

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Halieutique

**Recensement visuel des espèces de poissons par
deux techniques de plongée (scaphandre et apnée)
dans la région centre du littoral Algérien.**

Présenté par :

DELLADJ Cheyma Nour El Houda

LEMDANI Omar

Dirigé par :

M^{me} BOUGHAMOU Naïma

Soutenu le 15/06 /2025 devant le jury composé des membres suivants :

MAHDID S.	Maître assistant A	ENSSMAL	Présidente
GHALMI R.	Maître assistant A	ENSSMAL	Examinatrice
BOUGHAMOU N.	Maître de conférences A	ENSSMAL	Promotrice

Année universitaire : 2024/2025

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale
Spécialité : Halieutique

**Recensement visuel des espèces de poissons par
deux techniques de plongée (scaphandre et apnée)
dans la région centre du littoral Algérien.**

Présenté par :

DELLADJ Cheyma Nour El Houda

LEMDANI Omar

Dirigé par :

M^{me} BOUGHAMOU Naïma

Soutenu le 15/06 /2025 devant le jury composé des membres suivants :

MAHDID S.	Maître assistant A	ENSSMAL	Présidente
GHALMI R.	Maître assistant A	ENSSMAL	Examinatrice
BOUGHAMOU N.	Maître de conférences A	ENSSMAL	Promotrice

Année universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Avant de commencer, nous tenants à remercier Dieux le tout puissant qui nous a donné la force et le courage pour achever ce travail.

Tout d'abord, on a le plaisir de remercier tout les enseignants qui ont contribué à notre formation d'école primaire à ce jour.

Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement Mme MAHDID SONIA qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Nous remercions notre promotrice Mme BOUGHAMOU Naïma pour tous ses conseils, ses orientations et sa guidance précieuse tout au long de la réalisation de ce projet.

Nous exprimons aussi notre gratitude pour Mme GHANEMI Rachida pour avoir bien accepté d'examiner ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon père Mohammed Arezki, pour ton encouragement indéfectibles tes innombrables sacrifices. Ton soutien a été une lumière constante dans mon parcours. Merci pour tout ce tu a fais pour moi

Ma mère Mekioussa, pour tes sacrifices et tes conseils avisé. Ta présence bienveillante m'a toujours réconforté. Mille mercis pour tout et que tu protège

A ma grand-mère Tassadit auquel je souhaite une longue vie

Tous ma famille Naima, Fadhila, Faouzia, Slimane, Kahina, Cylia , Lydia, Billel, Mayes dont la présence joyeuse et le soutien inconditionnel ont illuminé mon chemin, je vous dédie ce travail avec la promesse de continuer à vous inspirer

Aux petits Mathis, Axel, Dylan, Yanel, Yanil, Aylan pour leur présence

Ma meilleur amie Samia Votre amitié et votre soutien indéfectible ont été mes bouées de sauvetage dans les moments difficiles. Ce mémoire est aussi le vôtre, car vous avez été mes épaules sur lesquelles je me suis appuyé

Tous mes amis Rahma, Linda, Alilou, Salah, Mounir, Nacer et Yazid pour leur présence, leur soutien et leur gentillesse et les beaux moments partagés

Un grand merci à Cheyma DELLADJ,, ma binôme, pour sa collaboration, son implication et son soutien constant tout au long de ce projet

Merci à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à cette aventure

... Omar ...

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

*Mon père MOUHAMED ELHADI et à ma mère GUMINI KHALISSA , pour leur amour
inconditionnel, leurs prières et leurs sacrifices*

*Ma grand-mère, NANA DJAMILA , pour son amour, sa sagesse et son soutien
indéfectible tout au long de mon parcours*

*Mes amies LINDOUD et RAHMOUNIA, amies fidèles depuis la première année
universitaire jusqu'à aujourd'hui. Elles m'ont toujours soutenue, que ce soit par leur
temps, financière, ainsi que par leur présence physique et morale, partout où j'en avais
besoin*

*Mes frères et sœurs, ASAIIS , SELOUMIYA , MOU BRAHIM, MOUZANEN, AKAZA,
AZAZA et DROUSIYA pour leur présence et leurs encouragements tout au long de mon
parcours*

*Mon ami et frère de cœur depuis 11 ans, SALAH GATTEL, pour sa fidélité, son soutien
constant et sa présence précieuse dans ma vie*

*Je remercie chaleureusement l'équipe du Club El-Mourjan JAMEL et KOUSSAYLA et
celle du Club Al-Far KAIS pour leur accompagnement tout au long de ce travail*

*Mes remerciements vont également à Monsieur HAMID, moniteur de plongé , pour ses
conseils avisés et son soutien durant cette étape importante*

*Un grand merci à OMAR LEMDANI, mon binôme, pour sa collaboration, son implication
et son soutien constant tout au long de ce projet*

*Je remercie aussi CHAFIKA, LETICIA, MALIHA, mes chères amies de la chambre
universitaire, pour leur présence, leur gentillesse et les beaux moments partagés*

Merci à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à cette aventure

... Cheyma ...

LISTE DES FIGURES

Titre	Page
Figure I.1. Carte du bassin Algérien et un zoom sur la région centre de l'Algérie (Amari et Benani, 2015).	6
Figure I.2. Une caméra sous-marine marque AKASO (https://www.amazon.fr/camera-marine/s?k=camera+sous+marine)	9
Figure I.3. Ordinateur de plongée de la Marque GENIUS MARES (https://www.palanquee.com/plongee/ordinateurs-de-plongee-sous-marine).	10
Figure I.4. Images de ROV. A gauche : ROV relié à un navire de surface par un câble ; à droite : ROV porté par un plongeur (https://en.wikipedia.org/wiki/Remotely_operated_underwater_vehicle).	11
Figure I.5. Combinaison de plongée étanche en néoprène (https://fr.wikipedia.org/wiki/Combinaison_de_plong%C3%A9e).	14
Figure I.6. Masque de plongée conventionnel, avec sangle réglable et de silicone. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Masque_de_plong%C3%A9e)	14
Figure I.7. Mono-palme et bi-palmes en fibre de carbone. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Palme_(plong%C3%A9e)).	15
Figure I.8. A gauche : bouteille de plongée équipée d'un détendeur, d'un manomètre et du direct system. A droit : bouteille de plongée sans équipements. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Bouteille_de_plong%C3%A9e).	15
Figure I.9. Détendeurs de plongée. (Https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9tendeur_de_plong%C3%A9e).	16
Figure I.10. Manomètre haute pression (0-2500 bar). (Https://fr.wikipedia.org/wiki/Manom%C3%A8tre).	16
Figure II.11. Carte géographique représente la localisation des sites d'étude.	21
Figure.II.12. Photo des PMT utilisée dans nos compagnes de plongée.	23
Figure II.13. Photo de la combinaison utilisée dans nos compagnes de plongée.	24
Figure II.14. Photo d'un gilet stabilisateur utilisé dans nos compagnes de plongée.	24

LISTE DES FIGURES

Figure II.15 Photo de l'ordinateur utilisée dans nos compagnes de plongée.	25
Figure II.16. Photo de la bouteille d'air comprimée utilisée dans nos compagnes de plongée.	25
Figure II.17. Photo de détendeur utilisé dans nos compagnes de plongée.	26
Figure II.18. Photo qui représente l'embout buccal, le manomètre et le système anti-givrage utilisés dans nos compagnes de plongée.	26
Figure II.19. Photo du détendeur de secours utilisé dans nos compagnes de plongée.	27
Figure II.20. Photo qui représente les accessoires utilisés. De gauche vers la droite et en haut vers le bas : la ceinture de plomb, le couteau, la torche et la boussole.	27
Figure II.21. Photo de la caméra utilisés dans notre compagne	28
Figure III.22. Répartition en pourcentage des familles recensées durant la période d'étude.	43

LISTE DES TABLEAUX

Titre	Page
Tableau II.1. Types de substrats et leur état de santé en fonction des sites et des stations choisis dans la présente étude.	22
Tableau.II.2. Fiche technique utilisée durant les sorties en mer pour organiser les données.	30
Tableau III.3. Identification et nomenclature des espèces inventoriées	35
Tableau III.4. Quelques données sur les caractéristiques de chaque station.	44
Tableau III.5. Caractéristiques des espèces inventoriées durant la période d'étude. (Ro : Roche, H : herbier, S : sable, PE : pleine eau, G : grotte, Ra : rare, F : fréquent, Nbr : nombre d'individus, C : Comportement))	47

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

<u>INTRODUCTION.....</u>	1
<u>CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS</u>	4
I.1. Présentation de la zone d'étude : bassin centre	5
I.1.1. Baie de Bou-Ismaïl	5
I.1.2. Baie d'Alger.....	5
I.1.3. Baie de Zemmouri.....	5
I.2. Introduction à la plongée sous-marine	6
I.2.1. Définition et évolution de la plongée sous-marine.....	6
I.3. Importance de la plongée dans les études scientifiques	7
I.4. Différences entre la plongée libre (apnée) et la plongée avec bouteille	7
I.4.1. Plongée libre	7
I.4.2. Plongée avec bouteille (plongée autonome)	8
I.5. Historique et évolution des techniques de suivi des espèces en plongée	8
I.5.1. Développement des méthodes de suivi des espèces en plongée	8
I.5.2. Innovations technologiques (caméras sous-marines, ordinateurs de plongée, ROV)	8
I.6. Application des différentes techniques dans les études de biodiversité	11
I.6.1. Études sur les récifs coralliens	11
I.6.2. Suivi des herbiers de posidonies.....	11
I.6.3. Inventaires des espèces cryptiques	12
I.7. Méthodes de suivi des espèces en plongée	12
I.7.1. Suivi en snorkeling	12
I.7.2. Suivi en plongée bouteille (plongée autonome)	13
I.8. Importance de l'inventaire des espèces marines	17
I.8.1. Contribution à la préservation de la biodiversité	17
I.8.2. Détection des espèces envahissantes et menacées	18
<u>CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES</u>	19
II.1. Choix des sites d'étude	20
II.2. Déroulement des sorties et stratégie d'échantillonnage	22
II.3. Équipement et méthodes de suivi des espèces en plongée	23
II.3.1. Équipement de plongée	23
II.3.2. Méthodes et techniques de plongée	28
II.4. Analyse et traitement des données	31
II.4.1. Identification	31
II.4.2. Richesse spécifique	31
II.4.3. Abandonne et fréquence	31

SOMMAIRE

<u>CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION</u>	33
III.1. Résultats	34
III.1.1. Richesse spécifique	34
III.1.2. Caractéristiques des stations de plongée	43
III.1.3. Caractéristiques des espèces identifiées	45
III.2. Discussion	49
<u>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</u>	52
<u>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	55

ANNEXES

RÉSUMÉS

Introduction

L'étude des peuplements de poissons s'est d'abord appuyée sur des méthodes destructrices (pêche, dynamite, poison). Mais dès le milieu des années cinquante, des méthodes d'échantillonnage visuel, en plongée ou à l'aide de systèmes vidéo, ont été développées en milieu tropical corallien (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985 ; Mallet and Pelletier 2014). Aujourd'hui, ces méthodes visuelles sont communément utilisées en zone côtière lorsque l'on souhaite obtenir des informations sur l'ensemble des espèces qui composent un peuplement et pas uniquement sur les espèces « capturables » ou lorsque l'on s'intéresse aux peuplements de poissons de milieux difficilement accessibles aux engins de pêche classiquement utilisés (zones rocheuses et récifs coralliens notamment). Ces méthodes s'avèrent aussi être les plus appropriées lorsque des problèmes d'éthique ou de réglementation rendent inutilisables les techniques basées sur des prélèvements. Ce peut être le cas lorsque l'étude concerne une aire marine protégée.

Plusieurs méthodes visuelles existent et sont présentées et comparées dans diverses références (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975, Harmelin-Vivien *et al.*, 1985 ; Francour, 1999 ; Samoily et Carlos, 2000 ; Labrosse *et al.*, 2001 ; Murphy et Jenkins, 2010 ; McCauley *et al.*, 2012 ; Mallet et Pelletier, 2014 ; Caldwell *et al.*, 2016 ; Prato *et al.*, 2017 ; Wilson *et al.*, 2018). Elles permettent de collecter des données qui peuvent apporter des informations précises sur la composition des peuplements (quelles espèces) et leur structure (densités, biomasses et structures en tailles des espèces observées). Chaque méthode a ses forces et ses faiblesses, ses avantages et ses inconvénients et bien que certaines soient plus utilisées que les autres, il n'existe pas réellement de standard (Caldwell *et al.*, 2016). Leur mise en œuvre nécessite de plus du personnel scientifique qualifié (plongeurs scientifiques professionnels) et représente des coûts financiers importants qui peuvent limiter leur usage.

En Algérie, où les écosystèmes marins du centre du pays sont encore peu documentés, la plongée scientifique joue un rôle clé pour combler les lacunes dans la connaissance de la biodiversité marine et pour orienter les stratégies de conservation (Bakalem & Dauvin, 2009).

La région centre de l'Algérie, bordée par la mer Méditerranée, recèle une biodiversité marine d'une richesse considérable, où les poissons jouent un rôle écologique et économique primordial. Toutefois, la connaissance de cette faune ichtyologique demeure parcellaire. Cette étude a pour objectif de combler cette lacune en réalisant un inventaire en plongée des poissons de cette région.

Cette étude s'inscrit dans un contexte dans lequel la mer Méditerranée, et plus particulièrement les côtes algériennes, sont soumises à des pressions croissantes : surpêche, pollution, changement climatique. Il est donc crucial d'améliorer notre compréhension de la

diversité et de la répartition des espèces afin de mettre en place des mesures de gestion durables.

À travers des campagnes de plongée, nous avons cherché à établir un inventaire exhaustif des poissons, à déterminer leur répartition en fonction des habitats et à évaluer l'état de conservation des populations. Les résultats obtenus permettront de formuler des recommandations pour la préservation de cette ressource essentielle. Ce travail contribue ainsi à une meilleure reconnaissance de la faune ichthyologique de la région centre et à la promotion d'une gestion durable de ses ressources.

A notre connaissance, les travaux sur l'inventaire visuel de poissons marins par plongée en Algérie sont presque absents. Ce travail a pour objectif principale de fournir et de recueillir des informations sur les espèces de poissons existent-ils dans les côtes centre de l'Algérie en fonction de leurs habitats.

Méthodologiquement, ce document est organisé en trois grands chapitres. Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur la zone d'étude, historique et évolution des techniques de suivi en plongée, méthodes de suivi des espèces en plongée. Le deuxième chapitre traite la méthodologie suivie durant notre pratique. Enfin, le dernier chapitre, renferme les résultats expérimentaux obtenus ainsi que leurs discussions.

Chapitre I : Généralités

I.1. Présentation de la zone d'étude : bassin centre

L'Algérie se trouve dans le bassin occidental de la méditerranée avec un littoral de 1622 km de côtes, 32 îles et 208 îlots. La région centre de l'Algérie couvre trois wilayas côtières (Tipaza, Alger, et Boumerdes) sur une étendue de 250 Km où elle occupe trois baies : la baie de Bou-Ismaïl, la baie d'Alger, et la baie de Zemmouri (Fig. I.1).

I.1.1. Baie de Bou-Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl est l'une des plus importantes baies de la côte algérienne. Elle se situe sur la partie ouest du littoral algérois, du Ras Acras au Cap Mont. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranéenne, au sud par la plaine de la Mitidja, à l'est par le massif de la Bouzaréah et à l'ouest par le massif de Chenoua. Elle s'étend de 2°25' à l'ouest et à 2°55' à l'est sur une longueur et superficie d'environ 40 km et 342 km² respectivement, ce qui la rend comme la plus grande baie des côtes algériennes.(Gherzouli et Laguel, 2024).

I.1.2. Baie d'Alger

Elle se localise dans la partie centre de la côte algérienne au plein de Mitidja de forme semi-circulaire qui est délimitée par deux caps : le cap Rais Hamidou à l'ouest et le cap Bordj El-Bahri à l'est. Elle s'étend entre les longitudes « 03°01'00" E et 03°14'30" E » et les latitudes « 36°44'30" N et 36°49'15" N » sur une superficie d'environ 180 km².

I.1.3. Baie de Zemmouri

La baie de Zemmouri s'étend sur une distance linéaire de 63 km, entre les longitudes « 03°14'50" E et 03°55'75" E » et les latitudes « 36°49'35" N et 36°55'39" N ». Elle s'étire du Cap Matifou au Cap Djinet, puis se prolonge jusqu'à la partie saillante de Cap Djinet jusqu'à Dellys.

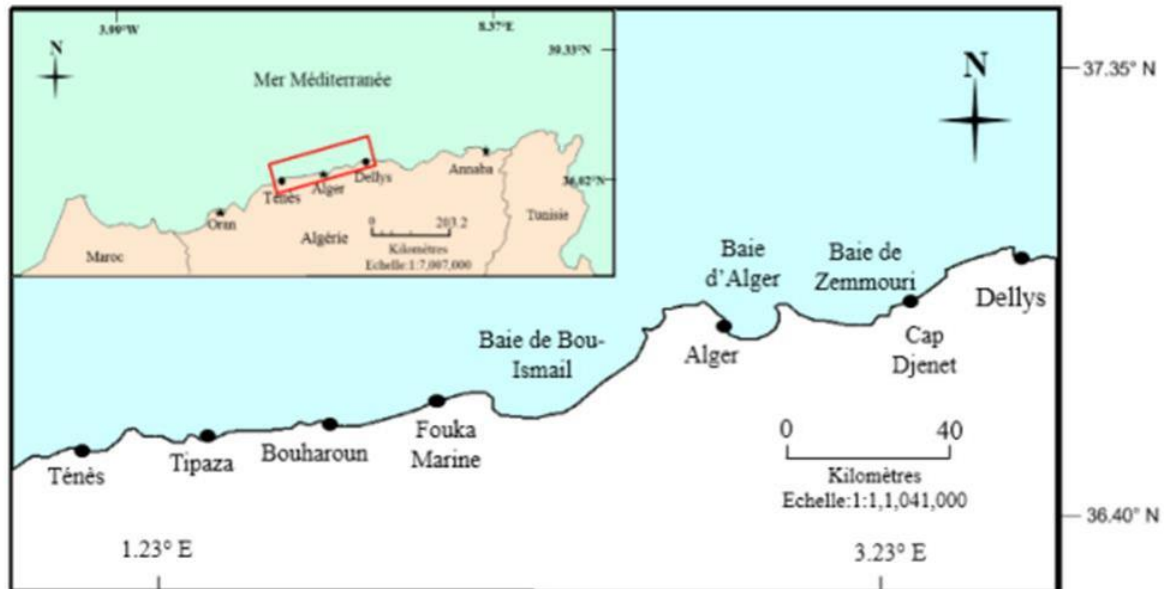


Figure I.1. Carte du bassin Algérien et un zoom sur la région centre de l'Algérie (Amari et Benani, 2015).

I.2. Introduction à la plongée sous-marine

I.2.1. Définition et évolution de la plongée sous-marine

La plongée sous-marine est une activité qui consiste à explorer les fonds marins en s'immergeant dans l'eau, que ce soit en apnée (sans équipement respiratoire) ou en utilisant un équipement spécifique comme une bouteille d'air comprimé. Historiquement, la plongée a d'abord été utilisée à des fins de pêche, de récupération d'objets ou d'exploration rudimentaire. Avec l'évolution des techniques et des équipements, notamment l'invention du scaphandre autonome par Jacques-Yves Cousteau et Émile Gagnan dans les années 1940, la plongée est devenue un outil essentiel pour la recherche scientifique, l'exploration marine et la conservation des écosystèmes aquatiques (Cousteau et Dumas, 1953).

Aujourd'hui, la plongée sous-marine est une discipline à la fois récréative et scientifique, permettant d'accéder à des environnements sous-marins pour étudier la biodiversité, cartographier les habitats et collecter des données écologiques. Elle a également joué un rôle clé dans la sensibilisation du public à la beauté et à la fragilité des écosystèmes marins (Pyle, 2000).

I.3. Importance de la plongée dans les études scientifiques

La plongée sous-marine est un outil indispensable pour les scientifiques étudiant les écosystèmes marins. Elle permet une observation directe « in situ » des espèces et de leurs habitats, ce qui est crucial pour réaliser des inventaires biologiques précis. Contrairement aux méthodes indirectes (comme les images satellites ou les échantillonnages à distance), la plongée offre une vision détaillée et interactive de l'environnement sous-marin (Humann et De Loach, 2002). Dans le cadre d'un inventaire des espèces, la plongée permet de :

- Identifier visuellement les espèces présentes.
- Observer les comportements et les interactions entre espèces.
- Évaluer l'état de santé des habitats (coraux, herbiers, etc.).
- Collecter des échantillons biologiques de manière ciblée (Loya, 1972).

I.4. Différences entre la plongée libre (apnée) et la plongée avec bouteille

La plongée sous-marine peut-être pratiquée selon deux approches principales: la plongée libre (ou apnée) et la plongée avec bouteille (ou plongée autonome). Chacune de ces méthodes présente des avantages et des limites, en fonction des objectifs de l'étude.

I.4.1. Plongée libre

La plongée libre consiste à retenir sa respiration pendant toute la durée de l'immersion sans utiliser d'équipement respiratoire, qui présente plusieurs avantages, notamment son caractère silencieux et peu intrusif, permettant d'approcher les espèces marines sans les perturber, ainsi que son coût réduit et l'absence d'équipement lourd (Parker, 2012). Cependant, cette pratique comporte des limites, car la durée d'immersion est restreinte par la capacité de l'apnéiste à retenir sa respiration, ce qui réduit le temps disponible pour les observations et les collectes de données, et la rend moins adaptée pour les explorations en profondeur (Schagatay, 2011).

I.4.2. Plongée avec bouteille (plongée autonome)

La plongée avec bouteille utilise un équipement respiratoire (détendeur et bouteille d'air comprimé) pour permettre une immersion prolongée, qui offre plusieurs avantages, notamment des plongées plus longues et plus profondes, augmentant ainsi le temps d'observation et permettant d'explorer des habitats situés à des profondeurs inaccessibles en apnée. Elle est également mieux adaptée pour les travaux scientifiques nécessitant des manipulations ou des prélèvements (Musa, 2003). Cependant, cette méthode présente des limites, car l'équipement est plus coûteux et requiert une formation spécifique, et la présence de bulles d'air peut perturber certaines espèces sensibles (Harriott, 2002).

I.5. Historique et évolution des techniques de suivi des espèces en plongée

1.5.1. Développement des méthodes de suivi des espèces en plongée

Le suivi des espèces marines en plongée a connu une évolution significative depuis ses débuts. Initialement, les premières études reposaient sur des observations visuelles directes et des prélèvements manuels, souvent limités par la durée d'immersion et la profondeur accessible. Ces méthodes, bien que rudimentaires, ont permis de poser les bases de l'écologie marine moderne (Loya, 1972).

Avec l'avènement de la plongée autonome dans les années 1940, les scientifiques ont pu explorer des zones plus profondes et prolonger leurs temps d'observation. Des protocoles standardisés, tels que les transects linéaires et les quadrats, ont été développés pour quantifier la distribution et l'abondance des espèces. Ces méthodes ont été largement utilisées dans les études sur les récifs coralliens et les herbiers marins, permettant une meilleure compréhension de la structure et de la dynamique des écosystèmes (English *et al.*, 1997).

I.5.2. Innovations technologiques (caméras sous-marines, ordinateurs de plongée, ROV)

Les avancées technologiques ont révolutionné les techniques de suivi en plongée, offrant des outils plus précis et moins intrusifs pour étudier la biodiversité marine. Parmi ces innovations, on peut citer :

A. Caméras sous-marines

Les caméras étanches et les systèmes de vidéo sous-marine ont permis de capturer des images et des vidéos hautes résolutions des habitats marins. Ces enregistrements peuvent être analysés en détail après la plongée, réduisant ainsi les erreurs d'observation et permettant une documentation précise des espèces et de leurs comportements (Harriott, 2002). Les caméras action comme les GoPro ont également démocratisé l'usage de la vidéo sous-marine pour les chercheurs et les citoyens scientifiques (Fig. I.2).



Figure I.2. Une caméra sous-marine marque AKASO (<https://www.amazon.fr/camera-marine/s?k=camera+sous+marine>)

B. Ordinateurs de plongée

Ces dispositifs intégrés aux équipements de plongée, permettent de surveiller en temps réel la profondeur, la durée de plongée, la décompression et d'autres paramètres critiques. Ils améliorent la sécurité des plongeurs et optimisent le temps passé sous l'eau, ce qui est essentiel pour les études scientifiques prolongées (Musa, 2003) (Fig. I.3).



Figure I.3. Ordinateur de plongée de la marque GENIUS MARES (<https://www.palanquee.com/plongee/ordinateurs-de-plongee-sous-marine>).

C. ROV (Remotely Operated Vehicles)

ROV signifie véhicule télécommandé ou Remotely Operated Vehicles en anglais. Un ROV est un véhicule/robot sous-marin généralement relié à un navire de surface par un câble de communication et de contrôle ou porté par un plongeur. Les ROV sont généralement exploités par des pilotes à bord du navire de surface. Les ROV sont équipés de caméras et de capteurs, qui permettent d'explorer des zones inaccessibles aux plongeurs en raison de la profondeur ou des conditions dangereuses. Ils sont particulièrement utiles pour étudier les écosystèmes profonds et pour réaliser des inventaires dans des environnements extrêmes (Pyle, 2000) (Fig. I.4).

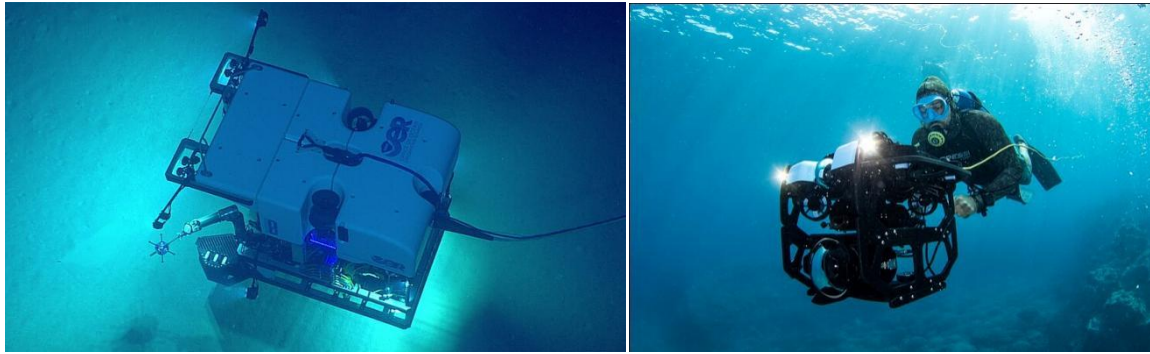


Figure I.4. Images de ROV. A gauche : ROV relié à un navire de surface par un câble ; à droite : ROV porté par un plongeur (https://en.wikipedia.org/wiki/Remotely_operated_underwater_vehicle).

I.6. Application des différentes techniques dans les études de biodiversité

Les techniques de suivi en plongée, combinées aux innovations technologiques, ont été largement appliquées dans les études de biodiversité marine.

I.6.1. Études sur les récifs coralliens

Les transects visuels et les quadrats photographiques sont couramment utilisés pour évaluer la couverture corallienne, la diversité des poissons et l'impact des perturbations naturelles ou anthropiques (Humann et De Loach, 2002). Les caméras sous-marines permettent également de documenter les interactions entre espèces et les comportements alimentaires.

I.6.2. Suivi des herbiers de posidonies

Les herbiers marins, comme ceux de *Posidonia oceanica* en Méditerranée, sont souvent étudiés à l'aide de méthodes de cartographie sous-marine et de prélèvements d'échantillons. Les ROV sont utilisés pour explorer les zones profondes où ces herbiers peuvent également se développer (Boudouresque *et al.*, 2012).

I.6.3. Inventaires des espèces cryptiques

Les espèces difficiles à observer, comme les petits invertébrés ou les poissons camouflés, peuvent être étudiées à l'aide de techniques de vidéo sous-marine ou de prélèvements ciblés. Ces méthodes permettent de recenser des espèces souvent négligées dans les inventaires traditionnels (Parker, 2012).

I.7. Méthodes de suivi des espèces en plongée

I.7.1. Suivi en snorkeling

Le snorkeling ou randonnée subaquatique est une méthode de suivi des espèces marines qui utilise un équipement minimal : un masque, des palmes et un tuba. Cette technique permet d'observer les écosystèmes marins proches de la surface sans nécessiter d'équipement complexe ou de formation approfondie. Le masque offre une vision claire sous l'eau, les palmes facilitent les déplacements, et le tuba permet de respirer tout en gardant la tête immergée (Parker, 2012).

Le snorkeling est principalement utilisé pour explorer des habitats peu profonds, généralement entre 0 et 5 mètres de profondeur. Il est particulièrement adapté pour étudier les récifs coralliens côtiers, les herbiers marins, les lagons et les zones rocheuses peu profondes. Ces habitats abritent une grande diversité d'espèces, notamment des poissons, des invertébrés et des plantes marines (Humann et DeLoach, 2002). Cette méthode a des avantages et des limites cités ci-dessous :

- Accessibilité qui ne nécessite pas de formation complexe ni d'équipement coûteux.
- Non-intrusif à cause de l'absence de bulles d'air permet d'approcher les espèces sans les perturber.
- Idéal pour les études préliminaires ou les inventaires rapides dans les zones peu profondes (English *et al.*, 1997).
- Profondeur limitée qui ne permet pas d'explorer les habitats situés au-delà de quelques mètres de profondeur.
- Durée d'observation réduite qui nécessite de remonter fréquemment à la surface pour

respirer limite le temps d'observation.

- Dépendance des conditions météorologiques parce que les vagues et les courants forts peuvent rendre le snorkeling difficile ou dangereux (Musa, 2003).

I.7.2. Suivi en plongée bouteille (plongée autonome)

La plongée sous-marine, également appelée plongée subaquatique, est une activité consistant à rester sous l'eau, soit en apnée dans le cas de la plongée libre, soit en respirant à l'aide d'un narguilé ou encore en s'équipant d'une bouteille de plongée dans le cas de la plongée en scaphandre autonome. Cette dernière forme de plongée est de ce fait plus familièrement appelée « plongée bouteille ».

La plongée bouteille ou plongée autonome utilise un équipement spécifique pour permettre des immersions prolongées et profondes. L'équipement de base comprend :

- **Une combinaison iso thermique :** protège contre le froid et les abrasions
- **Un masque :** est un équipement qui protège les yeux et le nez d'un plongeur tout en lui permettant de voir correctement sous l'eau.
- **De palmes :** est un équipement qui permet à un individu de se déplacer plus aisément et rapidement dans l'eau.
- **Une bouteille de plongée:** est le réservoir qui renferme le mélange de gaz comprimés nécessaire à la respiration d'un plongeur en scaphandre autonome.
- **Détendeur :** est un mécanisme qui permet à un plongeur en scaphandre autonome de respirer l'air contenu dans sa bouteille de plongée à la pression à laquelle il évolue.
- **Un manomètre :** est un instrument servant à mesurer une pression.



Figure I.5. Combinaison de plongée étanche en néoprène (https://fr.wikipedia.org/wiki/Combinaison_de_plong%C3%A9e).



Figure I.6. Masque de plongée conventionnel, avec sangle réglable et de silicone. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Masque_de_plong%C3%A9e)



Figure I.7. Mono-palme et bi-palmes en fibre de carbone.
([https://fr.wikipedia.org/wiki/Palme_\(plong%C3%A9e\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Palme_(plong%C3%A9e))).



Figure I.8. A gauche : bouteille de plongée équipée d'un détendeur, d'un manomètre et du direct system. A droite : bouteille de plongée sans équipements.
(https://fr.wikipedia.org/wiki/Bouteille_de_plong%C3%A9e).

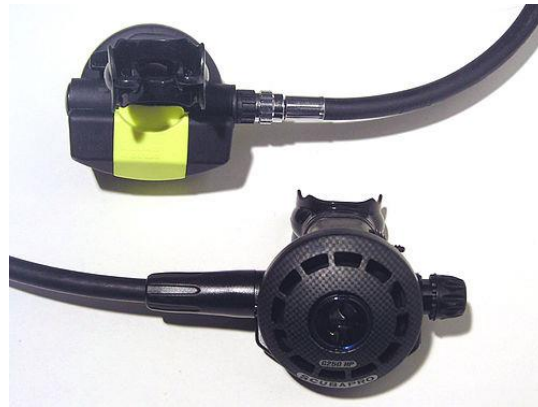


Figure I.9. Détendeurs de plongée.
(https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9tendeur_de_plong%C3%A9e).



Figure I.10. Manomètre haute pression (0-2500 bar).
(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Manom%C3%A8tre>).

- **Lampe sous-marine** : essentielle pour explorer les zones sombres ou profondes.
- **Ordinateur de plongée** : permet d'optimiser son temps de plongée en calculant automatiquement la décompression à réaliser par un plongeur en scaphandre autonome.

Ex: surveille la profondeur, la durée de plongée et les paliers de décompression.

La plongée bouteille nécessite une formation rigoureuse et le respect de protocoles stricts pour garantir la sécurité des plongeurs. Parmi les précautions essentielles, il y a :

- ❖ **Planification de la plongée** : Définir la profondeur maximale, la durée et les paliers de décompression.
- ❖ **Vérification de l'équipement** : S'assurer que tout l'équipement fonctionne correctement avant l'immersion.
- ❖ **Buddy system** : Plonger en binôme pour assurer une assistance mutuelle en cas de problème.
- ❖ **Respect des limites physiologiques** : Éviter la narcose à l'azote et les accidents de décompression (Musa, 2003).

I.8. Importance de l'inventaire des espèces marines

I.8.1. Contribution à la préservation de la biodiversité

L'inventaire des espèces marines est essentiel pour la préservation de la biodiversité, car il fournit une base de données cruciale pour évaluer l'état des écosystèmes marins et identifier les espèces menacées. Selon Costello *et al.* (2010), cet inventaire permet de mieux comprendre la répartition et l'abondance des espèces, ce qui est indispensable pour élaborer des stratégies de conservation efficaces. Mora *et al.* (2011) soulignent que la connaissance de la diversité marine reste incomplète, ce qui rend d'autant plus important les efforts d'inventaire pour combler ces lacunes. Enfin, la Convention sur la diversité biologique (CBD) met en avant le rôle de ces inventaires dans la mise en œuvre d'approches écosystémiques pour la gestion durable des océans. Ces études montrent que l'inventaire des espèces marines est un outil scientifique incontournable pour protéger la biodiversité marine face aux pressions anthropiques et environnementales.

I.8.2. Détection des espèces envahissantes et menacées

L'inventaire des espèces marines permet de détecter les espèces envahissantes qui peuvent perturber les écosystèmes locaux. Par exemple, une étude de Molnar *et al.* (2008) ont montré que les espèces invasives sont l'une des principales causes de perte de biodiversité marine. De plus, l'inventaire aide à identifier les espèces menacées, ce qui est essentiel pour mettre en place des mesures de conservation ciblées.

Chapitre II :

Matériels et Méthodes

II.1. Choix des sites d'étude

Nous avons choisi trois sites dans la région centre de l'Algérie au niveau de la ville de Aïn Benian (site 1), du grand phare (site 2) et d'Alger (site 3). Par la suite, chaque site a été divisé en plusieurs stations qui sont mentionnées sur la carte ci-dessous (Fig. II.11). Le tableau II.1 récapitule les types de substrats et leur état de santé en fonction des sites et des stations. Le choix des sites et stations a été désigné en fonction des paramètres suivants :

- Couverture des 3 habitats majeurs : récifs rocheux, herbiers, fonds sableux.
- Inclusion de zones vierges et de sites anthropisés pour faire la comparaison (Bakalem et Dauvin, 2009).
- Disponibilité de club de plongée et accessibilité de site depuis la côte pour éviter les navigations supérieures à 30 minutes.
- Profondeurs variant de 5 à 30 m pour couvrir les gradients écologiques.
- Évitement des zones à forts courants (>1 nœud) ou à trafic maritime intense.



Figure II.11. Carte géographique représente la localisation des sites et stations d'étude.

Tableau II.1. Types de substrats et leur état de santé en fonction des sites et des stations choisis dans la présente étude.

Site	Station	Type de substrat	État de santé
Ain Benian (site 1)	1	Sable	Très pollué
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
Grand Phare (site 2)	7	Sable	Moins pollué
	8	Roche et herbier	
	9	Roche et herbier	
	10	Roche	
	11	Roche	
	12	Sable	
	13	Sable	
	14	Sable	
Alger (site 3)	15	Sable	Très pollué

II.2. Déroulement des sorties et stratégie d'échantillonnage

Les missions de terrain se sont déroulées entre les mois de septembre 2024 et de mai 2025, en utilisant les moyens de navigation et de plongée des deux clubs de plongée d'El Mordjan et Cap Caxine. Notre équipe de plongée a été répartie en deux à quatre plongeurs (moniteurs, chasseurs, P2/P3) en fonction de leurs disponibilités, expériences et reconnaissances des espèces.

Le type de plongée et les journées de terrain (plongée) adoptés dans notre étude ont été dépendus les conditions environnementales et les ressources disponibles (voir chapitre III), mais généralement une combinaison des deux approches (la plongée libre en apnée et la plongée avec bouteille) a été utilisée pour maximiser l'efficacité de la collecte de données (Boudouresque *et al.*, 2012).

Les nages lentes à vitesse constante (0,5-1 km/h) ont été effectuées, où nous avons photographié, identifié et compté visuellement les espèces *in situ* (Humann et De Loach, 2002).

II.3. Équipement et méthodes de suivi des espèces en plongée

II.3.1. Équipement de plongée

L'équipement de plongée est un ensemble d'outils essentiel qui nous permet d'évoluer en sécurité et avec efficacité le milieu sous-marin. Chaque élément remplit une fonction spécifique. Parmi l'équipement utilisé en plongée, nous avons les palmes, le masque, et la tuba (Fig. II.12) pour la plongée en apnée seulement, et d'autre matériel cité ci-dessous pour la plongée avec bouteille.



Figure II.12. Photo des PMT utilisée dans nos compagnes de plongée.

La tenue de plongée (Fig. II.13) protège le plongeur contre l'hypothermie et les abrasions. Il existe deux types de combinaison :

- Combinaison humide (néoprène 3-7 mm) utilisée pour les eaux tempérées de température varie entre 15-25°C. Dans nos compagnes, nous avons utilisé ce type de combinaison à base de néoprène égal à 5 mm.
- Combinaison étanche : utilisée dans les eaux très froides (<15°C), avec une isolation thermique renforcée.

Nous avons utilisé quelques accessoires avec la combinaison de plongée qui sont : cagoule, les gants et bottillons.



Figure II.13. Photo de la combinaison utilisée dans nos compagnes de plongée.

Le gilet stabilisateur (Fig. II.14) permet de contrôler la flottabilité et de maintenir une position neutre sous l'eau qui se caractérise par :

- Gonflage/dégonflage via un system direct (air de la bouteille) ou oral.
- Pockets de lestage intégré pour équilibrer la flottabilité.
- Matériaux résistants fabriqués en cordura et nylon avec sangles ajustables.
- Utilité scientifique qui stabilise le plongeur lors des prélèvements ou observations (Pyle, 2000).



Figure II.14. Photo d'un gilet stabilisateur utilisé dans nos compagnes de plongée.

L'ordinateur de plongée utilisé dans nos campagnes de plongée est de marque Mares, qui est illustré dans la figure ci-dessous.



Figure II.15. Photo de l'ordinateur utilisée dans nos campagnes de plongée.

La bouteille de plongée (Fig. II.16) que nous avons utilisée, contient l'air respirable comprimé à 200-300 bars, fabriquée en acier ou en aluminium pour résister à la pression. Sa capacité standard est entre 12 à 15 litres qui permet au plongeur une durée qui varie entre 30-60 minutes selon la profondeur et sa consommation.



Figure II.16. Photo de la bouteille d'air comprimée utilisée dans nos campagnes de plongée.

Le détendeur réduit la haute pression de la bouteille (200 bars) à une pression respirable (pression ambiante) (Fig. II.17 et II.18). Il est composé de :

- 1^{er} étage : qui est fixé directement à la bouteille, il a un rôle principal de réduire la pression à une valeur entre 8-10 bars.
- 2^{ème} étage (embout buccal) : qui délivre l'air à la demande du plongeur.
- Manomètre : qui affiche la pression restante dans la bouteille.
- Système anti-givrage : est un système pour augmenter la performance respiratoire y compris dans les eaux froides (Musa, 2003).
- Octopus (deuxième source) : est un détendeur de secours pour le binôme (Fig. II.19).

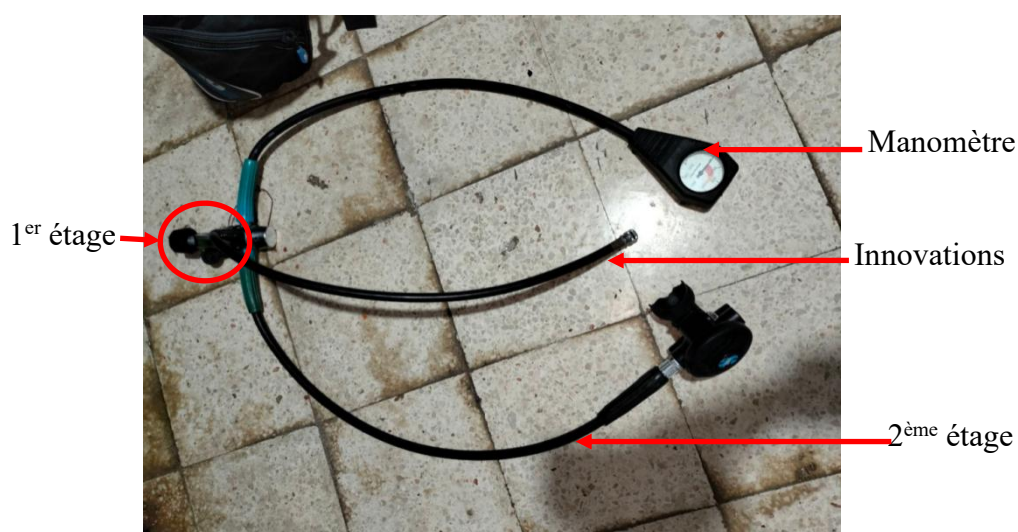


Figure II.17. Photo de détendeur utilisé dans nos compagnes de plongée.



Figure II.18. Photo qui représente l'embout buccal, le manomètre et le système anti-givrage utilisés dans nos compagnes de plongée.



Figure II.19. Photo du détendeur de secours utilisé dans nos compagnes de plongée.

On a utilisé des accessoires de plongée en cas de besoin (Fig. II.20), elles sont :

- Ceinture de plomb : qui compense la flottabilité et l'équilibre du plongeur.
- Couteau de plongée : pour se libérer des filets ou des algues.
- Torche étanche : indispensable pour les plongées profondes ou les grottes.



Figure II.20. Photo qui représente les accessoires utilisés. De gauche vers la droite et en haut vers le bas : la ceinture de plomb, le couteau, la torche et la boussole.

- Caméras étanches et appareils photo sous-marins (Fig. II.21.) : pour documenter les espèces et leurs habitats (marque : GoPro, boîtiers étanches pour appareils photo) (Humann et De Loach, 2002).



Figure II.21. Photo de la caméra utilisé dans nos campagnes de plongée.

- Tablettes étanches et crayons spéciaux : pour noter les observations en temps réel sous l'eau (English *et al.*, 1997).
- Filets et épuisettes : pour capturer temporairement des petits organismes en vue de leur identification (Bakalem et Dauvin, 2009).
- Carnets de terrain étanches : pour enregistrer les observations lors des plongées.
- Bases de données et guides d'identification : pour identifier les espèces observées (Humann et De Loach, 2002).

II.3.2. Méthodes et techniques de plongée

Dans notre travail, nous avons adopté deux techniques de plongées pour suivre les espèces *in situ* qui sont :

II.3.2.1. Plongée en apnée

Cette technique offre des avantages uniques pour la conservation marine en permettant une observation discrète et non intrusive des organismes dans leur habitat naturel. Cette méthode minimise le stress sur la faune et permet de recueillir des données comportementales plus authentiques. De plus, l'apnée permet d'accéder à des zones peu profondes et complexes où les méthodes de suivi conventionnelles peuvent être difficiles à mettre en œuvre, offrant

ainsi une perspective complémentaire sur la distribution et l'abondance des espèces (Dupont, 2020).

La plongée en apnée a été utilisée pour étudier les écosystèmes de surface entre 0-15 m pour les zones côtières peu profondes et pélagiques où nous avons adopté le protocole d'observation suivant :

- Parcours en zigzag ou en ligne droite pour couvrir une large zone.
- Temps d'immersion limité à 30 secondes/apnée, avec des pauses de récupération de 30 secondes à 1 minute.

II.3.2.2. Plongée avec bouteille

La plongée avec bouteille permet d'explorer des habitats jusqu'à 40 m de profondeur (voire 60 m pour les plongeurs professionnels), en suivant une méthodologie rigoureuse axée sur la sécurité, incluant le respect strict des tables de décompression (avec l'utilisation d'un ordinateur de plongée et des tables) et un travail systématique en binôme accompagné d'un briefing pré-plongée (Musa, 2003)

Pour chaque plongée, nous avons utilisé une fiche technique qui facilite l'organisation des informations observées comme la profondeur, type de substrat, les paramètres physico-chimiques, les espèces,... (Tab. II.2).

II.4. Analyse et traitement des données

II.4.1. Identification

L'identification des espèces recensées a été effectuée *in situ* pour les espèces communes et facile à reconnaître et à l'aide des clés d'identification et sites d'internet (Quignard, 1966 ; Bauchot et Quignard, 1973 ; Withehead *et al.*, 1986 ; Quignard et Pras, 1986 ; Quignard *et al.*, 1986 ; Bauchot, 1987 ; FishBase ; Worms ; Doris) pour les autres difficiles *in vivo*.

II.4.2. Richesse spécifique

La richesse spécifique est une mesure de la biodiversité de tout ou partie d'un écosystème ; elle désigne le nombre d'espèces présentes dans un milieu donné. Une richesse spécifique peut s'exprimer en richesse totale ou en richesse moyenne :

- La richesse spécifique totale (nombre total d'espèces différentes identifiées dans un échantillon *i*) (Ramade, 2009).
- La richesse spécifique moyenne (nombre moyen d'espèces identifiées dans un échantillon *i*) (Ramade, 2009).

La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur cette biodiversité (Nichols *et al.*, 1998). Dans la plupart des études, le comptage des espèces présentes dans les prélèvements, c'est à dire le nombre total d'espèces détectées sur un site à un moment donné, est utilisé comme estimateur de la richesse spécifique.

II.4.3. Abandonne et fréquence

L'abondance d'une espèce est le nombre d'individus de l'espèce *i* dans un prélèvement.

$$A = \text{Nombre d'individus d'une espèce } i$$

Face à une pollution, les espèces vont suivre trois types de réaction selon leur sensibilité :

- Disparaître, pour les plus sensibles ;
- Se maintenir, pour les indifférentes ;
- Profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes.

Ces différentes réponses vont se traduire au niveau de l'abondance des espèces. Les profils d'abondance dans le temps sont donc largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants dans les sédiments, au même titre que les courbes de biomasse et de richesse spécifique.

Selon Dajoz (1982), la fréquence (F) est le pourcentage des individus d'une espèce ni par rapport au total des individus N, toutes espèces confondues. Elle est calculée par la formule suivante :

$$F = (n_i/N) \times 100$$

Le chercheur Du Rietz cité par Faurie *et al.* (2011) a divisé les fréquences en 5 classes (Tab. I.1), chacune correspond à un indice de fréquence comme suit :

Classe I: la fréquence est comprise entre 0 et 20% (espèce est très rare).

Classe II : la fréquence est comprise entre 21 et 40% (espèce est rare ou accidentelle).

Classe III : la fréquence est comprise entre 41 et 60 % (espèce est assez fréquente).

Classe IV : la fréquence est comprise entre 61 et 80 % (espèce est abondante ou fréquente).

Classe V : la fréquence est comprise entre 81 et 100 % (espèce est très abondante ou fréquente).

Dans la présente étude, nous n'avons pas pu déterminer la fréquence par la méthode citée ci-dessus à cause de la difficulté de dénombrer les espèces *in situ*, mais elle a été estimée selon nos observations.

Chapitre III :




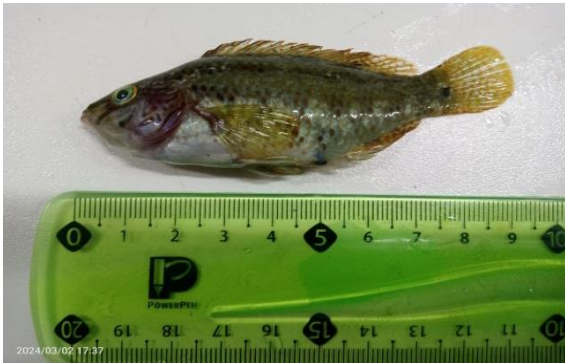
Résultats et Discussion






III.1. Résultats






III.1.1. Richesse spécifique






Le tableau III.2 et la figure ci-dessous représentent les différentes espèces de poissons inventoriées au cours de cette étude. Durant 9 mois de septembre 2024 à mai 2025, nous avons effectué 30 plongées autonomes et cinquantaine en apnées pour une durée d'immersion varie entre 15-50 mn (profondeur : 0 à -30 m) et 45 mn-2 h (profondeur : 0 à -10 m) respectivement où nous avons recensé 38 espèces (*Chelidonichthys lucerna*, *Lophius piscatorius*, *Peristedion cataphractum*, *Symphodus melops*, *Trachurus trachurus*, *Sardinella aurita*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Belone belone*, *Dentex dentex*, *Scorpaena notata*, *Coryphaena hippurus*, *Mullus surmuletus*, *Pagellus erythrinus*, *Chelidonichthys cuculus*, *Sardina pilchardus*, *Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus marginatus*, *Sphyraena sphyraena*, *Merluccius merluccius*, *Spondylisoma cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Solea senegalensis*, *Helicolenus dactylopterus*, *Boops boops*, *Diplodus puntazo*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphurus nigrescens*, *Mullus barbatus*, *Serranus hepatus*, *Bothus podas*, *Dicentrarchus labrax*, *Muraena helena*, *Sparus aurata*, *Pagellus bogaraveo*, *Scorpaena porcus*, *Pagrus pagrus*) réparties en 32 genres (*Chelidonichthys*, *Lophius*, *Peristedion*, *Symphodus*, *Trachurus*, *Sardinella*, *Spicara*, *Belone*, *Dentex*, *Scorpaena*, *Coryphaena*, *Sardina*, *Sarpa*, *Epinephelus*, *Sphyraena*, *Merluccius*, *Spondylisoma*, *Serranus*, *Solea*, *Helicolenus*, *Boops*, *Diplodus*, *Lithognathus*, *Symphurus*, *Mullus*, *Bothus*, *Dicentrarchus*, *Muraena*, *Sparus*, *Pagellus*, *Scorpaena*, *Pagrus*) et 23 familles (Triglidae, Lophiidae, Peristediidae, Labridae, Carangidae, Dorosomatidae, Sparidae, Belonidae, Scorpaenidae, Coryphaenidae, Alosidae, Epinephelidae, Sphyraenidae, Merlucciidae, Soleidae, Sebastidae, Cynoglossidae, Mullidae, Serranidae, Bothidae, Moronidae, Muraenidae, Scorpaenidae). La famille des Sparidae est la plus diversifiée avec un taux de 54,17% (13 espèces), suivie par les Mullidae, les Serranidae et les Triglidae qui sont présentées par deux espèces (taux : 8,33%) pour chaque. Les autres familles sont les moins diversifiées. Six genres (*Spicara*, *Pagellus*, *Diplodus*, *Mullus*, *Serranus*, *Chelidonichthys*) dominent dans notre échantillonnage par deux espèces. Les autres genres ne se présentent que par une seule espèce.

Tableau III.3. Identification et nomenclature des espèces inventoriées

Systématique	Photo de l'espèce
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Triglidae Genre : <i>Chelidonichthys</i> Espèce : <i>Chelidonichthys lucerna</i> Nom commun : Gallinette</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Lophiiformes Famille : Lophiidae Genre : <i>Lophius</i> Espèce : <i>Lophius piscatorius</i> Nom commun : Baudroie commune/ la lotte</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Peristediidae Genre : <i>Peristedion</i> Espèce : <i>Peristedion cataphractum</i> Nom commun : Poisson croco</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Labridae Genre : <i>Symphodus</i> Espèce : <i>Symphodus melops</i> Nom commun : Crénilabre mélops</p>	






<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Carangiformes Famille : Carangidae Genre : <i>Trachurus</i> Espèce : <i>Trachurus trachurus</i> Nom commun : Saurel</p>	
<p>Règne: Animalia Embranchement: Chordata Classe : Teleostei Ordre : Clupeiformes Famille : Dorosomatidae Genre : <i>Sardinella</i> Espèce : <i>Sardinella aurita</i> Nom commun : L'allache</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Spicara</i> Espèce : <i>Spicara maena</i> Nom commun : La mendole</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Spicara</i> Espèce : <i>Spicara smaris</i> Nom commun : Le Picarel ou Jarret</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Beloniformes Famille : Belontiidae Genre : <i>Belone</i> Espèce : <i>Belone belone</i> Nom commun: Orphie commune</p>	





<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Dentex</i> Espèce : <i>Dentex dentex</i> Nom commun : Denté</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Scorpaenidae Genre : <i>Scorpaena</i> Espèce : <i>Scorpaena notata</i> Nom commun : Rascasse rouge</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Carangiformes Famille : Coryphaenidae Genre : <i>Coryphaena</i> Espèce : <i>Coryphaena hippurus</i> Nom commun : Dorade coryphène</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Mulliformes Famille : Mullidae Genre : <i>Mullus</i> Espèce : <i>Mullus surmuletus</i> Nom commun : Rouget de roche</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Pagellus</i> Espèce : <i>Pagellus erythrinus</i> Nom commun : Pageot commun</p>	

<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Triglidae Genre : <i>Chelidonichthys</i> Espèce : <i>Chelidonichthys cuculus</i> Nom commun : Grondin rouge</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Clupeiformes Famille : Alosidae Genre : <i>Sardina</i> Espèce : <i>Sardina pilchardus</i> Nom commun : Sardine commune</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Sarpa</i> Espèce : <i>Sarpa salpa</i> Nom commun : La saupe</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Diplodus</i> Espèce : <i>Diplodus vulgaris</i> Nom commun : Sar à tête noire</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Epinephelidae Genre : <i>Epinephelus</i> Espèce : <i>Epinephelus marginatus</i> Nom commun : Mérou brun</p>	

<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Carangiformes Famille : Sphyraenidae Genre : <i>Sphyraena</i> Espèce : <i>Sphyraena sphyraena</i> Nom commun : Barracuda</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Gadiformes Famille : Merlucciidae Genre : <i>Merluccius</i> Espèce : <i>Merluccius merluccius</i> Nom commun : Merlu commun</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Spondyliosoma</i> Espèce : <i>Spondyliosoma cantharus</i> Nom commun : Dorade grise</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Serranidae Genre : <i>Serranus</i> Espèce : <i>Serranus cabrilla</i> Nom commun : Petite chèvre</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Pleuronectiformes Famille : Soleidae Genre : <i>Solea</i> Espèce : <i>Solea senegalensis</i> Nom commun : La sole du sénégal</p>	

<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sebastidae Genre : <i>Helicolenus</i> Espèce : <i>Helicolenus dactylopterus</i> Nom commun : Rascasse de fond</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Boops</i> Espèce : <i>Boops boops</i> Nom commun : La bogue</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Diplodus</i> Espèce : <i>Diplodus puntazzo</i> Nom commun : Sar à museau pointu</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Lithognathus</i> Espèce : <i>Lithognathus mormyrus</i> Nom commun : Marbré</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Pleuronectiformes Famille : Cynoglossidae Genre : <i>Symphurus</i> Espèce : <i>Symphurus nigrescens</i> Nom commun : Plagusie sombre</p>	

<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Mulliformes Famille : Mullidae Genre : <i>Mullus</i> Espèce: <i>Mullus barbatus</i> Nom commun : Rouget de vase</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Serranidae Genre : <i>Serranus</i> Espèce : <i>Serranus hepatus</i> Nom commun : Serran a tache noire</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Pleuronectiformes Famille : Bothidae Genre : <i>Bothus</i> Espèce : <i>Bothus podas</i> Nom commun : Turbot</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Moronidae Genre : <i>Dicentrarchus</i> Espèce : <i>Dicentrarchus labrax</i> Nom commun : Bar commun / Loup</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Anguilliformes Famille : Muraenidae Genre : <i>Muraena</i> Espèce : <i>Muraena helena</i> Nom commun : La murène Commune</p>	

<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Sparus</i> Espèce : <i>Sparus aurata</i> Nom commun : Dorade royale</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Pagellus</i> Espèce : <i>Pagellus bogaraveo</i> Nom commun : Dorade rose</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Scorpaenidae Genre : <i>Scorpaena</i> Espèce : <i>Scorpaena porcus</i> Nom commun : Rascasse brune</p>	
<p>Règne : Animalia Embranchement : Chordata Classe : Teleostei Ordre : Perciformes Famille : Sparidae Genre : <i>Pagrus</i> Espèce : <i>Pagrus pagrus</i> Nom commun : Pagre commun</p>	

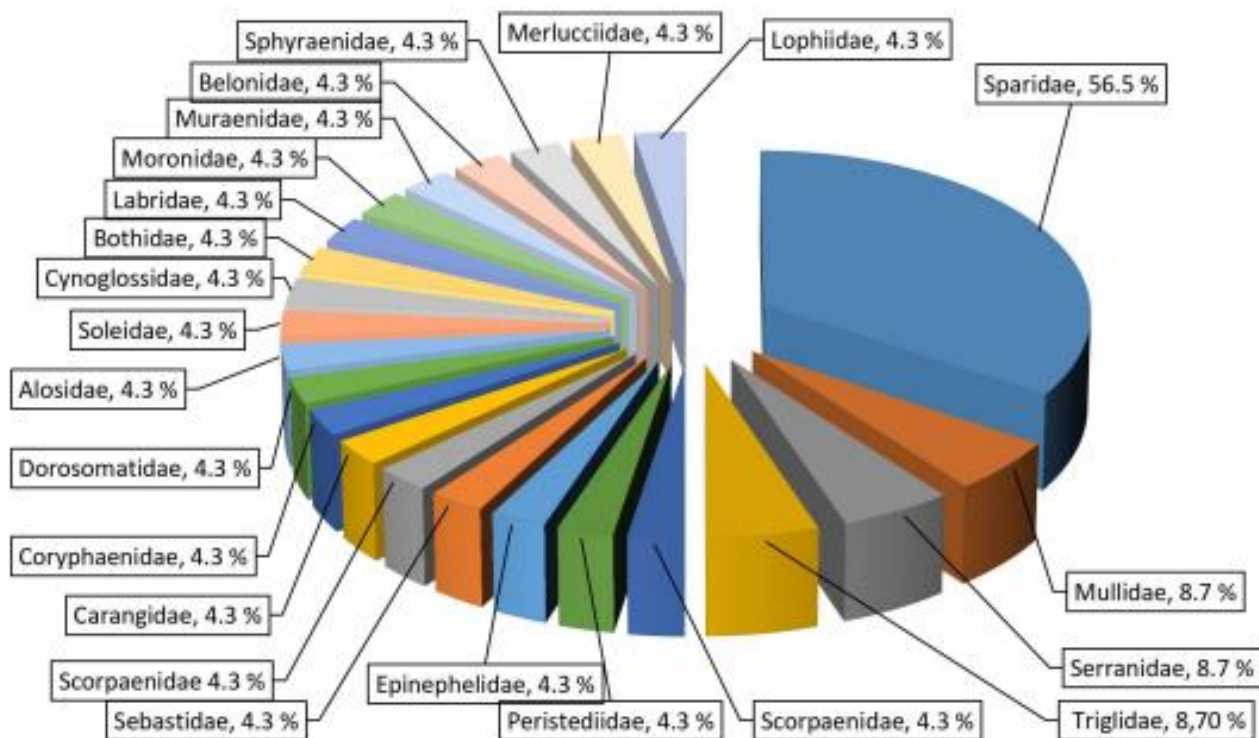


Figure III.22. Répartition en pourcentage des familles recensées durant la période d'étude.

III.1.2. Caractéristiques des stations de plongée

Pour chaque station explorée, nous avons relevé les informations clés telles que la localisation géographique, la température de l'eau, la date et la durée de plongée, courantologie de l'eau (direction, intensité), la visibilité sous-marine, la profondeur, le type de substrat (roche, sable, herbiers, etc.), et d'autres notes pertinentes sur l'habitat et les conditions spécifiques rencontrées. Quelques données ont été résumées dans le Tableau III.2.

À noter que le site 2 (grand Phare) a une richesse spécifique remarquable par rapport aux autres sites à cause de la présence de l'herbier à posidonie qui représente un abri pour plusieurs espèces de grande et petite taille et moins pollué. Nous avons aussi remarqué que la richesse et l'abondance des espèces sont plus élevées durant la saison printanière.

Tableau III.4. Quelques données sur les caractéristiques de chaque station.

Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
1	17.9	19/04/2025	2 h	5
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°48'08"N 2°53'45"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
2	15.6	16/02/2025	30 min	20
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°47'56"N 2°53'25"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
3	18.8	24/02/2025	24 min	15
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°47'48"N 2°53'40"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
4	19.2	28/09/2024	22 min	25
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°48'13"N 2°53'09"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
5	16.8	09/04/2025	15 min	15
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Mauvaise		Moyen		36°48'38"N 2°53'45"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
6	17.5	14/10/2024	18 min	26
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°48'31"N 2°53'29"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
7	17.4	09/05/2025	16 min	30
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°48'52"N 2°56'38"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
8	19.7	19/05/2025	27 min	10
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Moyen		36°48'50"N 2°56'57"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
9	20.1	23/09/2024	22 min	17
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°49'01"N 2°57'06"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
10	15.4	06/12/2024 07/12/2024	19 min	27
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Moyen		36°49'09"N 2°57'19"E

Tableau III.4. Quelques données sur les caractéristiques de chaque station. (Suite)

Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
11	17.5	11/10/2024	23 min	15
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Moyen		36°48'56"N 2°56'58"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
12	16.3	18/03/2025	25 min	20
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°49'05"N 2°57'02"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
13	18.5	25/10/2024 26/10/2024	22 min	24
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Moyen		36°49'10"N 2°57'11"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
14	17,3	13/03/2025	20 min	28
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Bonne		Faible		36°49'16"N 2°57'04"E
Station	T°	Date	Durée	Profondeur (m)
15	17,3	15/04/2025	55 min	Moins 5 m
Visibilité		Courant		Coordonnées géographique
Moyenne		Faible		36°47'23"N 3°03'56"E

III.1.3. Caractéristiques des espèces identifiées

Afin de mieux comprendre les interactions intra/inter-spécifiques des espèces, nous avons synthétisé nos observations dans un tableau récapitulatif (Tab. III.3.). Selon nos observations, cinq espèces habitent trois types de substrats différents qui sont :

- *Pagellus erythrinus*, *Merluccius merluccius* et *Diplodus puntazo* : roches, herbiers et en pleine eau.
- *Chelidonichthys lucerna* : herbiers, sable et grottes.
- *Epinephelus marginatus* : roches, herbiers et grottes.

Nous avons aussi observé que douze espèces partagent deux types de substrats différents :

- *Symphodus melops*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Dentex dentex*, *Diplodus vulgaris*, *Scorpaena porcus* : roches, et herbiers.

- *Muraena helena*, *Scorpaena notata* : roches, et grottes.
- *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus* : roches, et sable.
- *Sparus aurata* : herbiers, et sable.
- *Lophius piscatorius* : sable, et grottes.

Les autres espèces restantes fréquentent un seul type de substrat :

- *Sardina pilchardus*, *Trachurus trachurus*, *Sardinella aurita*, *Belone belone*, *Coryphaena hippurus*, *Sphyraena sphyraena*, *Dicentrarchus labrax*, *Boops Boops* : pleine eau.
- *Mullus surmuletus*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphurus nigrescens*, *Mullus barbatus*, *Bothus podas*, *Solea senegalensis* : sable.
- *Peristedion cataphractum*, *Serranus hepatus*, *Serranus cabrilla* : roche
- *Chelidonichthys cuculus*, *Sarpa salpa*, *Spondylisoma cantharus* : herbiers.
- *Helicolenus dactylopterus* : grottes.

Nous avons observé deux espèces plus fréquentes (*Boops boops*, *Trachurus trachurus*), 13 fréquentes (*Diplodus vulgaris*, *Sphyraena sphyraena*, *Sardinella aurita*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Belone belone*, *Dentex dentex*, *Mullus surmuletus*, *Pagellus erythrinus*, *Sardina pilchardus*, *Sarpa salpa*, *Merluccius merluccius*, *Bothus podas*), et 23 rares (*Bothus podas*, *Dicentrarchus labrax*, *Muraena helena*, *Sparus aurata*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Spondylisoma cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Solea senegalensis*, *Helicolenus dactylopterus*, *Scorpaena notata*, *Chelidonichthys lucerna*, *Diplodus puntazo*, *Symphodus melops*, *Peristedion cataphractum*, *Coryphaena hippurus*, *Lophius piscatorius*, *Chelidonichthys cuculus*, *Epinephelus marginatus*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphurus nigrescens*, *Serranus hepatus*, *Scorpaena porcus*).

Nous avons recensé 27 espèces qui vivent et déplacent en grand et petit banc (grand pour les espèces pélagiques, petit pour les espèces benthiques) et 11 qui sont solitaires.

La première semaine de mai (09/05/2025), nous avons observée l'espèce *Chelidonichthys lucerna* au moment de la ponte où elle a déposé ses œufs dans les herbiers à posidonie à -17 m de profondeur et les surveillés par ses nageoires pectorales pour éviter les prédateurs.

Tableau III.5. Caractéristiques des espèces inventoriées durant la période d'étude. (Ro : Roche, H : herbier, S : sable, PE : pleine eau, G : grotte, Ra : rare, F : fréquent, Nbr : nombre d'individus, C : Comportement).

Paramètres Espèce	Type d'habitat					Fréquence			Nbr	C
	Ro	H	S	PE	G	Ra	F	Plus F		
<i>Chelidonichthys lucerna</i>		x	x		x	x			2-5	Solitaire
<i>Lophius piscatorius</i>			x		x	x			1	Solitaire
<i>Peristedion cataphractum</i>	x					x			2	Solitaire
<i>Symphodus melops</i>	x	x				x			2-15	Banc
<i>Trachurus trachurus</i>				x				x	Centaine	Banc
<i>Sardinella aurita</i>				x			x		Centaine	Banc
<i>Spicara maena</i>	x	x					x		20-40	Banc
<i>Spicara smaris</i>	x	x					x		20-80	Banc
<i>Belone belone</i>				x			x		20-60	Banc
<i>Dentex dentex</i>	x	x					x		10-40	Banc
<i>Scorpaena notata</i>	x				x	x			1-4	Solitaire
<i>Coryphaena hippurus</i>				x		x			1	Banc
<i>Mullus surmuletus</i>			x				x		2-15	Banc
<i>Pagellus erythrinus</i>	x	x		x			x		40-60	Banc
<i>Chelidonichthys cuculus</i>		x				x			2-10	Banc
<i>Sardina pilchardus</i>				x			x		Centaine	Banc

Tableau III.5. Caractéristiques des espèces inventoriées durant la période d'étude. (Ro : Roche, H : herbier, S : sable, PE : pleine eau, G : grotte, Ra : rare, F : fréquent, Nbr : nombre d'individus, C : Comportement) (Suite).

Espèce	Paramètres	Type d'habitat					Fréquence			Nbr	C
		Ro	H	S	PE	G	Ra	F	Plus F		
<i>Sarpa salpa</i>			x					x		20-30	Banc
<i>Diplodus vulgaris</i>		x	x					x		2-40	Banc
<i>Epinephelus marginatus</i>		x	x			x	x			1-6	Solitaire
<i>Sphyraena sphyraena</i>					x			x		20-40	Banc
<i>Merluccius merluccius</i>		x	x		x			x		2-20	Banc
<i>Spondyliosoma cantharus</i>			x				x			3-10	Banc
<i>Serranus cabrilla</i>		x					x			2-5	Solitaire
<i>Solea senegalensis</i>				x			x			1-3	Solitaire
<i>Helicolenus dactylopterus</i>						x	x			2-4	Banc
<i>Boops boops</i>				x					x	Centaine	Banc
<i>Diplodus puntazo</i>		x	x		x		x			2-30	Banc
<i>Lithognathus mormyrus</i>				x			x			2-10	Banc
<i>Symphurus nigrescens</i>				x			x			2-4	Banc
<i>Mullus barbatus</i>				x				x		10-20	Banc
<i>Serranus hepatus</i>		x					x			2-7	Solitaire
<i>Bothus podas</i>				x			x			1-5	Banc

Tableau III.5. Caractéristiques des espèces inventoriées durant la période d'étude. (Ro : Roche, H : herbier, S : sable, PE : pleine eau, G : grotte, Ra : rare, F : fréquent, Nbr : nombre d'individus, C : Comportement) (Suite).

Espèce	Type d'habitat					Fréquence			Nbr	C
	Ro	H	S	PE	G	Ra	F	Plus F		
<i>Dicentrarchus labrax</i>				x		x			2-10	Banc
<i>Muraena helena</i>	x				x	x			1	Solitaire
<i>Sparus aurata</i>		x	x			x			5-10	Petit Banc
<i>Pagellus bogaraveo</i>	x		x			x			2-6	Petit Banc
<i>Scorpaena porcus</i>	x	x				x			1-4	Solitaire
<i>Pagrus pagrus</i>	x		x			x			1-3	Solitaire

III.2. Discussion

Les données de la richesse spécifique servent de référence essentielle pour les analyses ultérieures et les comparaisons avec d'autres travaux dans le monde entier.

Afin de bien comprendre la distribution et l'abondance des espèces de poissons observées lors de nos plongées, nous avons rigoureusement documenté un ensemble de paramètres environnementaux pour chaque station d'inventaire. Ces données contextuelles sont essentielles pour interpréter les résultats de notre étude et potentiellement identifier des corrélations entre la présence des espèces et les conditions du milieu. Durant la période d'étude, la température enregistrée varie entre 15.4-21.1 °C et si elle et les autres conditions de l'environnement sont favorables, la richesse et la diversité des espèces augmentent ce qui a été remarqué au printemps dans le présent travail.

Les travaux sur le recensement visuel des espèces par plongée en Méditerranée et en Algérie sont très peu et anciens (Derbal et Kara, 2001 ; Derbal, 2007), ce qui nous ont empêché de comparer nos résultats avec d'autres sur cet aspect et de les comparer avec les

données disponibles. La richesse spécifique (38 espèces et 23 familles) dans la présente étude est inférieure à celle reportée dans les travaux ultérieurs sur l'ichtyofaune de la méditerranée et l'Algérie (Lalami, 1971 ; Djabali *et al.*, 1993 ; Derbal et Kara, 2001 ; Quignard et Tomasini, 2000 ; Derbal, 2007). 148 espèces de poisson (familles) ont été recensées par Derbal (2007) dans le golfe d'Annaba (côte est de l'Algérie) sur une période de 7 ans (1996-2003) où il a trouvé une dominance des Sparidae (20 espèces), suivi par la famille des Labridae (13 espèces) et en troisième position les Serranidae (9 espèces) comparant à notre étude, la même famille (Sparidae) domine par 13 espèces puis viennent en deuxième position trois familles (Mullidae, Serranidae et Triglidae) par deux espèces pour chacune. Lalami (1971) a dénombré 121 espèces (46 familles) sur la base des apports de la pêcherie d'Alger, alors que Djabali *et al.* (1993) ont été identifiés 164 espèces sur les côtes algériennes (61 familles) dont la famille de Cynoglossidae est présente dans le travail de Djabali *et al.* (1993) et le présent travail par une seule espèce (*Symphurus nigrescens*) par contre elle est absente dans les travaux de Derbal (2007) et Derbal et Kara (2001). En utilisant la plongée en scaphandre, Francour et Harmelin (1988) ont inventorié dans l'herbier du Parc National de Port-Cros, 19 espèces appartenant à 6 familles, alors que Guidetti et Bussotti (2000) recensent dans le golfe d'Olbia (Sardaigne Nord-orientale) un total de 23 espèces appartenant à 8 familles.

L'analyse de recensement visuel des espèces de poisson réalisée dans la région centre de l'Algérie montre que 17 espèces (*Pagellus erythrinus*, *Merluccius merluccius*, *Diplodus puntazo*, *Chelidonichthys lucerna*, *Epinephelus marginatus*, *Symphodus melops*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Dentex dentex*, *Diplodus vulgaris*, *Scorpaena porcus*, *Muraena helena*, *Scorpaena notata*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *Lophius piscatorius*) colonisent des substrats mixtes (entre rocheux, herbiers, sable, grottes et en pleine eau) et le peuplement ichthyologique recensé des petits fonds à herbiers est composé essentiellement de Sparidae (*Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Dentex dentex*, *Pagellus erythrinus*, *Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Spondyliosoma cantharus*, *Diplodus puntazo*, *Sparus aurata*), Labridae (*Symphodus melops*), Epinephelidae (*Epinephelus marginatus*), Merlucciidae (*Merluccius merluccius*), Scorpaenidae (*Scorpaena porcus*), et Triglidae (*Chelidonichthys lucerna*). En Méditerranée, cette famille dominante représente l'essentiel du peuplement ichthyologique nectobenthique rencontré dans les échantillons qui colonisent les

petits fonds rocheux et mixtes (Guidetti et Bussoti, 2000 ; Frau *et al.*, 2003 ; Moranta *et al.*, 2006). Les espèces suivantes fréquentent un seul type de substrat selon nos observations : *Sardina pilchardus*, *Trachurus trachurus*, *Sardinella aurita*, *Belone belone*, *Coryphaena hippurus*, *Sphyraena sphyraena*, *Dicentrarchus labrax*, *Boops Boops*, *Mullus surmuletus*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphurus nigrescens*, *Mullus barbatus*, *Bothus podas*, *Solea senegalensis*, *Peristedion cataphractum*, *Serranus hepatus*, *Serranus cabrilla*, *Chelidonichthys cuculus*, *Sarpa salpa*, *Spondyliosoma cantharus*, *Helicolenus dactylopterus*. On a observé aussi que les substrats les plus peuplés par les espèces de poissons sont les substrats rocheux et l'herbier de posidonie.

Nous avons remarqué 23 espèces rares (*Bothus podas*, *Dicentrarchus labrax*, *Muraena helena*, *Sparus aurata*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Spondyliosoma cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Solea senegalensis*, *Helicolenus dactylopterus*, *Scorpaena notata*, *Chelidonichthys lucerna*, *Diplodus puntazo*, *Symphodus melops*, *Peristedion cataphractum*, *Coryphaena hippurus*, *Lophius piscatorius*, *Chelidonichthys cuculus*, *Epinephelus marginatus*, *Lithognathus mormyrus*, *Symphurus nigrescens*, *Serranus hepatus*, *Scorpaena porcus*), 13 fréquentes (*Diplodus vulgaris*, *Sphyraena sphyraena*, *Sardinella aurita*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Belone belone*, *Dentex dentex*, *Mullus surmuletus*, *Pagellus erythrinus*, *Sardina pilchardus*, *Sarpa salpa*, *Merluccius merluccius*, *Bothus podas*), et deux espèces seulement plus fréquentes (*Boops boops*, *Trachurus trachurus*). Ces résultats ont été confirmés par les témoignages des pêcheurs et des chasseurs de la région centre de l'Algérie.

Selon nos observations en plongée, le grand Phare est le site le plus diversifié et le moins pollué par rapport aux autres sites et qui contient l'herbier à posidonie en mauvais état.

Conclusion et Perspectives

Ce travail est un recensement visuel des espèces de poissons par plongée. Neuf mois d'étude entre septembre 2024 et mai 2025, en utilisant deux méthodes non destructives (cinquantaine plongée en apnée et 30 plongées en scaphandre), nous avons recensé un total de 38 espèces réparties en 32 genres et 23 familles dans la région centre de l'Algérie. Cette richesse spécifique est inférieure à celle reportée dans les travaux ultérieurs en méditerranée à cause de limite de temps pour effectuer ce travail. La famille des Sparidae (13 espèces) est la plus diversifiée et dominante dans la présente étude où la plupart des espèces de cette famille habitent l'herbier de posidonie. 23 espèces ont été considérées rares qui méritent une attention toute particulière pour éviter leurs disparitions. Parmi ces espèces rares, on a observé l'espèce lessepsienne *Coryphaena hippurus*. Nous avons démontré que la richesse spécifique dépend des conditions de l'environnement en particulier la température de l'eau de mer.

Les espèces inventoriées présentent une valeur économique très importante sur le marché Algérien comme *Sardina pilchardus*, *Mullus surmuletus*, *Mullus barbatus*, *Diplodus vulgaris*,...

La majorité des espèces recensées (17 espèces : *Pagellus erythrinus*, *Merluccius merluccius*, *Diplodus puntazo*, *Chelidonichthys lucerna*, *Epinephelus marginatus*, *Symphodus melops*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Dentex dentex*, *Diplodus vulgaris*, *Scorpaena porcus*, *Muraena helena*, *Scorpaena notata*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *Lophius piscatorius*) habitent des substrats mixtes (entre rocheux, herbiers, sable, grottes et en pleine eau). Selon nos observations, le substrat rocheux et à herbier sont les plus peuplés par les espèces.

Nous avons découvert la présence de l'herbier de posidonie dans le site 2 grand Phare seulement où nous avons détecté que cette zone a été considérée comme la plus diversifiée et moins polluée. L'herbier de posidonie de ce site a besoin de préservation à cause de son importance pour les poissons (source de nourriture, nurseries,...).

La biodiversité de la région centre de l'Algérie est en état de menace par la pollution qui nécessite la prise des mesures de préservation telles que la protection des zones de nurserie en créant des aires marines protégées, la gestion de pêche, et la sensibilisation du public sur le danger de la pollution marine.

On recommande aussi de renforcer ce travail par une étude très approfondie et étalée dans le temps sur plusieurs années pour :

- établir une base de données robuste et pérenne sur l'ichtyofaune.
- mieux comprendre l'élément de distribution et d'éco-biologie des espèces de poissons.
- suivre les stocks de poissons et les évaluer.
- Surveiller l'impact des changements environnementaux et des activités humaines sur la biodiversité marine.

Références Bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amari K. & Benani N., 2015.** Contribution à la connaissance du pagre commun *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) de la région centre algérienne : régime alimentaire, dynamique de la population et évaluation du stock. Mémoire d'Ingéniorat en Halieutique. Alger. ENSSMAL : 80 p.
- Bakalem A. & Dauvin J.C., 2009.** Inventaire des crustacés amphipodes (Gammaridea, Caprellidea, Hyperidea) de la baie d'Alger (Méditerranée sud-occidentale). *Mésogée*, 65 : p.p.45-61.
- Bauchot M.-L., 1987.** Poissons osseux. p.p. 891-1421. *In*: Fischer W., Bauchot M.-L. & Schneider M. (eds.). Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche (Rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des communautés Européennes & FAO, Rome.
- Bauchot M.-L. & Quignard J.P., 1973.** Labridae. Pp. 426-443. *In*: Hureau J.C. & Monod T. (eds.). Checklist of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean. Paris: UNESCO.
- Boudouresque C.F., Verlaque, M. & Lemoine A., 2012.** Les herbiers de Posidonies de Méditerranée. *Ecologie*, 43(1):p.p. 61-69.
- Caldwell Z.R., Zgliczynski B.J., Williams G.J. & Sandin S.A., 2016.** Reef Fish Survey Techniques: Assessing the Potential for Standardizing Methodologies. *PLOS ONE*11(4): e0153066.
- Costello M.J., Coll M., Danovaro R., Halpin P., Ojaveer H. & Miloslavich P., 2010.** A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PloS One*, 5(8): e12110.
- Cousteau J.-Y. & Dumas F., 1953.** Le Monde du silence (1953), Paris, Éditions de Paris, 1956.
- Dajoz R., 1982.** Précis d'écologie. Paris : Ed. Gauthier-Villars, 503 p.
- Derbal F. 2007.** L'ichtyofaune des côtes de l'Est algérien. Écologie de quatre téléostéens (*Diplodus cervinus cervinus*, *D. puntazzo*, *Sciaena umbra*, *Epinephelus costae*) et contribution à la biologie du sar tambour *D. cervinus cervinus* (Lowe, 1838). *Thèse de doctorat d'état en science naturelles*. Annaba : Université de Badji Mokhtar, 199 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Derbal F. & Kara M.H. 2001.** Inventaire des poissons des côtes de l'Est algérien. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 258.
- Djabali F., Brahmi B. & Mamass M. 1993.** Poissons des côtes algériennes. *Pelagos*, numéro spécial, 215p.
- Dupont J., 2020.** L'apnée au service de la conservation marine: une approche non intrusive pour le suivi des espèces côtières. *Revue Océanographique*, 15(2): p.p. 45-52.
- English S., Wilkinson C. & Baker V., 1997.** Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville, 390 p.
- Faurie C., Ferra C., Medori P., Deveaux J. & Hemptinne J.L., 2011.** Ecologie: Approche scientifique et pratique. Paris :5ème édition. Edition Lavoisier. 407p.
- Francour P., 1999.** A critical review of adult and juvenile fish sampling techniques in *Posidonia oceanica* seagrass beds. *Naturalista siciliana*, 23: p.p. 33-57.
- Francour P. & Harmelin J.G., 1988.** Inventaire de la faune ichtyologique marine de Port-Cros. *Sci Rep Port-Cros natl Park.*, 14: p.p. 65-79.
- Frau A., Deudero S., Cerdano S. & Alou L., 2003.** No habit preference in mixed meadows and rocky bottoms for Mediterranean Labridae and Sparidae fish species. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 19 (1-4): p.p.483-491.
- Guidetti P., 2000.** Differences among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: p.p.515-529.
- Harmelin-Vivien M.L. & Harmelin J-G., 1975.** Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichtyologique. *Trav. Sci. Nat. Port-Gros.*, 1: p.p.47-52.
- Harmelin Vivien M.L., Harmelin J-G., et al 1985.** The underwater observation of fish communities and fish populations. Methods and problems. *Rev. d'Ecologie*. 40:p.p. 467-539.
- Harriott V.J., 2002.** Marine tourism impacts and their management on the Great Barrier Reef. *CRC Reef Research Centre Technical Report N°46*, 41 p.
- Humann P. & DeLoach N., 2002.** Reef Fish Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. Ed. *New World Publications, Inc*, 537 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Laguel A. & Gherzouli R-A., 2024.** Contribution à l'étude de quelques paramètres de la biologie des espèces de la famille Pasiphaeidae (Crustacea, Decapoda) dans la région centre du bassin algérien. Mémoire d'Ingénieur et de Master en halieutique. Dely Ibrahim : ENSSMAL: 85 p.
- Lalami Y., 1971.** Contribution à l'étude systématique, biologique, écologique et statistique des poissons de la pêche de Alger. *Pelagos, Bull. Inst. Oceanogr. Alger*, 3: p.p.1-150.
- Loya Y., 1972.** Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Marine Biology*, 13(2):p.p. 100-123.
- Mallet D. & Pelletier D., 2014.** Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: A review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research*. 154:p.p. 44-62.
- McCauley D.J., Young H.S., Dunbar R.B., Estes J.A., Semmens B.X. & Micheli F., 2012.** Assessing the effects of large mobile predators on ecosystem connectivity. *Ecological Applications*, 22(6): p.p.1711-1717.
- Molnar J L., Gamboa R.L., Revenga C. & Spalding M.D., 2008.** Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. In *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9):p.p. 485–492.
- Mora C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B. & Worm B., 2011.**"How many species are there on Earth and in the ocean?" *PLoS ONE*, 9: e1001127.
- Moranta J., Palmer M., Morey G., Ruiz A. & Morales-Nin B., 2006.** Multi-scale spatial variability in fish assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows in the Western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68: p.p.579-592.
- Murphy H. & Jenkins G., 2010.** Observational methods used in marine spatial monitoring of fishes and associated habitats: a review. *Marine and Freshwater Research*. 61: 236-252.
- Musa G., 2003.** Saturation diving: A call for research. *Tourism in Marine Environments*, 1(1): p.p.19-32.
- Nichols J.R., Schingoethe D.J., Maiga H.A., Brouk M.J. & Piepenbrink M.S., 1998.** Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and menthionine for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81 (2):p.p. 482-491.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Prato G., Thiriet P., Di Franco A. & Francour P., 2017.** Enhancing fish Underwater Visual Census to move forward assessment of fish assemblages: An application in three Mediterranean Marine Protected Areas. *PLOS ONE* 12(6): e0178511.
- Pyle R., 2000.** Assessing Undiscovered Fish Biodiversity on Deep Coral Reefs Using Advanced Self-Contained Diving Technology. *Marine Technology Society Journal*. 34: p.p.82-91.
- Quignard J.P. 1966.** Recherches sur les Labidae (Poissons, Téléostéens, Perciformes) des côtes européennes. Systématique et biologie. *Naturalia Monspeliensia Sér. Zool.*, 5: p.p.1-247.
- Quignard J.P., Pasteur N. & Shehata S., 1986.** Biosystématique des soles du Golfe du Lion. Génétique, morphologie et d'étude méristique. *Rev. Trav. Inst. Peches. Marit.*, 46 : p.p.273-284.
- Quignard J.P. & Pras A., 1986.** Labridae. Pp. 919-942. *In*: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese E. (eds.). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. Volume II. Paris: UNESCO.
- Quignard J.P. & Tomasini J.A., 2000.** Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, 7(3):p.p. 1-66.
- Ramade F., 2009.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris :3^{ème} édition, 690 p.
- Samoilys M. & Carlos G., 2000.** Determining Methods of Underwater Visual Census for Estimating the Abundance of Coral Reef Fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 57: p.p.289-304.
- Schagatay E., 2011.** Human breath-hold diving ability and the underlying physiology. *Human Evolution*, 26(1-2): p.p.107-140.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese E., 1986.** Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vol. I-III: 1473 p.

Annexes

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهئية الساحل

École Nationale des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Développement d'un site web interactif pour la répartition des espèces marines et l'impact de la pêche chalutière en Algérie

Présenté par :

LEMDANI Omar

DELLADJ Cheyma Nour El Houda

YOUNCI Laeticia

NEGhra Mohammed Yasser

Soutenu le 19 / 06 / 2025 Devant le jurys suivants :

BOUGHAMOU . N

ENSSMAL

Promotrice

GRIMES . S

ENSSMAL

Représentant de l'incubateur

BOUDRAA . A

Externe

Examinatrice

HADJAISSA . A

Externe

Examinateur

Année universitaire : 2024/2025

Table des matières

I. Le premier axe : Présentation du projet -----	1
I.1. L'idée du projet (solution proposée) -----	1
I.2. Les valeurs proposées par le site -----	1
I.3. Équipe de travail et rôles -----	2
I.4. Objectifs spécifiques -----	2
I.5. Planning de réalisation (calendrier prévisionnel) -----	3
II. Deuxième axe : Aspects innovants du projet -----	5
II.1. Caractère innovant du site web -----	5
II.2. Technologies utilisées -----	5
II.3. Domaines d'innovation -----	5
III. Troisième axe : Étude stratégique et public cible -----	8
III.1. Utilisateurs visés -----	8
III.2. Analyse de la concurrence -----	8
III.3. Stratégie de diffusion et de valorisation -----	9
IV.4. Hébergement, maintenance et sécurité -----	14
IV.1. Architecture du site et arborescence des pages -----	12
IV.2. Intégration des données biologiques et cartographiques -----	12
IV.3. Interface utilisateur (design, ergonomie) -----	13
V. Le cinquième axe : Plan financier -----	16
V.1. Investissements initiaux (amortis sur plusieurs années) -----	16
V.2. Coûts de fonctionnement annuels -----	17
V.3. Autres charges annuelles -----	17
V.4. Récapitulatif financier -----	18
V.5. Perspectives de rentabilité et financement -----	18
VI. Sixième axe : Prototype et perspectives -----	20
VI.1. Démonstration du site web (version test ou maquette) -----	20
VI.2. Évaluation des premiers retours -----	20
VI.3. Perspectives d'amélioration et de développement futur -----	21
BMC -----	23
RÉSUMÉ -----	24

Le premier axe : Présentation du projet

I. PREMIER AXE : PRÉSENTATION DU PROJET

I.1. L'idée du projet (solution proposée)

Notre projet consiste à développer un **site web interactif et éducatif** qui permet de visualiser la **répartition géographique des espèces marines** le long du littoral algérien et d'identifier **les espèces les plus impactées par la pêche chalutière**.

Face au manque de plateformes accessibles au public pour consulter ces données écologiques, nous proposons une **solution numérique intuitive et interactive**, destinée à la **sensibilisation, la recherche, et l'éducation**. Le site offrira une **cartographie dynamique**, une base de données consultable par espèce ou par région, ainsi que des contenus explicatifs vulgarisés sur l'impact de la pêche intensive.

Cette initiative répond à une demande croissante d'**outils numériques dans la gestion et la protection des ressources marines**, tout en rendant la **science accessible au grand public**.

I.2. Les valeurs proposées par le site

Accessibilité scientifique :

Offrir un site gratuit, disponible en plusieurs langues (français, arabe), avec une interface intuitive, pour un public large : chercheurs, étudiants, décideurs, pêcheurs et citoyens.

Innovation numérique :

Utilisation d'outils modernes tels que les **cartes interactives**, la **visualisation de données**, et une **base de données dynamique** pour faciliter l'accès à l'information scientifique.

Sensibilisation environnementale :

Le site sert de **plateforme de sensibilisation** sur la biodiversité marine et les effets des pratiques de pêche destructrices, notamment la pêche chalutière.

Fiabilité scientifique :

Les informations sont basées sur des données validées (observations scientifiques, publications, enquêtes de terrain), garantissant une **traçabilité et une exactitude**.

Adaptabilité :

La structure du site permet une **mise à jour continue** des données, et une **évolution possible vers d'autres thèmes** : pollution marine, espèces envahissantes, zones protégées, etc.

Développement durable :

Contribuer à une meilleure **gestion des ressources halieutiques** en fournissant un outil d'aide à la décision et en encourageant des pratiques responsables.

I.3. Équipe de travail et rôles

- **DELLADJ Cheyma Nour El Houda** : Étudiante en troisième année, deuxième cycle en halieutique à l'ENSSMAL.
- **LEMDANI Omar** : Étudiant en troisième année, deuxième cycle en halieutique à l'ENSSMAL.
- **YOUNSI Laeticia** : Étudiante en troisième année, deuxième cycle en biodiversité et gestion des écosystèmes à l'ENSSMAL
- **NEGHERA Mohammed Yasser** : Étudiant en troisième année, deuxième cycle en biodiversité et gestion des écosystèmes à l'ENSSMAL

I.4. Objectifs spécifiques

À travers ce projet, **nous visons à créer** un site web interactif dédié à la **cartographie de la biodiversité marine le long du littoral algérien**. **Nous souhaitons intégrer** une base de données consultable qui répertorie les **espèces marines locales** ainsi que leur **statut écologique**. L'un de nos objectifs principaux est **d'identifier et de mettre en lumière les espèces les plus vulnérables**, notamment celles **impactées par la pêche chalutière**. Par ce site, **nous cherchons à sensibiliser** un large public à l'importance de préserver les ressources marines. En parallèle, **nous ambitionnons de fournir un outil pédagogique** pertinent pour les étudiants, les chercheurs et les acteurs impliqués dans la gestion côtière. Enfin, **nous aspirons à contribuer à l'ouverture et à la vulgarisation des données marines**, afin de

favoriser une meilleure compréhension et une gestion durable de notre patrimoine naturel marin.

I.5. Planning de réalisation (calendrier prévisionnel)

Mois	1	2	3	4	5	6	7
Collecte des données biologiques et géographiques	✓	✓					
Conception et maquette du site		✓	✓				
Développement web initial (prototype)			✓	✓			
Intégration des données et test fonctionnel				✓	✓		
Mise en ligne de la version bêta					✓		
Évaluation et corrections					✓	✓	
Lancement officiel du site						✓	✓

Le deuxième axe : Aspects innovants du projet

II. Deuxième axe : Aspects innovants du projet

II.1. Caractère innovant du site web

Nous proposons un projet novateur qui repose sur le développement d'un **site web interactif dédié à la biodiversité marine algérienne**, un outil encore peu exploité dans le contexte national. L'originalité de notre initiative réside dans la **centralisation et la visualisation cartographique des espèces marines**, ainsi que dans **l'identification des impacts spécifiques de la pêche chalutière sur certaines espèces sensibles**. Ce site vise à rapprocher la science du citoyen, à **rendre l'information scientifique plus accessible**, et à encourager une **prise de conscience collective en faveur de la préservation de nos écosystèmes marins**.

II.2. Technologies utilisées

Pour atteindre nos objectifs, nous avons recours à des **technologies modernes et interactives**. Le site sera équipé d'un **système de cartographie dynamique**, permettant de localiser la répartition des espèces marines le long du littoral algérien. Une **base de données consultable** par le public et mise à jour régulièrement présentera des **fiches descriptives pour chaque espèce** (statut écologique, zones à risque, sensibilité à la pêche). L'utilisation d'**outils web de visualisation interactive**, d'interfaces intuitives et éventuellement d'une **intégration future de données participatives** fait de ce site un projet technologique complet, à la croisée du numérique et de l'environnement.

II.3. Domaines d'innovation

- **Innovation en écologie numérique :**

Nous adoptons des outils numériques avancés (cartographie interactive, base de données en ligne, interface intuitive) pour mieux comprendre et diffuser les informations liées à la biodiversité marine. Ce type d'innovation permet de connecter les sciences environnementales aux technologies numériques afin de suivre et visualiser les dynamiques écologiques sur le littoral algérien.

- **Innovation en sensibilisation :**

Le site web joue un rôle éducatif majeur en mettant à disposition des données scientifiques sous une forme claire, attractive et accessible. Il vise à sensibiliser différents publics – étudiants, citoyens, professionnels de la mer et décideurs – à la richesse de la biodiversité marine algérienne et aux menaces causées par la pêche chalutière, notamment à travers des supports visuels interactifs.

- **Innovation dans l'ouverture des données (Open Data) :**

En rendant accessibles des informations scientifiques jusque-là peu diffusées, notre projet s'inscrit dans une démarche d'ouverture des données environnementales. Cette transparence renforce la gouvernance participative et encourage l'utilisation des données marines par des chercheurs, ONG, ou institutions publiques en vue d'une meilleure gestion des ressources

Le troisième axe : Étude stratégique et public cible

III. Troisième axe : Étude stratégique et public cible

III.1. Utilisateurs visés

Nous ciblons plusieurs catégories d'utilisateurs susceptibles de tirer profit du site :

- **Chercheurs** : spécialistes de la biodiversité, de l'écologie marine, ou de la gestion des ressources côtières, qui utiliseront le site comme source d'informations, base de données et outil de visualisation.
- **Étudiants** : notamment ceux en sciences de la mer, biologie, ou environnement, qui bénéficieront d'un outil pédagogique interactif et enrichi de données locales.
- **Pêcheurs et professionnels de la mer** : qui pourront s'informer sur les espèces protégées, les zones sensibles et les effets des pratiques de pêche.
- **Grand public** : toute personne intéressée par la biodiversité, la protection de l'environnement ou curieuse de découvrir la richesse marine algérienne à travers une interface simple, éducative et visuelle.

III.2. Analyse de la concurrence

Nous avons identifié l'existence de quelques plateformes similaires, principalement à l'échelle internationale. Toutefois, peu ou aucune ne sont centrées sur **la biodiversité marine algérienne**.

- **Concurrents directs** :
 - Sites web internationaux comme **OBIS (Ocean Biodiversity Information System)** ou **SeaLifeBase**, qui proposent des bases de données globales mais peu localisées.
- **Concurrents indirects** :
 - Plateformes de vulgarisation scientifique ou de sensibilisation environnementale généraliste (blogs, pages Facebook, chaînes YouTube).
 - Applications d'observation de la nature, sans focus marin ni approche locale.

Forces de ces concurrents :

- Expérience, notoriété et ressources.
- Réseaux de données scientifiques déjà établis.

Leur faiblesse principale :

- Manque de contextualisation locale et d'accessibilité pour le public algérien.
- Absence de visualisation cartographique interactive à l'échelle nationale.

III.3. Stratégie de diffusion et de valorisation

Pour assurer l'impact de notre projet, nous mettons en place une stratégie de diffusion orientée vers la **vulgarisation**, la **participation citoyenne** et la **visibilité numérique** :

- **Réseaux sociaux :**
 - Création de pages dédiées sur Facebook, Instagram et X (Twitter) pour publier des infographies, photos d'espèces, cartes interactives, et actualités liées à la biodiversité.
 - Utilisation du format **reels**, **stories** et **threads** pour atteindre un public jeune.
- **Vulgarisation scientifique :**
 - Production de contenus clairs et ludiques (articles courts, vidéos, quiz, fiches espèces).
 - Traduction du contenu en **arabe, français et anglais** pour maximiser l'accessibilité.
- **Collaboration avec des établissements éducatifs :**
 - Partenariats avec des lycées, universités et clubs scientifiques pour intégrer le site comme ressource pédagogique.
 - Organisation de concours ou événements de sensibilisation (expositions, journées de la mer, hackathons).
- **Référencement et partenariats :**
 - Optimisation SEO pour une meilleure visibilité sur Google.
 - Coopération avec des ONG, chercheurs, institutions de gestion du littoral pour élargir l'impact et enrichir la base de données.

- **Newsletter :**

- Lancement d'une lettre d'information mensuelle contenant des fiches espèces, mises à jour cartographiques, interviews de chercheurs ou témoignages de pêcheurs.

Quatrième axe : Développement technique du site

IV. Quatrième axe : Développement technique du site

IV.1. Architecture du site et arborescence des pages

Le site sera conçu avec une **architecture claire et modulaire**, favorisant la navigation intuitive et l'accès rapide aux informations :

- **Page d'accueil** : introduction au projet, mise en avant des dernières observations et accès rapide aux sections principales.
- **Carte interactive** : visualisation géographique des observations d'espèces, avec filtres (espèces, habitats, dates, profondeur...).
- **Fiches espèces** : page dédiée pour chaque espèce recensée, contenant des informations biologiques, écologiques, photographies, statut UICN, etc.
- **Actualités et blog** : articles de vulgarisation, résultats de recherche, événements, et actions de sensibilisation.
- **Espace contributeur** : formulaire pour permettre aux plongeurs, pêcheurs, ou chercheurs de soumettre leurs observations (avec possibilité de validation).
- **À propos** : présentation de l'équipe, des objectifs du projet, et des partenaires.
- **Contact / Réseaux sociaux** : formulaire de contact, liens vers les réseaux, inscription à la newsletter.

L'arborescence respectera une logique simple à 2 ou 3 niveaux maximum pour éviter les menus trop complexes.

IV.2. Intégration des données biologiques et cartographiques

Le cœur du site repose sur l'intégration et la valorisation de deux types de données :

- **Données biologiques** :
 - Fiches taxonomiques complètes pour chaque espèce observée : nom scientifique, nom commun, famille, habitat, comportement, régime alimentaire, reproduction, statut de conservation.
 - Données validées par des experts ou recueillies à partir de bases scientifiques fiables (e.g. WoRMS, FishBase).

- **Données géospatiales :**

- Cartographie interactive basée sur des systèmes SIG (type Leaflet ou Mapbox).
- Affichage des observations selon plusieurs couches : profondeur, type d'habitat (herbier, rocheux, sableux), température, etc.
- Possibilité d'exporter ou consulter les données selon des filtres temporels ou géographiques.

Des outils d'analyse simples (graphes, histogrammes, filtres) seront intégrés pour permettre aux utilisateurs d'explorer les tendances de biodiversité par zone ou par période.

IV.3. Interface utilisateur (design, ergonomie)

L'interface sera conçue selon les principes d'**ergonomie web** et de **design responsive** :

- **Accessibilité multi-plateforme** : site compatible sur ordinateur, tablette et smartphone.
- **Navigation fluide** : menus clairs, boutons visibles, typographie lisible, couleurs douces inspirées de l'univers marin.
- **Design pédagogique** : iconographie simplifiée, codes couleurs pour les habitats ou groupes d'espèces, animations discrètes.
- **Expérience utilisateur centrée** :
 - Moteur de recherche intégré.
 - Filtres dynamiques sur la carte.
 - Feed-back utilisateur (possibilité de noter les fiches ou suggérer des modifications).

L'aspect visuel et fonctionnel sera testé via des maquettes interactives (Figma/Adobe XD) et validé auprès d'un petit groupe d'utilisateurs pilotes (étudiants, enseignants, plongeurs).

IV.4. Hébergement, maintenance et sécurité

Hébergement :

- Le site sera hébergé sur une plateforme fiable (type OVH, IONOS ou AWS) assurant **disponibilité, rapidité de chargement et sauvegardes automatiques**.
- Un nom de domaine dédié sera réservé (ex. biodiversitemarine.dz).

Maintenance :

- Suivi régulier des performances (temps de chargement, erreurs, compatibilité navigateurs).
- Mises à jour de sécurité mensuelles et correctifs en cas de bugs.
- Intégration d'un tableau de bord d'administration pour l'ajout/modification facile de contenu (CMS léger personnalisé ou WordPress avec modules adaptés).

Sécurité :

- Mise en place d'un **certificat SSL (https)** pour protéger les connexions.
- Sauvegarde quotidienne de la base de données.
- Système de **vérification anti-spam** pour les formulaires et de **protection contre les attaques DDoS ou injection SQL**.
- Accès administrateur protégé avec authentification à deux facteurs.

Cinquième axe : Plan financier

V. Le cinquième axe : Plan financier

Ce plan financier présente l'estimation des **coûts nécessaires au développement, à la gestion et à l'exploitation** du site web scientifique sur la biodiversité marine. Il inclut les dépenses liées à la conception du site, aux ressources humaines, à l'hébergement, ainsi qu'aux outils techniques et aux services annexes.

V.1. Investissements initiaux (amortis sur plusieurs années)

Équipement ou service	Coût unitaire (DA)	Durée d'amortissement	Coût annuel (amorti)
Développement du site web (frontend/backend)	600 000	3 ans	200 000
Achat de nom de domaine et certificat SSL	15 000	1 an	15 000
Hébergement web (VPS sécurisé)	60 000/an	-	60 000
Acquisition de base de données cartographiques	250 000	5 ans	50 000
Serveur de stockage (cloud ou NAS local)	200 000	4 ans	50 000
Logiciels spécialisés (SIG, traitement données)	120 000	3 ans	40 000
Matériel informatique (PC, écrans, etc.)	180 000	4 ans	45 000
Scanner et imprimante	60 000	5 ans	12 000

V.2. Coûts de fonctionnement annuels

Poste	Nombre	Salaire mensuel (DA)	Total annuel (DA)
Développeur web / maintenance	1	60 000	720 000
Chargé de contenus scientifiques	1	50 000	600 000
Cartographe / SIG	1	45 000	540 000
Community manager / communication	1	35 000	420 000
Technicien données biologiques (stage)	1	25 000	300 000
Comptabilité et gestion (freelance)	-	Forfait annuel	120 000

V.3. Autres charges annuelles

Frais	Montant (DA)
Électricité, eau, internet	90 000
Services cloud/API externes	50 000
Maintenance serveur/sécurité	70 000
Frais de déplacement et visites	60 000
Communication / marketing digital	100 000
Abonnement outils collaboratifs	40 000

V.4. Récapitulatif financier

Poste	Montant annuel (DA)
Amortissements annuels	472 000
Salaires et RH	2 700 000
Charges diverses	410 000
Total annuel estimé	≈ 3 582 000 DA

V.5. Perspectives de rentabilité et financement

- **Sources potentielles de financement** : subventions de recherche, partenariats avec des universités, aides de l'État, appels à projets liés à l'environnement ou au numérique.
- **Recettes possibles** : publications scientifiques sponsorisées, partenariats avec ONGs, modules éducatifs payants, intégration d'une plateforme de données consultables sous abonnement, publicité ciblée (limitée).
- **Objectif à court terme** : assurer un financement fixe pour les 2 premières années.
- **Objectif à long terme** : autonomiser le projet grâce à une stratégie de valorisation des données environnementales et à l'intégration dans des réseaux de recherche collaboratifs.

Sixième axe : Prototype et perspectives

VI. Sixième axe : Prototype et perspectives

Ce volet présente l'état d'avancement du projet à travers la démonstration du prototype du site web, les premiers retours collectés lors des tests, ainsi que les perspectives d'évolution fonctionnelle, technique et scientifique du projet.

VI.1. Démonstration du site web (version test ou maquette)

Une **version prototype du site web** a été développée afin de valider les choix techniques, ergonomiques et scientifiques avant le lancement final. Cette version comprend :

- **Page d'accueil interactive** avec introduction au projet, carte dynamique et liens vers les sections principales ;
- **Carte cartographique (SIG)** présentant la répartition géographique de plusieurs espèces marines observées sur le littoral algérien ;
- **Fiches espèces** avec description, image, classification scientifique, statut écologique, et localisation des observations ;
- **Espace actualités scientifiques** et sensibilisation sur les menaces pesant sur la biodiversité (ex. : pêche chalutière, pollution) ;
- **Interface responsive**, accessible sur ordinateur, tablette et mobile.

La démonstration est hébergée sur un **serveur de test** et a été partagée à un panel restreint d'experts, d'enseignants et d'étudiants en biologie marine pour retour d'expérience.

VI.2. Évaluation des premiers retours

Une **première phase de test utilisateur** a été réalisée dans un cadre académique. Les retours recueillis ont porté sur :

- **Clarté de l'interface** : appréciée pour sa simplicité et son aspect pédagogique ;
- **Navigation** : jugée intuitive, mais nécessitant des optimisations sur mobile (temps de chargement de la carte notamment) ;
- **Contenu scientifique** : validé par les enseignants pour sa rigueur, avec suggestion d'ajouter des liens bibliographiques ;

- **Accessibilité des données** : la majorité des testeurs souhaitent pouvoir télécharger des données synthétiques (PDF, Excel) pour les exploiter en contexte de recherche ou d'enseignement.

Ces retours permettent d'orienter les améliorations prioritaires avant le déploiement officiel.

VI.3. Perspectives d'amélioration et de développement futur

Dans une vision à moyen et long terme, plusieurs pistes d'amélioration et d'extension du projet sont envisagées :

a) Évolutions fonctionnelles

- Développement d'un **moteur de recherche avancé** par critères (nom d'espèce, localisation, profondeur, statut écologique) ;
- Mise en place d'un **formulaire participatif** pour la remontée de données de terrain (projet citoyen ou scientifique collaboratif) ;
- Intégration d'un **système de veille écologique** (alertes sur les espèces menacées, changements observés) ;

b) Améliorations techniques

- Migration vers un **hébergement cloud à haute disponibilité** pour mieux supporter le trafic et les cartes interactives ;
- Optimisation du **temps de réponse mobile** et de la compatibilité multi-navigateurs ;
- Sécurisation accrue de la base de données et chiffrement des accès.

c) Perspectives scientifiques et partenariales

- Enrichissement des bases de données avec d'autres groupes biologiques (invertébrés, foraminifères, etc.) ;
- Élargissement de la couverture géographique à d'autres régions du littoral méditerranéen ;
- Création de **partenariats avec des instituts de recherche, ONG et universités** pour assurer la continuité et l'actualisation du projet ;

- Développement d'un **espace pédagogique** pour les lycéens et étudiants en environnement.

Business Model Canvas		Conçu pour:	Auteur:	Date: .. / .. /	Version:
Partenaires clés	Activités Clés	Propositions de valeur	Relation Client	Clients	
<ul style="list-style-type: none"> - Universités - ONGs - Instituts de recherche - Établissements éducatifs (lycées, clubs scientifiques). 	<ul style="list-style-type: none"> - Développement d'un site web interactif et éducatif. - Collecte et intégration de données biologiques et géographiques - Cartographie dynamique et visualisation de données 	<ul style="list-style-type: none"> - Accessibilité scientifique et information gratuite en plusieurs Langues. - Innovation numérique avec cartes interactives et base de données dynamique - Fiabilité scientifique des données 	<ul style="list-style-type: none"> - Interface intuitive et pédagogique - Traduction du contenu (français, arabe, anglais) - Newsletter mensuelle - Possibilité de participer aux signalement des espèces. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chercheurs en biodiversité et écologie marine - Étudiants en sciences de la mer, biologie. - Pêcheurs et professionnels de la mer - Grand public intéressé par l'environnement marin 	
	Ressources clés		Canaux		
	<ul style="list-style-type: none"> - Données validées - Technologies modernes - Logiciels spécialisés (SIG) 		<ul style="list-style-type: none"> -Réseaux sociaux -Newsletter -Site web interactif 		
Coûts			Revenus		
<ul style="list-style-type: none"> - Développement Site web: 120 000 DA/an - Hébergement & nom de domaine : 24 000 DA/an - Équipe scientifique : 1 200 000 DA/an (100 000 DA/mois) - Marketing & communication : 600 000 DA/an - Événements/sensibilisation : 300 000 DA/an - Autres (matériel, outils, imprévus) : 200 000 DA/an - Total estimé : 2 444 000 DA/an 			<ul style="list-style-type: none"> - Modules éducatifs payants, abonnement à une plateforme de données consultables, publicité ciblée 		

RÉSUMÉ

Ce travail est une étude préliminaire sur l'inventaire des poissons par deux techniques de plongée (scaphondre et apnée) dans trois sites principaux (Ain Benian, le Grand Phare et Alger) de la région centrale du littoral Algérien. Nous avons effectué 30 plongées autonomes (durée d'immersion: 15-50 mn ; profondeur : 0 à -30 m) et cinquante autres en apnée (durée d'immersion : 45 mn-2 h ; profondeur : 0 à -10 m) durant une période de neuf mois (septembre 2024 et mai 2025). Un protocole a été élaboré pour photographiques, recenser et identifier les espèces. Les données collectées ont été analysées en termes de richesse spécifique, d'abondance et de fréquence. 38 espèces (32 genres et 23 familles) ont été inventoriées qui habitent plusieurs types de substrats (rocheux, herbiers, sable, grottes et en pleine eau), avec une préférence pour le fond rocheux et l'herbier de posidonie. Les Sparidae étaient les plus diversifiées qui colonisent majoritairement l'herbier. La diversité des espèces a également mis en évidence des variations saisonnières et environnementales où nous avons enregistré une valeur élevée de la richesse spécifique au printemps. Le site du grand Phare est le plus diversifié et le moins pollué par rapport aux autres sites à cause de la présence négligeable de l'herbier à posidonie mais en mauvais état. La richesse spécifique de la zone d'étude est alarmant (23 espèces rares) dans nos observations et nécessite des actions urgentes pour protéger les écosystèmes marins et assurer la durabilité des ressources halieutiques pour les générations futures.

Mots clés : Scaphondre, Apnée, Biodiversité de poisson, Algérie, Méditerranée.

ABSTRACT

This work is a preliminary study on the inventory of fish species using two diving techniques (scuba and freediving) at three main sites (Ain Benian, the Grand Phare, and Algiers) along the central Algerian coastline. We carried out 30 scuba dives (immersion duration: 15–50 minutes; depth: 0 to -30 m) and about fifty other dives using freediving (immersion duration: 45 minutes to 2 hours; depth: 0 to -10 m) over a nine-month period (September 2024 - May 2025). A protocol was developed to photograph, record, and identify species. The collected data were analyzed in terms of species richness, abundance, and frequency. A total of 38 species (32 genera and 23 families) were recorded, inhabiting several types of substrates (rocky, seagrass beds, sandy, caves, and open water), with a preference for rocky bottoms and seagrass beds. The Sparidae were the most diverse family and mainly colonized the seagrass habitat. Species diversity also showed seasonal and environmental variations, with the highest species richness recorded in spring. The Grand Phare site was the most diverse and least polluted compared to the other sites, although the seagrass beds were in poor condition and almost absent. The species richness in the study area is alarming (23 rare species) based on our observations, and urgent actions are needed to protect marine ecosystems and ensure the sustainability of fishery resources for future generations.

Keywords: Scuba, Freediving, Fish biodiversity, Algeria, Mediterranean.

ملخص

هذا العمل هو دراسة تمهيدية لجرد الأسماك باستخدام تقنيتين للغوص (الغطس باستخدام جهاز التنفس تحت الماء والغوص الحر) في ثلاثة مواقع رئيسية (عين بنيان، المنارة الكبرى والجزائر العاصمة) في المنطقة الوسطى من الساحل الجزائري. قمنا بإجراء 30 غطسة مستقلة (مدة الغطس: من 15 إلى 50 دقيقة؛ العمق: من 0 إلى -30 متراً) وحوالي خمسين غطسة أخرى باستخدام الغوص الحر (مدة الغطس: من 45 دقيقة إلى ساعتين؛ العمق: من 0 إلى -10 أمتار)، وذلك خلال فترة تسعة أشهر (سبتمبر 2024 إلى مايو 2025). تم وضع بروتوكول لتصوير وتوثيق وتحديد الأنواع. وقد تم تحليل البيانات المجمعة من حيث الغنى النوعي، الوفرة، والتكرار. تم جرد 38 نوعاً (تنتمي إلى 32 جنساً و23 عائلة) تعيش في عدة أنواع من المواطن (صخرية، مروج بحرية، رملية، كهوف، ومياه مفتوحة)، مع تفضيل للمناطق الصخرية ومروج البوسيدونيا. كانت عائلة Sparidae هي الأكثر تنوعاً، وقد استعمرت غالباً المروج البحرية. كما أظهرت تنوعات الأنواع اختلافات موسمية وبيئية، حيث سجلنا أعلى قيمة للتنوع خلال فصل الربيع. يُعتبر موقع المنارة الكبرى الأكثر تنوعاً والأقل تلوثاً مقارنةً بالمواقع الأخرى، على الرغم من أن مروج البوسيدونيا شبه غائبة وفي حالة سيئة. إن التنوع في منطقة الدراسة يُعد مقلقاً (23 نوعاً نادراً)، مما يتطلب اتخاذ إجراءات عاجلة لحماية النظم البيئية البحرية وضمان استدامة الموارد السمكية للأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية : الغوص بجهاز التنفس، الغوص الحر، تنوع الأسماك البيولوجي، الجزائر، البحر الأبيض المتوسط.