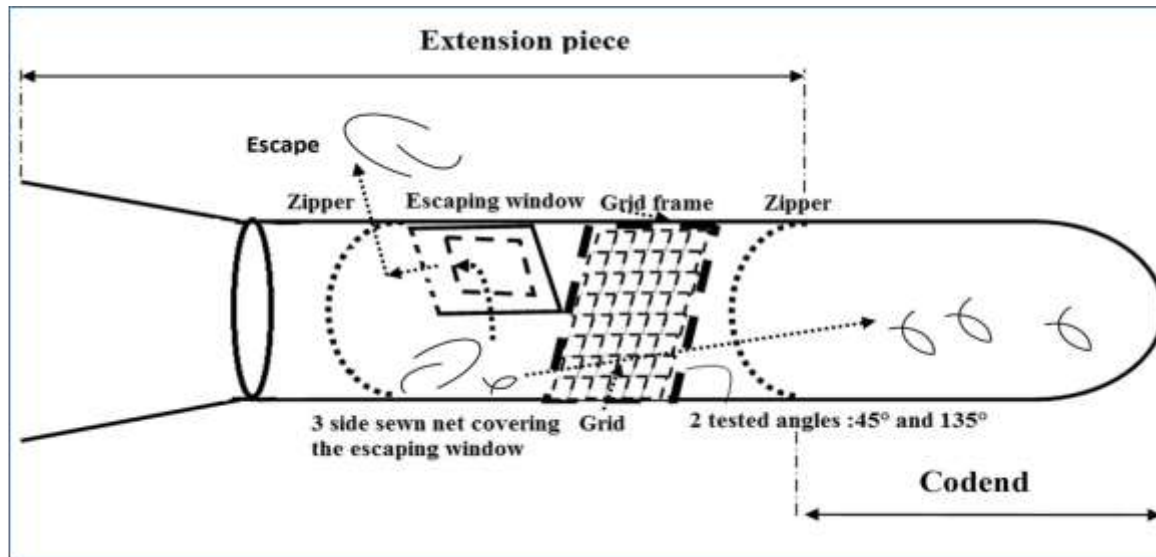


Figure 4. Scheme of the Gride system for bottom trawl (gride and escaping window)

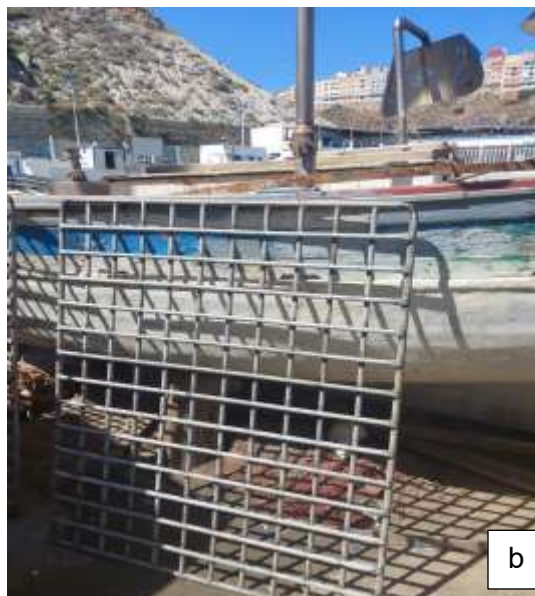
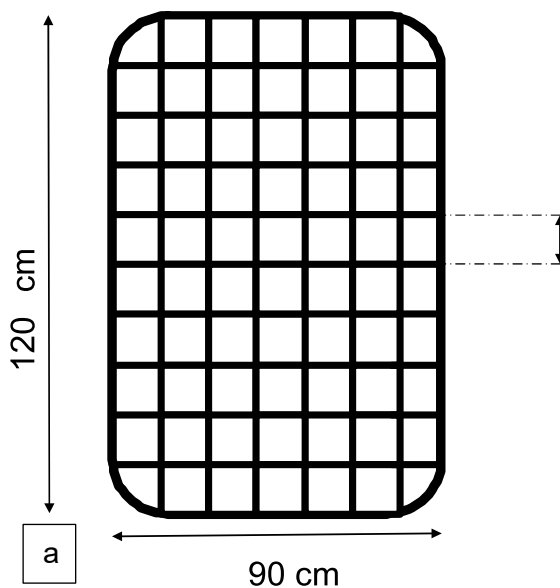


Figure 5. a) Grid scheme; b) The gride constructed in Al Hoceima port.

Task 2: Acoustic deterrents (pingers)

To mitigate dolphin depredation, the project focused on acoustic deterrents—specifically, the deployment of pingers designed to emit sound signals that discourage dolphins from approaching fishing gear.

With the technical support of the external experts from the Sinay company, a document giving an overview of pinger trials carried out in previous years has been drafted. With regard to pinger

trials on fishing gear in Tunisian waters, surveys have shown that those currently on the market are not used by professionals (due to the difficulty of acquiring them and their complex installation). The profession is divided into two groups. The first considers these repellents to be defective after just a few uses, increasing the risk of depredation. The second group considers them to be effective in the short term, saving them the cost of repairing fishing gear while the dolphins get used to the presence of these devices. Both groups share the same opinion: they consider them unsatisfactory, the lack of long-term follow-up and a lack of understanding of how to use them being the main reasons.

Based on these findings, it was planned to set up trials of commercially available pingers.

Table 4 summarizes the technical information available on pingers used in previous studies.

Fabricants	Modèle de pinger	Fréquence	Niveau sonore	Espacement (m)	Profondeur (m)	Dimension (mm)	Autonomie des batteries	Prix unitaire (euro HT)	Coût pour une senne de 800m
Aquatec	AQUAmark 210	5 à 160 kHz	150	200	200	154*58		400	1600
Aquatec	AQUAmark 848	5 à 120kHz	165	200	500	254 * 165	1 semaine	825/mois en location	825euros/mois
Futur Ocean	Pinger Netshield	60 à 120 kHz	175	100	1000	140 * 50	Batterie alcaline : 24j si 12h/j Batterie Lithium : 48j si 12h/j		
Futur Ocean	Netshield-Dolphin Anti depredation pinger	60 à 120 kHz	145	200	1000	140*50	12 mois si 12h/j	75	300
STM Products	DDD 03 H	5 à 500 kHz	165	500	200	210 *61	40H	350	350
STM Products	DiD-01	5 à 500 kHz	165	800	200	210*61		378	378
Fishtek	PINGER ANTI-DÉPRÉDATION DOLPHIN	40kHz	175	75-100m	1000-1400	185*52*42	175h	95	
Octech	Cetasaver Licado	27 à 120 kHz	180	X	1000	85*260	3-4 j	1800	1800
Octech	Pifil	20 à 120kHz	175	X	X	230*130	Chargés avec la batterie du bateau	3300	3300 tt compris les transducteurs sont sous la coque
Octech	Dolphin free	20 à 200 kHz	176	500	200	230*69	1mois	950+1000+800 (kit pinger chargeur concentrateur liaison Bluetooth	
Airmar		10 kHz	132	65	274	160*52		150	2250

Table 4. Technical characteristics of the pingers considered in this study.

Results of the analyses carried out on the information gathered are included in [Annex 6](#). An initial selection of pingers was made, comparing the strengths and weaknesses of each device. This was followed by a deployment proposal, completed with an economic estimate. This is based on the criteria described below and on available information on the depredation mitigation activities

planned as part of the program. Color-coding gives an initial indication of effectiveness in relation to the context in which they were used (Table 5).

Pinger	Points forts	Points faibles
Cetasaver-Licado	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne Grand Dauphin Maroc: Bon résultats - Pas d'accoutumance (jamais le même signal d'affilé) - Il peut être installé sur la senne ou sur une bouée - Mise en route 20 seconde après la mise l'eau - Bloc de chargement peu encombrant et témoins lumineux indiquant le niveau de charge 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur de la bolinche Dauphin commun golfe de G: résultats nuls - Risque de perte - Doit rester à la verticale - Doit être charger - Prix à l'achat : 1800 euros
DDD-03H	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur bolinche, Dauphin communs au Portugal: résultats excellents - Peut-être positionné sur une bouée ou sur la senne (voir positionnement idéal) - Déclenchement automatique au contact de l'eau - Prix - Multi-chargeur : chargement de 4 pingers et vérification de l'état de charge 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur de la senne Grand Dauphin Maroc: résultat décevant - Fonctionne à la verticale - Fonctionne en continue - Risque de perte - Doit être charger
DiD-01	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne et Grand Dauphin: résultats mitigés - Déclenchement automatique - Accoutumance réduite (fonctionne seulement quand il y a des dauphins) - Prix 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne et Grand Dauphin: résultats mitigés - Risque de perte - Signal trop faible pour la problématique déprédation - Doit être charger
AQUAmar 210	<ul style="list-style-type: none"> - Déclenchement automatique - Accoutumance réduite 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de perte - Testé sur senne en 2010, résultats décevants - Doit être charger
PIFIL	<ul style="list-style-type: none"> - Simple d'utilisation - Pas d'accoutumance - Durée de vie ++ (pas de risque de perte) 	<ul style="list-style-type: none"> - Jamais testé sur senne Grand Dauphin - Testé sur bolinche Dauphin communs: résultats nuls, le système ne fonctionne pas - Prix au départ: 3300 euros - Mettre le bateau au sec
NETSHIELD Dolphin anti depredation pinger	<ul style="list-style-type: none"> - Système qui « peut » faciliter l'utilisation (cordage intégré) - Déclenchement automatique 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de retour développeur - Pas de tests sur senne - Risque de perte - Doit être charger

Table 5. Comparison of different dolphin acoustic repulsion devices

Two types of pingers were planned for testing:

- Licado CETASAVER pingers: Omnidirectional acoustic devices emitting deterrent signals.
- DDD-03H pingers: A second model intended for comparative trials, though its deployment was delayed due to administrative issues. They were not received to date.

In April and May 2025, two purse seiners in Jebha and Mdiq were equipped with Licado pingers. Each vessel received two units, and observers were trained to monitor dolphin behavior, gear interactions, and catch outcomes during fishing operations.

4.2 Additional Activities

Additional activities carried out throughout the project included biopsies and bioacoustics research, awareness-raising sessions with fishermen, as well as capacity building and training workshops.

4.2.1 Capacity building

The INRH team received training on biopsy techniques (June 6–12, 2024) and laboratory analysis at IEO Málaga, which included data processing using R Studio. This training has equipped the team with the skills needed to analyse stable isotope data and interpret trophic relationships. These analyses were essential for testing hypotheses about prey overlap and competition between dolphins and fisheries.

Training on the use of Licado pingers was conducted in Jebha from January 7–9, 2025. Two purse seiners were selected to test these devices, each equipped with two Licado pingers.

Passive acoustic monitoring training was delivered both in-person (May 27–29, 2024) and online (January–February 2025), covering hydrophone configuration and acoustic data analysis.

4.2.2 Biopsy and stable isotopes

Biopsy sampling was carried out in parallel with photo-identification. Data collected during the missions at sea is filled into an Excel file. Prey or dolphin tissue samples were processed and placed in tubes for subsequent laboratory analysis. These data are used to assess the biological status of the species and to evaluate the potential impact of fishing activities on their populations. All field activities were conducted under authorized permits.

Prey samples:

Muscle samples were dried at 60°C for 48 hours and powdered. 0.3–0.4 mg of each sample was packed into tin capsules.

Bottlenose dolphin samples:

Dolphin skin samples were dried at 60°C for 48 hours and powdered with a mortar and pestle. High lipid concentration can skew the analysis by decreasing the $\delta^{13}\text{C}$ content, so lipids were removed from the samples by sequential extractions with 2:1 chloroform: methanol solution. 0.3–0.4 mg of each sample was packed into tin capsules.

Isotopic analyses were performed at the Laboratory of Stable Isotopes of the Biological Station of Doñana (Sevilla, Spain). Samples were combusted at 1020 °C using a continuous flow isotope-ratio mass spectrometry system (Thermo Electron) using a Flash HT Plus elemental analyzer interfaced with a Delta V Advantage mass spectrometer. Stable isotope ratios were expressed in the standard δ -notation (‰) relative to Vienna Pee Dee Belemnite ($\delta^{13}\text{C}$) and atmospheric N_2

(δ15N). The laboratory standards were previously calibrated with international standards supplied by the International Atomic Energy Agency (IAEA, Vienna). The %C and %N of all samples were determined. We checked the C:N ratio (a proxy of lipid content).

4.2.3 bioacoustics activities

Passive acoustic monitoring using R-Tsys and F-POD sensors has also been used to monitor depredation issues by detecting dolphin presence near seiners through characteristic clicks and whistles. Continuous monitoring has complemented visual methods, offering day-and-night surveillance regardless of weather conditions. Data recorded by hydrophones were organized into different files and folders for subsequent acoustic data processing and analysis using software such as Audacity or PAMGuard. ([Annex 7](#))

4.2.4 Communication and awareness activities

These activities included workshops, educational programs, and media campaigns designed to inform and engage the community about the importance of marine conservation. Social media platforms were actively used to reach a broader audience, sharing updates, and insights about the project's progress. (Figure 6).

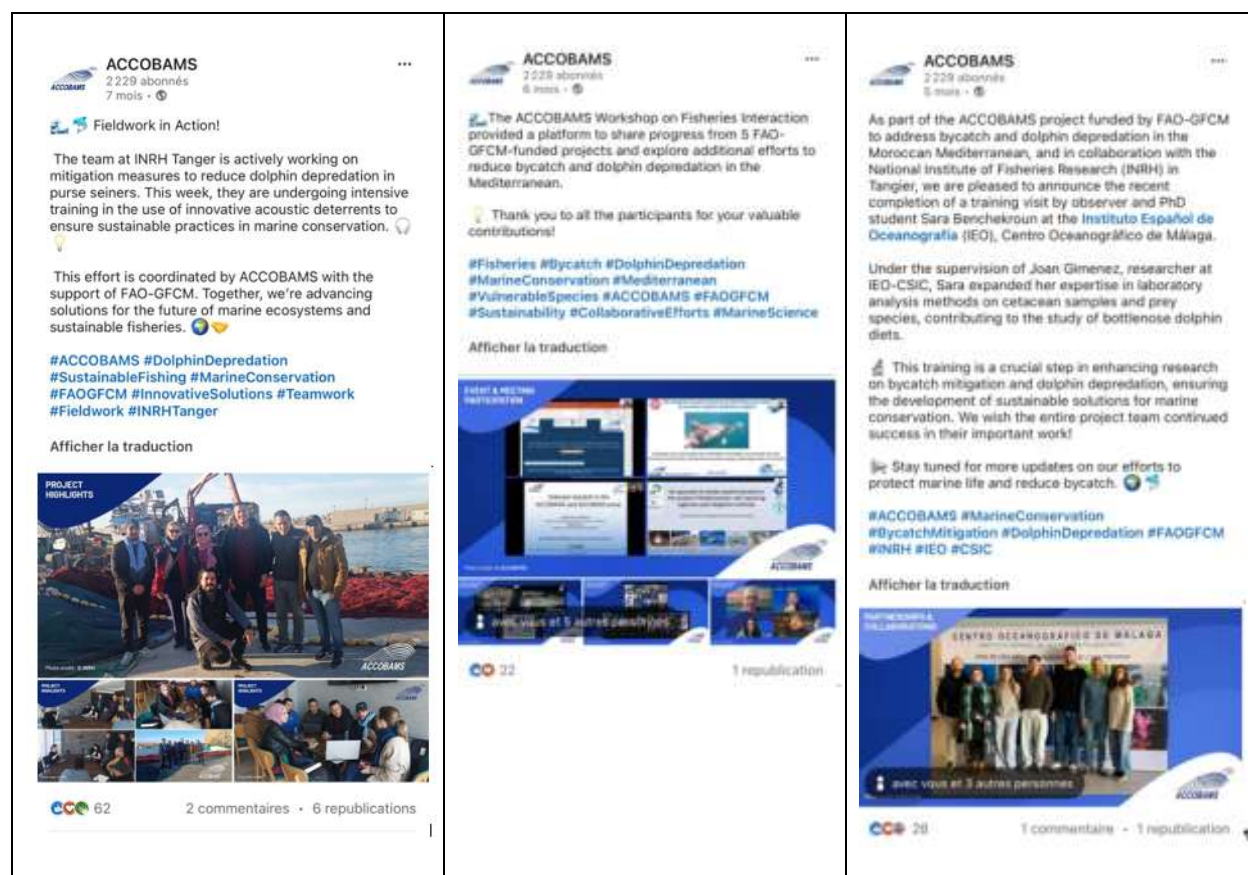


Figure 6: Some social media publications regarding the project

Informative brochures and posters will be distributed to local schools and community centers, while interactive sessions with experts will be organized to foster a deeper understanding of the dynamics of the interaction events between fisheries and vulnerable wild fauna. Through these efforts, the project aimed to raise awareness, encourage community involvement, and promote sustainable fishing practices.

Results

The tables and figures below summarize the results of the monitoring activities and mitigation trials carried out for both tasks.

5.1 Task 1: Elasmobranch Bycatch Monitoring

5.1.1 Planned versus achieved observations

In total 117 onboard observations were achieved from January 2024 to August 2025 3 by observer with a total of 434 questionnaires covered. (Table 4).

Table 6. Total number of Onboard observations and questionnaires covered during the task 1 in GSA03

Activities of Task 1	Planned	Achieved
Onboard observations	Min. 75	117
Questionnaires	Min. 200	434

5.1.2 Bycaught Species Number and Composition

The bottom shrimp trawl, targeting shrimps as well as demersal species. The Crustacean dominated the target species of boats. (Table 5)

Table 7. Main targeted and discarded species per trawl vessel in GSA03

Morocco	Catch composition	Discarded species
Trawler	<i>Parapenaeus longirostris</i> , <i>Merluccius merluccius</i> , <i>Octopus vulgris</i> ; <i>Boops boops</i> , <i>Trachurus trachurus</i> , <i>sepia officinalis</i> , <i>pagellus acarne</i> , <i>Sepia officinalis</i> ; <i>mullus sp</i> , <i>sepia officinalis</i> , <i>loligo vulgaris</i> , <i>solea vulgaris</i> , <i>pagellus erythrinus</i> , <i>pagellus acarne</i> , <i>Lophuis piscatorius</i> , <i>serranus cabrilla</i> , <i>zeus faber</i> , <i>raja Circularis</i> , <i>lophius</i>	<i>Coelorinhus caelorhinchus</i> , <i>Etmopterus spinax</i> , <i>Torpedo torpedo</i> , <i>Holpostethus mediterraneus</i> , <i>Peristedion cataphractum</i> , <i>Macroramphosus scolopax</i> , <i>capros aper</i> , <i>octopus vulgaris</i> , <i>torpido nobiliana</i> , <i>citharus</i>

	<i>budegassa, Gobius niger, Squilla mantis, sardina pilchardus, diplodus vulgaris,</i>	<i>linguatula , scorpaena notata, conger conger, scyliorhinus canicula</i>
--	--	--

Overall, Sharks and rays represent 100% of the total number of bycaught individuals by trawlers in GSA03 (Figure 7).

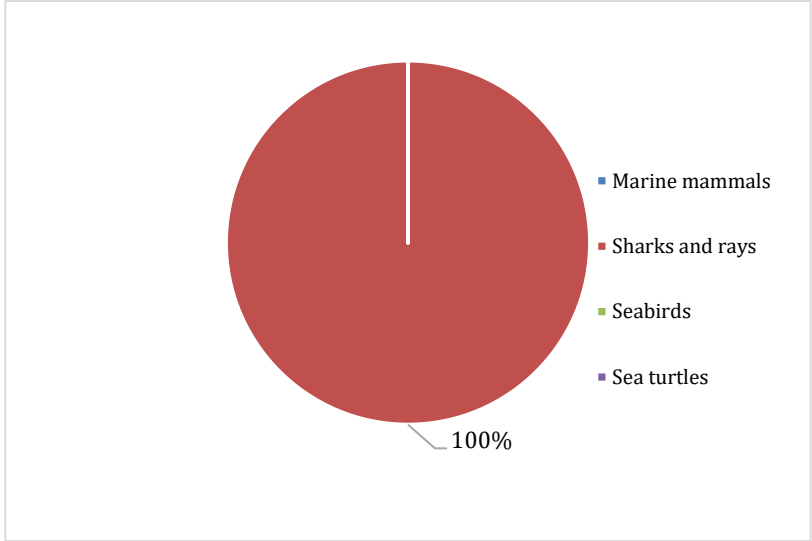


Figure 7. Total number (%) of bycaught individuals by trawlers in GSA03

Approximately 34 elasmobranchs were observed to have been bycaught, most of them being deep-water sharks (family of Oxynotidae and Triakidae,) The *Galaerohinus galaeus* (13 individuals) was the most abundant elasmobranch in the bycatch.

Those incidental catches have been mainly concentrated in areas close to the coast (10 miles) and where fishing activities are more intense (Figure 8).

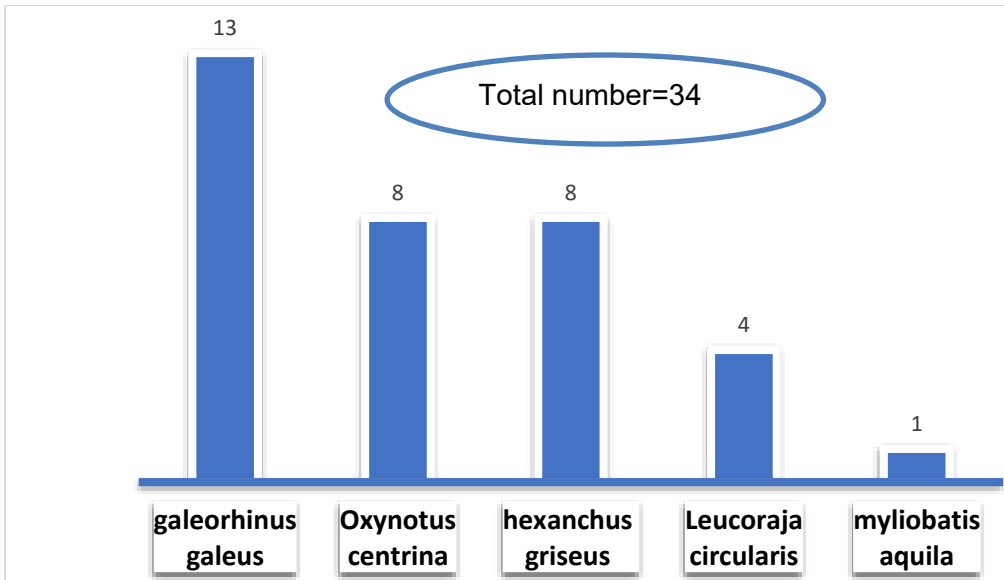


Figure 8. Total number of bycaught individuals (%) per vessel group in GSA03

The majority of elasmobranchs bycaught were adults and some observations incates the mortality of certain individuals due to the conditions of catches and time spent in nets.

For all individual bycaught during the sampling period, around 21% were realised alive (Figure 9).

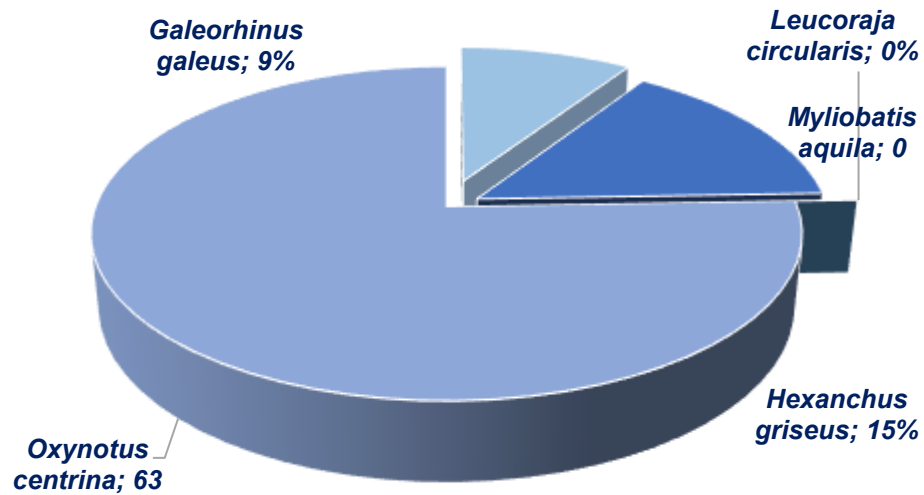


Figure 9. Number of individuals released alive per species

5.1.3 Bycatch Rate Estimates

The bycatch rate of sharks and rays in the trawlers fishery made up more than 0.1%. (Table 8).

Table 8. Rate Estimates of elasmobranchs baycaught by trawlers in GSA03

Elasmobranchs: incidental catches rate and estimation			
Group of vulnerable species	Bycatch of vulnerable species rate (T)	Estimation of individuals caught by that vessel group during the sampling year (I)	Probability % of catching a vulnerable species with that vessel group
Sharks and rays	0,102	1182,365	0,000876
<i>Galeorhinus galeus</i>	0,039	452,081	0,000335
<i>Hexanchus griseus</i>	0,024	278,204	0,000206
<i>Leucoraja circularis</i>	0,012	139,102	0,000103
<i>Myliobatis aquila</i>	0,003	34,775	0,000026
<i>Oxynotus centrina</i>	0,024	278,204	0,000206

5.2 Task 1: Mitigation Trials

Despite initial planning, field trials and experimental implementation could not be undertaken due to the following factors:

- Stakeholder reluctance : Several fishing professionals demonstrated strong resistance to testing the device, expressing concerns regarding its potential impact on fishing efficiency.
- Technical incompatibility: fishermen expressed concerns about the specific grid model proposed (Tunisian one) and that was not compatible with the structural and functional characteristics of trawl nets currently used in the Moroccan Mediterranean fleet.
- Operational limitations: The device's excessive weight presented significant handling difficulties under local fishing conditions.

These combined constraints made it impossible to carry out the trials as planned, and therefore the measure could not be tested or evaluated during the project period.

5.3 Task 2: Dolphin Depredation Monitoring

5.3.1 Planned vs. Achieved Observations

As shown in Table 9, the planned activities under Task 2 have been successfully completed across all targeted locations. This reflects strong field engagement and operational coordination. The number of boarding missions and surveys conducted in M'diq, Hoceima, and Nador meets or exceeds the minimum targets initially set, demonstrating effective implementation of the monitoring strategy for depredation events.

Table 9. Planned vs. Achieved Observations Monitoring the problem of depredation with boarding and surveys

Task 2 missions	Minimum number of missions planned	Missions already completed
Boarding on board purse seiners	76	M'diq :65 Hoceima: 11 Nador: 28 TOTAL: 104
Surveys with fishing captains to monitor predation rates	380	M'diq :351 Hoceima: 130 Nador: 156 TOTAL: 637

5.3.2 Frequency and Nature of Depredation Events (spatial and temporal patterns) : results analysis and challenges

The map below shows the locations of interactions between bottlenose dolphins and purse seiners. Most interactions are concentrated in the area between Mdiq and Fnideq, as this is the area most frequently visited by purse seiners (Figure 10).

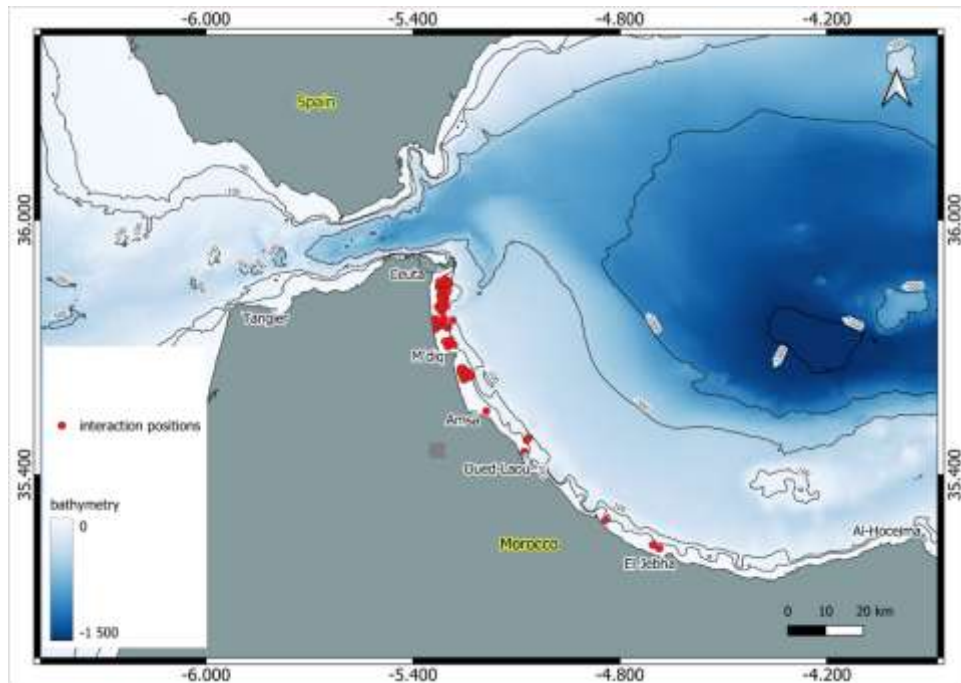


Figure 10. Location of interactions between bottlenose dolphins and purse seiners during the period January 2024–July 2025 in the Mdiq-Jebha area.

The seasonal variation in interaction between bottlenose dolphins and purse seiners around the two main ports of Mdiq and Jebha is clearly shown on the map below, which indicates that environmental factors also influence the presence of bottlenose dolphins and automatically influence the rate of depredation. (Figure 11).

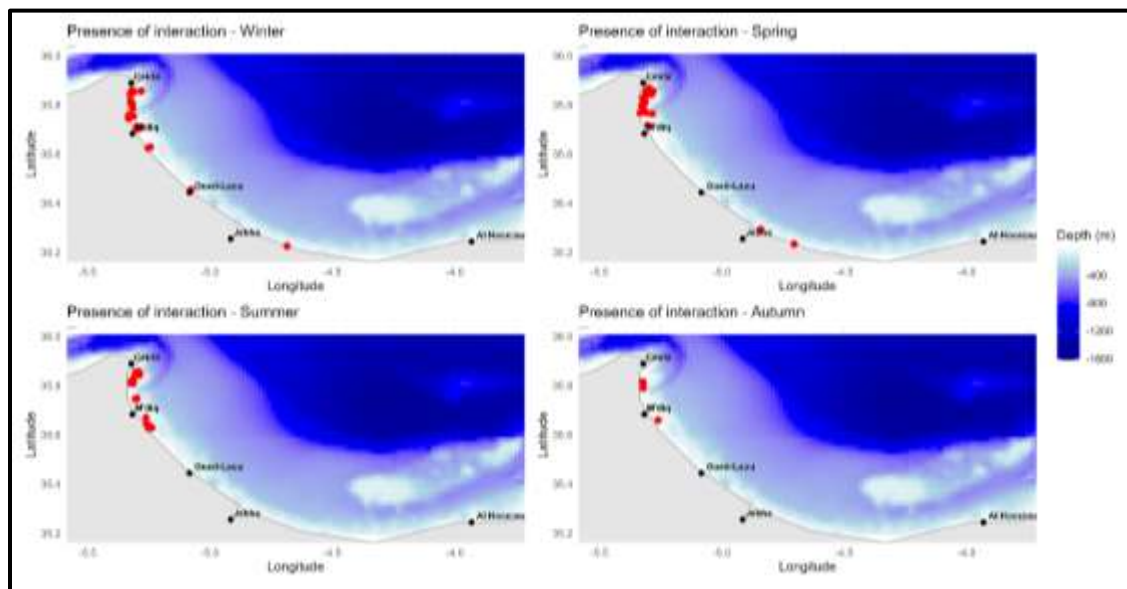


Figure 11. Maps showing seasonal variations in bottlenose dolphin depredation

To confirm that there is a strong association between the presence of bottlenose dolphins and interaction with the season, we applied for a chi-square test. The result of this test is shown in the diagram below. The summer season was the season with a positive residual, which shows that there is a strong association between the summer season and the problem of depredation, and that this season increases the probability of interaction. (Figure 12).

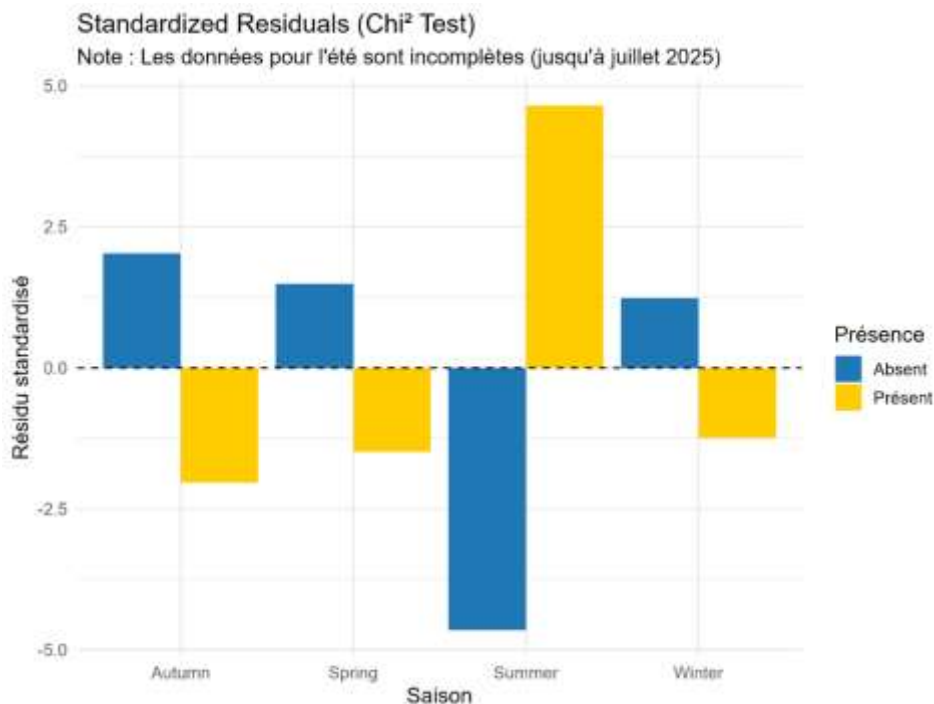


Figure 12. Chi-square test of interactions by season for the Mdiq and Jebha area, January 2024–July 2025

The diagram below shows the monthly variation in the interaction rate between bottlenose dolphins and purse seiners, alongside the number of active boats. This covers the region stretching from Ceuta to Jebha. It should be noted that during this study period, the maximum interaction rate was 83.7% recorded in July 2025 and the minimum in October 2024, with a percentage of 5.3%. This variation may be related to the type of prey present in each season and may be linked to environmental factors and the behavior of bottlenose dolphins. (Figure 13).

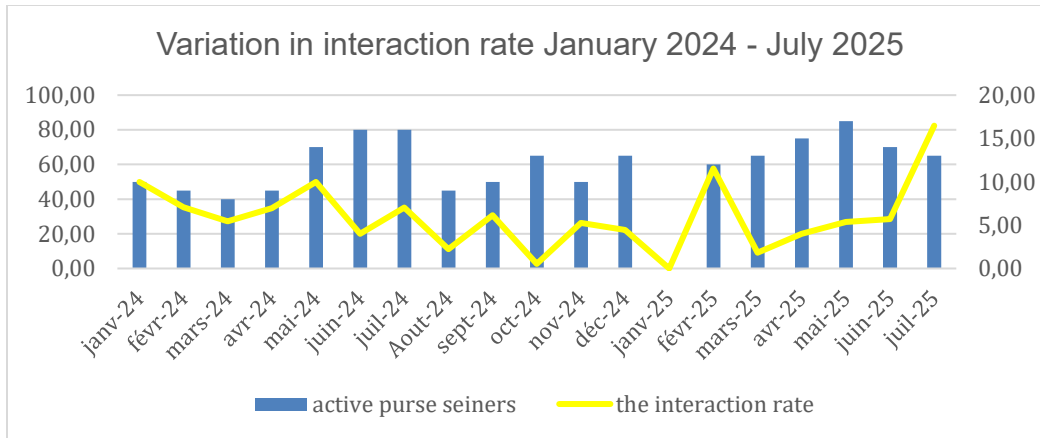


Figure 13. Variation in interaction rates from January 2024 to July 2025

5.3.3 Photo-identification and Behavioral Observations

The map below shows the observation locations of common dolphins (*Delphinus delphis*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) at two main ports, M'diq and Jebha, for photo-identification missions during the period from January 2024 to July 2025 (Figure 14).

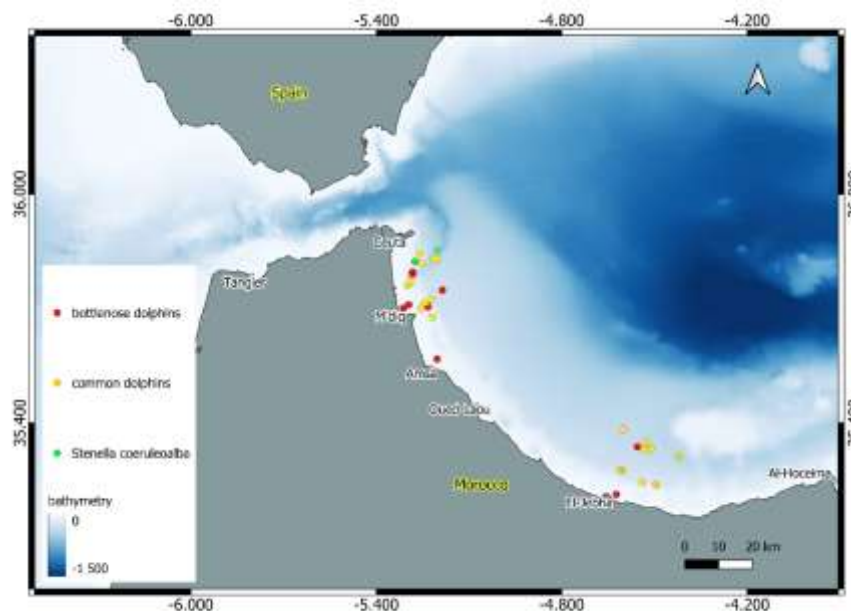


Figure 14. The position of dolphins during the period January 2024-July 2025 in the Mdiq-Jebha area

During the period from January 2024 to July 2025, three species of dolphins were found: common dolphins (*Delphinus delphis*), striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the area stretching from Ceuta to Jebha. The figure below shows the percentage of each type during this period (Figure 15).

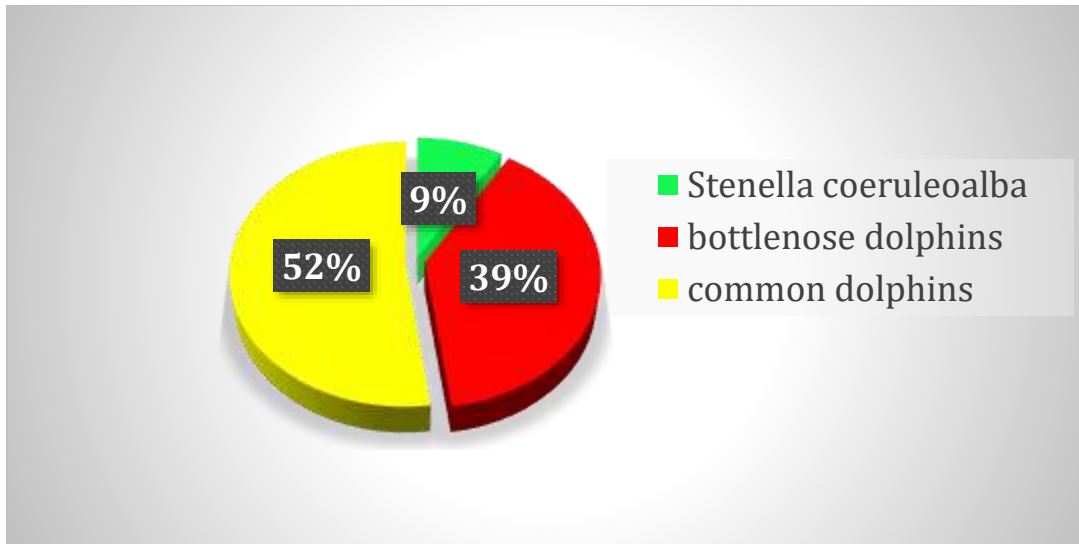


Figure 15. Percentage of each dolphin species in the M'diq and Jebha area during the period from January 2024 to July 2025.

During the same period, two dolphin species were encountered in the Hoceima area: common dolphins (*Delphinus delphis*) with a percentage of 25 percent and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) with a percentage of 75 percent. The figure below shows the percentage of each type during this period (Figure 16).

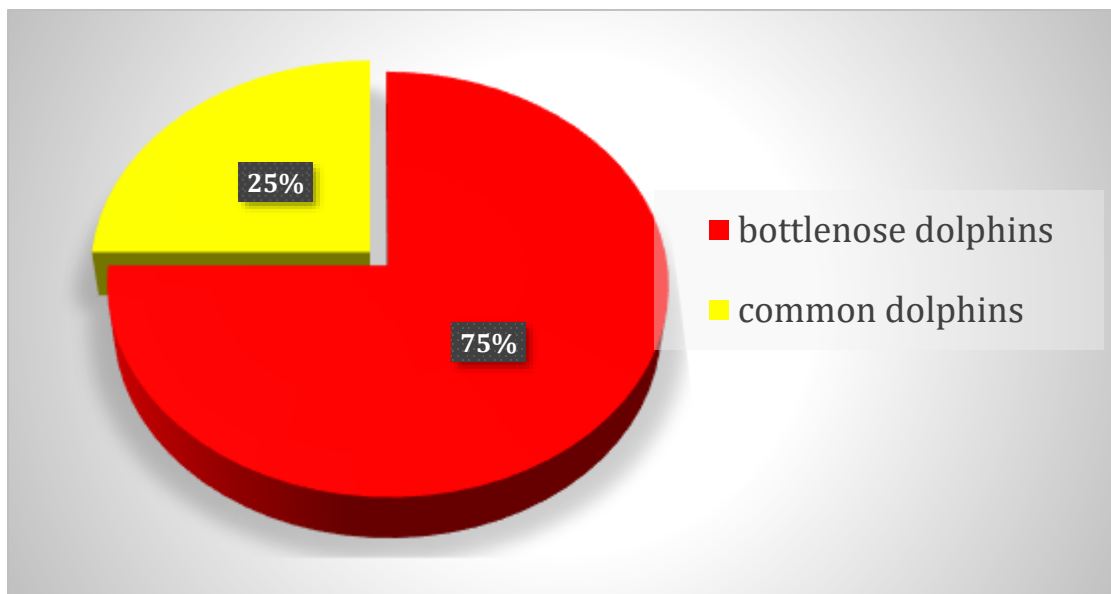


Figure 16. Percentage of each dolphin in the Hoceima area during the period from January 2024 to July 2025

The map below illustrates the routes taken during photo-identification missions conducted in the area stretching from Ceuta to Jebha. Each route line corresponds to a day of observation at sea. The aim was to ensure representative spatial coverage throughout the study period. These routes are recorded using GPS and the ilogwhale app. (Figure 17).

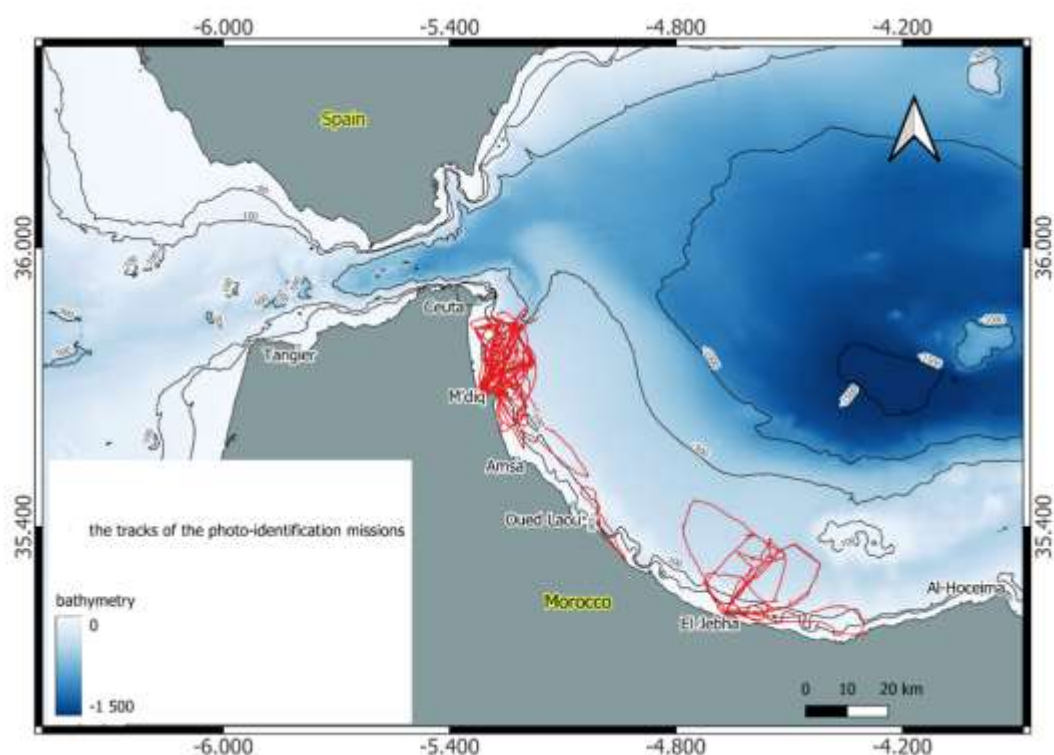


Figure 17. GPS routes of photo identification missions carried out between January 2024 and July 2025

5.4 Task 2: Mitigation Measures

5.4.1 Planned versus achieved Trials

As shown in Table 10, the experimentation phase with Licado pingers under Task 2 is nearing completion. Out of the 15 missions initially planned, 12 experiments have already been conducted.

Table 10. Planned vs. Achieved experimentation with Licado Pingers

The Task 2 missions	Minimum number of missions planned	Missions already completed
Experimentation with Licado pingers	15	12 experiments

5.4.2 Deployment of Pingers and Acoustic Devices (results, analysis and challenges)

As part of the experiment with acoustic devices (Licado) aimed at reducing interaction between bottlenose dolphins and purse seiners, a test was carried out in collaboration with two purse seiners. The objective was to evaluate the effectiveness of these pingers.

The Licado pingers were correctly activated before each operation during the trial period from April to May 2025, with a total of 12 days of testing. The green light on the devices was clearly visible when they were launched, indicating that the devices were charged and functional. Observers confirmed that the pingers displayed a green light when launched, validating their operation.

To gain an overall view before applying statistical tests to study the effectiveness of these pingers, it was necessary to calculate the depredation rate with and without the use of pingers to see if there were any interactions with or without these Licado pingers.

The effectiveness of a repellent is calculated as follows:

$\text{Eff } i = \text{Frequency of depredation with pingers} / \text{frequency of depredation without pingers}$

The diagram below shows the variation in depredation rates between boats that used pingers and boats that did not use pingers. The diagram shows that even with the use of Licado pingers, the problem of depredation still exists. For example, During April, among the seven fishing operations using Licado pingers, three operations recorded depredation of bottlenose dolphins. Similarly, in May, after eight operations, three operations also recorded depredation. The results show that even with the use of these devices, we recorded the phenomenon of interaction (Figure 18).

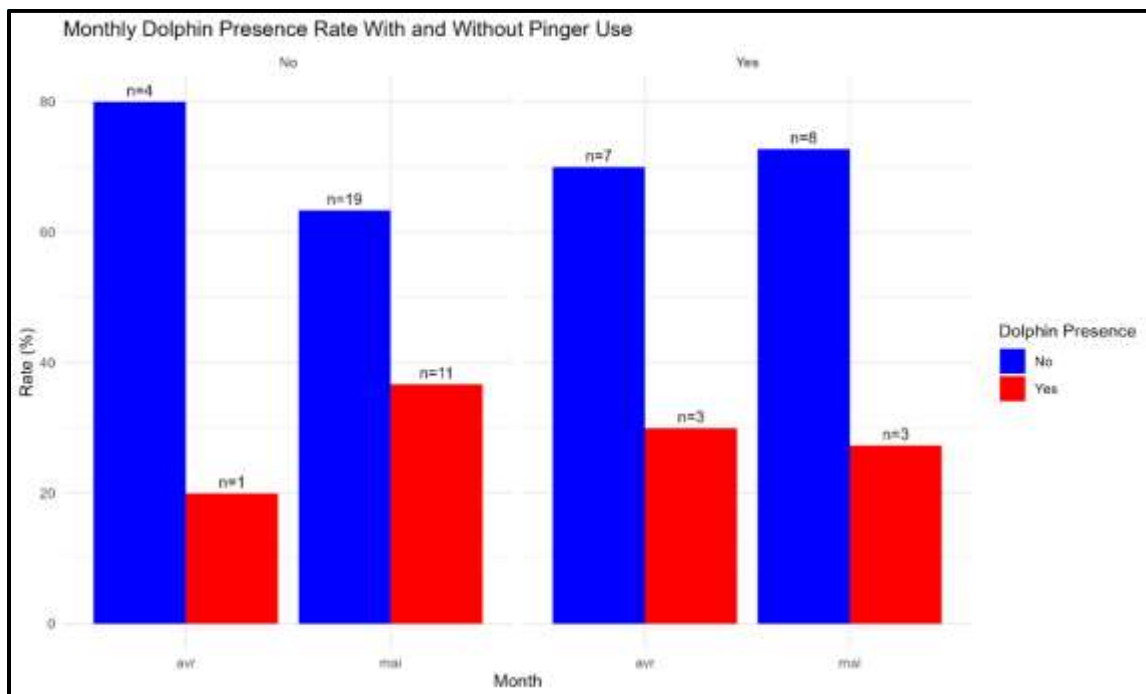


Figure 18. Interaction rate with and without the use of pinger licado

5.4.3 Effectiveness of selectivity Measures and Challenges

A Chi² test of independence

After applying the chi-square test to see if there is a positive association between the use of pingers and the reduction of the problem of interaction between bottlenose dolphins and purse seiners, the results show that:

- The p-value is greater than 0.05, with a value of p-value = 0.8825, which means that there is no significant difference between the proportions of bottlenose dolphin presence and interaction problems with or without Licado pingers.
- According to this chi-square test, Licado acoustic deterrents did not show a detectable effect on the presence of bottlenose dolphins in this sample with and without the use of these pingers.

GLM binomial

GLM was applied to determine whether the probability of interaction increases with or without the use of Licado pingers. The result of this model shows a p-value greater than 0.05 with a value of 0.6579, indicating that the results are not significant.

Conclusion for pingers licado

The results of the effectiveness based on the calculation of the depredation rate with and without the use of pingers, as well as the application of statistical tests and GLM. The results indicate that the use of pingers has no statistically significant effect on the probability of bottlenose dolphin presence and predation. No significant reduction in interactions between bottlenose dolphins and purse seiners was observed with this Licado pinger.

Even though the trial period was short, it showed that there was not a 100% reduction effect, since we recorded interaction even with the use of Licado pingers. This confirms that even over a long period, we can conclude that these pingers have an effect on reducing depredation, but this is not the final solution to the problem, since they do not have a very positive effect on reducing depredation.

5.5 Additional Findings

5.5.1 Stable isotope analysis

Stable isotope analysis conducted in the Moroccan Mediterranean region revealed distinct isotopic signatures among fish species, indicating partitioning of foraging habitats and trophic resources.

Spatial variation in isotopic values was observed across sampling zones (Al Hoceima, M'diq, and Nador), suggesting regional differences in prey availability and habitat use. (Figure 19)

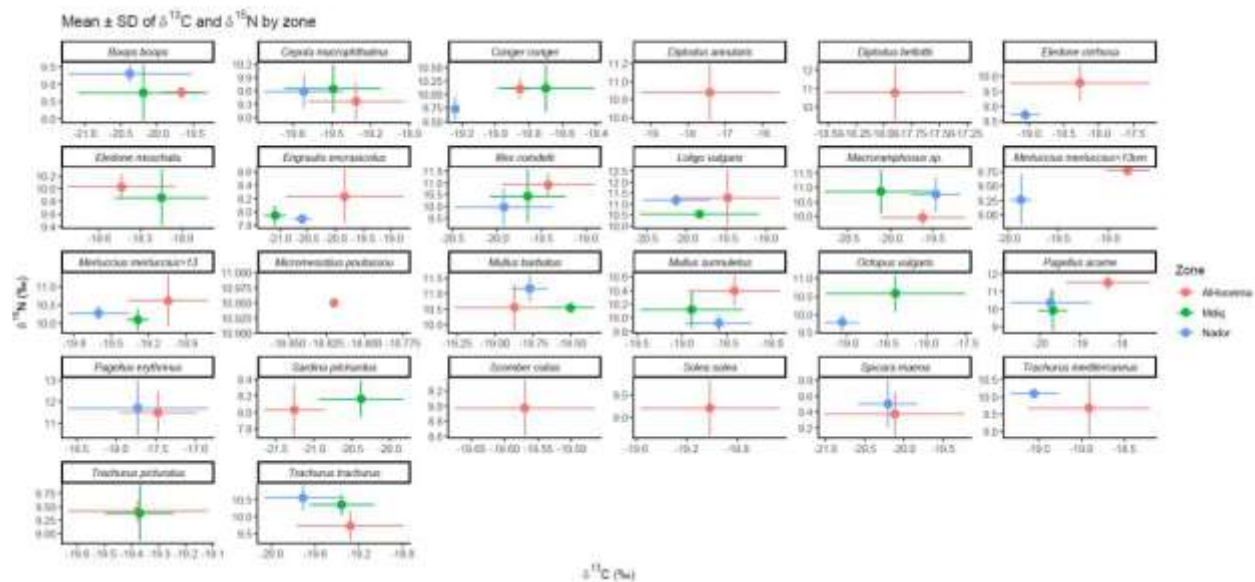


Figure 19: Stable isotope values of each potential prey split by sampling zone (Al Hoceima, Mdiq and Nador).

Although only two dolphin samples were analyzed, preliminary results placed them close to species such as *Diplodus belloti*, *Mullus barbatus*, and *Octopus vulgaris*, highlighting their diverse diet. Moreover, Bottlenose dolphins exhibited high $\delta^{15}\text{N}$ values, confirming their role as top predators in the ecosystem.

All the results of the study can be found in [Annex 8](#)

5.5.2 Marine Litter Presence

During cetacean photo-identification missions, the presence of marine debris was rarely reported. This debris mainly consisted of floating plastics and abandoned nets.

5.5.3 Other Notable Observations

Several additional observations were made during boarding. Among these, we note the presence of common dolphins during several fishing operations, and this type of dolphin did not cause any predation problems, confirming that the depredation problem is caused only by bottlenose dolphins.

The behavior of bottlenose dolphins varies depending on the photo-identification missions. Sometimes calm groups are observed moving slowly and approaching the zodiac, while at other times the opposite is true and they do not approach the zodiac.

Among the other species most frequently observed during photo-identification missions are mola mola and caretta caretta sea turtles. There is also a seasonal variation for turtles, with many more turtles observed during the summer season.

DISCUSSION

This project implemented in the Southern Alboran Sea (GSA 3) from January 2024 to August 2025 represents a significant effort to address two pressing conservation challenges: the incidental capture of elasmobranchs in trawl fisheries and dolphin depredation in purse seine operations. This final report consolidates the methodology, results, and lessons learned from both Task 1 and Task 2, offering insights into the ecological, operational, and institutional dimensions of marine conservation in the Moroccan Mediterranean.

The findings of this project underscore the complex and multifaceted nature of interactions between fisheries and vulnerable marine species in the Southern Alboran Sea. The high rate of elasmobranch bycatch, with sharks and rays comprising 100% of the recorded bycaught individuals, highlights the urgent need for targeted mitigation strategies. The predominance of *Galeorhinus galeus* among the bycaught species and the low release rate of only 21% suggest that current fishing practices pose significant risks to these populations.

The monitoring of dolphin depredation revealed a strong seasonal pattern, with the highest interaction rates occurring during the summer months. Bottlenose dolphins were consistently identified as the primary species involved in depredation events, while common dolphins were observed frequently but did not contribute to gear damage or catch loss. These findings suggest that mitigation efforts should be seasonally adjusted and species-specific to maximize their effectiveness.

Two mitigation strategies were explored: selectivity grids for trawlers and acoustic deterrents (Licado pingers) for purse seiners;

The selectivity grid prototype was designed to exclude large non-target species, but field trials were not implemented due to stakeholder resistance and technical incompatibilities. The failure to implement selectivity grid trials due to stakeholder resistance and technical incompatibilities highlights the importance of participatory design in fisheries management. Engaging fishers in the development and testing of mitigation tools is essential to ensure their practicality and acceptance. The reluctance observed during this project underscores the need for stronger communication and trust-building measures.

Despite the deployment of Licado acoustic pingers, statistical analyses including chi-square tests and GLM models indicated no significant reduction in dolphin interactions. This outcome points to the limitations of acoustic deterrents as standalone solutions and emphasizes the need for integrated approaches that combine technological tools with behavioral and ecological insights.

The project emphasized stakeholder engagement through interviews, training sessions, and collaborative planning. INRH played a central role in coordinating field activities, deploying observers, and liaising with local authorities. The involvement of fishers in data collection and feedback sessions provided valuable insights into operational constraints and attitudes toward conservation tools.

Training was delivered by SINAY, IEO Málaga, and the Madeira Whale Museum, covering biopsy techniques, acoustic monitoring, and data analysis. These capacity-building efforts strengthened local expertise and ensured that monitoring protocols were adapted to the Moroccan context.

A Steering Committee composed of representatives from ACCOBAMS, INRH, and FAO-GFCM met three times during the project to oversee progress and ensure alignment with strategic objectives. This governance structure facilitated coordination and accountability, while the tripartite collaboration model proved effective in integrating scientific, technical, and policy perspectives.

The project also benefited from the use of standardized tools such as the iLogWhale app, GPS devices, and structured Excel sheets, which ensured consistency in data collection. Passive acoustic monitoring using R-Tsys and F-POD sensors provided continuous data on dolphin presence, complementing visual observations and enabling monitoring during adverse weather conditions.

An ACCOBAMS Workshop on Commercial Fisheries Interaction with Vulnerable Species, was held online on 28 January 2025. It brought together regional experts and project leads to share methodologies, preliminary findings, and mitigation strategies. The Moroccan case study presented during the workshop contributed to a broader dialogue on dolphin depredation and elasmobranch bycatch, reinforcing the importance of harmonized approaches, stakeholder engagement, and science-based policy development across the Mediterranean.

The ecological implications of the findings are significant. Elasmobranchs, due to their life history traits, are particularly vulnerable to overfishing, and the high mortality rates observed in this project reinforce the urgency of implementing gear-based mitigation. Dolphin depredation, while less lethal, poses economic risks to fishers and reflects broader ecosystem dynamics influenced by prey availability and seasonal patterns.

Operationally, the project demonstrated that mitigation tools must be tailored to local fishing practices. Artisanal fisheries, with their diversity of gear types and limited resources, require flexible and low-cost solutions. The reluctance to adopt selectivity grids and the limited effectiveness of pingers highlight the need for participatory design and adaptive management.

The broader significance of these findings extends beyond the Moroccan context. The Mediterranean region faces similar challenges in balancing resource utilization with species conservation. This project contributes valuable data and lessons that can inform regional strategies under the framework of the General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM). Continued collaboration among scientific institutions, regulatory bodies, and fishing communities will be crucial to advancing sustainable fisheries and protecting marine biodiversity.

CONCLUSIONS AND AND RECOMMENDATIONS

6.1 Synthesis of Findings

- **Elasmobranch Bycatch:** total of 117 onboard observations and 434 questionnaires were conducted between January 2024 and August 2025. Sharks and rays accounted for 100% of the bycaught individuals in trawlers. *Galeorhinus galeus* was the most frequently recorded species, with 13 individuals observed. The estimated bycatch rate for sharks and rays was 0.102%, corresponding to approximately 1,182 individuals. Only 21% of these individuals were released alive, indicating a high mortality rate.
- **Dolphin Depredation:** Monitoring missions included 104 boardings and 637 surveys across M'diq, Hoceima, and Nador. The highest interaction rate was recorded in July 2025 at 83.7%, while the lowest was in October 2024 at 5.3%. Chi-square tests confirmed a strong association between dolphin interactions and the summer season. Bottlenose dolphins were identified as the primary species responsible for depredation, while common dolphins were frequently observed but did not contribute to predation.
- **Mitigation Trials:** Acoustic deterrents (Licado pingers) were tested in 12 fishing operations. Despite proper deployment, depredation occurred in 6 of these operations. Statistical analysis (Chi-square test p-value = 0.8825; GLM p-value = 0.6579) indicated no significant reduction in dolphin interactions due to pinger use. Selectivity grid trials were not implemented due to stakeholder resistance and technical incompatibilities.

6.2 Strengths and Challenges of Data Collection Methodologies

The project employed a robust and multi-layered data collection framework, integrating onboard observations, landing surveys, structured interviews, photo-identification, biopsy sampling, and passive acoustic monitoring. This comprehensive approach enabled the collection of both quantitative and qualitative data across three key regions.

Strengths included:

- High coverage of field activities, with 117 onboard observations and 434 questionnaires for elasmobranch bycatch, and 637 surveys for dolphin depredation.
- Use of standardized FAO/GFCM protocols ensured methodological consistency.
- Integration of visual and acoustic monitoring tools enhanced data reliability.

Challenges encountered:

- Limited biopsy sample size (only two dolphin samples analyzed), restricting ecological inference.
- Stakeholder reluctance to participate in gear trials.
- Technical incompatibilities with existing trawl gear hindered field experimentation.

6.3 Successes and Challenges of Mitigation Measures Tested

Two mitigation strategies were explored:

Selectivity Grids:

A prototype grid was designed to exclude large non-target species from the codend. However, field trials were not conducted due to concerns over gear compatibility, operational feasibility, and resistance from fishers. The grid's weight and design were deemed unsuitable for the Moroccan fleet, underscoring the need for participatory design and co-development with fishers.

Acoustic Pingers:

Licado pingers were deployed in 12 fishing operations. Despite proper activation and observer verification, depredation occurred in half of the trials. Statistical tests showed no significant reduction in dolphin interactions, indicating that acoustic deterrents alone are insufficient. These findings highlight the limitations of standalone technological solutions and the importance of integrated approaches.

6.4 Policy Recommendations tailored to the Moroccan context

- **Expand Acoustic Deterrent Trials:** Future trials of acoustic pingers should involve a larger number of vessels and fishing zones. This expansion will improve statistical robustness and help determine whether observed patterns are consistent across different operational contexts and seasons.
- **Redesign selectivity grids with fisher inputs:** The design of selectivity grids should be revisited in collaboration with fishers. Using lighter materials and modular components may improve usability and reduce resistance. Co-designing the gear will ensure that it aligns with the structural and functional characteristics of Moroccan trawl nets.
- **Strengthen engagement with fishing communities:** Regular workshops, feedback sessions, and participatory design of mitigation strategies should be organized to build trust and demonstrate the benefits of conservation measures. Empowering fishers as co-creators of solutions will foster long-term adoption and compliance.
- **Increase observer Coverage:** Observer deployment should be expanded, particularly in underrepresented ports and fleet segments. This will enhance the representativeness of the data and allow for more accurate assessments of bycatch and depredation rates.
- **Prioritize biopsy and prey sample analysis:** Laboratory analysis of biopsy and prey samples should be accelerated to generate insights into dolphin diet and foraging ecology. These findings will inform spatial management measures and help identify high-risk interaction zones.

- **Deploy Passive Acoustic Monitoring in hotspots:** Passive acoustic monitoring equipment should be installed in areas identified as depredation hotspots. Continuous acoustic surveillance will complement visual methods and provide data during periods of poor weather or limited visibility.
- **Integrate acoustic monitoring into routine surveys:** Passive acoustic methods should be integrated into regular monitoring programs to ensure continuous data collection. This will allow for the detection of temporal patterns in dolphin presence and behavior, even during adverse conditions.
- **Continue long-term monitoring:** Sustained monitoring is essential to identify ecological and operational drivers of dolphin depredation. Longitudinal data will support adaptive management and the refinement of mitigation strategies.
- **Reinforce genetic and dietary analyses:** Genetic analyses of biopsy samples should be further conducted to understand population structure, while dietary studies will clarify prey overlap between dolphins and fisheries. These insights are critical for designing targeted conservation actions.
To enhance understanding of dolphin feeding ecology and trophic interactions in the Moroccan Mediterranean, it is recommended to increase the number of biopsy samples from bottlenose dolphins..
- **Develop a national strategy for bycatch and depredation mitigation:** Based on the findings of this project, Morocco should consider developing a national strategy to address bycatch and depredation. This strategy should include standardized protocols, capacity-building programs, and a framework for stakeholder engagement.

6.5 Proposals for Future Research and Funding Needs

Building on the achievements and lessons of this initiative, it is strongly recommended to pursue similar projects in Morocco. The tripartite collaboration between ACCOBAMS, FAO-GFCM, and INRH has proven to be a highly effective model for addressing complex conservation challenges. By integrating scientific research, policy frameworks, and local operational knowledge, this partnership has facilitated a holistic approach to mitigating elasmobranch bycatch and dolphin depredation.

Continued efforts in this direction will strengthen Morocco's capacity for sustainable fisheries management and will also contribute to regional coherence in conservation strategies across the Mediterranean. Sustaining and expanding this collaborative framework is essential to ensure long-term ecological resilience and socio-economic viability in coastal communities.

The following research priorities and funding needs are identified:

1. **Advance Gear Innovation Through Participatory Design Workshops**

Funding should be allocated to support co-design workshops with fishers for the development of selectivity grids and acoustic deterrents. These workshops will facilitate the creation of gear that **is both ecologically effective and operationally feasible**.

2. **Invest in Monitoring Infrastructure and Data Processing Tools**

Resources should be directed toward acquiring and maintaining passive acoustic monitoring systems, GPS tracking devices, and data analysis software. This infrastructure is essential for **continuous and high-resolution monitoring of species interactions**.

3. **Expand biopsy sampling for stable Isotope and genetic analysis**

Increasing the number of biopsy samples would enable the application of robust mixing models for diet assessment and support **more accurate conservation strategies**. Integrating stable isotope analysis into ongoing monitoring programs could provide valuable insights into ecosystem dynamics and **inform mitigation measures for fisheries interactions**.

Funding should be provided to strengthen laboratory capabilities for processing biopsy and prey samples. This includes equipment upgrades, staff training, and partnerships with specialized research institutions.

4. **Support Regional Collaboration and Knowledge Exchange**

Future projects should promote cross-border collaboration under the GFCM framework. Sharing methodologies, data, and lessons learned will **enhance regional coherence** in conservation strategies and foster innovation.

5. **Secure Long-Term Funding for Monitoring and Evaluation**

Sustained financial support is needed to continue monitoring activities, evaluate the effectiveness of mitigation measures, and adapt strategies over time. Long-term funding will ensure **continuity** and allow for the **refinement of conservation approaches based on evolving data**

REFERENCES

Carpentieri P. & Gonzalvo, J. (2022). Dolphin depredation in Mediterranean and Black Sea fisheries - Methodology for data collection. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 688. Rome, FAO.

Carpentieri P., Nastasi A., Sessa M., Srour A. (2021). Incidental catch of vulnerable species in Mediterranean and Black Sea fisheries: a review. GFCM Studies and Reviews No. 101. Rome, FAO.

FAO. (2019). Monitoring the incidental catch of vulnerable species in Mediterranean and Black Sea fisheries: Methodology for data collection. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 640. Rome, FAO.

Gonzalvo J. & Carpentieri P. (2023). Depredation by marine mammals in fishing gear – A review of the Mediterranean Sea, Black Sea and contiguous Atlantic area. Studies and reviews (General Fisheries Commission for the Mediterranean), No. 102. Rome, FAO.

Malouli I. M., Ouamari N., Abid N., Selfati M., Jghab A., Mokhtar Jamaï K., Mghouchi K., Benyacine M., Serghini M. (2020). Rapport de synthèse des résultats sur l'interaction entre le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et la pêche à la senne coulissante et l'expérimentation de nouvelles sennes renforcées en Méditerranée marocaine.

ANNEXES

[Annex 1.](#) Sampling protocol for bottlenose dolphin's prey.

[Annex 2.](#) Protocols for biopsies on wild bottlenose dolphins.

[Annex 3.](#) Questionnaires for interviews with fishermen.

[Annex 4.](#) Survey sheet for data collection on cetacean-fisheries interaction.

[Annex 5.](#) Survey sheet for data collection on biopsies performed on dolphins.

[Annex 6.](#) Outputs from a study on pingers' efficiency

[Annex 7.](#) Shared protocol to illustrate each step of the planning and deployment process for Passive Acoustic Monitoring

[Annex 8](#) - Report of Stable Isotope Analysis of Cetacean Samples and putative prey samples

Annex 1. Sampling protocol for bottlenose dolphin's prey.

ACCOBAMS – INRH : PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES PROIES

Préparé par Pauline Gauffier & Joan Giménez

1.1. Échantillonnage des spécimens de proies

*** Idéalement, les spécimens de proies seront traités immédiatement après leur collecte et ne seront pas encore congelés. Dans ce cas, on maintiendra le reste des spécimens au frigo pendant que l'on traite le premier etc. Si les spécimens sont stockés congelés, on les mettra au frigo 3h avant pour qu'ils se décongèlent doucement et on les sortira un par un au fur et à mesure de leur traitement.*

Préparation :

1.1.1. 3H AVANT : Mettre les spécimens au frigo pour qu'ils se décongèlent.

1.1.2. Préparer les tubes :

1.1.2.1. Imprimer la feuille Excel (ou le pdf) des étiquettes :

On imprimera 1 étiquette pour chaque tube = chaque spécimen. Le fichier a été préparé pour être imprimé avec la liste d'espèces. Vérifier que toutes les espèces ont été listées et le cas échéant, rajouter celles qui manquent. Il devrait y avoir 3 spécimens par espèce par zone donc 9 étiquettes par espèce, sauf pour *Pyrosoma atlanticum* et *Venus nux* qui devraient avoir 5 spécimens par zone (15 étiquettes en tout).

Les codes des étiquettes sont XXYY_001, XXYY_002, XXYY_003, etc. avec XX qui représente les deux premières lettres du genre et YY les deux premières lettres du nom d'espèce en latin.

Ex : *Sparus aurata* : XX=SP, YY=AU, étiquettes SPAU_001, SPAU_002, SPAU_003, etc..

Étiquettes à imprimer								
BOBO_001	BOBO_002	BOBO_003	BOBO_004	BOBO_005	BOBO_006	BOBO_007	BOBO_008	BOBO_009
CEMA_001	CEMA_002	CEMA_003	CEMA_004	CEMA_005	CEMA_006	CEMA_007	CEMA_008	CEMA_009
CHRA_001	CHRA_002	CHRA_003	CHRA_004	CHRA_005	CHRA_006	CHRA_007	CHRA_008	CHRA_009
COCO_001	COCO_002	COCO_003	COCO_004	COCO_005	COCO_006	COCO_007	COCO_008	COCO_009
DEMA_001	DEMA_002	DEMA_003	DEMA_004	DEMA_005	DEMA_006	DEMA_007	DEMA_008	DEMA_009
DIAN_001	DIAN_002	DIAN_003	DIAN_004	DIAN_005	DIAN_006	DIAN_007	DIAN_008	DIAN_009
DIBE_001	DIBE_002	DIBE_003	DIBE_004	DIBE_005	DIBE_006	DIBE_007	DIBE_008	DIBE_009
ELCI_001	ELCI_002	ELCI_003	ELCI_004	ELCI_005	ELCI_006	ELCI_007	ELCI_008	ELCI_009
ELMO_001	ELMO_002	ELMO_003	ELMO_004	ELMO_005	ELMO_006	ELMO_007	ELMO_008	ELMO_009

1.1.2.2. Imprimer la feuille Excel des informations pour pouvoir remplir le code INRH, le numéro de la station et la longueur de chaque spécimen au fur et à mesure.

Espèce - nom latin	Code INRH (écrit sur le sac)	Étiquette tube	Longueur (cm)	Station n°	Commentaires
<i>Boops boops</i>		BOBO_001			
<i>Boops boops</i>		BOBO_002			
<i>Boops boops</i>		BOBO_003			
<i>Boops boops</i>		BOBO_004			
<i>Boops boops</i>		BOBO_005			
<i>Boops boops</i>		BOBO_006			

ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

- 1.1.2.3. Sortir les tubes Eppendorf du sac [avec des gants] sans toucher l'ouverture et les fermer immédiatement. Préparer 1 tube pour chaque spécimen de proie.
- 1.1.2.4. Découper les étiquettes et les coller sur chaque tube avec un morceau de scotch qui recouvre toute l'étiquette.
- 1.1.3. Mettre des gants.
- 1.1.4. Nettoyer le plan de travail et l'ichtyomètre avec de l'éthanol.
- 1.1.5. Stériliser les pinces et la lame de scalpel en les rinçant à l'éthanol.
- 1.1.6. Remplir 4 bocaux en plastique marqués à cet effet avec le produit correspondant (ne pas mélanger les produits entre 2 sessions) : Eau + savon, Eau, Javel (petite quantité), Éthanol. L'Eau + savon et la Javel ne seront utilisés qu'à la fin (cf 1.1.19) pour nettoyer le matériel avant de le ranger.



Échantillonnage :

- 1.1.7. Découper un rectangle d'aluminium assez grand pour y poser le spécimen.
- 1.1.8. Sortir du frigo le premier sac contenant un spécimen. Lire le code INRH du spécimen (=ce qui est écrit sur le sac) et identifier le tube qui lui correspond. Écrire le code INRH du spécimen et le numéro de station sur la feuille des informations.
- 1.1.9. Mesurer la longueur totale du spécimen en centimètres avec un ichtyomètre et l'inscrire sur la feuille des informations.



ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

- 1.1.10. Pour les poissons : Maintenir le spécimen et enlever un morceau de peau d'environ $2 \times 2 \text{ cm}^2$ avec le scalpel et une pince, et la jeter à la poubelle. Ensuite, maintenir le spécimen et découper un morceau de muscle blanc d'environ $2 \times 0,5 \times 0,5 \text{ cm}^3$ avec le scalpel. Attention à ne pas arriver jusqu'au sang.



- 1.1.11. Pour les céphalopodes : Maintenir le spécimen et découper un morceau de muscle blanc d'environ $2 \times 0,5 \times 0,5 \text{ cm}^3$ avec le scalpel dans le manteau.
- 1.1.12. Pour Pyrosoma atlanticum, couper un morceau de la partie xxx d'environ $2 \times 0,5 \times 0,5 \text{ cm}^3$ avec le scalpel.
- 1.1.13. Pour Vemux mix, conserver le spécimen entier.
- 1.1.14. Introduire le morceau de proie dans le tube correspondant. Essayer de remplir le tube mais sans forcer, sans toucher les bords extérieurs du tube. Fermer le tube.



ACCOBAMS – INRH – PROTOCOLE DES SORTIES POUR LA COLLECTE DE BIOPSIES

A - AVANT LA SORTIE - checklist du matériel

- Arbalète
- Flèches x 3
- Pointes stériles dans leur sac hermétique x 10
- Appareil photo
- GPS
- Formulaire de collecte de données + crayons (ou application *Ilogwhales*)
- Gants
- Tube éthanol 96%
- Sacs en plastique
- Marqueurs permanents
- Glacière + blocs de glace
- Catalogue d'individus DÉJÀ biopsiés
- Documentation/permis (ordre de mission, arbalète, échantillons)

ATTENTION ! Tous les instruments doivent avoir la même heure et les batteries être chargées :

- GPS
- Appareil photo
- Données (formulaire ou application *Ilogwhales*)

B - PENDANT LA SORTIE

1. Trouver le bon groupe

Idéalement, groupe sans nouveau-nés/petits

- Beaucoup d'adultes >> pas beaucoup de petits.
- On essaiera de photographier la plupart des animaux avant de commencer l'échantillonnage
- Charger l'arbalète et mettre la flèche + pointe (tremper la pointe dans le tube d'éthanol)

2. Trouver le bon animal

- Un individu adulte
- Pas de femelle avec un petit dépendant
- Idéalement, un adulte qui ne reste pas à proximité de femelles avec petits
- Photographier l'animal au préalable et comparer avec le catalogue d'individus biopsiés
- Suivre l'animal pour prévoir son comportement

IMPORTANT : La communication entre tireur, photographe et skipper est la clé de la réussite

- Le/la skipper placera le bateau au bon endroit. Bateau parallèle au cap de l'animal, tireur.se à la hauteur du dauphin, distance de 4-10 m.
- Le/la photographe doit être prêt à prendre la photo au moment de l'impact.
- Le/la tireur ne tirera que s'il est sûr de sa réussite et prévient le photographe avant de tirer.

Lorsqu'il/elle est prêt, le tireur retire la sécurité et crie haut et fort « SURÊTÉ OFF".

⇒ ATTENTION: la flèche peut alors partir sans prévenir

3. Tirer

- S'assurer qu'il n'y a pas de petit à proximité qui puisse remonter sans prévenir
- Prévenir le photographe que l'on va tirer
- Viser sous la nageoire dorsale
- Tirer et suivre la flèche. Prendre une photographie au moment de l'impact
- Suivi de la cicatrisation des blessures grâce à la photo-identification

⇒ Quelqu'un doit noter les informations (lieu, réaction, photo).

IMPORTANT: ÉVITER LES TIRS RATÉS LE PLUS POSSIBLE - les groupes réagissent énormément à l'impact de la flèche sur l'eau.

4. Récupérer la flèche

- Si la flèche a recueilli un échantillon, récupérer la flèche en veillant à ne pas perdre l'échantillon - ne pas toucher la pointe
- Si la flèche a touché un animal mais n'a pas recueilli ou a perdu l'échantillon, procéder comme s'il y avait un échantillon (il peut toujours être utile pour la génétique)
- Si la flèche/pointe n'a pas touché l'animal, on peut réutiliser la pointe telle quelle, la secouer pour faire sortir l'eau, l'immerger dans de l'éthanol à 96 %, remettre la flèche sur l'arbalète

5. Préserver l'échantillon

- Récupérer la flèche en veillant à ne pas perdre l'échantillon - ne pas toucher la pointe
- Dévisser la pointe et la conserver dans son sac en plastique – noter le code temporaire de l'échantillon sur le sac: **Date + numéro d'échantillon pris ce jour**
- Conserver le sac plastique dans la glacière
- S'assurer que toutes les données ont été collectées dans le formulaire de données ou application *Ilogwhales*

6. Faire une nouvelle biopsie

- Nettoyer la flèche de toute trace de peau sur le flotteur
- Prendre une nouvelle pointe stérile, la placer sur la flèche et la tremper dans de l'éthanol à 96 %
- Répéter l'opération pour prélever un autre échantillon
- Idéalement, ne pas biopsier plus de 5 individus du même groupe

C - APRÈS LA SORTIE

1. **Traiter les échantillons** (voir Protocole)
 - 1.1. Traiter les échantillons
 - 1.2. Nettoyer et stériliser les pointes. Stocker chaque pointe dans un sac individuel fermé.
2. **Traiter les données**
 - Entrer les données dans la base de données de biopsies (code de l'échantillon, photo/code de l'individu, etc. voir Excel)
 - Ajouter les nouveaux individus au catalogue d'individus biopsiés (vérifier qu'ils n'avaient pas été biopsiés précédemment). Imprimer les nouveaux individus.
3. **Nettoyer le matériel**
 - Rincer l'arbalète et les flèches avec de l'eau douce
 - Sécher et stocker dans un lieu sec
 - Éventuellement cirer la corde de l'arbalète si besoin.

ACCOBAMS – INRH PROTOCOLE DE TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Préparé par Pauline Gauffier & Joan Giménez

1.1. Traitement des échantillons

*** Idéalement, les échantillons seront traités immédiatement en rentrant de la sortie en mer et ne sont pas encore congelés. Dans ce cas, maintenir le reste des échantillons au frigo pendant que l'on traite le premier etc. Si les échantillons sont stockés congelés, on les sortira un par un au fur et à mesure de leur traitement.*

Préparation :

- 1.1.1. Mettre des gants
- 1.1.2. Nettoyer le plan de travail avec de l'éthanol.
- 1.1.3. Stériliser les pinces et la lame de scalpel avec de l'éthanol, brûler l'excès d'éthanol.
- 1.1.4. Remplir les bocaux en plastique marqués à cet effet avec le produit correspondant (ne pas mélanger les produits entre 2 sessions).



- 1.1.5. Préparer les tubes :
 - 1.1.5.1. Sortir les tubes du sac [avec des gants] sans toucher l'ouverture et les fermer immédiatement.

Préparer 4 tubes pour chaque biopsie, 1 tube stérilisé pour la génétique + 3 tubes

- 1.1.5.2. Enlever les gants (ou faire par une autre personne sans gants)

- 1.1.5.3. Imprimer le fichier Excel des étiquettes :

Codes : TT_M_001 pour M'diq et TT_H_001 pour Al Hoceima.

On imprimera 4 étiquettes pour chaque échantillon. On peut rajouter une lettre pour indiquer le type d'échantillon:

TT_M_001_G ou TT_H_001_G pour le tube de Génétique (→ KENZA).

TT_M_001_I ou TT_H_001_I pour le tube des Isotopes stables (→ Joan).

ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

TT_M_001_L ou TT_H_001_L pour le tube qui contiendra le Lard

TT_M_001_B ou TT_H_001_B pour le tube de Backup

1.1.5.4. Découper les étiquettes et les coller sur chaque tube avec un morceau de scotch qui recouvre toute l'étiquette.

1.1.5.5. Remettre les gants

1.1.5.6. Remplir les tubes pour la génétique presque jusqu'en haut avec de l'éthanol grâce à une pissette.

Traitement :

1.1.6. Mettre des gants. Découper des rectangles d'aluminium d'environ 10 x 8 cm et les placer sur le côté du plan de travail (propre), éloignés de la zone de traitement des échantillons. On aura besoin de 2 rectangles pour chaque échantillon.

1.1.7. Prendre un rectangle d'aluminium pour poser l'échantillon.

1.1.8. Sortir du frigo/congélateur le premier sac contenant un échantillon. Lire le code de l'échantillon et identifier les tubes qui lui correspondent.

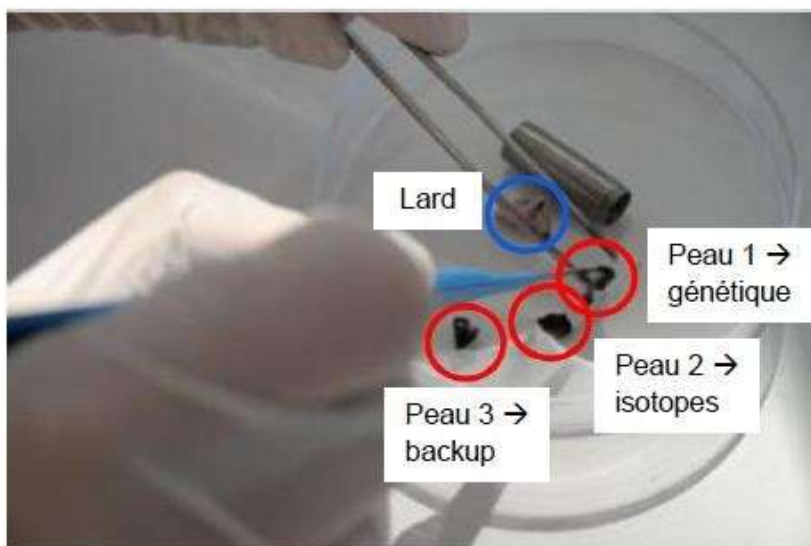
1.1.9. Avec une pince stérile, sortir la pointe du sac et la poser sur le rectangle d'aluminium.

1.1.10. Avec l'aide de 2 pinces, maintenir la pointe et extraire l'échantillon en tirant et poussant pour faire sortir l'échantillon par l'une des 2 extrémités. Il est primordial de minimiser au maximum les dommages à l'échantillon et la pointe (notamment les picots intérieurs) pendant la procédure. Poser l'échantillon sur le rectangle d'aluminium.



ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

- 1.1.11. Prendre un nouveau rectangle d'aluminium. Avec l'aide d'une pince et du scalpel (préalablement stérilisé), découper la graisse, puis l'enrouler dans le rectangle d'aluminium propre sans toucher la graisse avec les gants. Enfin insérer le rouleau dans le tube TT_M_00X_L ou TT_H_00X_L qui contient le lard.



- 1.1.12. Avec l'aide d'une pince et du scalpel, découper la peau en 3 morceaux équivalents (à peu près). Avec l'aide d'une pince, placer chaque morceau dans l'un des 3 tubes préparés à cet effet, sans toucher les bords extérieurs du tube. Fermer les tubes.
- 1.1.13. Garder les 4 tubes immédiatement au congélateur (soit dans une boîte en plastique soit dans un grand sac).
- 1.1.14. Jeter le rectangle d'aluminium usagé. Nettoyer le plan de travail avec de l'éthanol.
- 1.1.15. Nettoyer et stériliser les pinces et la lame de scalpel (ou changer la lame): frotter les pinces avec la petite brosse et du savon afin d'éliminer les débris visibles, rincer à l'eau douce, immerger dans le bocal de javel 10% quelques secondes, rincer à l'eau douce, immerger dans le bocal d'éthanol 95%, brûler l'excès d'éthanol.
- 1.1.16. Placer la pointe usagée dans le bocal qui contient l'eau savonneuse pour la stériliser (cf. 1.2) après avoir traité tous les échantillons.
- 1.1.17. S'il y a un autre échantillon à traiter, répéter les étapes 1.1.7. jusqu'à 1.1.16.; sinon passer au 1.2.

ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

1.2. Stérilisation des pointes de biopsies

*** Idéalement, on procédera à la stérilisation des pointes immédiatement après avoir traité tous les échantillons du jour pour que les pointes soient prêtes pour la prochaine sortie.*

Préparation :

- 1.2.1. Mettre des gants (si ce n'est pas déjà le cas).
- 1.2.2. Nettoyer le plan de travail avec de l'éthanol.
- 1.2.3. Préparer une feuille d'aluminium pour poser les pointes quand elles seront propres.
- 1.2.4. Stériliser les pinces avec de l'éthanol, brûler l'excès d'éthanol.
- 1.2.5. Remplir les bocaux en plastique marqués à cet effet avec le produit correspondant (ne pas mélanger les produits entre 2 sessions).



Stérilisation :

- 1.2.6. Nettoyer chaque pointe à l'eau et au détergent (=liquide) d'éliminer les débris visibles: tenir la pointe avec une pince et utiliser la pince pour nettoyer l'intérieur.



ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

1.2.7. Rincer à l'eau douce : soit sous le robinet, soit dans un bocal avec de l'eau propre. Dans le 2^e cas, changer l'eau entre chaque rinçage.



1.2.8. Immerger pendant 10 minutes dans une solution d'eau de Javel à 10 % (l'eau de javel du commerce/supermarché ne nécessite pas de dilution).



1.2.9. Rincer à l'eau douce : soit sous le robinet, soit dans un bocal avec de l'eau propre. Dans le 2^e cas, changer l'eau entre chaque rinçage.

1.2.10. Immerger pendant 5 minutes dans l'éthanol à 95%.

ACCOBAMS – INRH – Protocole de traitement des échantillons

- 1.2.11. Laisser sécher à l'air libre, puis brûler l'excès d'éthanol avec un briquet → NE PAS SOUFFLER POUR ÉTEINDRE LA FLAMME !



- 1.2.12. Attendre quelques instants que la pointe refroidisse puis stocker dans un petit sac plastique hermétique (~6*10 cm).



Annex 3. Questionnaires for interviews with fishermen.

Informations relatives au suivi de la senne consolidée vis-à-vis des attaques des grands dauphins

Nom du bateau :

Matricule :

Date :

Heure de sortie en mer :

Heure de rentrée au port :

Informations sur les opérations de pêche :

Nom de l'enquêteur :

Longueur du filet :

		Opération 1			Opération 2			Opération 3		
Heure										
Zone de pêche										
Coordonnées géographiques										
Profondeur										
Nombre de bateaux présents à moins de 1 km										
Durée de l'opération de pêche (mn)										
Nombre d'attaques sur la senne										
Nombre de ramendeurs prévu pour réparer la senne										
Quantités de poissons pêchés	Espèces pêchées									
	Nombre de caisse									
	Prix de la caisse									

Mesures déchirures :

-
-
-
-

-
-
-
-

-
-
-
-

Informations relatives au suivi des pingers vis-à-vis des attaques des grands dauphins

Observation des dauphins	<div>oui</div> <input type="checkbox"/> <div>non</div> <input type="checkbox"/>
Nombre de dauphins observés	
Type des dauphins observés	<div>Negro</div> <input type="checkbox"/> <div>Commun</div> <input type="checkbox"/> <div>Stenelle</div> <input type="checkbox"/> <div>Autre</div> <input type="checkbox"/>
Position d'observation des dauphins	<div>Longitude :</div> <div>Latitude :</div>
Heure d'utilisation de l'engin de pêche Début	
Heure d'utilisation de l'engin de pêche Fin	
Le nombre des dauphins observés à côté du filet	
Utilisation des pingers	<div>oui</div> <input type="checkbox"/> <div>non</div> <input type="checkbox"/>
Position des pingers	
Le nombre des pingers utilisées	
Position des attaques dans la senne coulissante	

Annex 4. Survey sheet for data collection on cetacean-fisheries interaction.

Monitoring of conflicts between dolphins and consolidated purse seines

Name of the boat:

Name of investigator:

Roll:

Length of net:

Date:

Time of Sea Departure:

Time of return to port:

Information on fishing operations:

		operation 1			operation 2			operation 3		
Time										
Fishing zone										
Geographic coordinates										
Depth										
Number of boats within 1 km										
Duration of fishing operation (min)										
Number of attacks on purse seine										
Number of haulers planned to repair the seine										
Quantities of fish caught	Species fished									
	Number of cases									
	Case price									

Information on monitoring pingers for bottlenose dolphin attacks

Dolphin observation	yes	no
Number of dolphins observed		
Type of dolphins observed	Tursiops	Commun Stenella other

Dolphin observation position	Longitude: Latitude:	
Time of use of fishing gear Start		
Time of use of fishing gear End		
The number of dolphins observed next to the net		
Using pingers	yes	no
Pinger position		
Number of pingers used		
Position of attacks in the purse seine		

Annex 5. Survey sheet for data collection on biopsies performed on dolphins.

BIOPSY SAMPLING FORM

Date: ____ / ____ / ____ (Day/Month/Year)

Sighting number: _____

Time: ____ (Hour:Minute)

Trip number: _____

Specie: _____

Longitude: _____

Shooter: _____

Latitude: _____

Recorder: _____

Device: Crossbow / Spear

Shooting number: _____ Type of tip: Larssen /

Other: _____

Unsuccessful shooting: ☐

Successful shooting: ☐ → Complete sample: YES ☐ NO ☐

Sample code: _____

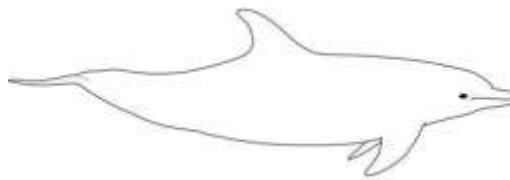
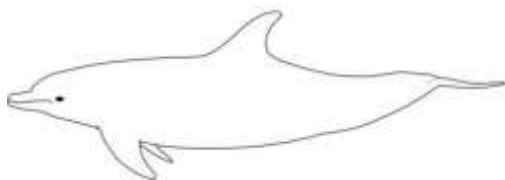
Impact zone:

Left side:

- ☐ Costado anterior
- ☐ Costado bajo
- ☐ dorsal Costado
- ☐ posterior
- ☐ Pedúnculo
- ☐ caudal Dorsal fin
- ☐ Other: _____

Right side:

- ☐ Costado anterior
- ☐ Costado bajo dorsal
- ☐ Costado posterior
- ☐ Pedúnculo caudal
- ☐ Dorsal fin
- ☐ Other: _____



Response intensity:

☐

Low

☐

Medium

☐

High

☐

Very High

Type of response:

☐

Fast dive

☐

Dive and evasion

☐

Evasion

☐

Jump

☐

Tail slap

Type of response:

☐

Individual response

☐

Group response

Comments: _____

Annex 6. Outputs from a study on pingers' efficiency



Contexte de l'étude

1. Déprédation au Maroc

Le Maroc est depuis de nombreuses années touché par le phénomène de déprédation. Ce phénomène de l'interaction entre la pêche à la senne et le Grand Dauphin, constitue actuellement l'un des défis majeurs auxquels se confronte le secteur de la pêche en Méditerranée marocaine.

Les fréquences des opérations de pêche attaquées n'ont cessé de grimper pour passer de 16% en 2002 à 35% en 2014, soit une augmentation moyenne du phénomène d'interaction de près de 7%/an. Cela engendre des pertes financières importantes liées à la réduction des captures, à la détérioration des engins de pêche et à la réduction et perturbation des opérations de pêche.

2. Objectifs

Ces régions manquent de données standardisées sur ces sujets et entrave à la compréhension globale des phénomènes de déprédation et de captures accidentelles et donc à l'efficacité des mesures de conservation.

La Commission générale des pêches pour la Méditerranée (CGPM) a reconnu la nécessité de collaboration pour relever ces défis et soulignent l'importance d'atténuer les prises accessoires dans ces régions et d'améliorer l'état de conservation des espèces vulnérables.

La recherche de dispositifs acoustiques afin de réduire la déprédation fait partie des mesures proposées.

Confidential

SINAY



SOMMAIRE

1. Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

- a. Distribution fréquentielle des sources de bruit sous-marin
- b. Audiogramme des mammifères marins
- c. Caractéristiques des senseurs de M'diq et Al Hoceima et les interactions avec les mammifères marins

2. Généralités sur les dispositifs acoustiques dits pingers

- a. Le fonctionnement d'un pinger
- b. Les types de pingers : « dissuasifs », « harassants » et interactifs

3. Panorama des pingers existants

- a. Les pingers FUTURE OCEANS
- b. Les pingers AQUATEC
- c. Les pingers STM
- d. Le pinger Octech: Cetavaser Licado
- e. Le pinger Octech: PIRIL
- f. Le pinger Octech: Dolphin free
- g. Le pinger Airmar
- h. Les pingers FISHTEK Marine

4. Pinger recommandés

- a. Caractéristiques techniques
- b. Retour sur expérience
- c. Orientations
- d. Solution comportementale : Le cas de la déprédation de la légine par les orques en Antarctique

Confidential

SINAY

1.

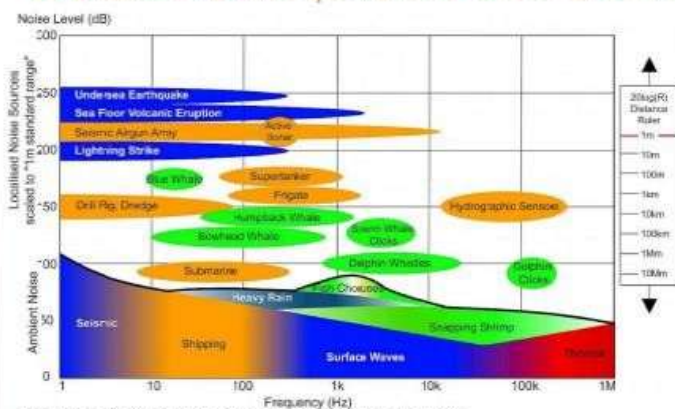
Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

SINAY



1. Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

a. Distribution fréquentielle des sources de bruit sous-marin



Distribution fréquentielle des sources de bruit ambiant sous-marin.

Réf. : « Traitement du signal pour l'acoustique sous-marine : des communications numériques à la surveillance passive », Socheleau, 2019

La Figure présente les différents sons qui contribuent au bruit sous-marin. Les bruits anthropiques sont représentés en jaune, les bruits d'origine naturelle en bleu et les bruits d'origine biologique en vert. Le niveau de bruit ambiant typique est également présenté sur cette figure. Nous pouvons voir, tout en bas de la figure, un spectre donnant le bruit ambiant en fonction des fréquences.

Certaines espèces animales telles que les cétacés et les crustacés, constituent aussi une source de bruit que l'on appelle « bruits biologiques ». Ils sont composés de signaux impulsifs ou modulés plus ou moins importants selon l'espèce émettrice (ex : sifflements et clics des dauphins, clics de crevettes calqueuses, etc.).

Quant aux bruits d'origine humaine, dits anthropiques, ils viennent principalement, du trafic maritime et des travaux de pêche.

Confidential

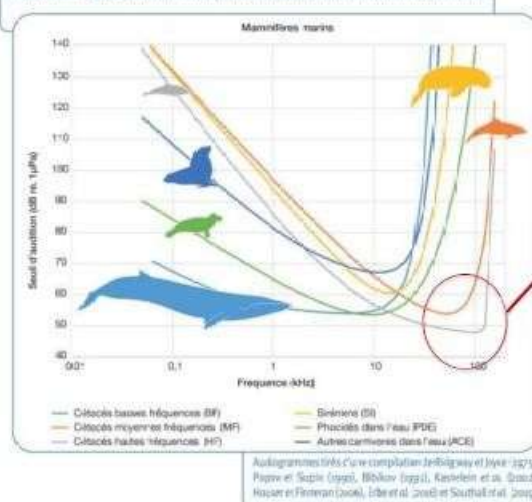
SINAY



1. Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

b. Audiogramme des mammifères marins

Figure 2.3. Audiogrammes de quelques espèces de mammifères marins.



Des seuils d'audition plus bas chez les cétacés

Sur ce graphique, on voit que dans les fréquences élevées, à partir de 70kHz, le Marsouin et le Dauphin commun ont des seuils auditifs relativement bas, par rapport au Phoqué gris notamment.

C'est à cette fréquence qu'il sera possible d'émettre des pings entendus par le Grand Dauphin, sans qu'il soit entendu par les baleines ou les phoques par exemple.

La sardine ayant un seuil bien plus haut, elle ne percevra pas les sons des dispositifs acoustiques.

Source : « effet des sons anthropiques sur la faune marine – cas des projets éoliens offshore », Matière à débattre & décider, J. Bonnel

Confidential

SINAY



1. Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

b. Audiogramme des mammifères marins

Groupes d'audition de mammifères marins	Portée d'audience généralisée
Cétacés de basse fréquence (FL) (Ex : Rorquals)	7 Hz à 35 kHz
Cétacés de haute fréquence (HF) (Ex : delphinidés, baleines à bec)	150 Hz à 160 kHz
Cétacés à très haute fréquence (THF) (Ex : Marsouins, Kogia)	160 Hz à 275 kHz
Pinnipèdes phocidés (sous l'eau) (Ex : Phoques)	50 Hz à 86 kHz

Dans les plages d'audition qui sont les leurs, chaque mammifère marin « tolère » un volume sonore au-delà duquel un son entraînera pour lui une perte d'audition dite temporaire (TTS) ou permanente (PTS). Ces seuils d'impact sont plus élevés pour des sons dits impulsifs (de type « ping » d'un répulsif acoustique) que pour des sons non impulsifs (de type Navire qui passe proche).

Par exemple, un marsouin (Haute Fréquence) qui sera exposé à un son impulsif (ex : « Ping ») de 190 dB connaîtra une perte d'audition temporaire. Si ce son dépasse les 202 dB, la perte d'audition sera permanente.

Les seuils des impacts temporaires et permanentes des mammifères marins

	Type acoustique	Type de son	Cétacés basse fréquence	Cétacés moyenne fréquence	Cétacés haute fréquence	Pinnipèdes Phocidés
NOAA 2016	Permanent Threshold Shift (PTS)	Impulsif	219 dB re.1µPa	230 dB re.1µPa	202 dB re.1µPa	218 dB re.1µPa
		Non Impulsif	183 dB re.1µPa/s	185 dB re.1µPa/s	155 dB re.1µPa/s	185 dB re.1µPa/s
	Temporary Threshold Shift (TTS)	Impulsif	199 dB re.1µPa/s	198 dB re.1µPa/s	173 dB re.1µPa/s	201 dB re.1µPa/s
		Non Impulsif	204 dB re.1µPa	215 dB re.1µPa	187 dB re.1µPa	203 dB re.1µPa
			168 dB re.1µPa/s	170 dB re.1µPa/s	140 dB re.1µPa/s	170 dB re.1µPa/s
			179 dB re.1µPa/s	178 dB re.1µPa/s	153 dB re.1µPa/s	161 dB re.1µPa/s

• Pour l'indicateur SPL : dB re.1µPa

• Pour l'indicateur SEL : dB re.1µPa²s (24 h)

Confidential

SINAY



1. Introduction à l'acoustique sous-marine appliquée aux mammifères marins

c. Caractéristiques techniques de la flotte sennoise marocaine et leurs interactions avec les mammifères marins

Flottille	Zone de pêche	Engin	Espèces ciblées	Longueur moyenne des bateaux (m)	Puissance moyenne des bateaux (cv)	Interaction
Senneur	M'Diq et Al Hoceima	Senne coulissante	Sardine	20	394	Grand Dauphin

- Nombre de bateaux senneurs: 8-15
- Taille de la senne: 500 à 800 m de longueur
- Durée d'une opération de pêche: 40 min à 1h45
- Opération de nuit
- 15 à 20 individus à bord des bateaux
- Profondeur de pêche: 20 à 80 mètres

→ 5 senneurs seront équipés de pingers pour notre étude (source: INRH)

Confidentiel

SINAY

2.

Généralités sur les dispositifs acoustiques dits "pingers"

SINAY



2. Généralités sur les dispositifs acoustiques dits « pingers »

a. Le fonctionnement d'un pinger

Les pingers sont des dispositifs acoustiques immergés, amarrés aux engins de pêche, émettant un signal sonore (dit « ping ») pour repousser les mammifères marins. Ils visent à limiter les captures accidentelles ainsi que la déprédation.

Les pingers émettent des sons d'une puissance variable, qui est mesurée en décibels (dB), et dans une plage de fréquence, mesurée en kilo Hertz (kHz). Ces 2 paramètres sont programmés en fonction de l'espèce que l'on cherche à maintenir à l'écart des engins de pêche, en respectant les limites de puissance pour ne pas blesser les mammifères.

En général, un « ping » est émis à intervalle de quelques secondes, à une puissance supérieure à 100 dB (souvent entre 130 et 145dB dans les filets, jusqu'à 175 dB dans les chaluts) et à une fréquence minimum de 10 kHz.

Les espèces de cétacés ainsi que les pinnipèdes ont chacune des audiogrammes différents. Il est donc difficile de développer une solution technique qui repousserait l'ensemble des espèces victimes de captures accidentelles, tout en garantissant que certaines espèces ne soient blessées ou ne développent une forme d'habituatation voire d'attraction (effet « dinner bell »).

Puisqu'il n'existe pas de « zone de gêne » sonore commune à tous les mammifères, les pingers sont donc un compromis entre :

- L'efficacité vis-à-vis de l'espèce qu'on cherche à repousser
- Les seuils réglementaires pour éviter de blesser les mammifères
- La durée de vie de la batterie, qui dépend notamment de la puissance d'émission

Il faut noter également que l'exposition répétée à des sons de forte intensité, ou l'émission de sons dans un environnement déjà saturé par d'autres bruits comme le trafic maritime, les sondeurs et sonars, etc., peuvent influencer sur la capacité des mammifères marins à percevoir les sons des pingers. De même que la propagation du son peut varier, fonction des paramètres environnementaux comme la turbidité, la profondeur, la température ou la salinité (Bycatch Reduction Technique Acoustic Deterrents 2017, Consortium for Wildlife bycatch reduction).

Confidential

SINAY



2. Généralités sur les dispositifs acoustiques dits « pingers »

a. Le fonctionnement d'un pinger

La puissance d'émission des pingers

Au Maroc, aucun règlement spécifique est mis en place pour encadrer l'utilisation de ces pingers.

En revanche l'Union européenne encadre, via son règlement établi en 2004, les spécifications techniques des pingers qui peuvent être déployés en Europe.

Le tableau ci-contre, extrait de ce règlement, détaille ces spécifications techniques. Il indique que **dans les filets calés, la puissance des pingers ne doit pas dépasser 150 dB**. Au chalut, compte tenu du bruit ambiant déjà généré par le bateau, et du nombre de pingers plus réduit et localisés sur le chalut uniquement, il est possible d'utiliser des pingers allant jusqu'à 175 dB.

180 dB est admis comme un seuil haut pour les pingers, au-delà duquel les pings peuvent causer des pertes d'audition permanentes aux dauphins.

FILET = 150 dB Max.

CHALUT = 175 dB Max.

Confidential

SINAY

10.4.2004

20

Official Journal of the European Union

L 130/27

ANNEX II

Technical specifications and conditions of use of acoustic deterrent devices

Any acoustic deterrent devices used in application of Article 2(1) shall meet one of the following sets of signal and implementation characteristics:

	Set 1	Set 2
	SIGNAL CHARACTERISTICS	
* Signal synthesis	Digital	Analogue
* Total/wide band	Wide band / total	Tonal
* Source level (rms - min) at 1 mPa@1 m	145 dB	130 - 150 dB
* Fundamental frequency	(a) 20 - 160 kHz wide band sweep (b) 10 kHz total	10 kHz
* High frequency harmonics	Yes	Yes
* Pulse duration (nominal)	300 ms	300 ms
* Interpulse interval	(a) 4 - 30 seconds randomised; (b) 4 seconds	4 seconds
	IMPLEMENTATION CHARACTERISTICS	
	200 m, with one acoustic device fixed at each end of the net (or combination of nets attached together)	100 m, with one acoustic device fixed at each end of the net (or combination of nets attached together)

Annexe 2 du règlement européen No 812/2004 du 26.4.2004, spécifiant les caractéristiques techniques des pingers pouvant être utilisés en Europe



2. Généralités sur les dispositifs acoustiques dits « pingers »

b. Les types de pingers existants

- Les pingers dissuasifs (Filets calés)

Ce sont les dispositifs jusqu'ici **le plus couramment utilisés pour limiter les captures accidentelles** dans les engins de pêche, notamment **dans les filets calés**. Leur puissance sonore est souvent comprise entre **130 et 145 dB**, conformément à la réglementation européenne. Ils sont en général déployés pour des usages à immersion longue, pour les métiers du filet notamment.

- Les pingers dits « harassants » (Chalut et autres usages)

Ce sont des pingers plus puissants, avec des puissances d'émission plutôt comprises entre **160 et 175 dB**. Ils ont souvent été développés afin d'effrayer et « d'harceler » les mammifères, pour des pêcheries avec des **forts taux de prédation, ou pour l'utilisation sur des cages aquacoles ou encore sur des sites de travaux sous-marins** ou d'extraction avec des niveaux sonores élevés risquant d'impacter les mammifères. Leur puissance plus élevée implique généralement des temps de vie des batteries moindres, certains sont donc rechargeables. L'usage de ces pingers plus puissants est autorisée en Europe **pour les chalutiers seulement**.

- Les pingers interactifs (Passifs)

Ces pingers sont ceux qui ont été créés le plus récemment, ou font l'objet de développement en cours pour certains. Ces pingers **captent les sons, notamment les clics des dauphins, et n'émettent des « pings » qu'à la détection de mammifères**. Ils sont sensés limiter le risque d'habituation des mammifères, et permettent d'augmenter l'autonomie de la batterie.

Confidential

SINAY

3.

Panorama des pingers existants

SINAY



3. Panorama des pingers existants

Introduction

Le phénomène de déprédation correspond au comportement par lequel ici les grands dauphins viennent consommer les poissons pris dans les filets pouvant provoquer un endommagement des engins de pêche et une diminution importante de la pêche.

Le mammifère marin identifie donc l'engin de pêche comme une source de nourriture et non un danger. La senne est un filet encerclant conçu pour les captures de poissons pélagiques, ici la sardine et mis à l'eau rapidement en tournant autour du banc de poisson préalablement détecté.

Les pingers doivent donc répondre à l'ensemble des problématiques et pratiques concernées.

Dans le panorama exposé ci-après, nous dressons un panorama des pingers existants sur le marché. La facilité d'utilisation, les problématiques visées et les retours d'expérience font partie des éléments importants justifiant l'utilisation ou non de certain dispositif. **Une priorité a été donné à ceux dont Sinay a obtenu un retour de la part des fabricants et des scientifiques.**

Leur déploiement a été peu testé sur des navires pratiquants la senne, les retours d'expérience sont donc faibles.

Au Maroc, **aucune réglementation nationale** sur ces dispositifs est mis en place, il est obligatoire cependant d'en faire la demande à l'autorité compétente.

Confidential

SINAY



3. Panorama des pingers existants

a. Les pingers Future Oceans

La société Future Oceans, basée en Australie, commercialise 3 modèles de pingers. Ils sont destinés à être installés plutôt sur des filets. 2 concernent la déprédation.

Le NETSHIELD Dolphin anti depredation pinger (60-120kHz)

Ce pingers peuvent être immergés jusqu'à 1000 mètres de profondeur. La batterie est composée d'une pile facilement interchangeable. Leur mise en route est automatique et se fait uniquement lorsqu'ils sont immergés.

- Son poids relativement faible (145 gr dans l'air) et leur petite taille rend leur déploiement simple dans les filets.
- Pinger combinant support copolymère externe avec polymère thermoplastique interne ultra résistant et boîtier.
- Indicateur LED de niveau batterie
- Utilisation qui a l'air simple, pas besoin de filer les cordes à travers le boîtier

Le NETSHIELD Anti-depredation pinger (3-12kHz) concerne dauphins, baleine et phoque, il ne semble pas être idéal dans notre cas.

Future Oceans ne nous a communiqué aucunes informations, celles-ci provenant de leur site internet.

Efficacité

Aucuns retours d'efficacité sur de la senne à ce jour



Fréquence	60-120kHz
Niveau sonore	145 dcb
Espacement	200m
Profondeur	1000m
Dimension	140*50mm
Autonomie batterie	1.75h



Spectre trop large...

Source: Documents sur leur site internet

Confidential

SINAY



3. Panorama des pingers existants

b. Les pingers AQUATEC

La société Aquatec, basée en Angleterre, 2 modèles peuvent être adaptés et testés sur de la senne coulissante.

Les spécialistes recommandent le pinger AQUAmark 210 pour de la déprédation des grands dauphins. Cependant pas encore testé sur de la senne, ils préconisent un test sur filet avant de se lancer dans de grandes commandes ont été conçus pour limiter les captures accidentelles de dauphins et marsouins. Ils présentent des spécifications techniques proches des pingers concurrents, avec une puissance d'émission à 145 ou 150 dB. L'espacement recommandé est de 200 mètres.

La profondeur maximale d'immersion est de 200 mètres et leur déclenchement est automatique au contact de l'eau.

Une approche alternative peut consister à utiliser un AQUAmark 848, déployé depuis le navire de pêche. Ceci est plus puissant et a le potentiel de dissuader tous les dauphins de la zone de pêche avant la fermeture de la senne.

Leur coût unitaire est de 400 euros TTC pour le 210 et en location à 825 euros / mois pour le 848

Efficacité: aucuns tests sur de la senne connue, aucun retour



AQUAmark 210 Specification	
Acoustic output	Bidirectional, extra random, frequency modulated waveform, each 50-300ms long, with harmonic energy in the 10-15 kHz band. Typically 150dB re 1µPa @ 1m peak
Dimensions	164mm (6.5") long x 58mm (2.3") diameter at widest point
Weight	485 g (17 oz) in air, 210 g (7.4 oz) in water
Attachment	Dual point attachment through 11mm (0.4") holes 28mm (1.1") from ends, or by placement in bait bags
Maximum depth	200 m
Receiver coded specificity	No more than 200m - for severe predation, reduce to 100m
Battery life	3 months with continuous immersion, dependent on temperature. Up to 2 years in typical fishery with seasonal or discontinuous deployment, as devices switch off when not in water.

ACOUSTIC SPECIFICATIONS AQUAmark #848

Frequency	Primary bandwidth 5 kHz to 20 kHz Harmonic energy to 120 kHz
Sound level	Typically 160 dB re 1 µPa @ 1 m peak AQUAmark ring operates for general deterrence
Contents signals	150ms clicks for echo location confusion Pseudo clicks for echo location masking Random composite of all modes

GENERAL SPECIFICATIONS

Effective range	Up to 1500 m depending on species and nature of interaction
Dimensions	204 mm long x 105 mm diameter (without deployment cage) 405 mm long x 105 mm diameter (with deployment cage)
Maximum depth	500 m
Battery life	1 week between charges
Availability	Purchase - to qualified research institutes Rental - in pre-configured form or marine mammal mitigation applications



Source: documents transmis par Aquatec Group

SINAY

Confidential



3. Panorama des pingers existants

c. Les pingers STM

La société STM, basée en Italie, commercialise 3 modèles de pingers.

Le fabricant préconise l'utilisation du DDD 03H pour la senne coulissante. Il est généralement fixé au câble principal du filet, à 10-20m de profondeur et positionné tous les 500m.

STM a également développé le DID01, pour Dolphin Interactive Device. Cette évolution des DDD permet que le pinger reste en Stand-by lorsqu'il ne détecte pas de présence de dauphins, et n'émet donc des pings qu'en leur présence. Cette fonction est destinée à limiter l'accoutumance des mammifères et à préserver la batterie.

La batterie est rechargeable et nécessite l'emport d'un chargeur de taille conséquente à bord. Leur mise en route est automatique et se fait uniquement lorsqu'ils sont immergés.

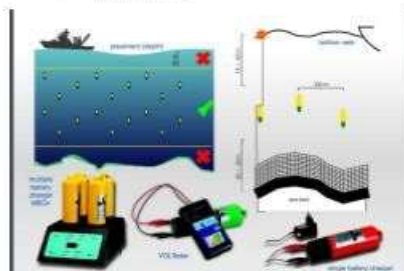
Leur prix est d'environ 289 euros HT par unité, transport non inclus (378 euros HT pour le DID01). Le chargeur coûte 443 euros.

Efficacité:

DDD03H: testé sur de la senne au Maroc, déprédation Grand Dauphin: Résultat les moins concluants

Testés au Portugal sur de la balinche sardine: très bon résultat

DID-01: testé sur de la senne Maroc, déprédation Grand Dauphin: Résultats mitigés



DDD03H (haute fréquence): pour filets courts ou en mouvement (chalut, circonlocution, palangre). Autonomie des batteries 40 heures.

Fréquence d'émission : de 5 à 500kHz
Profondeur minimale d'utilisation 10/20m selon conditions
Profondeur maximale d'utilisation : 200m (20 Bar)
Dimension : Longueur=210mm/diamètre=61mm/poids=905g

Source: documents transmis par STM

SINAY

Confidential



3. Panorama des pingers existants

d. Les pingers OCTECH: Cetasaver Licado

La balise émet un signal sensé être inaudible par les poissons et envoi des signaux acoustiques rapprochés et de niveau assez élevé pour décourager les dauphins d'approcher sans les blesser.

Jamais le même signal donc pas de risque d'accoutumance.

Effet répulsif sur 200m max

Existe en directionnel ou **omnidirectionnel**, le second envoi un signal sur 360° c'est lui qui sera à privilégier sur de la senne. Le constructeur préconise de poser les dispositifs tous les 250m

A voir si ils passent dans les vires-filet des senneurs..

Différente option pour son emplacement:

Il peut être installé sur une **bouée** en début d'opération de pêche, le pinger doit rester à la verticale, les conditions météorologiques (vent, houle...) doivent donc être optimum. Peut être embarqué sur le **skiff** de départ ou encore positionné sur la **senne** (positionnement à étudier)

Efficacité:

- Testé sur de la bolinche en Bretagne en 2024, déprédation Dauphin commun: **Efficacité nulle**
- Testé sur de la senne au Maroc, déprédation Grand Dauphin: **Bon résultat**

Confidentiel



DES PRISE
ACCIDENT
DE DAUPHIN

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	
Diamètre	85 mm
Longueur	260 mm
Poids dans l'air	2.5 kg
Poids dans l'eau	1.5 kg
Bande de fréquence en émission	17-200kHz
Ordre de grandeur d'émission émise	180dB
Bande de fréquence en réception	27-125kHz

Mise en charge du Cetasaver



Batterie noire → -
Batterie rouge → +

1° de sécu du pinger à noter sur les divers documents de tests.

SINAY



3. Panorama des pingers existants

e. Les pingers OCTECH : PIFIL

Objectif recherché :

Effet répulsif (signal identique au système Cetavaser Licado), repousser les dauphins de la zone à risque située sur l'arrière du bateau lors du filage.

Jamais le même signal donc pas de risque d'accoutumance.

- La zone du sillage du bateau est une zone « d'eau blanche » où la visibilité acoustique et optique est très restreinte.

- Lors du filage, le filet n'est pas dans sa position de travail, les cordages libres peuvent faciliter les prises accidentelles.

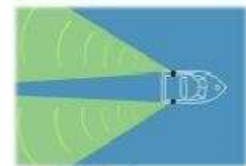
L'installation du transducteur doit permettre l'insonorisation de la zone arrière du navire de chaque côté du sillage ainsi que d'une façon moindre l'étrave du bateau.

A la senne le bateau devra les mettre en route un peu avant l'opération de filage et l'éteindra une fois le poisson à bord. Pratique, bouton on/off et pas de chargement de batterie à prévoir. Le bateau doit être mis au sec afin d'y installer les dispositifs sous la coque

Efficacité:

Testé sur de la bolinche en Bretagne en 2024, déprédation Dauphin commun: **efficacité nulle, le signal ne passe pas**

Confidentiel



SINAY



3. Panorama des pingers existants

f. Les pingers OCTECH: Dolphin free

Balise acoustique émettrice d'un signal compréhensible et interprétable pour les dauphins afin de leur signaler la présence du filet et du risque de mortalité associé (les dauphins ont la compréhension de la mortalité de leurs congénères selon les études scientifiques).

D'une portée de rayon de 500m, une balise est installée tous les kilomètres le long du filet (250m préconisé sur de la senne), sur la partie haute.

La balise est enclenchée sur mode écoute passive et émet un signal sonore informatif en cas de détection de présence de dauphins.

« Communicante »: permet sa configuration et la récolte des données qu'elle prend en mer (température, pression...)
Autonome en Energie pendant plusieurs mois (système de recharge sans fil)
Existe en directionnel ou **omnidirectionnel**, le second envoie un signal sur 360°, c'est lui qui sera à privilégier sur de la senne.

Efficacité:

Testé sur de la bolinche en Bretagne en 2024, déprédation Dauphin commun: efficacité nulle
Pas pratique à l'utilisation (retour PêchDauphir)



Alimentation: Batterie LiOn 10.8VDC / 3.5 A
Transducteur: Céramique ultrasonore (20Khz à 210 KHz)
Puissance émise: 175 Db
Signaux: Acoustiques et bio-inspirés sans risques pour les cétacés
La balise émet un signal en présence de cétacés (pas de pollution sonore)
La gamme de fréquence utilisée est inaudible pour toutes les espèces de poissons.
Dimensions: Longueur: 228 mm
Diamètre: 68 mm
Masse dans l'eau: 210g (flottabilité neutre avec le kit de fixation filet (voir schéma) 3) Profondeur maximale d'utilisation: 200 m
Mise en route: Automatique dès la mise à l'eau (détection de la pression)

Confidential

SINAY



3. Panorama des pingers existants

g. Les Pingers AIRMAR

La société américaine AIRMAR, qui dispose d'une antenne à St Malo, commercialise 1 modèle de Pinger.

Ce modèle n'a pas fait l'objet de développements récents.

Fonctionne en continu, **pas de déclenchement automatique.**

Efficacité:

Aucuns retours à ce jour

AIRMAR
TECHNOLOGY CORPORATION



Acoustic Deterrent 10 kHz

Features

- Over one-year of continuous operation from a single "D" cell alkaline battery
- Designed for placement every 91 m (300') at bridles and net ends
- Can withstand depths over 150 fathoms
- Weighs just 0.4 kg (0.9 lb) with battery
- Housing constructed from impact-resistant plastic alloy for durability
- Compact size
- Competitively priced

Operating Specifications

- Frequency: 10 kHz
- Duration: 300 ms
- Repeat Interval: 4 s
- Sound Level: 132 dB (1 μPa @ 1 m)
- Battery Life: At least one year
- Power Source: One D-cell alkaline battery

Source: Site web de la société Airmar

Confidential

SINAY



3. Panorama des pingers existants

h. Les pingers FISHTEK Marine *Déjà testé/pas retenu*

La société FISHTEK, basée en Angleterre, commercialise plusieurs modèles de pingers, dits « banana pingers ». Ils sont plutôt destinés à être installés sur des filets. Un seul est préconisé pour de la déprédation.

Un pinger (175dB) est proposé pour des interactions de type déprédation avec les dauphins, d'une puissance nettement plus élevée, et que le fabricant préconise d'installer tous les 75 à 100 mètres. Des chalutiers brésiliens l'utilisent déjà. À VALIDER AVEC LE CONSTRUCTEUR et l'autorité compétente au Maroc.

Ces pingers se déclenchent automatiquement au contact de l'eau et peuvent être immergés jusqu'à 1000 mètres de profondeur. La batterie est composée d'une pile avec témoin de charge.

Leur poids relativement faible (229 gr dans l'air) simplifie leur déploiement dans les filets.

Leur prix unitaire est d'environ 95 euros HT par unité, transport non inclus.

Efficacité

Déjà testé sur de la senné au Maroc, déprédation Grand dauphin: **efficacité nulle**

Confidential



Pinger anti-déprédation Dolphin (+0 kSt)

Fréquence	40 kHz
Vie de la batterie	125 heures
Dimensions	162 mm x 52 mm x 42 mm
Poids (avec batterie)	225 grammes
Espace le pinger	Minimum 75-100 m
Niveau sonore	175dB +/- 3dB à 1 m

Source: documents transmis par FishTek Marine



4. Les pingers recommandés





4. Les pingers recommandés

a. Aspects techniques

Fabricants	Modèle de pinger	Fréquence	Niveau sonore	Espacement (m)	Profondeur (m)	Dimension (mm)	Autonomie des batteries	Prix unitaire (euro HT)	Coût pour une senne de 800m
Aquatic	AQUAmark 210	5 à 160 kHz	150	200	200	154*58		400	1600
Aquatic	AQUAmark 848	5 à 120kHz	105	200	500	254 * 105	1 semaine	825/mois en location	825 euros/mois
Peter Ocean	Pinger Netshield	60 à 120 kHz	175	100	1000	140 * 50	Batterie alcaline : 24h à 12h/ Batterie Lithium : 48h à 12h/		
Peter Ocean	Netshield-Dolphin Anti déprédation pinger	60 à 120 kHz	145	200	1000	140*50	12 mois à 12h/	75	300
STM Products	DDO 03 H	5 à 500 kHz	165	500	200	210*61	40h	350	350
STM Products	DID-01	5 à 500 kHz	165	800	200	210*81		378	378
Flaktek	PINGER ANTI-DÉPRÉDATION DOLPHIN	40kHz	175	75-100m	1000-1400	185*52*42	175h	95	
Otech	Cetavaser Licado	27 à 170 kHz	180	X	1000	85*260	3-4j	1800	1800
Otech	Pifil	20 à 120kHz	175	X	X	230*130	Chargés avec la batterie du bateau	3300	3300 tt compris Les transducteurs sont sous la coque
Otech	Dolphin free	20 à 200 kHz	176	500	200	230*69	1mois	950+1000+800 (kit pinger chargeur concentrateur liaison Bluetooth)	
Almar		10 kHz	132	65	274	160*52		150	2250



4. Les pingers recommandés

b. Retour d'expérience

Programme PECHDAUPHIR

Les 3 dispositifs OCTech ont été testé sur de la bolinche à la sardine en Finistère. Bolinche de 70m de hauteur et 350m de long, pêche de nuit.

Pifil :

Pinger pratique à l'utilisation , bouton on/off, pas de chargement de batteries, elles sont chargées dès la mise en route du moteur...mais présence de dauphins même quand il était actif. « le signal ne fonctionne pas , trop de mouvement , trop de bulles, le signal ne passe pas » selon *Virginie Lagarde du Comité des pêche 29*

Cependant le nombre insuffisant de bateaux et de jour de mer réalisés avec ces dispositifs ne permet pas de conclure du bon ou mauvais fonctionnement du dispositifs.

Dolphin free :

Problème sur le vire-filet des petits bateaux (8 à 10m), les pingers passaient difficilement dedans. Les pêcheurs n'avaient pas le réflexe de chargement, oublis fréquents. De plus problème de manipulations sur le pont du bateau.

Néanmoins, ces essais ont permis de mieux comprendre les contraintes liées à la mise en place de pingers sur les filets (problème d'ergonomie, peu d'autonomie de batterie, risque de perte, contraintes liées à la manutention des dispositifs et risque de sécurité pour les équipages) et de proposer des améliorations de ces prototypes avant d'envisager un déploiement de ces derniers par un plus grand nombre de navires.

Cetavaser Licado:

Système placé sur la bouée lumineuse jetée au début de l'opération de pêche. Cependant le pinger fonctionnent seulement en mode verticale alors que la bouée subissait les aléa houle et vent ce qui ne permettait pas de savoir si le signal fonctionnait correctement ou pas.

Conclusion: Aucuns de ces dispositifs a fonctionné sur de la déprédation Dauphin Commun dans le Golfe de Gascogne, cependant les résultats sont à nuancer car le nombre de bateaux et de jours de mer insuffisant ne peuvent pas faire émerger de conclusions fiables.

Source: Retour terrain par Virginie Lagarde (comité des pêches29) et Mathieu Delfrennes (Sinay).
Confidentiel

SINAY



4. Les pingers recommandés

b. Retour d'expérience

Projet MAVA:

3 systèmes testé sur de la senne coulissante au Maroc et Tunisie – déprédation du Grand Dauphin

DDD-03-H, DiD-01, Cetasaver Licado.

Le Licado semble être le dispositif le plus efficace des 3 avec un taux de perforation et une moyenne de déprédation observés moins importante qu'avec les autres systèmes.

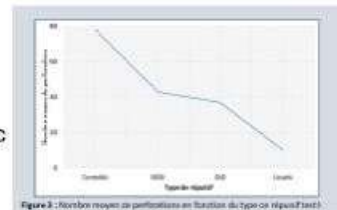


Figure 3 : Nombre moyen de perforations en fonction du type de pinger testé

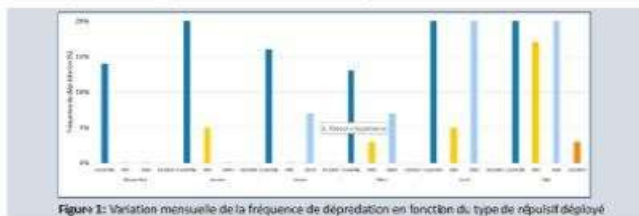


Figure 1: Variation mensuelle de la fréquence de déprédation en fonction du type de répulsif déployé

Source: Document public fournis par Yves Le Gal d'IFREMER

Confidential

SINAY



4. Les pingers recommandés

b. Retour d'expérience

Retour d'expérience des pêcheurs portugais:

Les pêcheurs portugais pêchent à la bolinche sardines et ont des soucis de déprédation de Dauphin commun.

D'après Virginie Lagarde du Comité29, le **DDD-03H** s'est montré très efficace, les pêcheurs n'ayant plus aucunes déprédations dans leurs bolinches.

Pour l'instant testé sur les annexes utilisées par les pêcheurs lors des opérations de pêche. Le dispositif reste donc à la verticale et fonctionne très bien. Ils envisagent de le positionner sur la bolinche (sur la ralingue de départ) mais à confirmer. Les tests sont prévus cet été 2024.

Ref: chiffres

Source: Virginie Lagarde (Comité des pêches 28)

Confidential

SINAY



4. Les pingurs recommandés

c. Orientations

Pinger	Points forts	Points faibles
Cetasaver-Licado	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne Grand Dauphin Maroc: Bon résultats - Pas d'accoutumance (jamais le même signal d'affilié) - Il peut être installé sur la senne ou sur une bouée - Mise en route 20 seconde après la mise l'eau - Bloc de chargement peu encombrant et témoins lumineux indiquant le niveau de charge 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur de la bolinche Dauphin commun goife de G: résultats nuls - Risque de perte - Doit rester à la verticale - Doit être charger - Prix à l'achat : 1800 euros
DDD-03H	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur bolinche, Dauphin communs au Portugal: résultats excellents - Peut-être positionné sur une bouée ou sur la senne (voir positionnement idéal) - Déclenchement automatique au contact de l'eau - Prix - Multi-chargeur : chargement de 4 pingurs et vérification de l'état de charge 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur de la senne Grand Dauphin Maroc: résultat décevant - Fonctionne à la verticale - Fonctionne en continue - Risque de perte - Doit être charger
DID-01	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne et Grand Dauphin: résultats mitigés - Déclenchement automatique - Accoutumance réduite (fonctionne seulement quand il y a des dauphins) - Prix 	<ul style="list-style-type: none"> - Testé sur senne et Grand Dauphin: résultats mitigés - Risque de perte - Signal trop faible pour la problématique déprédation - Doit être charger
AQUAmar 210	<ul style="list-style-type: none"> - Déclenchement automatique - Accoutumance réduite 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de perte - Testé sur senne en 2010, résultats décevants - Doit être charger
PIFIL	<ul style="list-style-type: none"> - Simple d'utilisation - Pas d'accoutumance - Durée de vie ++ (pas de risque de perte) 	<ul style="list-style-type: none"> - Jamais testé sur senne Grand Dauphin - Testé sur bolinche Dauphin communs: résultats nuls, le système ne fonctionne pas - Prix au départ: 3300 euros - Mettre le bateau au sec
NETSHIELD Dolphin anti depredation pinger	<ul style="list-style-type: none"> - Système qui « peut » faciliter l'utilisation (cordage intégré) - Déclenchement automatique 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de retour développeur - Pas de tests sur senne - Risque de perte



4. Les pingurs recommandés

d. Propositions

5 bateaux seront équipés de pingurs (source: INRH).

Nous proposons ici l'utilisation de 2 pingurs différents réparties sur les 5 navires:

3 bateaux : Cetasaver Licado – 1 omnidirectionnel sur bouée, annexe ou 1 sur la senne +chargeur

Prix = 1800euros * 2 (1 + 1 de rechange) = 3600euros * 3
= 10800 euros (chargeur fournis)

2 bateaux : DDD-03H sur bouée, sous annexe ou sur la senne (position à vérifier) – 1 pinger par senne + chargeur

Prix = 350 * 2 (1 + 1 de rechange) = 700euros * 2
= 1400 euros + chargeur +voltmètre (1200euros)
= 2600 euros

TOTAL: 13400 euros

Confidential

SINAY



4. Les pingers recommandés

d. Propositions (installation)

Les 2 dispositifs doivent rester à la verticale.

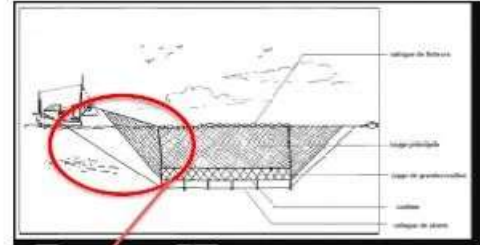
Ils peuvent être positionner sous une bouée, sous l'annexe ou sur la senne mais la position est à étudier:

Installation du capteur fétasaver en surface

Le capteur est installé en pendulaire, tête acoustique vers le bas, à une profondeur supérieure à la hauteur (4 mètres...). Il est installé sur « la bouée » ou bouée de départ. Il faut donc prévoir un système (bout chaîne...) de 3 m sur lequel sera fixé le pinger, solidement via la résurgence.



Le pinger émettra quand il sera à la verticale de la bouée. Il est donc possible, tant qu'il n'est pas positionné que des équipes soient à proximité du pinger.



Emplacement DDD-03h testé au Portugal cet été 2024. Il doit être à une profondeur minimum de 10 mètres. À vérifier avec Virginie Lagarde du Comité des pêches 29.

Confidential

SINAY



4. Les pingers recommandés

d. Solution comportementale : Le cas de la déprédation de la légine par les orques en Antarctique

La légine australe fréquente les eaux des îles subantarctiques et els plateaux continentaux de l'Amérique du Sud. Exploitée depuis les années 1995, elle est très prisée et son prix élevé a incité au braconnage.

La pêche à la légine est donc soumis à une réglementation très stricte.

Le phénomène de déprédation par les orques qui viennent se nourrir des prises de légines lors des virages de palangres y est très important.

Les pingers y sont interdits, des solutions comportementales sont misent en place.

- Filer sur des fonds moins importants afin de filer plus vite
- Mettre de la distance entre les lignes
- Virage des lignes immédiates quand présence d'orques
- Informer les pêcheurs sur zone
- Virage interdit de 60miles pdt 24h...

→ A terme, adapter ces méthodes à la pratique de la pêche à la senne au Maroc en plus de la mise en place de dispositifs acoustiques et des filets renforcés?

Confidential

SINAY

ANNEX 7. Shared protocol to illustrate each step of the planning and deployment process for Passive Acoustic Monitoring

SAIMPEM

Notice RTsys Sylence

Tutoriel



1.1 Préparation du matériel

<p>Préparation et identification de l'outillage</p> <p>Clé Allen de 4 Multi-fonction opener tool</p>	<div data-bbox="858 304 1321 763">  </div> <div data-bbox="837 745 858 768"> <input type="checkbox"/> </div> <div data-bbox="887 797 1155 904">  </div> <div data-bbox="837 887 858 909"> <input type="checkbox"/> </div>
--	---

1.2 PRÉPARATION ET IDENTIFICATION DU MATÉRIEL

<p>Quantité de matériel nécessaire pour le montage :</p> <p>Pile D 1,5 V : 15</p> <p>Cartes micro SD 1To ou 512 Mbp : 4</p> <p>Cable USB a vers USB C : 1</p> <p>Temps de réalisation : 1h00 par 1 personne</p>	
--	--

1.3 Ouverture d'un RTsys

Pour récupérer le compartiment information :

Enlever les 3 vis avec une clé Allen puis tirer vers le haut le socle.

Pour récupérer le compartiment des piles :

Positionner l'outil multi-fonction opener tool et tirer vers le haut le compartiment.



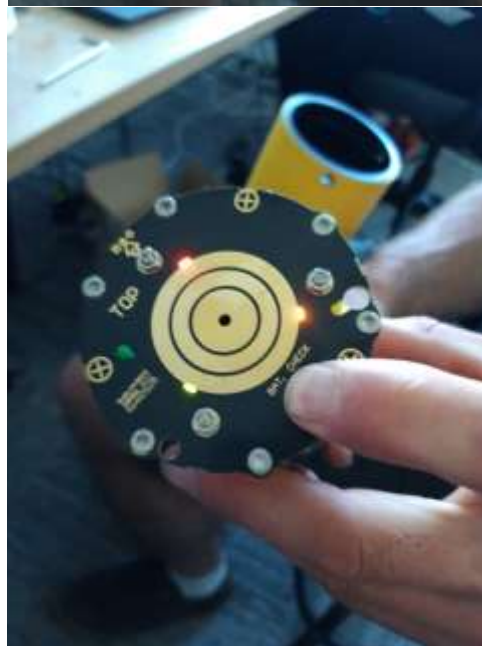
1.4 Allumage d'un RTsys

Positionner les 15 piles dans leur emplacement.

Une fois les 15 piles en place positionner son doigt sur le capteur du RTsys.

Le nombre de LED donne une indication sur l'état des piles :

- 3 LED : ok
- 2 LED : Piles mal insérées ou plus en bon état
- 1 LED : Piles en trop mauvaise état pour faire fonctionner le RTsys



1.5 Connection d'un RTsys au PC et vérification des cartes SD

Brancher le câble en premier sur le RTsys puis sur l'ordinateur. En cas de bon branchement une LED vert s'active.

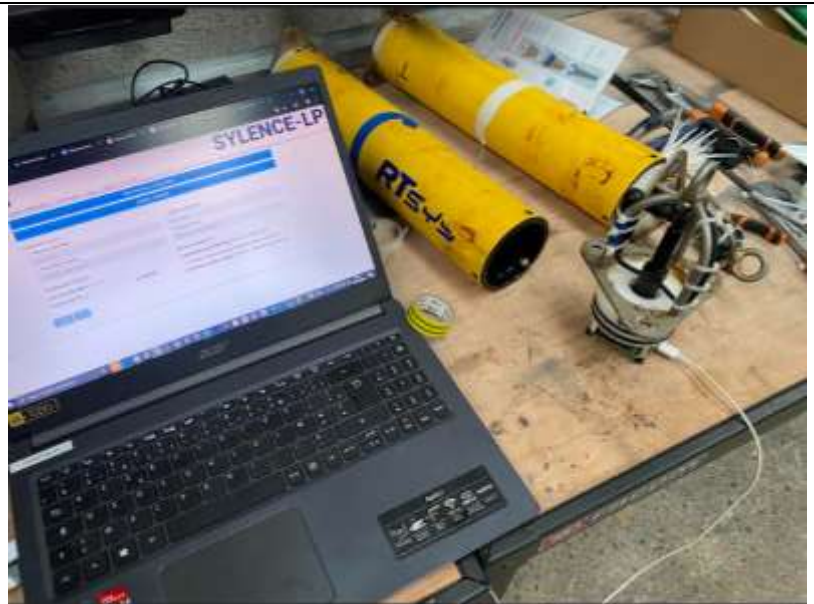
Se rendre sur le lien <http://192.168.32.1> depuis un moteur de recherche.

Attendre d'avoir « Connected » affiché avant d'interagir avec l'interface.

Cliquer sur « statuts » et vérifier si toutes les cartes sont détectées. Dans le cas contraire, lancer un scan en cliquant sur « Rescan SD cards ».

Si toutes les cartes SD sont détectées, le formatage des cartes peut être lancé en cliquant sur « Format all SD cards ».

L'ordre des cartes est défini en fonction de la position de la carte avec le circuit imprimé. La carte la plus proche est la N°1.



1.6 Configuration d'un RTsys

Pour accéder au centre de configuration d'un RTsys cliquer sur « Système configuration »

Dans « Date and time configuration » les paramètres à rentrer sont :

Vérifier que la date est synchronisée avec celle du GPS du navire.

Dans « Mission schedule » les paramètres à rentrer sont :

Mission start date : *date de début de l'enregistrement*

Mission stop date : *date de fin de l'enregistrement*

Sampling rate : 64 000 S/s

High pass filter : 3Hz

Bits par sample : 24

Amplification factor : 0.00 dB

Hydrophone SH : et -210 pour HT196.

Cliquez sur Save pour valider les paramètres.

Le compartiment du RTsys doit être remis en place avec précaution dans le support.

The screenshot displays the RTsys configuration interface. The top section shows a 'Storage' table with columns: SD Card nr., Space available / total, Percent used, State, and In use. Below the table are buttons for 'Rescan SD cards', 'Format all SD Cards', and 'Shutdown'.

The main configuration area is divided into two tabs: 'Date and time configuration' and 'Mission schedule'.

Date and time configuration:

- Mission start date:** 2023-05-04 11:15:00
- Mission stop date:** 2023-05-04 11:15:00
- Sleep duration:** 00:00:00s (enter duration)
- Bits per sample:** 24
- Amplification factor:** 0.00dB (1.00) (15.00dB (5.62))
- Hydrophone supply voltage:** low (3V) (high (generally 24V max))

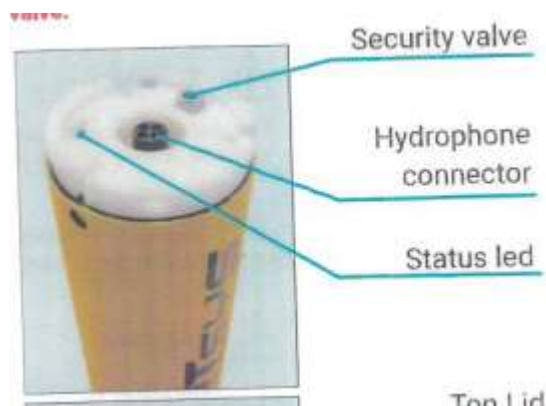
Mission schedule:

- Configuration version:** 3
- Mission start date:** 2023-05-04 11:20:00
- Recording duration:** 00:00:00s (enter duration)
- Sampling rate:** 256000 S/s
- High pass filter:** 3Hz (3000Hz)
- Hydrophone SH:** -200

Buttons at the bottom include 'Cancel', 'Save', and 'Restore default config'.

1.7 Connection du microphone

Visser le microphone sur le connecteur une fois le compartiment informatique enclenché.

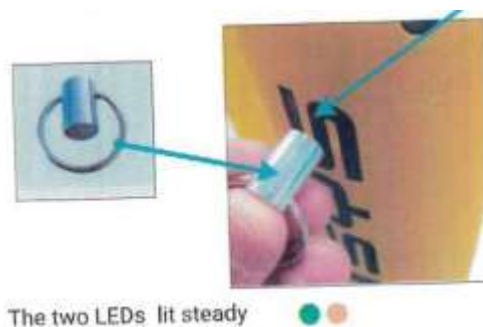


1.8 Arrêt manuel d'un RTsys

Pour arrêter un RTsys de manière manuellement il faut positionner l'aimant sur le S. Cette méthode doit être réalisée si l'enregistrement est encore en cours.

1.9 RÉCUPÉRATION DES DONNÉES

L'ordre des cartes est défini en fonction de la position de la carte avec le circuit imprimé. La carte la plus proche est la N°1.



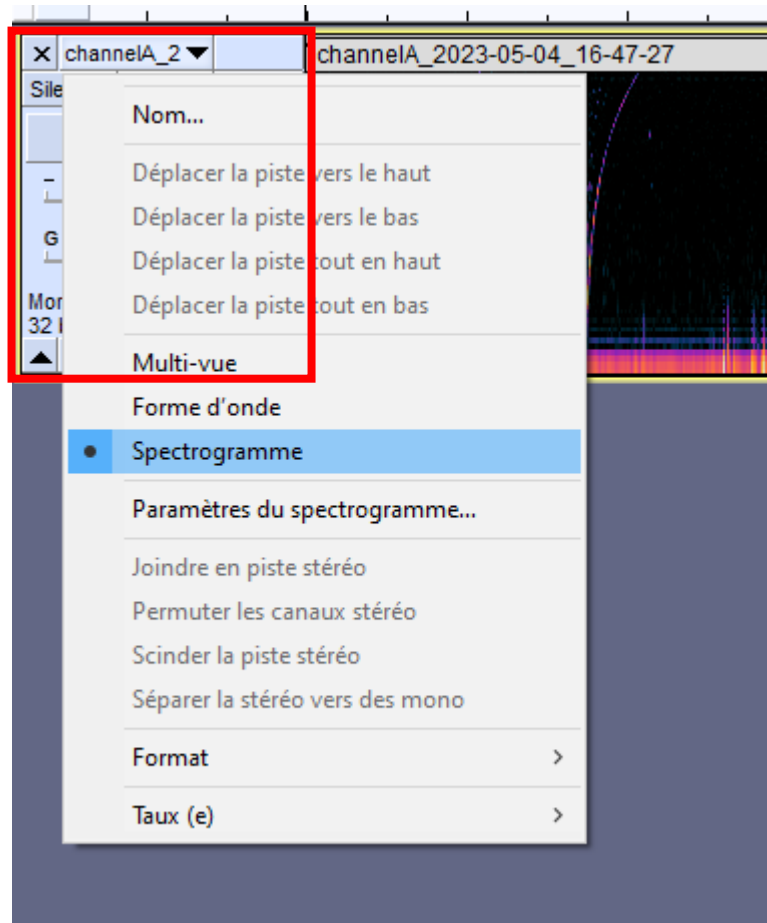
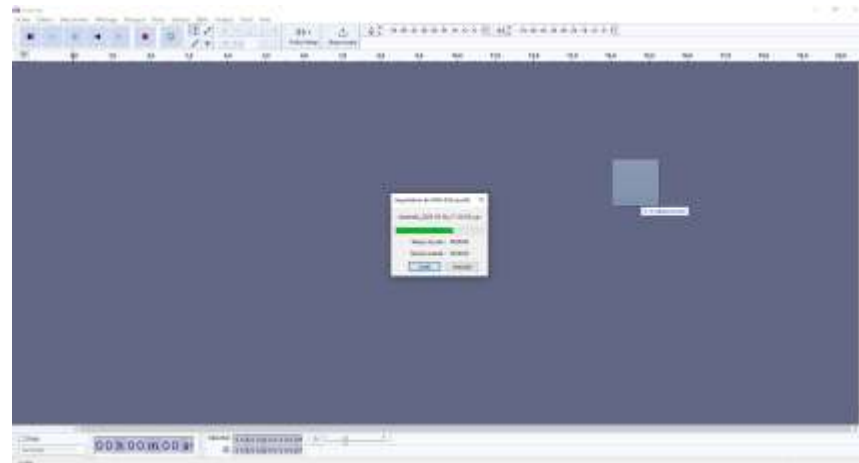
1.10

Vérification des données

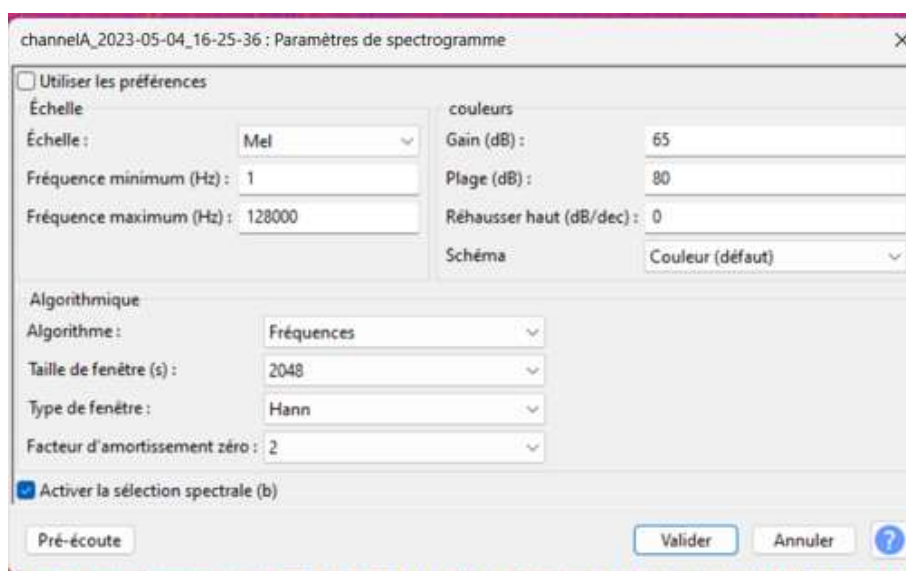
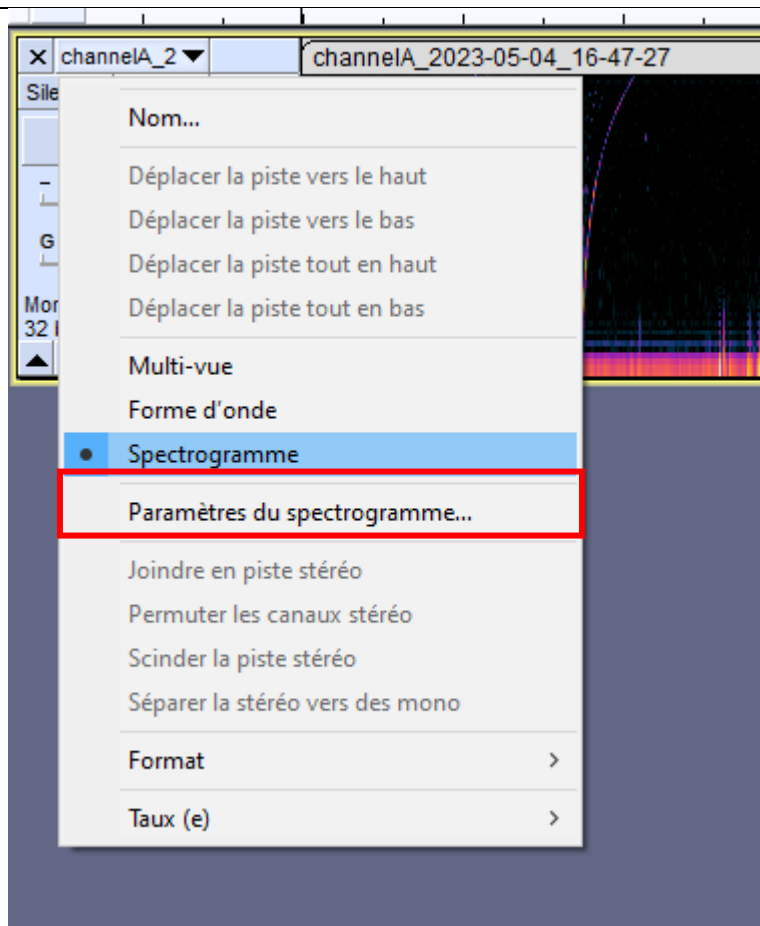
Le fichier audio doit ensuite être récupéré depuis la micro carte SD.

Le fichier audio est au format "WAV". Il doit être ouvert dans le logiciel Audacity.

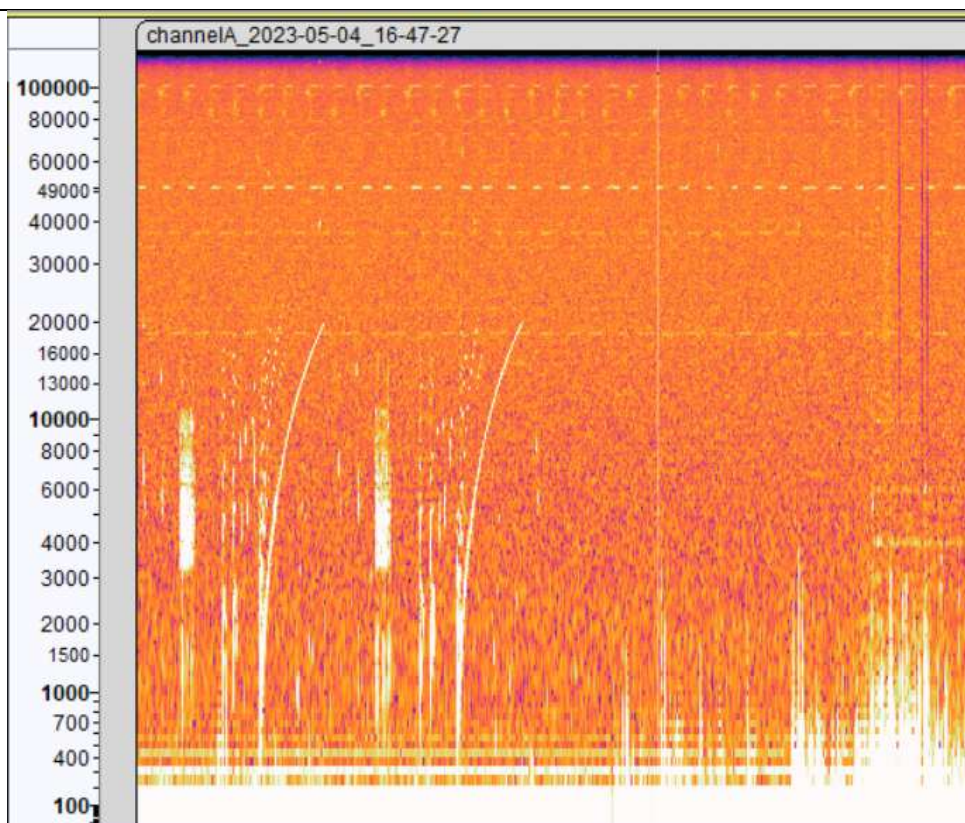
Il faut activer le mode Spectrogramme en faisant un clic droit sur la zone en rouge.



Pour faciliter la lecture visuelle du fichier il faut rentrer les paramètres suivants en cliquant sur "Paramètres du spectrogramme".



Le fichier audio doit se présenter visuellement de la sorte.



2 - Stockage du matériel



Références du matériel

Référence	Fournisseur	Datasheet / User guide
RTsys		

Annex 8 - Report of Stable Isotope Analysis of Cetacean Samples and putative prey samples



Report of the contract IsoMorocco

Stable Isotope Analysis of Cetacean Samples and putative prey samples

Joan Giménez (IEO-CSIC, MegaMAR group)

Introduction

In the framework of the IsoMorocco contract between ACCOBAMS and IEO-CSIC, stable isotope analyses of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) were carried out on cetacean tissue samples and potential prey samples collected across different zones of the Moroccan Mediterranean. The objective of the analysis was to:

- 1) Provide descriptive statistics of isotope values by species and region.
- 2) Assess isotopic niches ($\delta^{13}\text{C}$ as a proxy for foraging habitat; $\delta^{15}\text{N}$ as a proxy for trophic position).
- 3) Explore ontogenetic shifts through the relationship between isotopes and individual length in prey species.
- 4) Estimate the diet of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*).

Laboratory analysis

Prey samples:

Muscle samples were dried at 60°C for 48 hours and powdered. 0.3–0.4 mg of each sample was packed into tin capsules.

Bottlenose dolphin samples:

Dolphin skin samples were dried at 60°C for 48 hours and powdered with a mortar and pestle. High lipid concentration can skew the analysis by decreasing the $\delta^{13}\text{C}$ content, so lipids were removed from the samples by sequential extractions with 2:1 chloroform: methanol solution. 0.3–0.4 mg of each sample was packed into tin capsules.

Isotopic analyses were performed at the Laboratory of Stable Isotopes of the Biological Station of Doñana (Sevilla, Spain). Samples were combusted at 1020 °C using a continuous flow isotope-ratio

mass spectrometry system (Thermo Electron) using a Flash HT Plus elemental analyzer interfaced with a Delta V Advantage mass spectrometer. Stable isotope ratios were expressed in the standard δ -notation (‰) relative to Vienna Pee Dee Belemnite ($\delta^{13}\text{C}$) and atmospheric N_2 ($\delta^{15}\text{N}$). The laboratory standards were previously calibrated with international standards supplied by the International Atomic Energy Agency (IAEA, Vienna). The %C and %N of all samples were determined. We checked the C:N ratio (a proxy of lipid content).

Descriptive Statistics

Overall mean $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values were calculated, as well as descriptive statistics (standard deviation, min and max values by species (Table 1). Boxplots of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ by species were ordered by their corresponding mean value (Figure 1 and 2).

Table 1: Mean, standard deviation (sd), min and max values of each of the species analyzed.

Specie	n	mean $\delta^{13}\text{C}$	sd $\delta^{13}\text{C}$	min $\delta^{13}\text{C}$	max $\delta^{13}\text{C}$	mean $\delta^{15}\text{N}$	sd $\delta^{15}\text{N}$	min $\delta^{15}\text{N}$	max $\delta^{15}\text{N}$
<i>Boops boops</i>	9	-20.1	0.7	-21.4	-19.4	8.9	0.5	7.9	9.6
<i>Cepola macrophthalma</i>	9	-19.5	0.3	-20.0	-18.9	9.5	0.4	9.0	10.0
<i>Conger conger</i>	8	-18.9	0.3	-19.2	-18.4	10.0	0.3	9.6	10.6
<i>Diplodus annularis</i>	3	-17.4	1.9	-18.7	-15.3	10.9	0.3	10.5	11.1
<i>Diplodus bellottii</i>	3	-17.9	0.6	-18.6	-17.4	10.8	1.5	9.4	12.3
<i>Eledone cirrhosa</i>	6	-18.7	0.8	-19.2	-17.1	9.3	0.7	8.6	10.4
<i>Eledone moschata</i>	6	-18.3	0.4	-18.7	-17.8	9.9	0.3	9.4	10.2
<i>Engraulis encrasicolus</i>	9	-20.5	0.8	-21.3	-19.0	8.0	0.3	7.8	8.5
<i>Illex coindetii</i>	9	-19.7	0.5	-20.5	-18.9	10.4	0.8	9.1	11.5
<i>Loligo vulgaris</i>	9	-19.8	0.6	-20.6	-18.9	11.0	0.7	10.0	12.5
<i>Macruramphosus sp.</i>	9	-19.7	0.5	-20.8	-19.1	10.5	0.6	9.7	11.6
<i>Merluccius merluccius</i> <13cm	4	-19.3	0.6	-20.0	-18.6	9.5	0.4	9.0	9.8
<i>Merluccius merluccius</i> >13cm	9	-19.3	0.3	-19.9	-18.7	10.3	0.4	9.8	11.2
<i>Micromesistius poutassou</i>	1	-18.8		-18.8	-18.8	11.0		11.0	11.0
<i>Mullus barbatus</i>	9	-18.7	0.3	-19.2	-18.4	10.8	0.5	10.0	11.5
<i>Mullus surmuletus</i>	9	-18.6	0.5	-19.4	-17.8	10.1	0.3	9.8	10.6
<i>Octopus vulgaris</i>	6	-18.7	0.7	-19.4	-17.7	10.2	0.6	9.6	11.1
<i>Pagellus acarne</i>	9	-19.2	1.0	-20.7	-17.6	10.6	1.0	8.7	11.8
<i>Pagellus erythrinus</i>	6	-17.6	0.7	-18.3	-16.7	11.6	1.0	10.2	12.5
<i>Sardina pilchardus</i>	6	-20.8	0.6	-21.7	-19.7	8.1	0.3	7.7	8.4
<i>Scomber colias</i>	3	-19.6	0.1	-19.7	-19.5	9.0	0.4	8.7	9.4
<i>Solea solea</i>	3	-19.0	0.5	-19.6	-18.6	9.2	0.6	8.7	9.9
<i>Spicara maena</i>	6	-20.2	0.6	-20.7	-19.1	9.4	0.3	9.2	9.8
<i>Trachurus mediterraneus</i>	6	-19.2	0.6	-19.8	-18.5	9.9	0.6	8.8	10.3
<i>Trachurus picturatus</i>	6	-19.4	0.2	-19.5	-19.1	9.4	0.3	8.8	9.8
<i>Trachurus trachurus</i>	9	-19.4	0.4	-20.0	-18.8	10.2	0.5	9.4	11.0

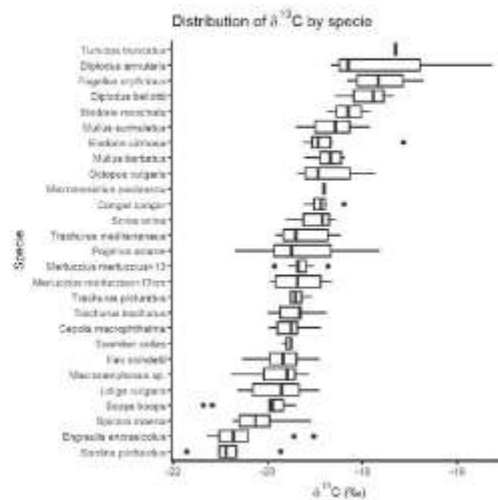


Figure 1: Boxplots of $\delta^{13}\text{C}$ by species ordered by their corresponding mean value.

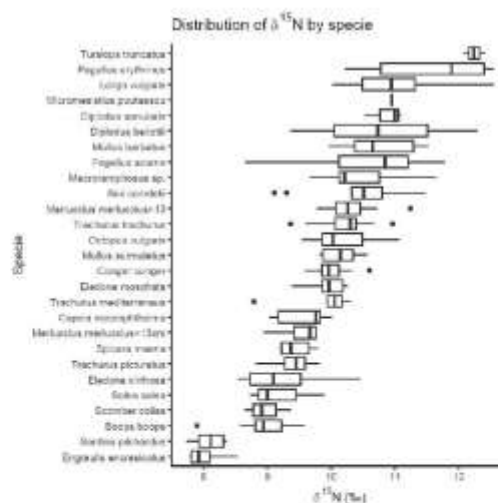


Figure 2: Boxplots of $\delta^{15}\text{N}$ by species ordered by their corresponding mean value.

Bottlenose dolphins clearly highlights as the species with the highest $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ mean values from all the species. Also, some interspecific differences are found, with some species occupying enriched (more coastal/benthic) or depleted (offshore/pelagic) niches. See Figure 3.

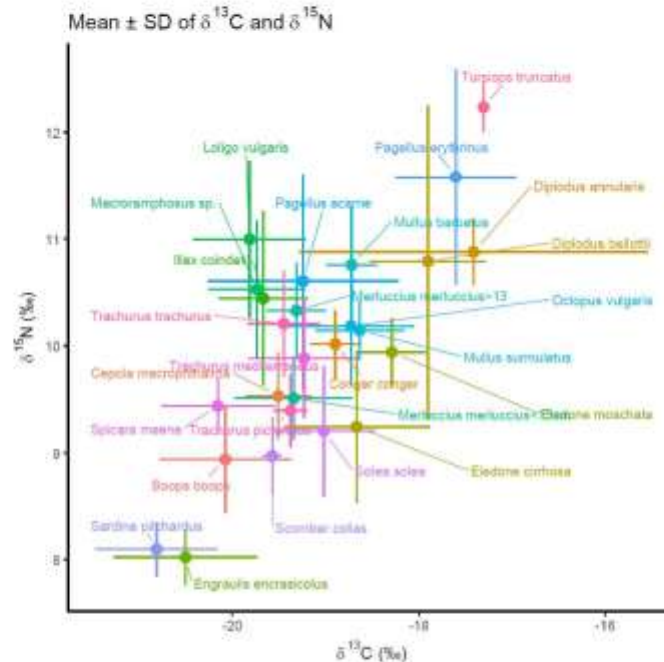


Figure 3: Biplot of species means (\pm SD), showing the isotopic separation among species.

Ontogenetic Shifts (Length vs Isotopes)

For potential prey species, ontogenetic shifts were evaluated by constructing linear regressions of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ against body length. Some significant relationships indicated ontogenetic dietary or habitat shifts in certain species, such as *Engraulis encrasicolus* and *Merluccius merluccius* <13cm for $\delta^{13}\text{C}$. No significant relationships were found for $\delta^{15}\text{N}$ (Figure 4 and Figure 5).

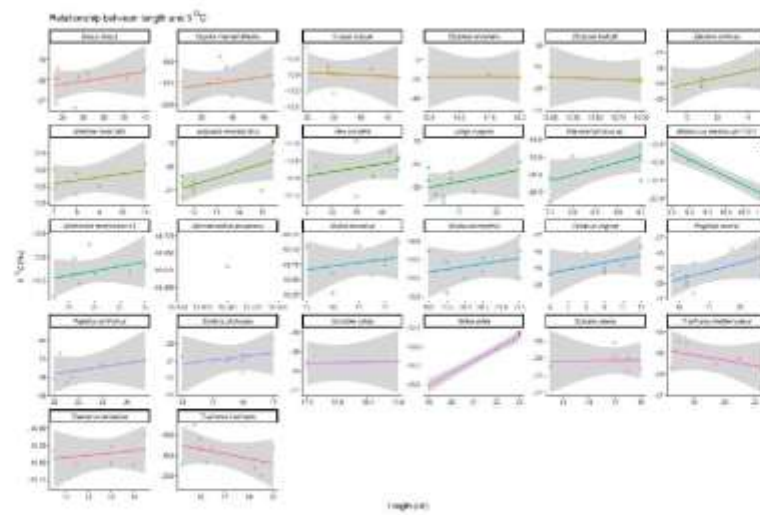


Figure 4: Relationships between $\delta^{13}\text{C}$ and body length (cm). Significant relationships are depicted with an asterisk.

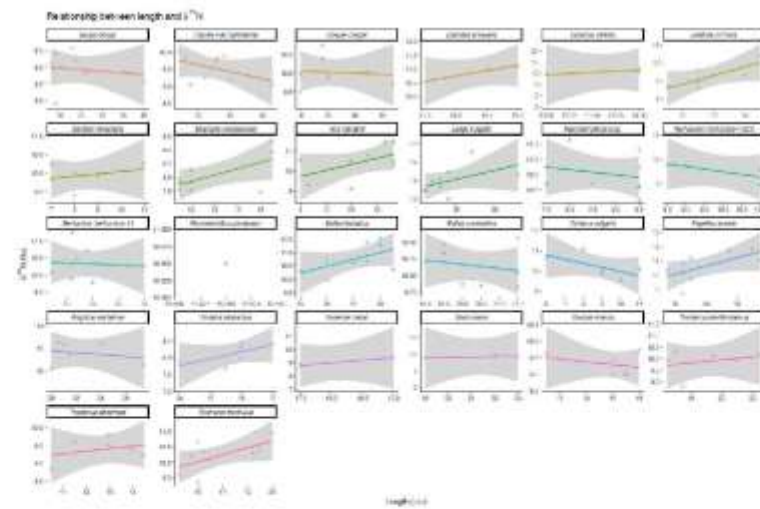


Figure 5: Relationships between $\delta^{15}\text{N}$ and body length (cm). Significant relationships are depicted with an asterisk.

Spatial Comparisons

Mean $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ were computed by species and zone in prey species. Some species exhibited consistent isotopic signatures across zones (Figure 6), while others showed spatial variation likely reflecting regional prey availability or habitat use.

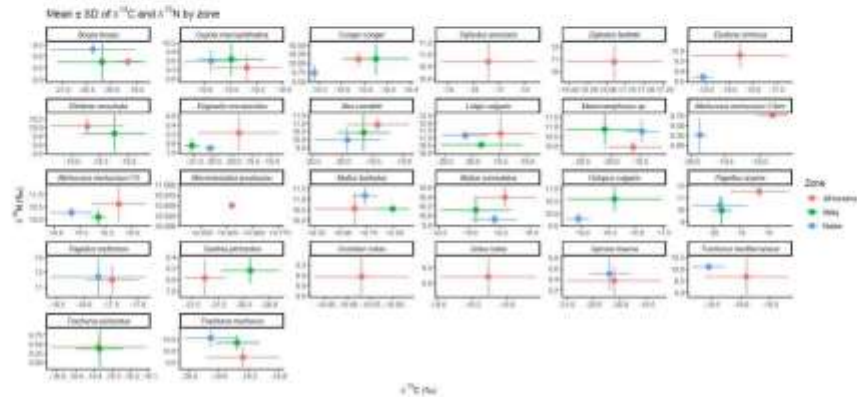


Figure 6: Stable isotope values of each potential prey split by sampling zone (AlHoceimas, Mdiq and Nador).

Diet assessment

To make dolphin isotopic values comparable to prey space, discrimination factors from Giménez et al. (2016) were applied: $\delta^{13}\text{C}$ reduced by 1.01 ‰ and $\delta^{15}\text{N}$ reduced by 1.57 ‰. After correction, *T. truncatus* is placed close to *Diplodus belloti* and *Diplodus annularis*, *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* as well as *Octopus vulgaris*, *Eledone moschata* and *Pagellus acarne* (Figure 7).

Only two samples from *T. truncatus* were provided for the analysis so a proper diet assessment is not possible. If more samples become available a robust mixing model could be computed to assess the proportions of consumption each of the potential preys.

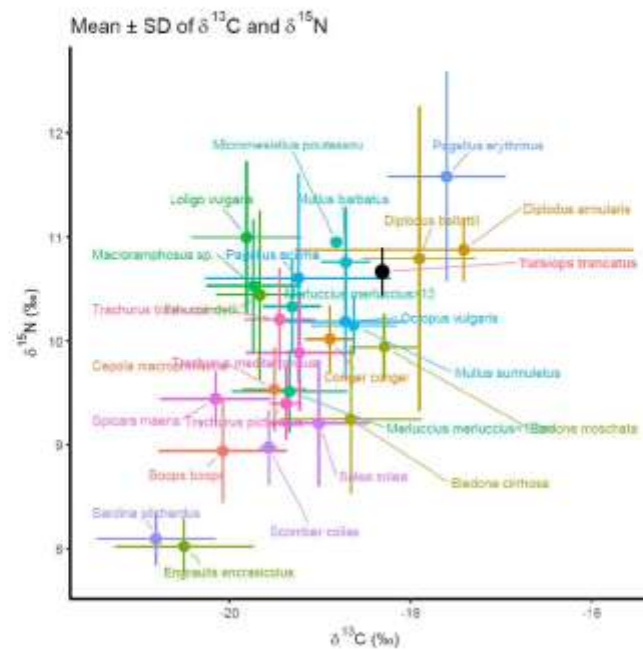


Figure 7: Biplot of species means (\pm SD), showing the isotopic separation among species. *T. truncatus* has been adjusted with the discrimination factors from Giménez et al. (2016). *T. truncatus* is highlighted in black.

Conclusions

- The Moroccan fish community shows clear isotopic differentiation, suggesting partitioning of foraging habitats and trophic resources.
- Some ontogenetic shifts were detected in certain prey taxa, as well as some regional differences between sample locations (spatial variation).
- $\delta^{15}\text{N}$ values of bottlenose dolphins confirm the species a top predator in the area feeding at higher trophic levels.
- Higher number of biopsy samples from bottlenose dolphins are needed to properly assess the diet of this species in the research area.