

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحار وتربية الساحل

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



National High School
for Marine Sciences
and Coastal

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

Domaine : Science de la nature et de la vie

Option : Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes

Thème

Identification des espèces de l'île Plane : Plan de gestion et stratégies de conservation

Présenté par : Amirat OUARDIA

Soutenu le 27/09/2025 devant le jury suivant :

M/Mme KENNOUCHE H.

Présidente

MCA

Mme KAIDI N.

Promotrice

MAA

M/Mme GHRIB I.

Examinatrice

Doctorante

2024/2025

Remerciements

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Madame Kaïdi Nawal, mon encadrante,
pour son accompagnement, ses conseils précieux et sa disponibilité*

tout au long de ce projet.

*Mes sincères remerciements vont également aux membres du jury, pour l'intérêt
porté à mon travail et leurs remarques constructives.*

*Je remercie chaleureusement l'école, son staff administratif et pédagogique, pour
leur engagement et leur soutien tout au long de ma formation.*

*Un grand merci aux ingénieurs du laboratoire, pour leur aide technique, leur
disponibilité et leur contribution à la réussite de ce projet.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé
à cette belle aventure.*





Dédicace

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours. Ils ont été ma source de motivation et de courage dans les moments les plus difficiles.

À ma famille, pour leur présence rassurante, leurs encouragements constants et leur foi en mes capacités. Leur soutien moral a été un pilier essentiel dans la réussite de ce projet.

À mes amis, pour leur aide précieuse, leur bonne humeur communicative et les moments de partage qui ont allégé le poids du travail.

À moi-même, pour la persévérance face aux obstacles, les longues heures de travail, les sacrifices consentis et la volonté de toujours avancer malgré les défis.

Je me félicite pour avoir cru en mes rêves et pour avoir donné le meilleur de moi-même jusqu'au bout.

À tous ceux qui ont cru en moi, m'ont inspiré à persévérer et ont contribué, de près ou de loin, à cette belle aventure académique et humaine.

Remerciement	
Dédicace	
Table des matieres	I
Liste des figure	V
Liste des Tableaux	VII
Liste de abbreviations	VIII
Introduction	A

Chapitre I : Généralités

1- La biogéographie insulaire	3
2- l'insularite	3
3- Île	4
3.1- Classification des îles	4
3.2. Les îles continentales	4
3.3. Les îles océaniques.....	5
4. Importance écologique des écosystèmes insulaire dans la Biodiversité mondiale	6
5. Les îles en méditerranée	6
5.1. L'évolution géologique complexe de la méditerranée	8
6. Les îles en Algerie	8
6.1 Liste des îles en Algerie	9
7. Présentation de la zone d'étude	10
7.1. Caractéristiques et formation geomorphologique de l'île paloma	11
7.2 Statut juridique	12
7.3 Description physique de l'île	12
7.4 Dynamique hydrographique et influence de l'atlantique	13
7.5 Climatologie	13
7.6 Contexte oceanographique et habitats benthique.....	14
7.7 Bathymetrie de l'île paloma.....	15
7.8 Encadré historique : le naufrage du borysthene (1865)	16
8. Impacts anthropiques.....	17
8.1 La pêche au tour de l'Île paloma et des hauts fonds (Seco Blanco et Seco Negro).....	17
8.2 Tourisme.....	19
8.3 Changement climatique observé dans la région d'Oran	19

9. Invasion Biologique	20
9.1 Analyse des menaces d'espèces exotiques envahissantes	20
9.2 Synthèse des impacts	21

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1. Zone d'étude	23
2. Collecte des données	23
2.1 Données existantes	23
2.2 Collecte des données sur le terrain.....	24
3. Tri des données Bibliographiques	24
4. Identification des espèces	25
4.1 Matériel utilisé	26
4.2 Protocole du tri préliminaire	27
4.3 Identification morphologique des polychètes	28
4.4 Documentation et validation.....	31
5. Gestion et analyse des données	31
5.1 Présentation générale de worms	31
5.2 Actualisation systématique des espèces par Worms	34
6. Organisation et intégration des données dans la base de données BANBIOM.....	36
7. Elaboration des fiches techniques	36
8. Comparaison des résultats de la richesse spécifique	37
8.1 Sélection des Îles et groupes taxonomiques	37
8.2 Collecte et traitement des données.....	37

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Diversité globales des espèces	39
1.1 Diversité de la faune marine.....	40
1.2 Diversité de la flore marine	44
1.3 Diversité des Chromista	47
2. Discussion et interprétation des résultats	48
3. Synthèse des statuts de protection.....	49

4. Liste des espèces remarquables	54
5. Les espèces identifiées au laboratoire	57
5.1. Nombre total des espèces recensées	58
5.2. Analyse des peuplements des polychètes	63
5.3. Espèces identifiées sous loupe binoculaire.....	64
6. Fiches descriptives.....	67
7. Analyse comparative de la richesse spécifique de l'Île plane et d'autres Îles méditerranéennes	70
7.1 Analyse descriptive et variabilité inter-sites.....	71
7.2 Facteurs explicatifs et contextualisation des résultats.....	71
7.3. Positionnement spécifique et signification pour l'Île Plane.....	72
7.4. Limitations méthodologiques et prudence interprétative.....	72
7.5. Mise en perspective des résultats avec la littérature scientifique.....	72
7.6 Conclusion de la mise en perspective.....	74
8. Proposition d'un plan de gestion et de stratégie de conservation pour l'Île Plane.....	74
8.1. Protection des espèces et habitats clés.....	74
8.2. Protection et restauration des habitats structurants	73
8.3. Lutte contre les espèces invasive.....	75
8.4. Gestion des pressions anthropiques.....	75
8.5. Maîtrise de l'impact du tourisme et des loisirs.....	76
8.6. Prévention et lutte contre la pollution.....	77
8.7. Recherche et suivi scientifique	77
8.8. Étude des impacts des changements climatiques	78
8.9. Collaboration scientifique partenariats nationaux et internationaux.....	78
8.10. Sensibilisation et Éducation	78
Conclusion	81

Figure 1: Répartition spatiale des îles en mer méditerranée	7
Figure 2: Carte de localisation	11
Figure 3: Le Monde Illustré. (1865, 11 mars). Naufrage du Borysthène	16
Figure 4: Zones de pêche de l'île Paloma (situation de 2019, source :medkey Habitats II).	18
Figure 5: Moteur de recherche Google scholar	24
Figure 6: CVRM ECOSYS Laboratoire de Conservation et Valorisation des Ressources Marines	26
Figure 7: Tri des individus	27
Figure 8: Identification a laide d'observation macro et microscopique	28
Figure 9: Clé d'identification (Fauvel,1907)	29
Figure 10: Page de garde du livre FAUNE DE FRANCE Polychètes errantes	30
Figure 11: L'espèce Syllis gracilis	30
Figure 12: Description de l'espèce Syllis gracilis	31
Figure 13: Page principal du site "Worms"	32
Figure 14: Résultat de saisie du nom de l'espèce sur le Worms	34
Figure 15: Résultat de l'actualisation taxonomique de l'espèce	35
Figure 16: Structure taxonomique de la diversité de l'île Paloma	38
Figure 17: Diversité des Annélides par ordres	39
Figure 18: Diversité des cnidaires selon les ordres	41
Figure 19: Diversité des Porifera selon les ordres	42
Figure 20: Diversité des Chordata selon les ordres	43
Figure 21: Diversité des Chlorophyta selon les ordres	44
Figure 22: Diversité des Rhodophyta selon les ordres	46
Figure 23: Diversité des chromistes selon les ordres	47
Figure 24: Glycera capitata Örsted, 1842	61
Figure 25: Comparaison de la richesse spécifique des aires marines méditerranéennes	65

Tableau 1:	<i>Liste des îles en Algérie</i>	9
Tableau 2:	<i>Les espèces remarquables à l'île plane</i>	54
Tableau 3:	<i>Liste de quelques espèces de polychètes identifiées</i>	57
Tableau 4:	<i>Distribution de la biodiversité et hétérogénéité habitatale par station</i>	58
Tableau 5:	<i>Répartition des espèces indicatrices et interprétation de leur rôle écologique</i>	59
Tableau 6:	<i>Richesse spécifique des aires marines méditerranéennes</i>	65

- **APS** : Agence Presse Service (Algérie).
- **CNL** : Commissariat National du Littoral.
- **ENSSMAL** : École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
- **MedPAN** : Mediterranean Protected Areas Network (Réseau des aires protégées de Méditerranée).
- **PAM** : Plan d'Action pour la Méditerranée (UNEP-MAP).
- **RAC/SPA / SPA/RAC** : Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas).
- **VLIZ** : Flanders Marine Institute (institution liée aux bases de données marines).
- **WoRMS** : World Register of Marine Species (Registre mondial des espèces marines).
- **BANBIOM** : Base de Données Nationale de la Biodiversité Marine du Littoral Algérien.
- **MedKeyHabitats** : Projet MedKeyHabitats (cartographie/étude des habitats marins).
- **OBIS** : Ocean Biogeographic Information System.
- **AMP** : Aire Marine Protégée.
- **SPANB** : Stratégie et Plan d'Action National pour la Biodiversité (SPANB 2016–2030).
- **BOD5 / DBO5** : Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours (Biochemical Oxygen Demand over 5 days).
- **COD / DCO** : Demande Chimique en Oxygène (Chemical Oxygen Demand).
- **Q2** : Quotient pluviométrique d'Emberger (indice bioclimatique utilisé dans le document).
- **T°C** : Degrés Celsius (température).
- **DD** : Données insuffisantes (Data Deficient, catégorie UICN).
- **EN** : En danger (Endangered, catégorie UICN).
- **LC** : Préoccupation mineure (Least Concern, catégorie UICN).
- **UICN / IUCN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (International Union for Conservation of Nature).
- **EEE** : Espèces Exotiques Envahissantes.
- **Spp.** : Espèces (species — abréviation taxonomique).
- **GDM** : General Dynamic Model (Modèle dynamique général des îles).
- **Cd** : Cadmium.
- **Cr** : Chrome.
- **Cu** : Cuivre.
- **Hg** : Mercure.
- **Ni** : Nickel.
- **Pb** : Plomb
- **IPBES** : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques).
- **IPCC** : Intergovernmental Panel on Climate Change / GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Introduction

Les écosystèmes insulaires, bien que représentant une faible superficie terrestre, concentrent une biodiversité exceptionnelle, abritant environ 20 % des espèces mondiales sur moins de 5 % de la surface terrestre. Cette richesse est largement attribuée à leur isolement géographique, qui favorise des trajectoires évolutives uniques et des taux élevés d'endémisme . Le bassin méditerranéen, reconnu comme l'un des 36 hotspots mondiaux de biodiversité, illustre parfaitement ce phénomène, avec ses nombreuses îles servant de refuges pour une faune et une flore marine et terrestre remarquables.

Ces environnements insulaires sont souvent qualifiés de “laboratoires naturels” en raison de leur capacité à révéler les mécanismes écologiques et évolutifs dans des contextes simplifiés mais dynamiques. Toutefois, cette biodiversité est de plus en plus menacée par une combinaison de facteurs : changements climatiques rapides, pressions anthropiques croissantes et introduction d'espèces exotiques envahissantes

Les écosystèmes marins, en particulier, subissent des pressions intenses liées à la pollution, à la surpêche et au tourisme non réglementé, entraînant une dégradation des habitats et une perte de biodiversité. L'acidification des océans et l'élévation des températures marines, conséquences directes du changement climatique, mettent en péril les espèces marines sensibles, notamment celles à faible tolérance thermique ou à reproduction lente.

Dans ce contexte, l'étude d'écosystèmes insulaires spécifiques devient essentielle pour élaborer des stratégies de conservation efficaces. Ce mémoire se concentre sur l'Île Plane (ou Île Paloma), une petite île volcanique située dans la baie d'Oran, en Algérie, récemment désignée Réserve de gestion des habitats classé par la wilaya. Cette reconnaissance souligne son importance écologique et la nécessité urgente de sa préservation. Cependant, les données scientifiques sur sa biodiversité marine restent limitées, ce qui freine l'élaboration de plans de gestion adaptés.

L'objectif principal de cette étude est de combler ces lacunes en réalisant un inventaire détaillé des espèces benthiques de l'Île Plane. Ce travail vise à fournir une base scientifique solide pour appuyer les efforts de conservation, enrichir la compréhension de la biogéographie insulaire méditerranéenne et orienter des pratiques de gestion durable face aux pressions environnementales. Les résultats obtenus sont destinés à servir de ressource pour les décideurs, les chercheurs et les acteurs de la protection de la biodiversité marine en Algérie et dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Pour répondre à ces objectifs, ce mémoire est structuré en

trois chapitres principaux, suivant une approche méthodologique progressive allant de la synthèse des connaissances à l'analyse des données et à la proposition de mesures concrètes.

Le premier chapitre dresse un état des lieux des généralités, en présentant les concepts fondamentaux de la biogéographie insulaire, l'importance écologique des îles en Méditerranée et plus spécifiquement en Algérie. Il introduit ensuite la zone d'étude, l'Île Plane (Paloma), en détaillant ses caractéristiques géomorphologiques, son statut juridique, les pressions anthropiques et les menaces biologiques qui pèsent sur son écosystème.

Le deuxième chapitre est consacré à la méthodologie employée. Il décrit précisément les protocoles de collecte des données, tant bibliographiques que de terrain, les méthodes d'identification morphologique des espèces en laboratoire (en particulier les polychètes), ainsi que les outils de gestion et d'analyse des données utilisés, tels que la base de données WoRMS pour l'actualisation taxonomique et la plateforme BANBIOM pour l'intégration des données nationales.

Enfin, le troisième chapitre présente et discute les résultats de l'inventaire de la biodiversité marine de l'Île Plane. Il propose une analyse comparative de sa richesse spécifique avec d'autres îles méditerranéennes et synthétise les statuts de protection des espèces recensées. Sur cette base, il élabore un plan de gestion et des stratégies de conservation adaptées, visant à préserver la remarquable biodiversité de ce site face aux enjeux actuels.

Chapitre I : Généralités

1/ La Biogéographie insulaires

La biogéographie insulaire est un domaine clé de l'écologie qui étudie la répartition des espèces dans des milieux isolés, tels que les îles géographiques, mais aussi des habitats terrestres fragmentés. Cette théorie modélise la richesse en espèces d'un habitat donné comme un équilibre dynamique entre l'immigration de nouvelles espèces et l'extinction des espèces déjà présentes (Uroy, 2020).

Bien que la théorie de la biogéographie insulaire ait été initialement formulée par (MacArthur- Wilson, 1967) des travaux plus récents, comme la thèse de Léa (Uroy, 2020), continuent d'appliquer et de développer ces concepts fondamentaux pour comprendre la dynamique des espèces dans les paysages fragmentés.

Un pilier fondamental de cette discipline repose sur la théorie de l'équilibre dynamique des îles, formulée par (MacArthur and Wilson, 1963) . Celle-ci suggère que le nombre d'espèces sur une île tend à se stabiliser, fruit d'un équilibre entre l'arrivée de nouvelles espèces et la disparition de celles déjà présentes. En d'autres termes, plus la diversité augmente, plus les extinctions se multiplient – conséquence d'une intensification de la compétition et d'une raréfaction des ressources. Parallèlement, le rythme d'immigration diminue, car il reste de moins en moins d'espèces susceptibles de coloniser l'île. Ce jeu de forces conduit à un point d'équilibre, où immigration et extinction s'égalisent (MacArthur- Wilson, 1967).

2/ L'insularité

L'insularité se définit par des caractéristiques propres aux îles. Celles-ci sont notamment marquées par un isolement écologique qui restreint les interactions biologiques avec l'extérieur biologiques (Whittaker & Palacios, 2021) .Cet isolement engendre également une culture unique, influencée à la fois par les défis et les avantages de cette situation géographique particulière. Sans ces caractéristiques elle perd son identité (Baldacchino, 2018)

Heureusement, les récentes avancées en télédétection par proposent des bases de données qui permettent, pour la première fois, d'obtenir des mesures uniformes et cohérentes à l'échelle mondiale de cet « archipel mondial » formé par toutes ces terres bordées d'eau. Parallèlement, notre connaissance des déplacements géotectoniques, des fluctuations du niveau marin et des mécanismes de formation des îles nous offre une perspective sur le développement de l'océan. (Depraetere , & Dahl, (2007).

3/ Île

Une île est une étendue terrestre entourée d'eau, isolée écologiquement et géographiquement. Au-delà de sa simple définition géomorphologique « une parcelle de terre entourée d'eau », une île constitue système biogéographique unique où les interactions entre immigration, spéciation et extinction façonnent des écosystèmes souvent riches en espèces endémiques (MacArthur and Wilson, 1963) . Selon Whitehead et Jones (1969) ainsi que Höner et Greuter (1988), les écosystèmes insulaires sont traditionnellement perçus comme des « laboratoires naturels » uniques pour l'étude des mécanismes évolutifs. Leur configuration spatiale restreinte et la simplification des interactions écologiques au sein de ces communautés en font des modèles privilégiés pour analyser, de façon précise et efficace, les dynamiques des patrons évolutifs et des processus écosystémiques.

En général, les îles sont de petite taille. Selon les Vikings, une île ne pouvait être qualifiée que si elle était suffisamment éloignée et identifiable pour que la voie navigable qui la sépare du continent.

3.1 Classification des îles

On classe également les îles en différentes catégories, en fonction de leur formation et de leurs caractéristiques naturelles. On distingue en général deux grands types : les îles continentales et les îles océaniques.

3.2 Les îles continentales

Les îles continentales sont géologiquement considérées comme des extensions d'un continent. Elles reposent sur le plateau continental et partagent avec lui une histoire et une composition géologique communes. Leur isolement actuel est un phénomène relativement récent à l'échelle des temps géologiques, résultant soit d'une montée du niveau des océans (transgression marine) qui a submergé les ponts terrestres, comme ce fut le cas pour la Grande-Bretagne après la dernière glaciation, soit de forces tectoniques ayant fracturé et éloigné un fragment de la croûte continentale, un processus de rifting qui a par exemple donné naissance à Madagascar.

Cette origine a une implication biogéographique majeure : leur peuplement initial n'est pas le fruit d'une colonisation, mais un héritage direct du continent auquel elles étaient rattachées. La biodiversité observée aujourd'hui est donc le reliquat de cet ancien écosystème. L'évolution de ce biote est souvent décrite par un processus de "relaxation faunique", où le nombre

d'espèces tend à s'appauvrir avec le temps pour s'ajuster à la surface réduite et à l'isolement de l'île, un concept clé de la biogéographie insulaire (Whittaker et al., 2021)

3.3 Les îles océaniques

Les îles océaniques représentent des masses terrestres dont la genèse est purement intra-océanique, signifiant qu'elles n'ont jamais été physiquement rattachées à une plaque continentale. Leur apparition résulte de deux mécanismes géologiques principaux. Le premier est le volcanisme, où des éruptions successives depuis le plancher marin édifient une structure qui finit par émerger de la surface, l'archipel d'Hawaï en étant un exemple paradigmatique. Le second mécanisme, d'ordre biologique, implique la croissance d'organismes constructeurs, notamment les coraux, qui peuvent former des structures récifales annulaires, ou atolls, au-dessus d'anciens édifices volcaniques qui s'affaissent sous leur propre poids.

Leur isolement géographique absolu est la pierre angulaire de leur écologie unique, un concept central de la biogéographie insulaire (Whittaker et al., 2021) . Cette séparation implique que l'ensemble de leur faune et de leur flore provient d'événements de dispersion à longue distance. Les lignées qui parviennent à s'établir entrent alors dans une trajectoire évolutive distincte, souvent caractérisée par une diversification rapide et une adaptation aux conditions locales. Ce phénomène est à l'origine de la proportion exceptionnellement élevée d'espèces endémiques que l'on trouve sur ces îles, faisant d'elles des systèmes modèles irremplaçables pour l'étude de l'évolution et de la spéciation.

Il est également important de souligner que la classification des îles peut être rendue plus précise en tenant compte de leur niveau d'isolement, évalué en fonction de la distance les séparant du continent le plus proche ou d'autres îles. Ce facteur influe directement sur les taux de colonisation et, par conséquent, sur la composition biotique des îles. (Rosemary G. Gillespie and George K. Roderick, 2002) ont élaboré un cadre conceptuel combinant l'âge géologique des îles et leur isolement, afin de mieux appréhender les mécanismes de colonisation et de diversification. En outre, la théorie de la biogéographie insulaire a récemment été enrichie par l'intégration de la dimension temporelle des îles, notamment par le biais du modèle General Dynamic Model (GDM) proposé par Whittaker et al. (2008) , qui prend en compte les cycles ontogéniques des îles volcaniques pour prédire les schémas de biodiversité

4/ Importance écologique des écosystèmes insulaires dans la biodiversité mondiale

Même si elles ne couvrent qu'une faible portion des terres émergées, les îles concentrent une part étonnamment élevée de la biodiversité mondiale. Environ 17 % des espèces d'oiseaux et de plantes y sont recensées, alors que leur surface ne représente qu'à peine 5 % des terres émergées. (Spatz and Holmes, 2021)

L'isolement géographique, en limitant les échanges d'espèces avec les continents, a favorisé l'apparition d'un grand nombre d'espèces endémiques spécifiques à une île ou à un archipel qui enrichissent considérablement la biosphère. Ainsi, près de 30 % des points chauds de biodiversité mondiaux correspondent à des écosystèmes insulaires (Médail & Diadema, 2006), ce qui témoigne d'une concentration exceptionnelle d'espèces uniques. Certaines îles présentent d'ailleurs des phénomènes évolutifs singuliers, comme le gigantisme insulaire (à l'image des tortues géantes des Galápagos), le nanisme (notamment les éléphants nains fossiles en Méditerranée), ou encore la perte de la capacité de vol chez d'anciens oiseaux continentaux – tel le célèbre dodo de l'île Maurice, exemple emblématique de l'aptérisme. (R. Spatz and D. Holmes, 2021)

Ces adaptations évolutives singulières découlent de pressions de sélection propres aux milieux insulaires, telles que l'absence de prédateurs majeurs, la rareté des ressources et une concurrence interspécifique réduite. Losos et Ricklefs (2009) ont mis en évidence que ces mécanismes peuvent engendrer des radiations adaptatives remarquables, à l'image des célèbres pinsons de Darwin aux Galápagos ou des drosophiles à Hawaï. De plus, la grande sensibilité des écosystèmes insulaires face aux perturbations d'origine humaine, comme l'introduction d'espèces envahissantes ou la destruction des habitats, en fait de véritables indicateurs du changement climatique mondial. D'après Tershy et *al.* (2015), les îles ont été le théâtre de 75% des extinctions de vertébrés documentées depuis 1500, ce qui souligne l'importance cruciale de renforcer les actions de conservation dans ces environnements particulièrement vulnérables.

5 / Les îles en méditerranée

Le bassin méditerranéen représente un cas fascinant d'écosystème insulaire d'une grande richesse. Il abrite en effet une incroyable variété d'îles et d'clots – près de 10 000, pour être

précis. Ce qui est particulièrement remarquable, c'est le taux élevé d'endémisme de ces îles : on estime qu'entre 10 et 16 % des espèces qui y vivent ne se retrouvent nulle part ailleurs (Médail and Diadema , 2009) . Certaines îles, surtout dans la partie occidentale de la Méditerranée, se distinguent comme de véritables hotspots de biodiversité (Véla et *al.*, 2013).

Médail et Diadema (2006) ont montré que la région méditerranéenne possède de nombreux refuges pour des flores relictées et endémiques, résultat de l'isolement prolongé de certains massifs insulaires depuis l'ère tertiaire. Cette diversité exceptionnelle, combinée à un fort taux d'endémisme, a conduit à la reconnaissance du bassin méditerranéen lui-même comme l'un des 25 principaux hotspots de biodiversité mondiaux (Myers et *al.*, 2000) .

Les îles méditerranéennes constituent ainsi un terrain d'étude inestimable pour la biogéographie insulaire, tout en étant un patrimoine naturel de portée mondiale, où se rencontrent influences tempérées et tropicales, ainsi qu'une mosaïque d'espèces européennes, nord-africaines et levantines, créant un degré d'originalité biologique remarquable (Médail and Quézel, 1999)

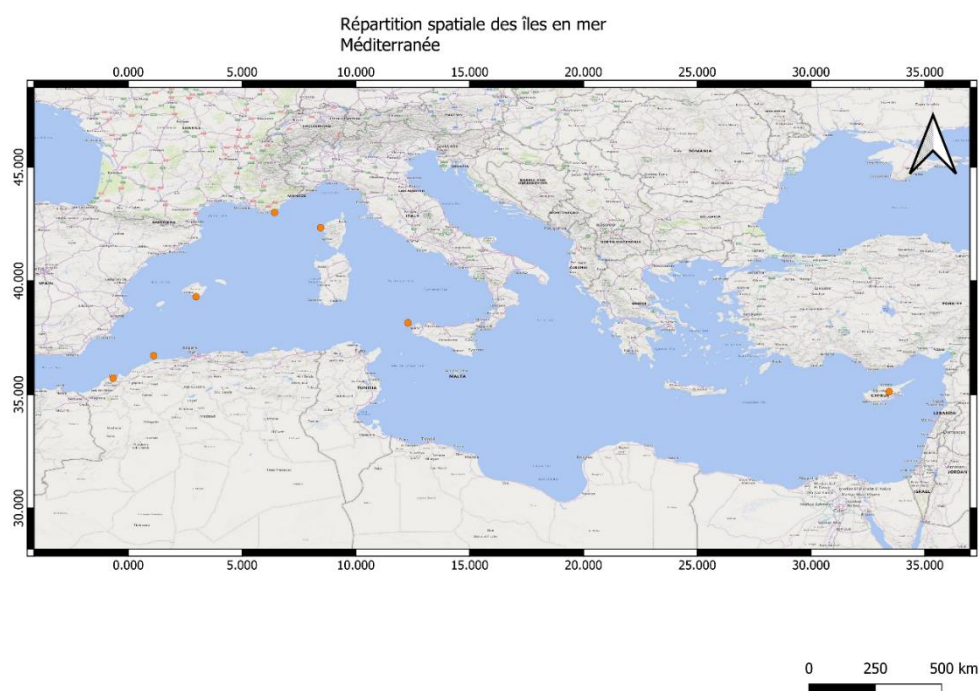


Figure 1 : Répartition spatiale des îles en mer méditerranée(Amirat,2025) .Logiciel : QGIS

5.1 L'évolution géologique complexe de la Méditerranée

La crise de salinité messénienne survenue entre 5,96 et 5,33 millions d'années, a eu un impact déterminant sur la répartition actuelle des espèces vivant sur les îles. À cette époque, le dessèchement partiel de la Méditerranée a entraîné la formation temporaire de ponts terrestres entre certaines îles et le continent, facilitant d'importants échanges d'espèces (Krijgsman *et al.*, 1999). Par ailleurs, les variations du niveau de la mer pendant les périodes glaciaires du Quaternaire ont également redessiné la configuration des îles méditerranéennes, alternant entre des phases de connexion et d'isolement. Ces changements paléogéographiques expliquent en partie les schémas de distribution morcelés que l'on observe aujourd'hui chez certains taxons endémiques (Blondel J *et al.*, 2010).

En outre, l'implantation humaine ancienne sur les îles méditerranéennes a façonné des paysages culturels distinctifs. Les pratiques agropastorales traditionnelles ont souvent joué un rôle clé dans le maintien d'une biodiversité riche, en particulier dans les milieux ouverts. Toutefois, les évolutions récentes dans l'utilisation des terres — qu'il s'agisse de l'abandon des terres agricoles ou, à l'opposé, de leur exploitation intensive — représentent désormais une menace sérieuse pour la préservation de la biodiversité dans ces écosystèmes insulaires (Vogiatzakis *et al.*, 2016).

6. Les îles en algérie

Le littoral algérien, qui s'étend sur plus de 1 600 km, abrite plusieurs îles et îlots. Bien que ces derniers soient généralement petits et peu étudiés dans la littérature scientifique, certaines méritent une attention particulière en raison de leur valeur écologique. Il existe, toutefois, un manque notable de données sur la biodiversité de ces îles. Malgré ce déficit, certaines îles, comme l'île Rachgoun, les îles Habibas et l'île Plane, se distinguent par leur importance biologique.

Dans cette optique, l'Algérie a récemment intensifié ses efforts pour protéger ses îles. Un projet visant à classer l'île de Rachgoun en aire marine protégée (AMP) a été lancé, en partenariat avec le Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (SPA/RAC, 2021). De son côté, l'archipel des Habibas bénéficie depuis plus de dix ans d'une protection. Ces actions s'inscrivent dans la stratégie nationale de biodiversité (SPANB 2016-2030), qui cherche à intégrer les écosystèmes insulaires dans les efforts de conservation. Les îles algériennes jouent un rôle écologique crucial, en particulier comme haltes migratoires pour

certaines espèces d'oiseaux, telles que le Goéland leucophée (*Larus michahellis*) et certaines sternes, qui utilisent ces îles pour se reposer et se reproduire en toute tranquillité (Bahi et al., 2019) Toutefois, jusqu'à récemment, certaines îles, comme l'île Plane, étaient souvent négligées dans les inventaires scientifiques, principalement en raison de leur petite taille ou de l'absence d'habitants permanents. Il a fallu attendre la fin des années 2000 pour que des données sur cette île commencent à émerger.

6.1 Liste des Îles en Algérie :

Tableau 1 : Liste des îles en Algérie

Île	Surface area (hectares)
Agueli (Alger)	1,17
El Euch (Bejaia)	1,88
Garlic Island (Bejaia)	0,46
Grand Cavallo Island (Jijel)	3,6
Habibas (Oran)	34,5
Île Plane (Oran)	4
Île Ronde (Oran)	0,64
Petit Cavallo Island(Jijel)	3,9
Pisans (Bejaia)	1,31
Rachgoun (Aïn Témouchent)	25
Rahbet Teffah (Skikda)	2,5
Sahel (Bejaia)	0,46

Sandja (Alger)	0,27
Tazerout (Jijel)	0,74
Tigzirt (Tizi-Ouzou)	0,46
Tipaza (Tipaza)	0,57

7. Présentation de la zone d'étude

L'île Plane, également connue sous le nom de Paloma, est située dans la baie d'Oran, à une distance de 7 km de la plage de Coralès, qui représente son point le plus proche du continent. Ses coordonnées géographiques précises sont 35°46'24"N et 0°54'14"W. Administrativement, elle est rattachée à la commune d'Oran (Bahi et *al.*, 2019).

D'une superficie d'environ quatre hectares, cette île d'origine volcanique présente un relief tourmenté et rocheux. Elle se compose d'un îlot principal mesurant 400 mètres de long sur 100 mètres de large, dont le point culminant atteint 18 mètres et est marqué par la présence d'un ancien phare. Cet îlot central est entouré de plusieurs rochers et petites formations insulaires périphériques. Un petit quai y a été aménagé, servant de point d'accostage pour les pêcheurs et les plaisanciers (Bahi et *al.*, 2019).

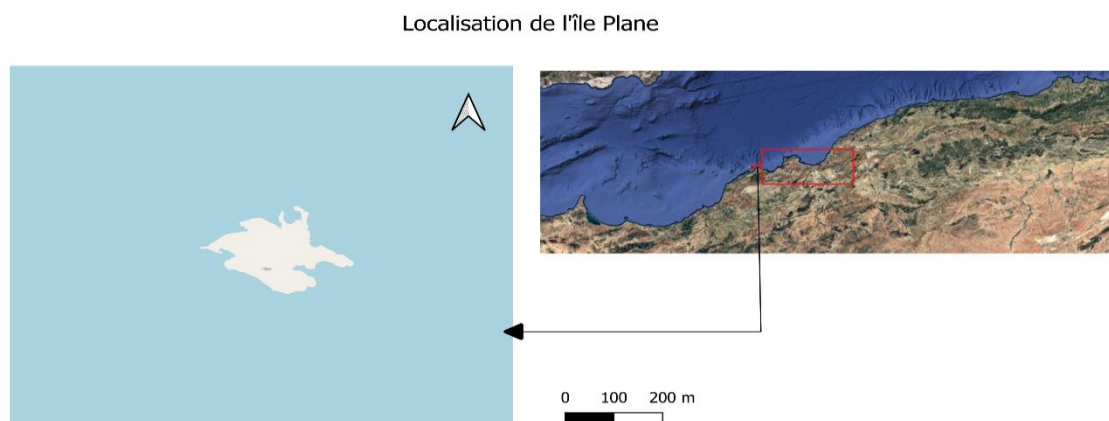


Figure 2: Carte de localisation(Amirat,2025)

Logiciel : QGIS

7.1 Caractéristiques géomorphologiques et formation géologique de l'île Paloma

Géologiquement, l'île Plane est un petit îlot d'origine volcanique. Elle appartient aux formations volcaniques datant du Miocène supérieur qui ont marqué la région oranaise (Bellon et al, 1984).

Ce volcanisme, qui remonte à environ 8 à 10 millions d'années, a donné naissance à divers dômes et coulées de lave dans le Sahel d'Oran — notamment au cap Figalo et autour des îles Habibas voisines — constitués principalement d'andésite, de dacite et de rhyolite (Bellon et al., 1984) .

La morphologie de l'île est celle d'un rocher tabulaire de faible altitude, dont le sommet relativement plat est ceinturé de pentes rocheuses abruptes. Vue de loin, l'îlot paraît effectivement plat – d'où son nom –, mais son relief réel présente des aspérités et des falaises côtières.(Ramos Esplá, et *al.*, 2020)



Figure 3 :Vue panoramique sur l'île Paloma (Photo K. Taffer, 2017)

7.2 Statut juridique

Depuis sa désignation en tant que réserve de gestion des habitats et des espèces par l'arrêté préfectoral de la wilaya d'Oran (n°10) du 17 septembre 2018, l'île Paloma bénéficie d'une protection accrue, cette désignation est conforme à la loi algérienne sur les aires protégées (loi n°11-02), dont l'objectif est de réguler la protection des zones de biodiversité hotspots et des géoformes exceptionnelles.

Cette protection juridique représente une avancée significative pour la conservation de ce petit écosystème insulaire, longtemps négligé malgré son importance écologique. Ce statut de protection s'aligne avec les engagements internationaux de l'Algérie, notamment dans le cadre de la Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée et du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM).

7.3 Description physique de l'île

Cette île rocheuse d'origine volcanique, avec une superficie de quatre hectares présente un terrain extrêmement escarpé.

Elle se compose d'une unique vaste île de 400 mètres de longueur, 100 mètres de largeur et 18 mètres de hauteur, couronnée par un phare ancien. Elle est entourée par des îlots et des rochers. Elle dispose d'un modeste port qui attire les plaisanciers et les pêcheurs. (Ramos Esplá, A. et *al.*, 2020)

7.4 Dynamique hydrographique et influences de l'Atlantique

Le courant algérien, qui est une branche orientale du courant Atlantique traversant la côte nord-africaine, exerce une influence majeure sur la région marine de l'île Paloma. Ce cours d'eau, qui se distingue par ses températures basses et sa forte teneur en nutriments, est crucial pour la productivité biologique de la région. Son interaction avec le plateau continental génère des upwellings saisonniers, favorisant la remontée d'éléments nutritifs essentiels à la chaîne trophique marine. (Ramos Esplá, A. et *al.*, 2020)

L'île Plane, de par sa nature d'obstacle rocheux volcanique (Bahi et al., 2019) interagit directement avec la dynamique hydrographique locale. En océanographie, il est bien établi que de tels reliefs topographiques perturbent les courants dominants, générant des phénomènes de méso-échelle comme des tourbillons (gyres) et des micro-upwellings dans leur sillage (Wolanski and Hamner, 1988).

Appliqué au contexte de l'île Plane, cet "effet d'île" perturbe l'écoulement du courant Algérien, favorisant la rétention et la concentration locale des nutriments et du plancton qu'il transporte. Ce processus de fertilisation localisée transforme les abords immédiats de l'île en un "point chaud" de productivité biologique, ce qui explique la richesse des peuplements marins observés sur le site.

7.5 Climatologie

Le contexte climatique de l'île Plane est de type méditerranéen. Des données spécifiques issues de la station météorologique du port d'Oran pour la décennie 1998-2008 indiquent des précipitations annuelles moyennes de 340 mm, avec des températures minimale et maximale moyennes de 6,3 °C et 32,3 °C respectivement (Bahi et al., 2019). En se basant sur ces données, l'application du quotient pluviothermique d'Emberger ($Q_2 = 45,02$) permet de classer la zone d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride à variante hivernale chaude (Bahi et al., 2019).

De manière plus générale, les atlas climatiques confirment pour la côte oranaise un climat de type **Csa** selon la classification de Köppen-Geiger, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, un profil typique de la région méditerranéenne (Climate-Data.org).

7.6 Contexte océanographique et habitats benthiques

Selon les relevés du projet MedKeyHabitats (2018) l'exceptionnelle richesse biologique de l'île Paloma est le résultat de l'interaction entre une dynamique océanographique favorable et une topographie sous-marine complexe.

7.6.2 Géomorphologie et mosaïque d'habitats benthiques

La topographie sous-marine autour de l'île se caractérise par une grande hétérogénéité, créant une mosaïque d'habitats qui favorise l'installation d'une biodiversité remarquable :

- **Les fonds rocheux (0-50 m) :** Le substrat est dominé par des reliefs accidentés tels que des écueils, des platiers, des falaises et des grottes. Ces structures abritent des biocénoses variées, notamment des peuplements d'algues et des formations de coralligène.
- **Les fonds meubles (au-delà de 40-50 m) :** À partir de cette profondeur, les fonds rocheux cèdent la place à des zones de détritique côtier, puis à des fonds meubles (sableux ou vaseux).
- **Les structures profondes :** Le plateau continental environnant est également structuré par de nombreux bancs, hauts-fonds, plateaux et vallées sous-marines.

Cette diversité de substrats et de reliefs est fondamentale. Elle permet l'implantation de peuplements spécialisés et explique la présence d'une faune riche, notamment des populations ichtyologiques (poissons) et carcinologiques (crustacés comme les langoustes), qui contribuent au statut de point chaud de biodiversité marine de l'île.

7.7 Bathymétrie de l'île Paloma

La bathymétrie autour de l'île Paloma se caractérise par une topographie sous-marine très accidentée et des pentes abruptes. Selon les relevés du projet MedKeyHabitats II, la profondeur du fond marin chute rapidement autour de l'île. Ce phénomène est particulièrement marqué sur le versant sud, où l'isobathe des -50 mètres est atteint à seulement quelques dizaines de mètres du rivage par endroits.

Le pourtour immédiat de l'île est parsemé d'écueils et de hauts-fonds, indiquant une prédominance d'habitats sur substrats durs, propices à l'installation d'une riche biodiversité benthique.

De plus, deux hauts-fonds notables se trouvent à proximité de l'île :

- Le "Seco Blanco", situé au nord-est, présente des fonds très abrupts.
- Le "Seco Negro", au nord-ouest, se distingue par un plateau plus large et une pente plus douce.

Cette configuration bathymétrique complexe, avec ses pentes fortes, ses plateaux et ses nombreux affleurements rocheux, crée une mosaïque d'habitats sous-marins qui est un facteur clé de la diversité biologique de la zone.

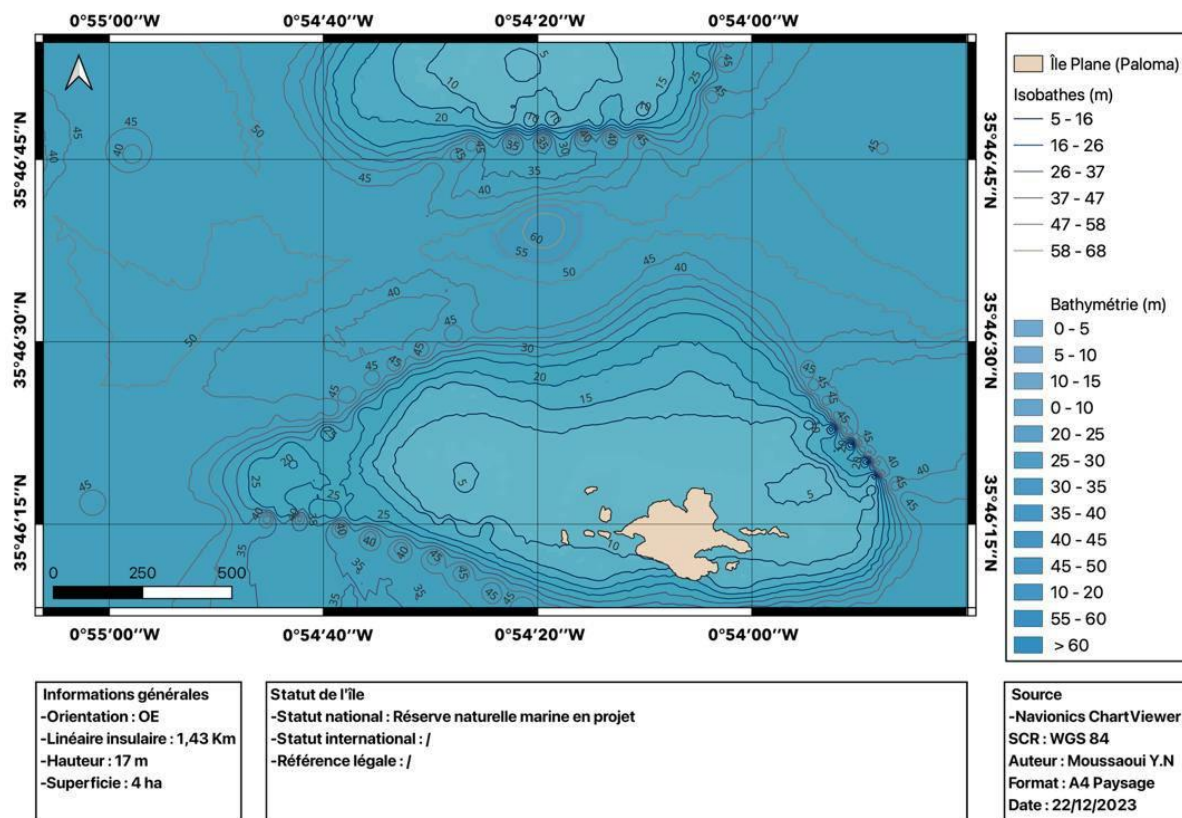


Figure 4 : Carte de l'île située entre 0°55'00''W et 0°54'00''W

Source: Navionics Chart Viewer (SCR WGS 84). (Moussaoui 2023).

7.8 Encadré historique le naufrage du borysthene (1865)

Le 15 décembre 1865, le paquebot mixte *Borysthene* heurta l'île Plane lors d'une tempête, causant la mort de 70 passagers (Zurcher and Margollé, 1872). Cet événement tragique, survenu avant la construction du phare, souligne l'importance de la signalisation maritime et la dangerosité des écueils entourant l'île. Les vestiges de l'épave, colonisés par des gorgones et anémones, reposent entre 10 et 18 m de profondeur au nord de l'île et constituent aujourd'hui un site de plongée historique (MOKHTARI, 2017)

XXII

NAUFRAGE DU BORYSTHÈNE

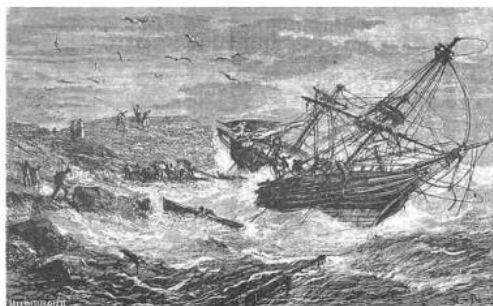


Figure 3:Le Monde Illustré. (1865, 11 mars). Naufrage du Borysthène

8/ Impacts anthropiques

Malgré statut de réserve, l'île Plane fait face à une augmentation des pressions d'origine humaine. (Tayeb et *al.*, 2015) ont réalisé une étude sur les plages d'Oran, les auteurs mesurent des paramètres clés tels que la demande chimique en oxygène (COD) et la demande biochimique en oxygène (BOD5), dont les valeurs dépassent fréquemment les seuils réglementaires (respectivement 120 mg/l et 40 mg/l) ce qui offre un cadre méthodologique pertinent pour évaluer l'impact des effluents industriels et urbains sur les milieux marins. De plus, la détection de métaux lourds (Hg, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd), même à des concentrations infimes, met en lumière un risque majeur pour les écosystèmes marins : la bioaccumulation.

Ce phénomène, en altérant les équilibres du biotope, peut engendrer des perturbations en cascade au sein de la chaîne alimentaire, menaçant à terme la biodiversité. Bien que l'étude de Tayeb et *al.* se focalise sur des zones littorales (Oran) soumises à des pressions industrielles et urbaines intenses, sa méthodologie analytique offre un cadre applicable à des milieux insulaires ou côtiers moins anthropisés.

8.1 La pêche autour de l'île Paloma et des hauts fonds (Seco Blanco et Seco Negro)

Les pêcheurs locaux utilisaient historiquement un local adjacent au phare pour stocker des provisions et partager des ressources, créant une économie de solidarité informelle. Cette pratique, aujourd'hui disparue, illustre le lien entre les communautés côtières et l'île (MOKHTARI, 2017)

L'étude des activités de pêche menée dans le cadre du projet MedKeyHabitats (2022) a permis de cartographier et d'analyser la répartition spatiale de cinq techniques distinctes sur les sites de l'île Paloma, Seco Blanco et Seco Negro. Les résultats montrent une stratégie d'exploitation de l'espace qui varie clairement en fonction de la technique de pêche et de la bathymétrie.

La chasse sous-marine non régulée et le braconnage de juvéniles de mérous (*Epinephelus marginatus*) constituent des menaces directes pour la ressource halieutique. Des témoignages locaux rapportent une diminution des prises de 40% depuis 2010(MOKHTARI, 2017)

8.1.1 Répartition des engins de pêche passifs (Filets)

L'utilisation des filets maillants est directement corrélée à la profondeur :

- Les filets maillants de surface sont déployés exclusivement dans les zones de faible profondeur, et il a été noté qu'ils ne sont pas utilisés autour des hauts-fonds de Seco Blanco et Seco Negro.
- À l'inverse, les filets maillants de fond sont calés sur des fonds plus importants, ciblant des espèces démersales.

8.1.2 Pratiques de pêche active et récréative

Les techniques de pêche plus actives montrent également une distribution spécifique :

- La pêche en apnée (chasse sous-marine) se pratique sur les trois sites, mais reste confinée aux profondeurs inférieures à 30 mètres, correspondant aux zones rocheuses les plus accessibles.
- La pêche à la canne est également présente, mais elle est exercée uniquement depuis le rivage de l'île Paloma.

Cette cartographie révèle une pression de pêche hétérogène, avec une segmentation claire de l'espace marin. Les zones peu profondes et les abords immédiats de l'île subissent la pression combinée de la pêche à la canne, de la chasse sous-marine et des filets de surface, tandis que les zones plus profondes sont ciblées par les filets de fond. Cette analyse est fondamentale pour élaborer un plan de gestion qui pourrait inclure des mesures de zonage (zones de repos biologique, zones réservées à certaines techniques) afin de réguler l'effort de pêche et de préserver les ressources halieutiques.

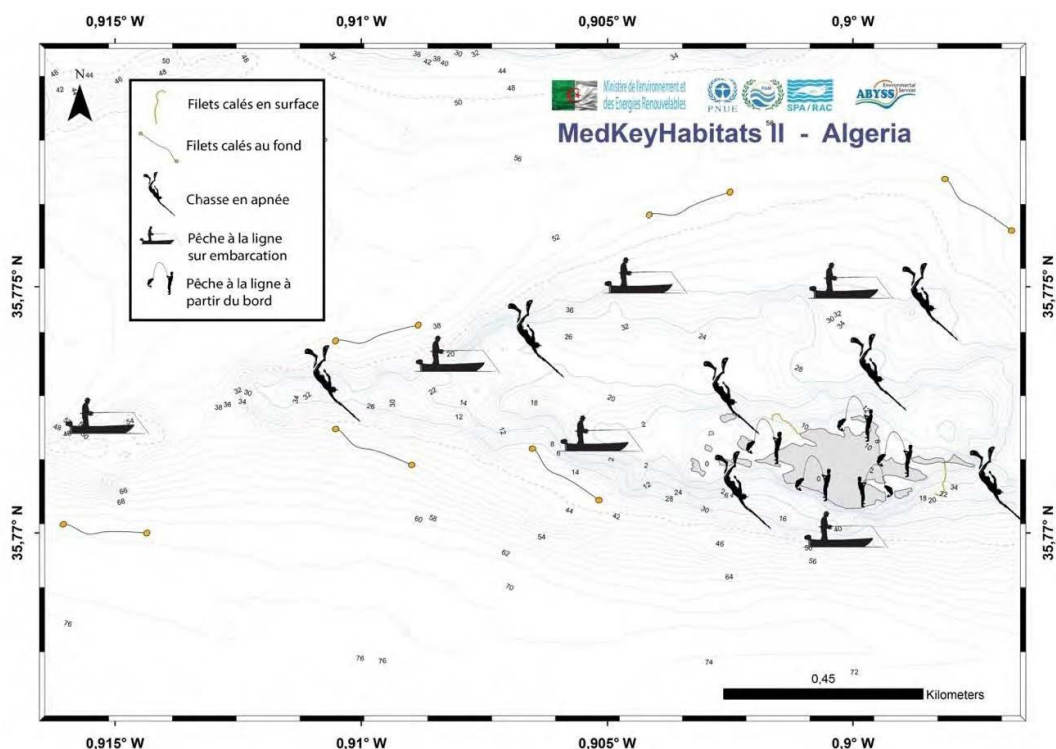


Figure 4 : Zones de pêche de l'île Paloma (situation de 2019, source : medkey Habitats II).

8.2 Tourisme

Une recherche sur le terrain effectuée en 2022 dans le cadre du projet MedKeyHabitats a démontré que :

En juillet-août, le nombre de visiteurs atteint 120 par jour, produisant des débris plastiques et une dégradation des habitats sensible.

Aucun habitant permanent ne réside sur l'île Plane (population humaine nulle), ce qui a permis le maintien de son caractère relativement naturel. Ses côtes abruptes et ses écueils environnants la rendent difficilement accessible par mauvais temps, conférant à l'ensemble un aspect sauvage et préservé

8.3 Changement climatique observé dans la région d'Oran

Selon l'IPCC (2023), les températures marines ont augmenté de 1,2°C depuis 2000, ce qui perturbe les cycles de reproduction des espèces endémiques telles que le mérrou brun.

Cette problématique globale trouve une illustration concrète dans le golfe d'Oran, où la côte occidentale algérienne a enregistré un réchauffement des températures extrêmes de 0,13°C à 0,15°C par décennie entre 1950 et 2010 (Abed, 2017) .

9/ Invasions biologiques

9.1. Analyse des menaces d'espèces exotiques envahissantes (EEE) pour l'île Plane

Les écosystèmes terrestre et marin de l'île Plane sont tous deux sous la menace d'espèces exotiques envahissantes, qui peuvent altérer profondément leur structure et leur fonctionnement.

9.1.1 La menace terrestre : prédateurs et compétiteurs végétaux

La menace la plus critique pour la faune terrestre est l'introduction potentielle de prédateurs mammifères. Bien qu'aucune étude n'ait encore documenté sa présence sur l'île, le Rat noir (*Rattus rattus*) est considéré comme le risque majeur en raison de la forte fréquentation nautique. La reconnaissance de ce danger est institutionnelle, comme le prouvent les plans de lutte menés par le Commissariat National du Littoral (CNL) sur les îles voisines (APS, 2021). Son introduction mettrait en péril la survie des populations d'oiseaux nicheurs comme le Puffin cendré et le Faucon d'Éléonore, mentionnés sur l'île (Hussein and Talet, 2019)

9.1.2 La menace marine : Des invasions sous-marines déjà présentes

Contrairement au milieu terrestre où la menace est encore potentielle, le milieu marin de l'île est déjà affecté par plusieurs invasions biologiques. Des études ont confirmé la présence d'un cortège d'espèces marines exotiques envahissantes. Parmi elles, on trouve des algues qui peuvent proliférer au détriment des espèces natives, comme *Caulerpa cylindracea* (anciennement *racemosa*), *Codium fragile* qui sont particulièrement préoccupantes. Ces algues, dotées d'une croissance rapide, peuvent former des tapis denses sur les fonds rocheux. Elles entrent en compétition agressive pour l'espace et la lumière avec les communautés d'algues indigènes. À terme, elles peuvent supplanter les "forêts" d'algues locales (comme les *Cystoseires*), entraînant une simplification drastique de l'habitat et une perte de la biodiversité associée (BENTAALLAH et al., 2017), et les deux espèces d'*Asparagopsis* (*armata* et *taxiformis*). De plus, des invertébrés envahissants ont également été identifiés, tels que le bryzoaire *Amathia verticillata* et le corail scléractiniaire *Oculina patagonica*. Ces espèces peuvent modifier radicalement les habitats benthiques, entrer en compétition avec la faune et

la flore locales et dégrader la santé globale de l'écosystème sous-marin.(Hussein and Talet, 2019)

9.2. Synthèse des impacts

La menace des invasions biologiques sur l'île Plane est double. Sur terre, elle est une menace préventive de la plus haute importance, axée sur la biosécurité pour empêcher l'arrivée de prédateurs dévastateurs. En mer, elle est une menace curative et de contrôle, nécessitant une surveillance et potentiellement des actions de gestion pour limiter l'expansion d'espèces déjà établies qui altèrent les habitats sous-marins.

9.2.1 Modification structurelle de l'habitat par les invertébrés envahissants

L'impact des EEE ne se limite pas à la flore. Des invertébrés introduits modifient la structure physique même des fonds marins. La présence du corail scléactiniaire *Oculina patagonica* et du bryzoaire *Amathia verticillata* a été signalée dans la région. L'expansion de ces organismes constructeurs altère l'architecture tridimensionnelle de l'habitat. Ces nouvelles structures peuvent ne pas offrir les mêmes refuges ou zones de nourrissage que les habitats originels, perturbant ainsi le cycle de vie des espèces locales (poissons, crustacés, mollusques) qui en dépendent. Cela peut provoquer une réorganisation profonde des communautés benthiques et un appauvrissement de la faune locale (Zibrowius, 1992).

En synthèse, l'impact des invasions marines sur l'île Plane se traduit par une dégradation progressive de la santé de l'écosystème, via la perte de la flore native et l'altération de la structure physique des habitats, menaçant ainsi la chaîne alimentaire et la richesse biologique qui font de ce site un point chaud de biodiversité.

9.2.2 Mécanismes d'invasion : Les actions humaines (navigation, pêche) favorisent l'arrivée fortuite d'espèces par le biais des navires, comme le montre l'observation effectuée sur 73% des micro-îles méditerranéennes non défendues.

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1/ Zone d'étude

L'étude a été menée sur l'Île Plane, une île rocheuse située en Algérie. Cette île bénéficie d'un statut de protection, ce qui souligne son importance écologique et la nécessité de sa conservation. Sa nature rocheuse influence directement les types d'habitats disponibles et, par conséquent, les espèces qui y résident.

L'île Paloma, positionnée dans le bassin algéro-provençal à 3,7 milles marins de la baie des Andalouses (Oran), se trouve dans un environnement bathymétrique compliqué, entre le Cap Falcon au nord-est et le Cap Lindlès au sud-ouest (35°46'24"N et 0°54'14"W). Cette formation insulaire volcanique, administrativement associée à la commune d'Oran, se distingue par un relief chaotique caractérisé par des falaises et une division en diverses entités : un massif majeur de 3,64 hectares entouré d'éléments rocheux périphériques.

2/ Collecte des données

La collecte des données pour cette étude a été réalisée en deux phases principales : la compilation de données existantes et la collecte de nouvelles données sur le terrain.

2.1 Données existantes

Une recherche approfondie a été menée pour collecter les données relatives aux travaux déjà réalisés sur l'Île Plane et ses environs. Cette phase a impliqué une revue bibliographique exhaustive des publications scientifiques, des rapports techniques, des thèses, ainsi que la consultation de bases de données spécialisées. Les types de données collectées incluent les listes d'espèces précédemment recensées, les données environnementales historiques, les cartes d'habitats, et les rapports de suivi écologique.

Les mots clé utilisés dans la recherche : Île plane – Île Paloma – Air Marine – Biodiversité marine

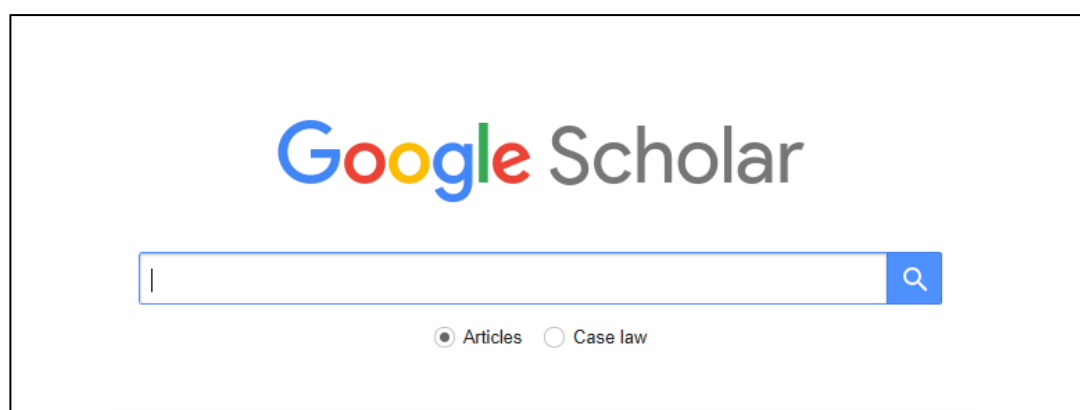


Figure 5 : Moteur de recherche Google scholar

2.2 Collecte de données sur le terrain

2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons utilisés au laboratoire pour les besoins de cette étude proviennent de prélèvement par plongée sous- marine sur les substrats durs de l'île plane. L'échantillonnage a été réalisé sur 9 stations en été , en 2018 manuellement à l'aide d'une suceuse à air comprimé par l'équipe IMBM du Laboratoire de Conservation et valorisation des ressources marines de l'ENSSMAL. Les profondeurs auxquelles les spécimens ont été collectés allaient de 0 à 40 m.

Le dispositif de prélèvement se présente sous forme d'un tube de PVC muni à l'aide de ses extrémités d'un tuyau flexible et d'un tube de prélèvement à l'autre extrémité permettant la fixation de filets d'1mm de maillage où s'accumule le prélèvement. Dans le cadre de ce travail, l'appareil servait à récupérer commodément la totalité de recouvrement biologique détaché d'une surface donnée de substrat rocheux par un grattage minutieux. Les espèces ont ensuite été transportés au laboratoire pour identification.

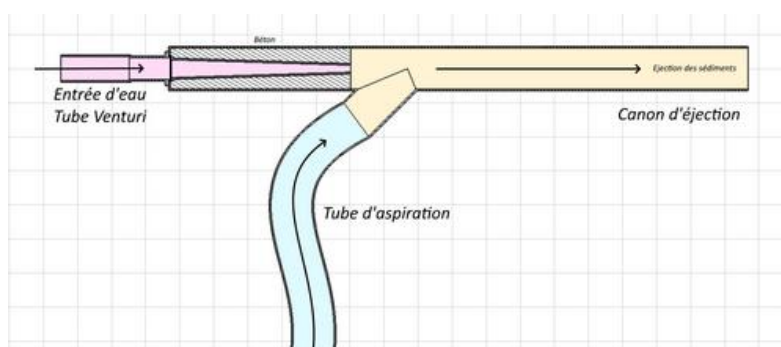


Figure 6:Principe de fonctionnement d'une suceuse par effet Venturi
(Source : Wikipédia)

3/ Tri des données bibliographiques

La méthodologie adoptée pour ce travail repose sur deux approches complémentaires. D'une part, une synthèse bibliographique a été conduite afin d'établir une liste exhaustive des espèces dont la présence est attendue sur le site d'étude. D'autre part, les données collectées relatives aux caractéristiques du site (positionnement géographique, nature des sédiments, statut ...) ont été structurées dans des fiches de calcul Excel. Ce format a été choisi pour garantir un accès *aisé* aux données et permettre leur traitement efficace dans le cadre de la présente étude.

X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
Sous Genre	Espece.1	Sous Espece	Ile	X	Y	Année de prelevement	Mois de prelevement	Profondeur
	<i>Anadyomene stellata</i>		Paloma			2015		0-31
	<i>Bryopsis muscosa</i>		Paloma			2015		0-34
	<i>Chaetomorpha aerea</i>		Paloma			2015		0 m -31m
	<i>Caulerpa racemosa</i>		Paloma			2015		1m-30m
	<i>Cladophora rupestris</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Codium bursa</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Codium fragile</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Codium effusum</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Codium vermicularis</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Dasycladus vermicularis</i>		Paloma			2015		1m-30m
	<i>Ulva compressa</i>		Paloma			2015		0 m -31m
	<i>Flabellia petiolata</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Halimeda tuna</i>		Paloma			2015		0m-34m
	<i>Palmophyllum crassum</i>		Paloma			2015		0 m -31m
	<i>Ulva rigida</i>		Paloma			2015		0m -31m
	<i>Ulva lactuca</i>		Paloma			2015		0 m -31m

Figure 8 : Tableau récapitulatif des données collectées (capture d'écran fichier Excel)

4/Identification des espèces

L'identification des espèces, en particulier des polychètes, a constitué une étape cruciale de cette étude. Le processus a débuté par un tri préliminaire suivi d'une identification morphologique détaillée au laboratoire.



Figure 7: Laboratoire de Conservation et Valorisation des Ressources Marines [LCVRM]

4.1 Matériel utilisé

Pour la réalisation de cette étude, divers équipements et réactifs ont été utilisés, tant pour la collecte des spécimens sur le terrain que pour leur préparation et leur identification en laboratoire. Le matériel spécifique à l'identification des polychètes comprend :

1. **Loupe binoculaire :** Utilisée pour le tri préliminaire des spécimens et l'observation des caractères morphologiques macroscopiques.
2. **Microscope optique à lumière transmise :** Indispensable pour l'observation détaillée des structures microscopiques des polychètes (parapodes, soies, prostomium, pygidium, appareil buccal).
3. **Lames et lamelles :** Pour la préparation des spécimens en vue de l'observation microscopique.
4. **Formol dilué 10% :** Utilisé comme fixateur pour la conservation des spécimens après la collecte et le tri, afin de préserver leur intégrité morphologique.
5. **Clés d'identification taxonomiques :** Ouvrages de référence et publications scientifiques spécialisées dans l'identification des polychètes.

4.2 Protocole du tri préliminaire

Au laboratoire, un tri manuel des spécimens a été effectué sous une loupe binoculaire. Les polychètes ont été distingués des autres organismes par les parapodes portant de nombreuses soies, ainsi que par leur morphologie segmentée et leurs appendices céphaliques caractéristiques. Après le tri, les spécimens ont été fixés et conservés dans du formol, afin de préserver leur intégrité morphologique pour les analyses ultérieures



Figure 8: Tri des individus

4.3 Identification morphologique des polychètes

L'identification des polychètes a reposé sur une observation microscopique rigoureuse et l'utilisation de clés d'identification spécialisées.



Figure 9 : Identification à l'aide d'observation macro et microscopique

4.3.1 Observation microscopique

Les observations ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique à lumière transmise. Chaque individu a été préparé en étant placé entre lame et lamelle dans une goutte d'eau pour faciliter l'examen. L'analyse morphologique fine a porté sur plusieurs caractères diagnostiques :

- Parapodes : Distinction entre les parapodes uniramés et biramés, ainsi que la forme des lobes (notopode et neuropode).
- Soies (chaetae) : Examen du type, de la disposition et de la structure des soies, qui sont des caractères taxonomiques importants.
- Prostomium et pygidium : Analyse de la forme générale de la tête (prostomium) et de

l'extrémité postérieure (pygidium), incluant la présence éventuelle d'yeux, d'antennes ou de palpes.

- Appareil buccal : Détermination du type de pharynx (dévaginable, armé de mâchoires ou non).

4.3.2 Utilisation des clés d'identification

Des clés d'identification taxonomiques spécifiques aux polychètes ont été systématiquement utilisées pour confirmer l'identification des espèces. Ces clés ont permis de comparer les caractères morphologiques observés avec les descriptions des espèces connues.

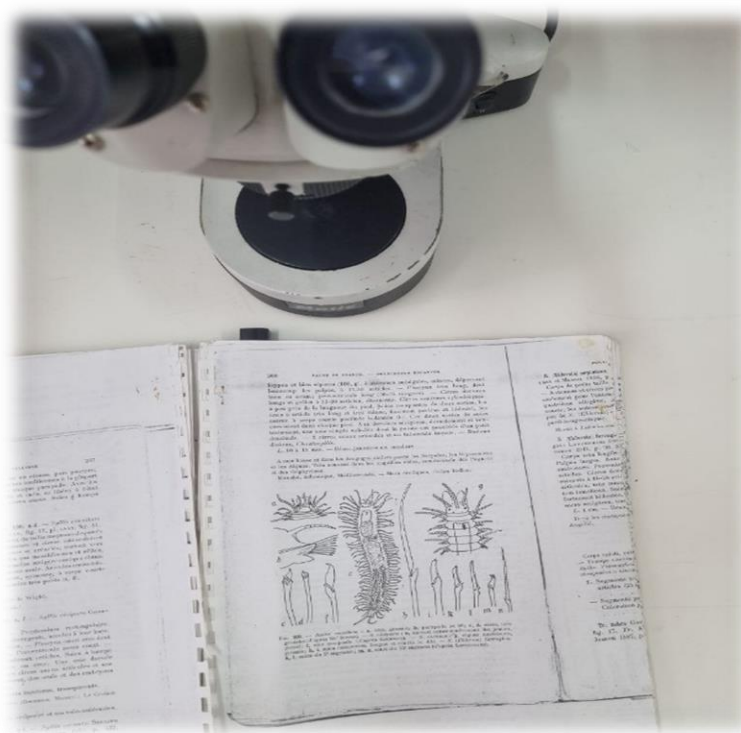


Figure 10 : Clé d'identification (Fauvel,1907)

FAUNE DE FRANCE

5

POLYCHÈTES ERRANTES

PAR

Pierre FAUVEL

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE D'ANGERS

Avec 2011 dessins en 181 figures

Figure 11 : Page de garde du livre FAUNE DE FRANCE Polychètes errantes

4.3.3 Identification de l'espèce X



a

b

c

Figure 12 : L'espèce *Syllis gracilis*

a) tête et quelques segments du corps (G*5)

b) parapodes (G*10)

c) soies (G*40)

Le protocole débute par le choix d'un spécimen d'un embranchement déjà trié, comme les Annélides. L'observation préliminaire permet de le classer dans le groupe des polychètes

errants, ce qui oriente ensuite la recherche vers la section adéquate du guide d'identification pour une détermination fine de l'espèce.

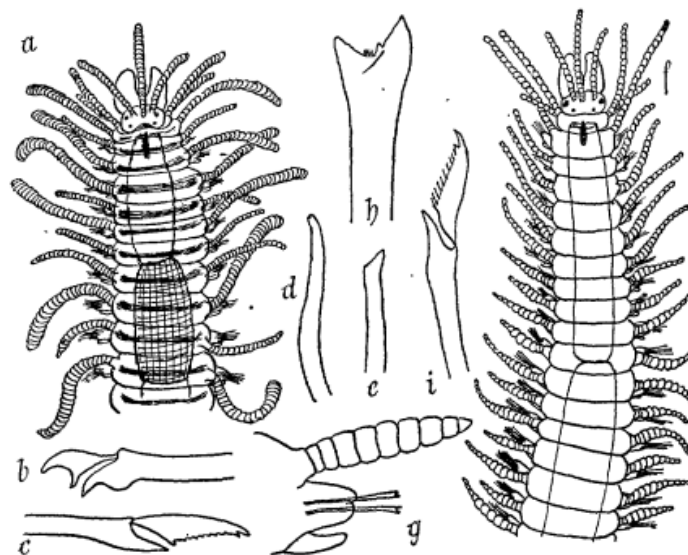


FIG. 96. — *Syllis Krohnii* : a, région antérieure, grossie; b, soie composée moyenne $\times 500$; c, soie antérieure $\times 500$; d, soie ventrale simple $\times 500$; e, acicule $\times 500$. — *S. gracilis* : f, région antérieure, grossie; g, parapode; h, grosse soie simple $\times 500$; i, soie composée $\times 500$.

Figure 13 : Description de l'espèce *Syllis gracilis*

Fauvel, P. (1923). *Faune de France*

4.4 Documentation et validation

Les informations relatives à chaque spécimen identifié ont été documentées. Les limites rencontrées lors de l'identification, telles que la présence de spécimens juvéniles ou abîmés, ainsi que les variations intraspécifiques, ont été prises en compte. Des précautions ont été appliquées, notamment l'exclusion des individus endommagés, afin de garantir la fiabilité des identifications.

5/ Gestion et analyse des données

La gestion et l'analyse des données collectées ont été des étapes fondamentales pour structurer les informations sur les espèces identifiées et les rendre exploitables pour la conservation. Cette phase a impliqué l'actualisation taxonomique des espèces et leur intégration dans une base de données.

5.1 Présentation générale des WoRMS

WoRMS est une base de données taxonomique mondiale de référence pour les

organismes marins, hébergée par l'Institut flamand de la mer (VLIZ) en Belgique. Lancée en 2008, cette plateforme en ligne constitue aujourd'hui la ressource la plus complète et la plus fiable pour la taxonomie marine à l'échelle mondiale.

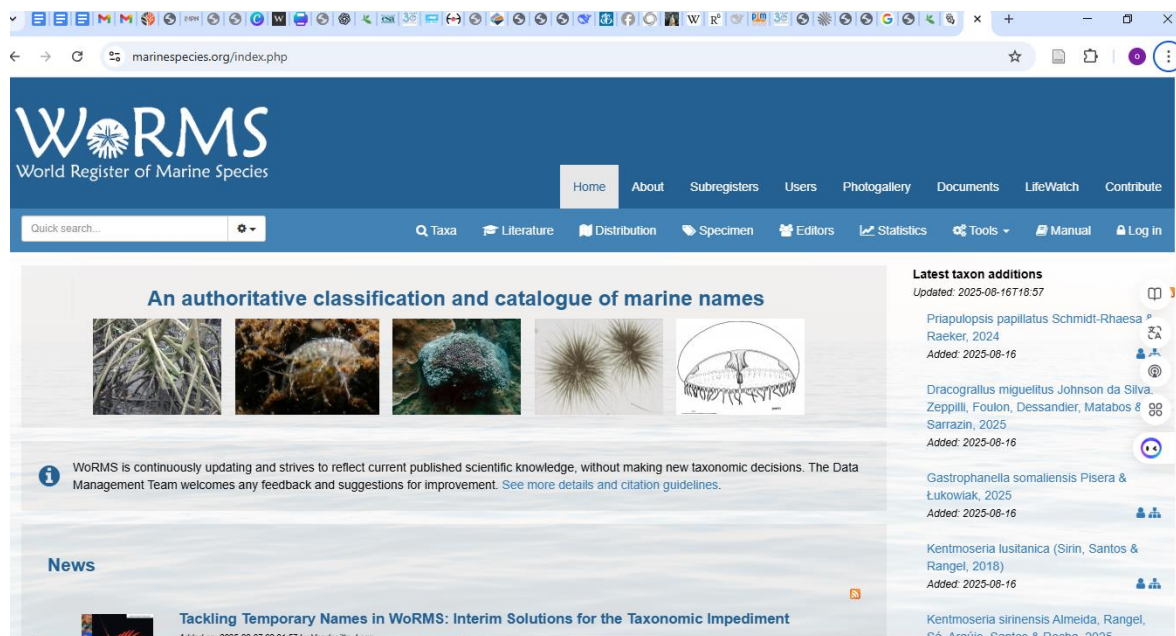


Figure 14: Page principal du site "WoRMS"

5.1.1 Objectifs et fonctions principales

WoRMS vise à fournir une liste exhaustive et constamment actualisée de tous les organismes marins connus, incluant :

- Les noms scientifiques acceptés et leurs synonymes
- La classification taxonomique complète
- Les informations sur la distribution géographique
- Les références bibliographiques associées
- Les liens vers d'autres bases de données biologiques

5.1.2 Structure et organisation

La base de données est structurée selon la classification phylogénétique moderne et comprend plus de 240 000 espèces marines validées. Elle est divisée en plusieurs registres taxonomiques spécialisés (RTSs) gérés par des experts internationaux pour chaque groupe

taxonomique.

5.1.3 Processus de validation taxonomique

La force de WoRMS réside dans son processus rigoureux de validation scientifique :

1. Chaque groupe taxonomique est supervisé par des éditeurs spécialistes reconnus
2. Les modifications taxonomiques suivent les règles du Code International de Nomenclature Zoologique (CINZ) ou Botanique (CINB)
3. Les changements sont documentés avec les références scientifiques pertinentes
4. Un système de révision par les pairs garantit la qualité des informations

5.1.4 Outils et fonctionnalités

WoRMS offre plusieurs outils pratiques pour les chercheurs :

- Moteur de recherche taxonomique multicritères
- Système d'identifiants uniques (AphiaID) pour chaque taxon
- Historique des modifications taxonomiques
- Exportation des données dans différents formats

5.1.5 Importance pour la recherche marine

WoRMS est devenue indispensable pour :

- Standardiser la nomenclature dans les publications scientifiques
- Faciliter les analyses de biodiversité à grande échelle
- Assurer la cohérence des inventaires faunistiques et floristiques
- Suivre l'évolution des connaissances taxonomiques
- Soutenir les initiatives de conservation marine

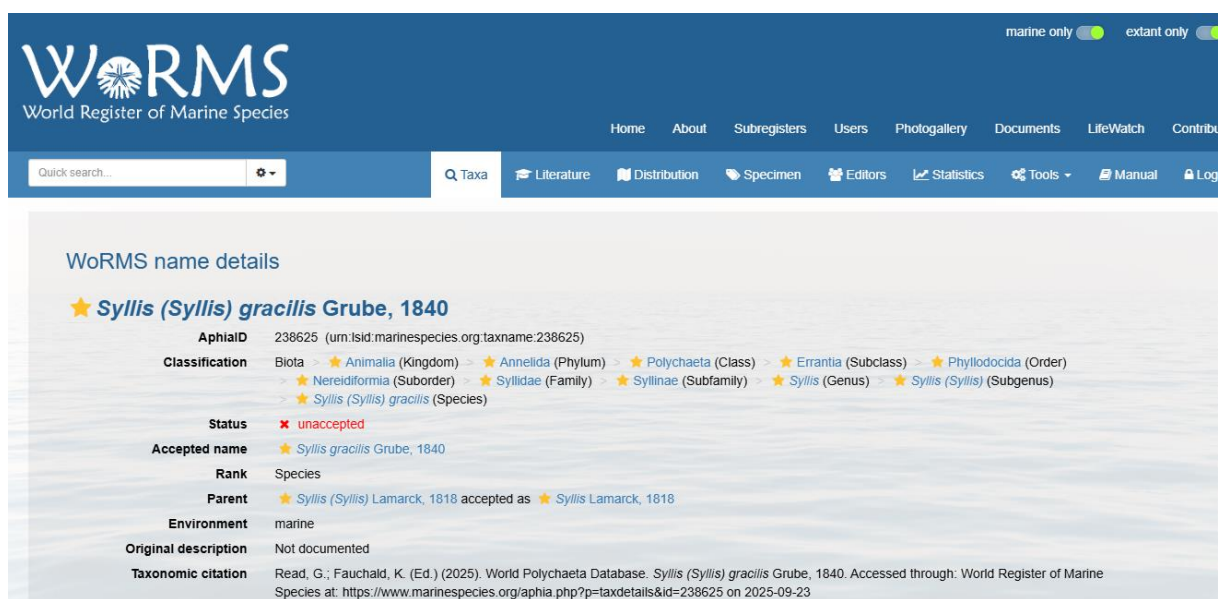
5.1.6 Accès et utilisation

La base de données est accessible gratuitement à l'adresse www.marinespecies.org. Elle

peut être consultée via une interface web intuitive ou interrogée programmatiquement via des services web. WoRMS encourage la citation appropriée de la base de données dans les publications scientifiques utilisant ses informations

5.2 Actualisation systématique des espèces par WoRMS

Après l'identification morphologique, une actualisation systématique des noms scientifiques des espèces a été réalisée en utilisant le World Register of Marine Species (WoRMS). Cette démarche a permis d'assurer la validité et la cohérence taxonomique des données collectées, en se conformant aux standards internationaux.



WoRMS name details

★ ***Syllis (Syllis) gracilis* Grube, 1840**

AphiaID 238625 (um:lsid:marinespecies.org:taxname:238625)

Classification Biota > ★ Animalia (Kingdom) > ★ Annelida (Phylum) > ★ Polychaeta (Class) > ★ Errantia (Subclass) > ★ Phyllodoidea (Order) > ★ Nereidiformia (Suborder) > ★ Syllidae (Family) > ★ Syllinae (Subfamily) > ★ Syllis (Genus) > ★ Syllis (Syllis) (Subgenus) > ★ Syllis (Syllis) gracilis (Species)

Status ✖ unaccepted

Accepted name ★ *Syllis gracilis* Grube, 1840

Rank Species

Parent ★ *Syllis (Syllis) Lamarck, 1818* accepted as ★ *Syllis Lamarck, 1818*

Environment marine

Original description Not documented

Taxonomic citation Read, G.; Fauchald, K. (Ed.) (2025). World Polychaeta Database. *Syllis (Syllis) gracilis* Grube, 1840. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=238625> on 2025-09-23

Figure 15 : Résultat de saisie du nom de l'espèce sur le WoRMS

On remarque

que l'espèce a subi une actualisation : *Syllis gracilis* actualisation : *Syllis gracilis*

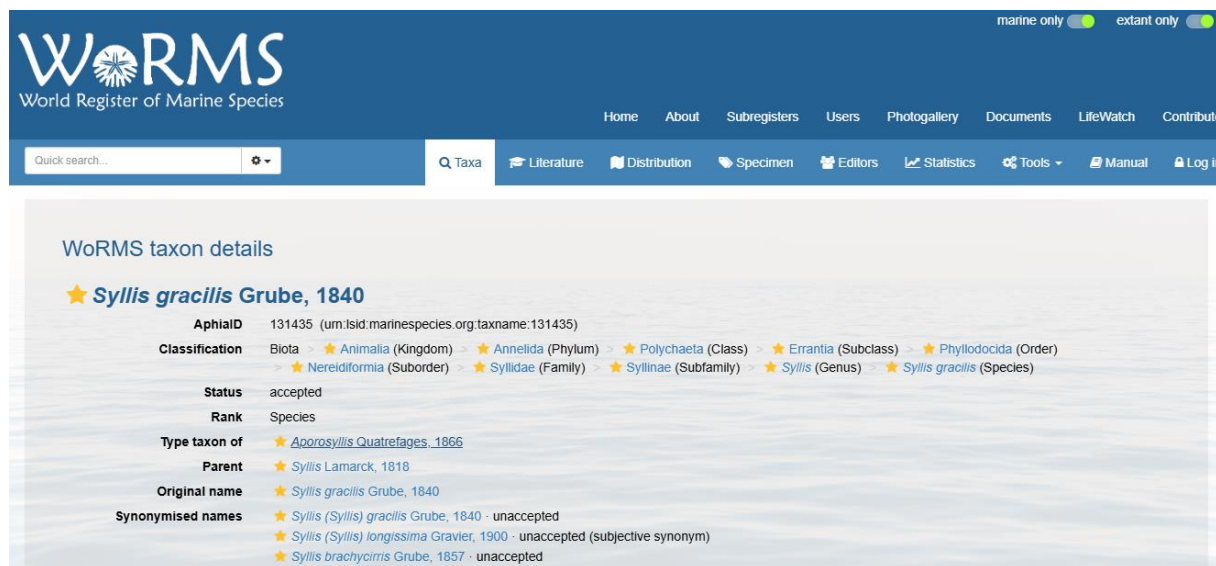


Figure 16 : Résultat de l'actualisation taxonomique de l'espèce

La prochaine étape consiste à l'Enregistrement de la nouvelle nomenclature de l'espèce sur notre fichier Excel

6/ Organisation et intégration des données dans la base de données BANBIOM

Les informations relatives à chaque espèce identifiée (nom scientifique, famille, etc.), ainsi que les données associées à leur collecte et observation, ont été intégrées dans la Base de Données Nationale sur la Biodiversité Marine du Littoral Algérien (BANBIOM). Son objectif principal est de centraliser, organiser et diffuser les données concernant la biodiversité marine le long des côtes algériennes, afin de soutenir les efforts de recherche, de gestion et de conservation des écosystèmes marins.

La base de données BANBIOM repose sur plusieurs axes essentiels, permettant d'enregistrer et de structurer les données selon :

- **Taxonomie** : Classification scientifique des espèces marines (genre, famille, ordre, etc.).
- **Distribution géographique** : Localisation des observations.
- **Écologie** : Informations sur l'habitat et les interactions.
- **Bibliographie** : Références des sources de données.

L'intégration des données dans BANBIOM a été effectuée dans un format structuré, comprenant notamment : le nom de l'espèce, le type d'habitat, la profondeur, le site d'observation et d'autres paramètres pertinents.

7/ Élaboration de fiches techniques

La phase suivante de notre travail a consisté en l'élaboration de fiches techniques détaillées. Celles-ci sont dédiées aux espèces à statut écologique remarquable, incluant les espèces invasives, menacées, protégées, bio-indicatrices et celles faisant l'objet d'une exploitation commerciale. Pour assurer une information complète et standardisée chaque fiche documente de manière systématique le nom scientifique, la taxonomie actualisée via la base de données WoRMS, la répartition géographique (mondiale et nationale), ainsi que les principaux traits de biologie, d'écologie, de reproduction et le régime alimentaire de l'espèce.

8/ Comparaison des résultats de la richesse spécifique

8.1 Sélection des îles et des groupes taxonomiques

Le choix des îles retenues pour la comparaison a été guidé par la disponibilité des données et la recherche d'une gamme de surfaces comparables à celle de l'île Plane. Les îles suivantes ont été sélectionnées : Chypre, Fethiye–Göcek SEPA (Turkey), Îles Medes Marine Reserve (Catalonia), kuriat (Tunisie), Parc national de Port-Cros (France), Réserve naturelle de Cerbère-Banyuls

8.2 Collecte et traitement des données

La comparaison de la richesse spécifique de l'île Plane avec d'autres sites méditerranéens a été réalisée à partir d'une compilation de données issues de diverses sources. Les informations concernant les autres îles et aires marines protégées (AMP) ont été extraites de la littérature scientifique publiée (articles de revues, rapports de recherche) et de rapports institutionnels pertinents. Pour chaque site comparé, les données clés collectées incluaient la richesse spécifique totale (nombre d'espèces recensées), la superficie du site (en km²)

Le traitement des données a consisté à organiser ces informations dans un tableau comparatif, permettant une visualisation directe des richesses spécifiques. L'analyse a ensuite été menée en contextualisant ces valeurs brutes par rapport à des facteurs explicatifs tels que la superficie du site, l'intensité de l'effort de recherche et l'historique de protection.

Chapitre III : Résultats et discussion

Cette section présente les résultats de l'inventaire des espèces marines de l'île Plane, basé sur l'analyse des données collectées. Les discussions qui suivent interprètent ces résultats en les comparant aux connaissances existantes et en soulignant leur signification écologique et taxonomique. L'objectif est de fournir une vue d'ensemble de la biodiversité marine du site d'étude, en mettant en évidence les groupes taxonomiques dominants et les espèces remarquables.

1/ Diversité globale des espèces

L'analyse du jeu de données a révélé la présence de 261 espèces distinctes recensées sur le site d'étude. Ces espèces se répartissent principalement en trois règnes biologiques : Animalia, Plantae et Chromista. La répartition des espèces par règne est la suivante : (Figure 20)

Animalia : 206 espèces

Plantae : 42 espèces

Chromista : 13 espèces

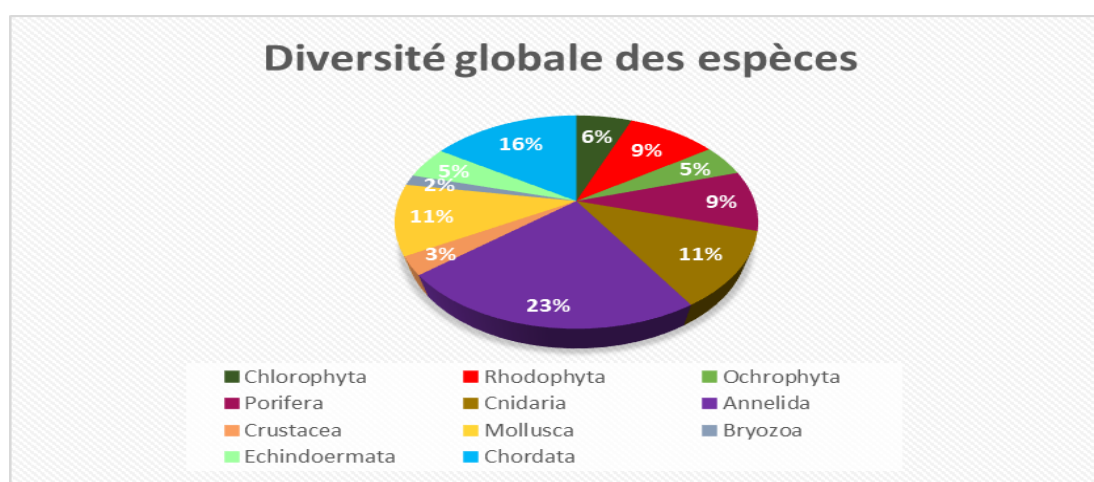


Figure 17 : Structure taxonomique de la diversité de l'île Paloma

Cette diversité met en lumière la richesse écologique de l'île Plane et son importance en tant qu'habitat pour une large gamme d'organismes marins. La prédominance des espèces animales suggère une complexité des écosystèmes benthiques, tandis que la présence significative de plantes et de chromistes indique une base productive solide pour la chaîne alimentaire marine locale.

1.1 Diversité de la faune marine

Le règne Animalia représente la composante la plus diverse de l'inventaire, avec 206 espèces réparties en plusieurs phylums. Cette richesse témoigne de la complexité des habitats marins de l'île Plane, qui abritent une variété d'organismes allant des invertébrés sessiles aux espèces mobiles.

1.1.1 *Phylum Annelida*

Le phylum Annelida est le groupe le plus représenté au sein du règne Animalia, avec un total de 56 espèces réparties en 1 classes Polychatae, 2 sous-classes Errantia et Sedentaria . Les Annélides, et en particulier les Polychètes, jouent un rôle écologique crucial dans les écosystèmes marins, contribuant à la bioturbation des sédiments et servant de source de nourriture pour de nombreux prédateurs. Leur diversité indique une bonne santé des substrats benthiques et une disponibilité suffisante de ressources trophiques.

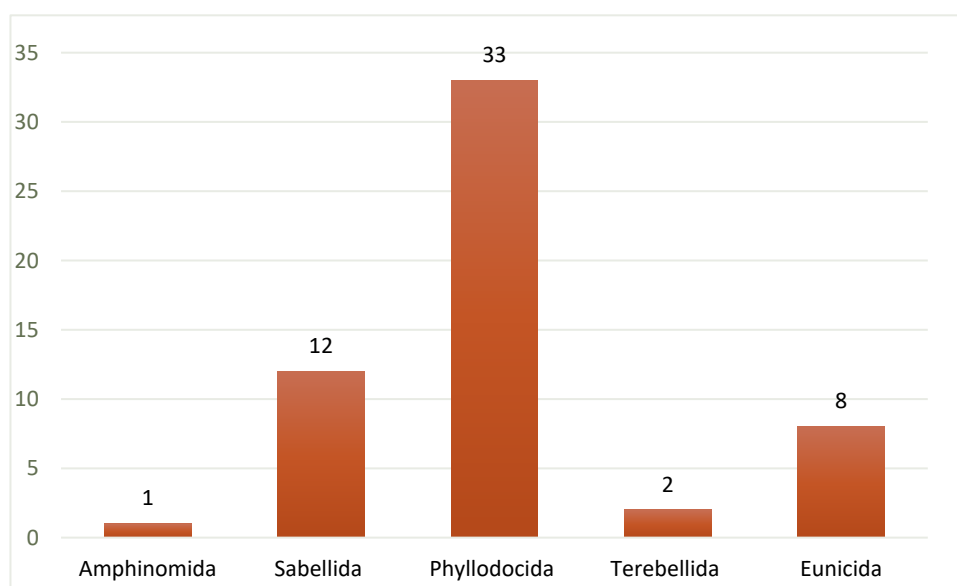


Figure 18 : Diversité des Annélides par ordres

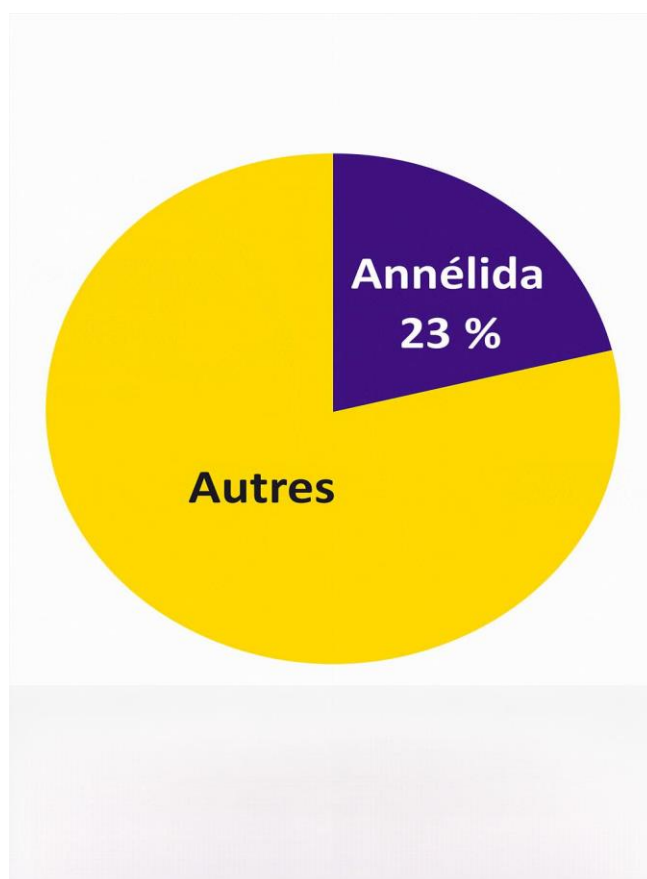


Figure 19: diversité des espèces du règne Animalia dominée par les Annélides

1.1.2 Phylum Cnidaria

Le phylum Cnidaria compte 27 espèces identifiées. Ce groupe inclut des organismes tels que les coraux, les anémones de mer et les méduses, qui sont des indicateurs importants de la qualité de l'eau et de la structure des habitats. La présence d'une telle diversité de Cnidaire suggère des conditions environnementales stables et la présence de substrats durs propices à leur fixation et à leur développement.

Le graphique ci-dessus détaille la richesse spécifique au sein du phylum des Cnidaire. Il révèle une communauté très largement dominée par les organismes benthiques de la classe des Anthozoa. Les coraux durs de l'ordre des Scleractinia constituent le groupe le plus diversifié avec huit espèces, soulignant leur rôle fondamental d'ingénieurs d'écosystème dans la zone d'étude. Ils sont suivis de près par les coraux mous (Malacalcyonacea) et les anémones de mer (Actiniaria), représentés par six espèces chacun, ce qui témoigne de la présence d'un habitat

complexe et d'une forte compétition pour le substrat.

En revanche, la très faible diversité des autres taxons, notamment les groupes pélagiques comme les méduses (Semaestomeae, Rhizostomeae), suggère que l'inventaire est principalement représentatif de la faune fixée et que les conditions favorisent un nombre restreint de groupes particulièrement bien adaptés.

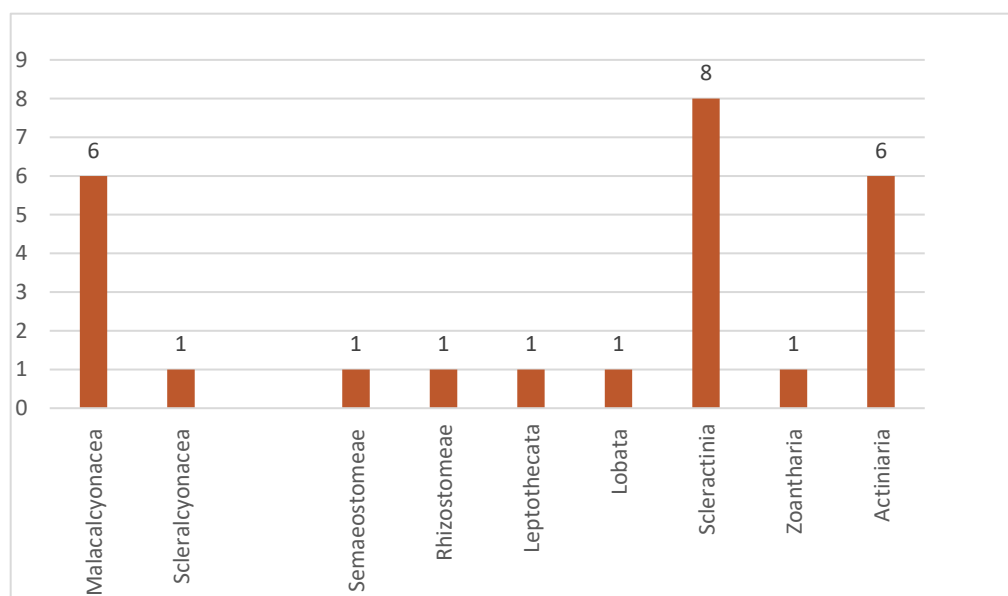


Figure 20 : Diversité des cnidaires selon les ordres

1.1.3 *Phylum Porifera*

Avec 23 espèces recensées, le phylum Porifera (éponges) constitue également une part significative de la faune marine de l'île Plane. Les éponges sont des organismes filtreurs essentiels qui contribuent à la clarté de l'eau et au recyclage des nutriments. Leur abondance et leur diversité sont souvent associées à des écosystèmes marins sains et peu perturbés.

L'analyse de la richesse spécifique des Porifera, telle qu'illustrée par le graphique ci-dessus, révèle une communauté nettement dominée par l'ordre des Dictyoceratida, qui totalise huit espèces. Cette prépondérance, suivie par une forte représentation des Poecilosclerida (cinq espèces) et des Axinellida (quatre espèces), suggère que les conditions environnementales locales favorisent particulièrement ces taxons, connus pour leur capacité à coloniser efficacement les substrats durs et à s'adapter à la compétition pour l'espace. La structure de ce peuplement, caractérisée par la dominance de ces trois ordres, témoigne d'un écosystème benthique mature et structuré. En contraste, la faible diversité des six autres ordres recensés, chacun représenté par une seule espèce, met en évidence soit une forte spécialisation écologique, comme pour les Clionaida bio-érodeuses, soit une pression concurrentielle élevée exercée par les groupes dominants.

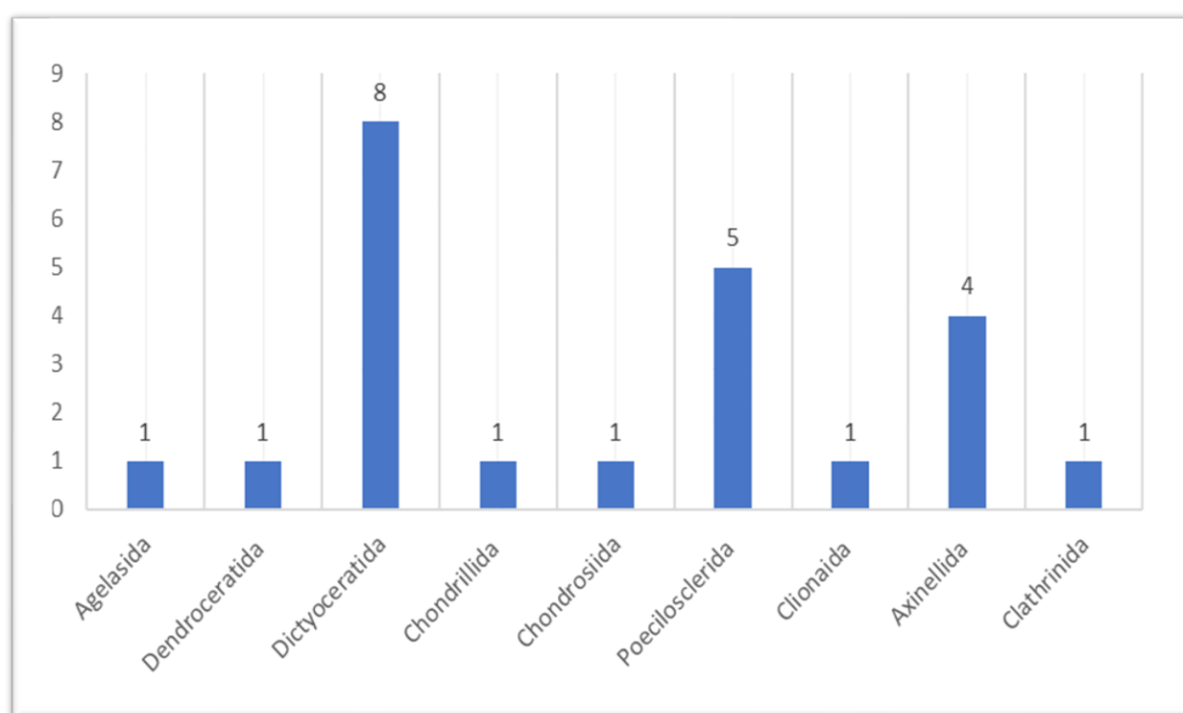


Figure 21 : Diversité des Porifera selon les ordres

1.1.4 Phylum Chordata

Le graphique met en évidence une richesse spécifique concentrée autour de quelques groupes dominants. Les poissons de l'ordre des Percomorpha, notamment les lignées Eupercaria incertae sedis (10 espèces) et Ovalentaria incertae sedis (6 espèces), constituent la majorité de la faune observée, ce qui est cohérent avec les peuplements côtiers typiques. La présence de quatre espèces de Blenniiformes souligne l'importance des habitats benthiques pour la faune piscicole locale. Les autres taxons sont peu représentés, souvent par une seule espèce, à l'exception d'un tunicien (Stolidobranchia). Cette structure communautaire pourrait refléter une adaptation écologique spécifique ou un manque d'études approfondies sur l'ichtyofaune du site.

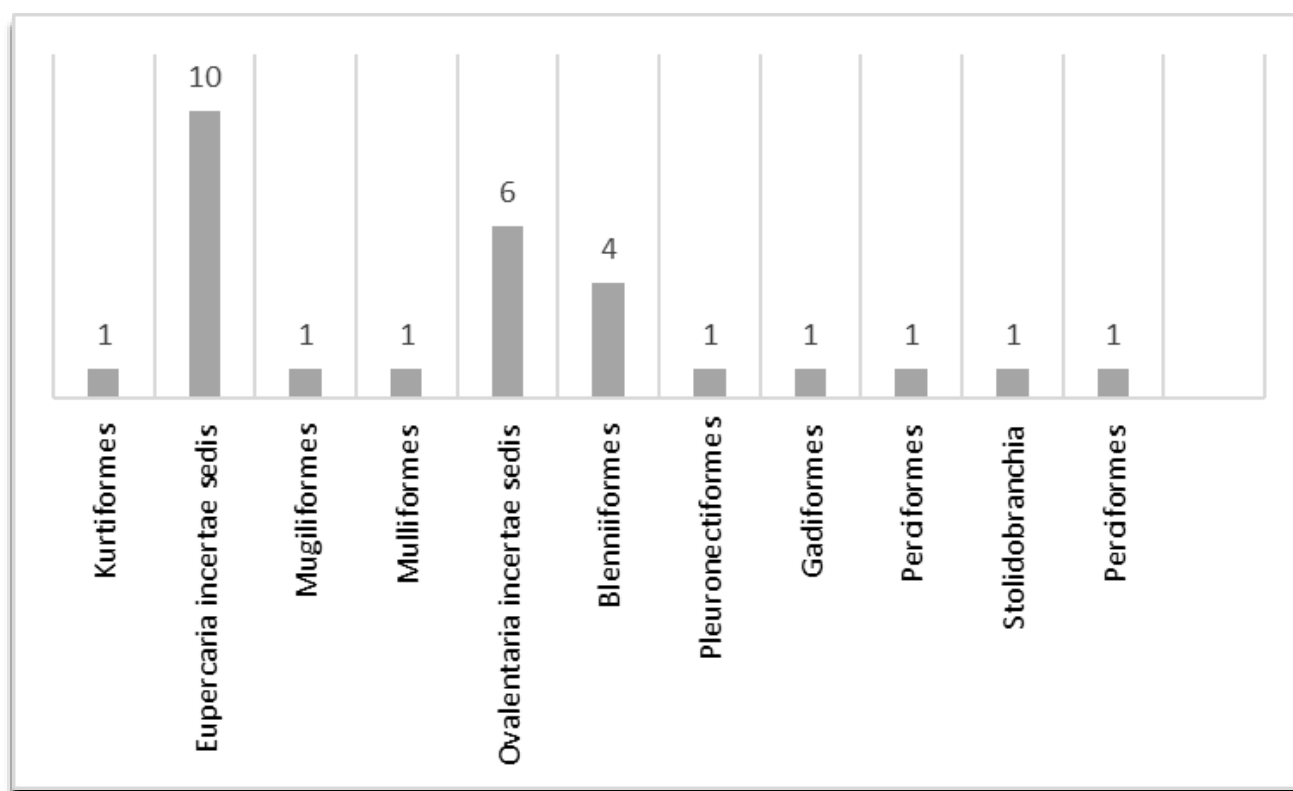


Figure 22 : Diversité des Chordata selon les ordres

1.1.5 Phylum Bryozoa

Le peuplement de Bryozoaires identifié sur le site d'étude est exclusivement composé de l'ordre des Cheilostomatida, avec une richesse spécifique de quatre espèces. Cet ordre, qui domine les communautés de bryozoaires marins à l'échelle mondiale, est ici le seul représentant du phylum Bryozoa, ce qui peut refléter une sélectivité écologique locale ou une concurrence

avec d'autres taxons encroûtants. Toutefois, cette faible diversité pourrait également s'expliquer par un effort d'échantillonnage limité ou par le manque de travaux taxonomiques approfondis sur ce groupe dans la région. La présence de ces quatre espèces confirme néanmoins la disponibilité de substrats durs, favorables à l'installation d'organismes filtreurs sessiles.

1.2 Diversité de la flore marine

Le règne Plantae, bien que moins représenté en nombre d'espèces que le règne Animalia, joue un rôle fondamental dans la productivité primaire de l'écosystème marin de l'île Plane. Les 17 espèces identifiées dans ce règne sont principalement des algues, essentielles à la base de la chaîne alimentaire.

1.2.1 *Phylum Chlorophyta*

Le phylum Chlorophyta, ou algues vertes, est le groupe dominant au sein du règne Plantae, avec 16 espèces recensées. Leur présence indique des eaux claires et une exposition adéquate à la lumière, des conditions favorables à la croissance des macrophytes.

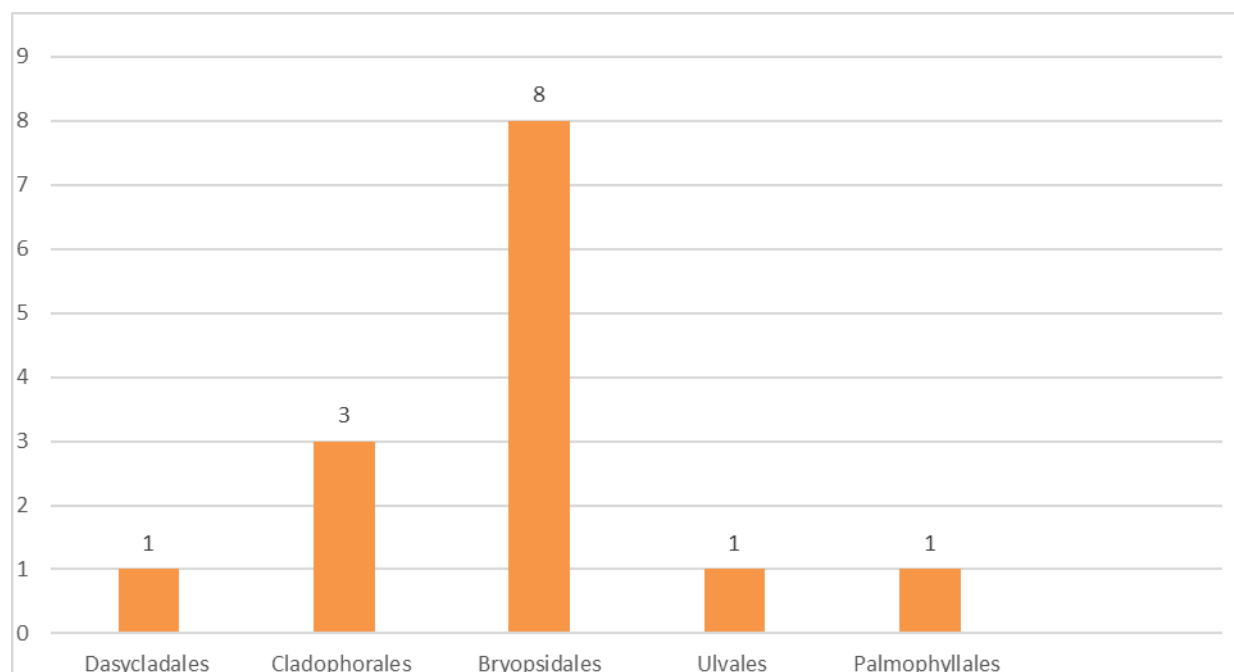


Figure 23 : Diversité des Chlorophyta selon les ordres

1.2.1.1 Bryopsidales

Les Bryopsidales dominent le phylum , ce qui suggère une forte adaptation aux conditions locales de l'île Paloma. Ces algues vertes, souvent siphonnées, prospèrent généralement dans des eaux peu profondes, bien éclairées et relativement chaudes (Giossi et *al.*, 2021). Leur abondance peut indiquer un environnement côtier avec une bonne pénétration de la lumière et des températures de l'eau favorables.

1.2.1.2 Cladophorales

Les Cladophorales sont le deuxième ordre le plus représenté. Ces algues vertes filamenteuses sont reconnues pour leur grande adaptabilité à une diversité de conditions environnementales . Leur présence significative à l'île Paloma témoigne de leur résilience et de leur capacité à coloniser différents types de substrats, qu'ils soient rocheux ou sédimentaires, ce qui est cohérent avec la richesse des habitats benthiques de la région d'Oran (Haddou-Dekhir et *al.*, 2019)

1.2.1.3 Dasycladales

Les Dasycladales sont présentes en moindre quantité. Ces algues vertes préférant les environnements marins peu profonds, chauds et clairs(Wray. Elsevier, 1977). Leur sensibilité à la turbidité et à la pollution (Sokač, 2008)suggère que, bien que l'île Paloma offre des conditions de température et de salinité généralement propices, d'autres facteurs comme la compétition interspécifique ou des conditions locales spécifiques pourraient limiter leur prolifération par rapport aux Bryopsidales et Cladophorales.

1.2.1.4 Ulvales

Les Ulvales montrent une faible représentation. Cet ordre, qui inclut la bien connue laitue de mer (*Ulva*), est caractérisé par des espèces opportunistes et très tolérantes à une large gamme de conditions environnementales. Leur faible abondance pourrait indiquer que les conditions à l'île Paloma ne sont pas idéales pour leur prolifération massive, ou que d'autres algues plus compétitives occupent les niches écologiques.

1.2.1.5 Palmophyllales

Les Palmophyllales sont les moins représentées. Cet ordre d'algues vertes est connu pour habiter des eaux marines plus profondes. Leur présence minime dans l'échantillonnage de l'île Paloma est cohérente avec leur écologie de profondeur, suggérant que les zones échantillonnées sont principalement des habitats côtiers peu profonds. Si elles sont présentes, c'est probablement dans les zones plus profondes autour de l'île, qui sont moins représentées dans les relevés typiques des zones littorales.

1.2.2 Phylum des Rhodophyta

Le graphique dépeint une communauté d'algues rouges dominée par les ordres calcifiants (Corallinales) et morphologiquement complexes (Bonnemaisoniales, Gigartinales). Cette structure suggère un écosystème marin côtier mature, probablement rocheux et bien éclairé, où les algues ingénieurs d'écosystème créent des conditions favorables à l'établissement d'une diversité d'autres espèces. La prédominance des Corallinales souligne leur succès adaptatif dans les conditions locales et leur rôle central dans la structuration de l'habitat benthique. Des études complémentaires seraient nécessaires pour évaluer l'impact des facteurs abiotiques (température, hydrodynamisme, nutriments) et biotiques (herbivorie, compétition)

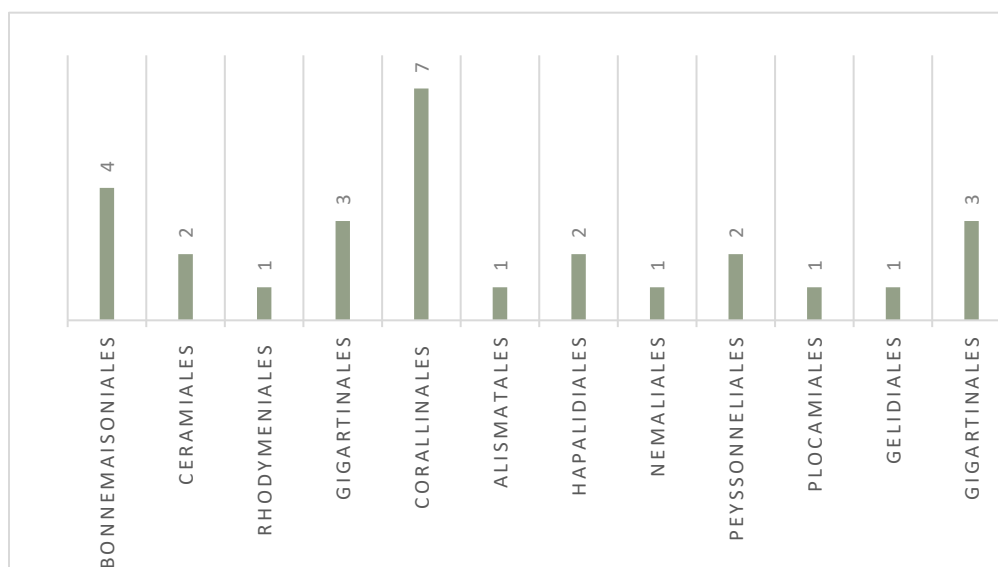


Figure 24: Diversité des Rhodophyta selon les ordres

1.2.3 Phylum *Prasinodermatophyta*

Une espèce du phylum *Prasinodermatophyta* a également été identifiée. Bien que moins diversifié que les *Chlorophyta* dans cet inventaire, ce groupe d'algues microscopiques est important pour la production primaire et peut jouer un rôle significatif dans le plancton marin, contribuant à la biomasse totale de l'écosystème.

1.3 Diversité des Chromista

Le règne Chromista est représenté par 13 espèces dans l'inventaire de l'île Plane. Ce groupe est écologiquement diversifié, les algues brunes (*Phaeophyceae*) . ce graphique dépeint une communauté d'algues brunes structurée principalement par les ordres des *Dictyotales* et des *Fucales*. Cette composition est typique des littoraux rocheux des mers tempérées chaudes. La dominance des *Dictyotales* suggère des conditions de température et de lumière optimales, tandis que la présence des *Fucales* atteste de la fonction d'ingénierie écologique de ces algues. La faible diversité des autres ordres met en évidence un fort filtrage environnemental et/ou une pression concurrentielle élevée, qui favorisent un nombre restreint de taxons particulièrement bien adaptés aux conditions locales.

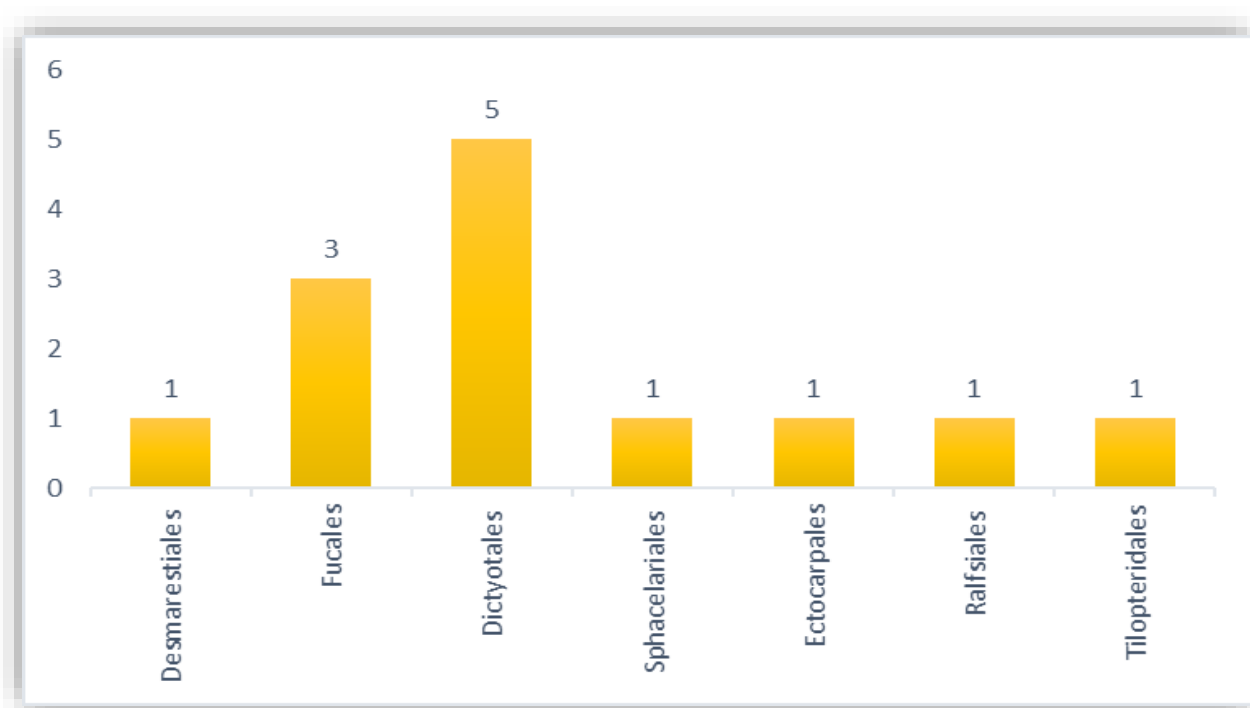


Figure 25 : Diversité des chromistes selon les ordres

2 / Discussion et interprétation des résultats

L'inventaire de la biodiversité benthique de l'île Plane (Paloma) révèle un patrimoine naturel d'une richesse remarquable, dont la valeur dépasse la simple somme des espèces recensées. L'analyse ciblée des espèces les plus significatives, présentée dans le tableau synthétique permet de dresser un diagnostic écologique précis du site. Elle met en évidence quatre axes principaux : la haute valeur patrimoniale du site, l'importance fonctionnelle des espèces ingénieuses, le potentiel biotechnologique de la biodiversité locale, et enfin, la vulnérabilité de cet écosystème face aux pressions anthropiques et globales.

La prédominance des Annélides, Cnidaires et Porifères au sein du règne Animalia est cohérente avec les études menées dans des environnements marins similaires en Méditerranée, où ces groupes sont souvent des composantes majeures des communautés benthiques. La présence d'une grande variété d'espèces dans ces phylums indique des habitats diversifiés et une bonne qualité de l'eau, conditions essentielles à leur développement.

2.1. L'île Plane, un site refuge à haute valeur patrimoniale

L'île Plane se distingue comme un véritable hotspot de biodiversité en Méditerranée, jouant le rôle de refuge écologique pour certaines des espèces les plus menacées de la région. La cohabitation de la grande nacre (*Pinna nobilis*) et de la patelle géante (*Patella ferruginea*), toutes deux classées « En danger critique d'extinction » (CR) par l'UICN, constitue un fait remarquable. Ces espèces ont subi un déclin massif de leurs populations à l'échelle méditerranéenne, en raison de facteurs de stress environnementaux pour *Pinna nobilis* (Garrabou et al., 2009) et de la pression anthropique pour *Patella ferruginea*.

Cette valeur patrimoniale est renforcée par la présence d'un cortège d'espèces protégées par des conventions internationales (Barcelone, Berne). Le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), espèce « Vulnérable » (VU) emblématique des efforts de conservation (Harmelin & Harmelin-Vivien, 1999), ainsi que les invertébrés structurants comme le corail orange (*Astroides calycularis*) et la gorgone rouge (*Paramuricea clavata*), attestent de la maturité écologique du site, capable d'accueillir des espèces à croissance lente et à haute valeur écologique.

2.2 Un écosystème architecturé par des espèces ingénieuses

Au-delà de la présence d'espèces rares, l'écosystème de l'île Plane repose sur des espèces ingénieuses qui façonnent et stabilisent les habitats. L'inventaire met en évidence deux types majeurs de ces architectes écologiques :

- **Les "forêts" d'algues** : La présence de *Cystoseira compressa*, une algue brune protégée, constitue un indicateur écologique positif. Ses peuplements forment des canopées sous-marines comparables à des forêts, qui structurent des habitats tridimensionnels complexes. Ces formations servent de nurserie, d'aire de nutrition et de refuge à de nombreux juvéniles de poissons et d'invertébrés, jouant un rôle fondamental dans le maintien des chaînes trophiques (Thibaut et *al.*, 2005)
- **Les bio-constructeurs calcaires** : Les algues calcaires telles que *Halimeda tuna* et *Corallina officinalis* contribuent activement à la sédimentation et à la géo-structuration locale. Elles précipitent du carbonate de calcium au cours de leur croissance, participant à la formation des sédiments après leur mort (Drew, 1983 ; Steneck, 1986). De plus, les gazons denses de *Corallina* créent des micro-habitats capables de retenir l'humidité, abritant une faune d'invertébrés spécialisée (Steneck, 1986).

La coexistence de ces différentes espèces ingénieuses assure la résilience et la stabilité fonctionnelle de l'écosystème.

2.3 Un réservoir de molécules bioactives : Le potentiel des biotechnologies bleues

L'inventaire révèle également un fort potentiel en matière de biotechnologies marines. Plusieurs espèces identifiées sont connues pour produire des métabolites secondaires originaux présentant un intérêt dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et industriel.

- **Potentiel pharmaceutique** : Les éponges marines se distinguent particulièrement. *Crambe crambe* est une source reconnue d'alcaloïdes à activités antivirales et antitumorales (Jares-Erijman et *al.*, 1991). *Axinella cannabina*, quant à elle, est étudiée pour son collagène naturel et ses propriétés antimicrobiennes (Garrahou, et *al.*, 2009) (Pansini and Longo, 2003).
- **Potentiel cosmétique** : L'algue *Padina pavonica* est largement utilisée dans l'industrie cosmétique pour ses propriétés hydratantes et anti-âge, attribuées à sa capacité à stimuler la production de collagène (Cozza et *al.*, 2012).
- **Autres applications** : L'algue verte *Ulva lactuca*, parfois perçue comme envahissante,

présente un intérêt croissant pour la production de biomasse, la bio-épuration des effluents aquacoles et la génération de biocarburants (Bruhn et *al.*, 2011)

Ainsi, la biodiversité de l'île Plane représente une véritable « bibliothèque moléculaire » encore peu explorée, dont la préservation pourrait bénéficier à la recherche et à l'innovation biotechnologique

2.4 Un écosystème précieux mais vulnérable

Enfin, les résultats de cette étude soulignent la fragilité de l'écosystème de l'île Plane. La présence de l'algue invasive *Asparagopsis taxiformis* constitue un signal d'alerte. Elle montre que le site, bien que relativement isolé, n'échappe pas aux dynamiques globales favorisant la dispersion d'espèces non indigènes, capables d'entrer en compétition avec la flore locale et de déséquilibrer les communautés (Boudouresque et *al.*, 2022)

La présence d'espèces sensibles à la pression de pêche (*Epinephelus marginatus*, *Paracentrotus lividus*) confirme également que les activités humaines, même indirectes, laissent leur empreinte sur le site. Si le mérou semble bénéficier d'un cadre de protection relativement efficace (Harmelin & Harmelin-Vivien, 1999), l'oursin violet reste vulnérable à une exploitation non durable (Boudouresque & Verlaque, 2013). Enfin, les espèces structurantes telles que *Paramuricea clavata* et les coraux sont extrêmement sensibles au changement climatique, notamment aux vagues de chaleur marine, qui peuvent entraîner des mortalités massives (Garrahou et *al.*, 2009)

3. Synthèse des statuts de protection

Le Tableau présente le statut des 14 espèces étudiées selon trois cadres de référence :

Espèce	Convention de Barcelone (AnnexesII)	Convention de Barcelone (AnnexesIII)	Convention de Berne (Annexes)	Liste Rouge UICN (2025)
<i>Halimeda tuna</i>	Non listée	Non listée	Non listée	LC
<i>Ulva lactuca</i>	Non listée	Non listée	Non listée	Non évaluée
<i>Cystoseira compressa</i>	Annexe II (protection stricte)	Non listée	Non listée	EN
<i>Padina pavonica</i>	Non listée	Non listée	Non listée	LC
<i>Corallina officinalis</i>	Non listée	Non listée	Non listée	Non évaluée
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Non listée	Non listée	Non listée	Non évaluée (invasive)
<i>Crambe crambe</i>	Non listée	Non listée	Non listée	Non évaluée
<i>Astroides calycularis</i>	Annexe II	Non listée	Non listée	VU
<i>Paramuricea clavata</i>	Annexe II	Non listée	Non listée	VU
<i>Pinna nobilis</i>	Annexe II	Non listée	Non listée	CR
<i>Patella ferruginea</i>	Annexe II	Non listée	Non listée	CR
<i>Paracentrotus lividus</i>	Non listée	Annexe III (exploitation	Non listée	LC

		régulée)		
<i>Epinephelus marginatus</i>	Non listée	Annexe III	Non listée	EN
<i>Echinaster sepositus</i>	Non listée	Non listée	Non listée	DD

Tableau 02 : Statut de conservation des espèces marines selon les conventions internationales et la liste rouge IUCN

Sources : [1] Protocole ASP/DB (2023), [2] Annexes Berne (2025), [3] Liste Rouge UICN

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

LC : Préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes

3.1 Principaux constats :

- 43% des espèces (6/14) bénéficient d'une protection sous la Convention de Barcelone (dont 71% en Annexe II).
- Aucune espèce n'est inscrite aux annexes de la Convention de Berne.
- 50% des espèces évaluées par l'IUCN (7/14) présentent un statut préoccupant (VU à CR), mais 29% restent non évaluées.

Ce tableau comparatif révèle trois tendances majeures concernant la protection des espèces marines méditerranéennes :

3.1.1 Primauté régionale vs. carence européenne

La Convention de Barcelone protège 43% des espèces étudiées (6/14), tandis que la Convention de Berne n'en couvre aucune. Cette disparité souligne le rôle central mais

géographiquement limité des instruments régionaux.

3.1.2 Déficit criant de connaissances

36% des espèces (5/14) ne sont pas évaluées par l'UICN (*Ulva lactuca* , *Corallina officinalis*...), compromettant toute démarche cohérente de conservation

Ces résultats mettent en lumière trois enjeux critiques :

3.1.3 Un biais de protection systémique

L'absence totale des espèces étudiées dans la Convention de Berne reflète une focalisation excessive sur les vertébrés terrestres au détriment des écosystèmes marins (Otero et *al.*, 2023). Ce vide réglementaire fragilise la conservation transfrontalière d'espèces endémiques (*Patella ferruginea*).

3.1.5 L'urgence méditerranéenne

La mortalité massive de *Pinna nobilis* (CR) illustre l'efficacité réactive de la convention de Barcelone. Néanmoins, cette protection reste vulnérable sans coordination avec les instruments paneuropéens (Garrahou et *al.*, 2022).

3.2 Recommandation centrale : Établir un groupe de travail "Écosystèmes marins" au sein de la Convention de Berne, alimenté par les évaluations ciblées des espèces négligées

4. Liste des espèces remarquables

L'île Plane, comme de nombreux écosystèmes insulaires méditerranéens, abrite une biodiversité marine remarquable, caractérisée par un mélange d'espèces communes et d'espèces endémiques ou menacées. L'analyse des espèces listées révèle plusieurs points clés concernant la santé écologique de l'île et les défis de conservation

Tableau 2: Les espèces remarquables à l'île plane

Phylum	Classe	Ordre	Famille	Espèce
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	<i>Halimeda tuna</i>
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvaes	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>
Ochrophyta	Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	<i>Cystoseira compressa</i>
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina pavonica</i>
Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinales	Corallinaceae	<i>Corallina officinalis</i>
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
Porifera	Demospongiae	Poecilosclerida	Crambeidae	<i>Crambe crambe</i>
Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Dendrophylliidae	<i>Astroides calycularis</i>
Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Paramuriceidae	<i>Paramuricea clavata</i>
Mollusca	Bivalvia	Pinnida	Pinnidae	<i>Pinna nobilis</i>
Mollusca	Gastropoda	Patellogastropoda	Patellidae	<i>Patella ferruginea</i>
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	Parechinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
Echinodermata	Asteroidea	Spinulosida	Echinasteridae	<i>Echinaster sepositus</i>
Pisces	Actinopterygii	Perciformes	Epinephelidae	<i>Epinephelus marginatus</i>

4.1 Richesse et diversité taxonomique

Le tableau des espèces met en évidence une diversité taxonomique significative, couvrant des

algues, des éponges, des coraux, des mollusques, des échinodermes et des poissons. Cette variété indique un écosystème relativement sain et fonctionnel, capable de supporter différents niveaux trophiques et interactions écologiques. La présence d'algues calcaires comme *Halimeda tuna* et *Corallina officinalis* souligne l'importance de ces espèces dans la bioconstruction et la production de sédiments, éléments fondamentaux pour la structure des fonds marins.

4.2 Espèces structurantes et ingénieurs d'écosystème

Plusieurs espèces de la liste jouent un rôle crucial en tant qu'ingénieurs d'écosystème ou espèces structurantes, modifiant l'environnement et créant des habitats pour d'autres organismes. Les algues brunes du genre *Cystoseira* sont connues pour former des forêts sous-marines qui augmentent la complexité structurelle et la biodiversité. De même, le corail *Astroides calycularis* et la gorgone *Paramuricea clavata* sont des bioconstructeurs essentiels, formant des structures tridimensionnelles qui servent d'abris, de zones de reproduction et de nurseries pour une multitude d'espèces. La grande nacre *Pinna nobilis*, bien que menacée, est également un ingénieur d'écosystème important, ancrée dans les herbiers marins et offrant un micro-habitat unique.

4.3 Espèces menacées et vulnérables

La présence d'espèces classées comme menacées ou vulnérables est un indicateur clé de la nécessité de mesures de conservation. *Pinna nobilis* est en danger critique d'extinction, principalement en raison d'une épidémie de parasite et de la dégradation de son habitat. La patelle *Patella ferruginea* est également une espèce très menacée, dont la survie dépend de la préservation de son habitat intertidal. Le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), bien que plus répandu, est vulnérable en raison de sa croissance lente, de sa maturité tardive et de la surpêche. Ces espèces nécessitent une attention particulière et des plans de gestion spécifiques pour assurer leur survie.

4.4 Bio-indicateurs et surveillance environnementale

Plusieurs espèces listées peuvent servir de bio-indicateurs de la qualité de l'environnement marin. *Ulva lactuca*, la laitue de mer, est connue pour proliférer en présence d'excès de nutriments, signalant une eutrophisation potentielle. Les algues du genre *Cystoseira* sont

également sensibles aux perturbations environnementales et leur déclin peut indiquer une dégradation de la qualité de l'eau. La patelle *Patella ferruginea*, en tant qu'espèce sensible aux perturbations anthropiques, est un excellent indicateur de la santé des habitats rocheux côtiers. La surveillance de ces espèces peut fournir des informations précieuses sur l'état de l'écosystème de l'île Plane.

4.5 Interactions écologiques et fonctionnement de l'écosystème

Le tableau illustre également diverses interactions écologiques. L'oursin *Paracentrotus lividus* est un herbivore clé qui contrôle la croissance des algues, influençant ainsi la structure des communautés benthiques. Les étoiles de mer comme *Echinaster sepositus* sont des prédateurs et des charognards qui contribuent au recyclage des nutriments et au maintien de l'équilibre des populations. Le mérou brun, en tant que prédateur supérieur, joue un rôle essentiel dans la régulation des populations de poissons et de crustacés.

4.5 Défis et perspectives de conservation

La conservation de la biodiversité de l'île Plane face aux pressions anthropiques (tourisme, pêche, pollution) et au changement climatique est un défi majeur. La protection des habitats clés, la régulation des activités humaines, la lutte contre les espèces invasives (*Asparagopsis taxiformis* peut être invasive dans certains contextes) et la mise en place de zones marines protégées sont essentielles. La recherche continue sur la biologie et l'écologie de ces espèces, ainsi que la sensibilisation du public, sont également cruciales pour assurer la pérennité de cet écosystème remarquable.

5. Les espèces identifiées au laboratoire

5.1 Nombre total d'espèces recensées

54 espèces de Polychètes ont été identifiées dans l'inventaire de l'île Plane réparties sur 9 stations d'échantillonnage, dans une diversité de familles taxonomiques. Par exemple, les Nereididae regroupent des espèces mobiles comme *Nereis rava* ou *Hediste diversicolor*, qui jouent un rôle important dans le brassage des sédiments. Les Syllidae sont aussi nombreuses, souvent associées aux éponges ou aux algues, comme *Syllis amica* ou *Syllis krohnii*. D'autres

familles comme les Sabellidae ou les Serpulidae comprennent des espèces tubicoles, qui filtrent l'eau.

Cette diversité de familles et de modes de vie montre que l'écosystème est équilibré. Sur une si petite surface, c'est impressionnant d'avoir autant d'espèces différentes. Cela confirme que l'île Plane est un site à forte valeur écologique, et qu'elle mérite pleinement son statut de réserve.

Tableau 3:Liste de quelques espèces de polychètes identifiées

Nom scientifique	Famille
<i>Hermodice carunculata</i>	Amphinomidae
<i>Sabella spallanzanii</i>	Sabellidae
<i>Protula tubularia</i>	Serpulidae
<i>Nereis rava</i>	Nereididae
<i>Nereis zonata</i>	Nereididae
<i>Composetia costae</i>	Nereididae
<i>Nereis pelagica</i>	Nereididae
<i>Syllis amica</i>	Syllidae
<i>Serpula vermicularis</i>	Serpulidae
<i>Syllis krohnii</i>	Syllidae
<i>Leodice torquata</i>	Eunicidae
<i>Eunice pennata</i>	Eunicidae
<i>Euchone rubrocincta</i>	Sabellidae
<i>Syllis vittata</i>	Syllidae
<i>Paucibranchia fallax</i>	Eunicidae
<i>Sabella pavonina</i>	Sabellidae
<i>Eumida sanguinea</i>	Phyllodocidae
<i>Leodice harassii</i>	Eunicidae
<i>Fauvelia martinensis</i>	Syllidae
<i>Drilonereis filum</i>	Oenonidae
<i>Bathyvermilia langerhansi</i>	Serpulidae
<i>Malmgrenia lunulata</i>	Polynoidae
<i>Myxicola infundibulum</i>	Sabellidae
<i>Amphitrite figulus</i>	Terebellidae
<i>Harmothoe impar</i>	Polynoidae
<i>Lepidonotus clava</i>	Polynoidae
<i>Trypanosyllis zebra</i>	Syllidae

<i>Eusyllis assimilis</i>	Syllidae
<i>Eunoe nodosa</i>	Polynoidae
<i>Syllis armillaris</i>	Syllidae
<i>Ditrupa arietina</i>	Serpulidae
<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	Sabellidae
<i>Branchiommoma bombyx</i>	Sabellidae
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>	Serpulidae
<i>Platynereis coccinea</i>	Nereididae
<i>Perinereis marionii</i>	Nereididae

5.2 Analyse des peuplements de polychètes

5.2.1 Distribution hétérogène entre stations

Le tableau présente la distribution de la biodiversité et l'hétérogénéité des habitats selon différentes stations étudiées sur l'île Paloma. La richesse moyenne est de $18 \pm 4,7$ espèces, indiquant une hétérogénéité modérée des habitats. La station S2 se distingue avec 21 espèces, ce qui en fait un hotspot de biodiversité, probablement lié à la complexité de ses substrats. À l'inverse, la station S6, avec seulement 11 espèces, suggère une homogénéité sédimentaire ou un substrat simple, moins favorable à la diversité biologique.

Ce contraste entre les stations souligne l'importance de la structure des habitats dans le maintien de la biodiversité locale.

Tableau 4: Distribution de la biodiversité et hétérogénéité habitatale par station

Paramètre	Valeur	Interprétation écologique
Richesse moyenne	18 ± 4.7 spp	Hétérogénéité habitatale modérée
Station maximale (S2)	25 espèces	Hotspot de biodiversité (substrats complexes)
Station minimale (S6)	11 espèces	Possible homogénéité sédimentaire ou stress

--	--	--

5.2.2 Fréquence des espèces

5.2.2.1 Espèces fréquente (occurrence > 50%)

- *Platynereis coccinea* (8 stations)
- *Syllis variegata* (7 stations)
- *Composetia costae* (6 stations)

Signification : Tolérance écologique élevée et forte connectivité inter-habitats (Giangrande, 2003).

5.2.2.2 Espèces indicatrices rares (occurrence ≤ 2 stations)

Tableau 5:Répartition des espèces indicatrices et interprétation de leur rôle écologique

Espèce	Station	Rôle écologique
<i>Hydroides elegans</i>	S4	Bio-indicatrice de pollution
<i>Eunice pennata</i>	S4	Ingénieur de sédiments
<i>Sabella pavonine</i>	S2	Filtreur sensible à l'O ₂

5.3 Espèces identifiées sous loupe binoculaire :

Figure 25 : *Lepidonotus squamatus* (Linnaeus, 1758)



Figure 26 : *Compositia costae* (Grube, 1840)



Figure 27 : *Eunereis longissima* (Johnston, 1840)



Figure 26 : *Glycera capitata* Örsted, 1842

Planche : Annelides sous loupe-binoculaire

6. Fiches descriptives

Fiche Descriptive : *Padina pavonica*

• Classification Taxonomique :

- **Règne** : Chromista
- **Phylum** : Ochrophyta
- **Classe** : Phaeophyceae
- **Sous-classe** : Dictyotophycidae
- **Ordre** : Dictyotales
- **Famille** : Dictyotaceae
- **Tribu** : Zonarieae
- **Genre** : Padina
- **Espèce** : Padina pavonica (Linnaeus) Thivy, 1960



Drepanostoma / LicenceCC BY-NC

Description Morphologique :

Padina pavonica, communément est une algue brune (Phaeophyceae) à la morphologie très distinctive. Son thalle, qui peut atteindre 10 à 15 cm de diamètre, est en forme d'éventail ou de cornet aplati et se déploie à partir d'une base étroite fixée au substrat (Orellana & Rengel, 2019). Sa caractéristique la plus remarquable est la présence de lignes concentriques sur sa surface supérieure, formées par une alternance de bandes brunes à olivâtres et de fines lignes blanches. Cette couleur blanche est due à une légère précipitation de carbonate de calcium (aragonite), un phénomène rare chez les algues brunes (Verlaque, 2017).

Habitat et Distribution :

C'est une espèce photophile que l'on trouve sur les substrats durs (rochers) et meubles (sable, sédiments), dans des zones abritées à modérément battues. Elle colonise l'étage infralittoral, depuis les flaques de marée jusqu'à une profondeur d'environ 20 mètres (Verlaque, 2017). *Padina pavonica* est une espèce eurytherme, capable de tolérer d'importantes variations de température. Elle est présente dans toute la mer Méditerranée, en mer Noire, et dans l'océan Atlantique tempéré chaud, des côtes britanniques jusqu'aux Canaries (Guiry & Guiry, 2023).

Rôle Écologique :

En tant que producteur primaire, elle joue un rôle dans les réseaux trophiques côtiers, servant de nourriture à divers herbivores comme les oursins (*Paracentrotus lividus*), les saupes (*Sarpa salpa*) et certains mollusques gastéropodes (Verlaque, 2017). Sa capacité à calcifier, lui permet de contribuer à la sédimentation carbonatée locale après sa décomposition.

Statut de Conservation :

Padina pavonica n'est pas évaluée sur la Liste Rouge de l'UICN. C'est une espèce considérée comme très commune et abondante dans l'ensemble de son aire de répartition, ne présentant aucune préoccupation pour sa conservation.

Caulerpa cylindracea Sonder

Classification Systématique (Taxonomie)

- **Règne** : Plantae
- **Embranchement (Phylum)** : Chlorophyta
(Algues vertes)
- **Classe** : Ulvophyceae
- **Ordre** : Bryopsidales
- **Famille** : Caulerpaceae
- **Genre** : *Caulerpa*
- **Espèce** : *Caulerpa cylindracea* Sonder

(Source : Algae Base 2024)



Dennis Rabeling / Licence CC BY-NC-ND

Description Morphologique

Caulerpa cylindracea est une algue siphonnée, ce qui signifie qu'elle est constituée d'une unique cellule géante (coenocyte) contenant de multiples noyaux . Sa structure se compose de stolons rampants qui s'ancrent au substrat par des rhizoïdes, et de frondes dressées portant des ramules en forme de massue (Piazzi & Ceccherelli, 2017). Elle forme des tapis denses , souvent décrits comme une "pelouse" épaisse

Écologie et Habitat

Caulerpa cylindracea est une espèce extrêmement adaptable, . Elle peut coloniser une très grande variété de substrats, qu'ils soient durs ou meubles, et même les herbiers de posidonie (*Posidonia oceanica*) (Piazzi & Ceccherelli, 2017). On la trouve depuis la surface jusqu'à des profondeurs importantes (généralement 60-70 mètres), car elle est très tolérante aux faibles niveaux de lumière. Sa croissance est maximale en été et en automne, lorsque la température de l'eau est plus élevée.

Répartition Géographique

L'espèce est originaire des côtes du sud-ouest de l'Australie (Verlaque et al., 2003). Elle a été observée pour la première fois en mer Méditerranée en 1991 . Son introduction est probablement liée au trafic maritime (Streftaris & Zenetos, 2006).

Biologie de la Reproduction et Dispersion

Son mode de propagation principal est la reproduction asexuée par fragmentation (Klein & Verlaque, 2008). Le moindre fragment de l'algue, cassé par des perturbations physiques, peut être transporté par les courants et régénérer un individu complet une fois fixé sur un nouveau substrat. La reproduction sexuée, est considérée comme moins importante pour sa dispersion à grande échelle.

Impact Écologique

L'invasion de *Caulerpa cylindracea* est considérée comme l'une des plus grandes menaces pour la biodiversité marine en Méditerranée (Piazzi & Ceccherelli, 2017). En formant des tapis monospécifiques denses, elle provoque une homogénéisation des habitats et entre en compétition directe avec les espèces natives pour l'espace et la lumière . De plus, l'algue produit des métabolites secondaires toxiques, notamment la caulerpénine, qui la protège de la plupart des herbivores marins et lui confère un avantage compétitif majeur (Piazzi & Ceccherelli, 2017).

Fiche Descriptive : *Halimeda tuna*

Classification Taxonomique :

- Règne : Plantae
- Phylum : Chlorophyta
- Sous-phylum : Chlorophytina
- Classe : Ulvophyceae
- Ordre : Bryopsidales
- Sous-ordre : Halimedineae
- Famille : Halimedaceae
- Tribu : Halimedeae
- Genre : Halimeda
- Espèce : *Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816



David Renoult
/ Licence CC BY-NC

Description Morphologique :

Halimeda tuna se distingue par sa structure segmentée et calcifiée. Elle forme des touffes buissonnantes pouvant atteindre une hauteur de 15 à 20 cm (Verlaque, 2015). Son thalle est composé de segments plats. Ces segments sont reliés entre eux par des articulations flexibles, ce qui confère à l'algue une certaine souplesse (Drew, 1983). La calcification est due à la précipitation d'aragonite, une forme de carbonate de calcium, Borowitzka & Larkum, 1977).

Rôle Écologique :

Son principal rôle écologique réside dans sa capacité à être un agent bio-constructeur majeur. Après la mort de l'algue, son squelette calcifié se fragmente et se décompose, contribuant de manière significative à la production de sédiments carbonatés (sable et gravier) (Hillis-Colinvaux, 1980). Cette production de sédiments est si importante dans certaines régions tropicales que les bancs de sable sont majoritairement composés de débris d'*Halimeda* (Drew, 1983). Elle offre également un micro-habitat pour de petits invertébrés qui se cachent entre ses segments.

POTENTIEL DE VALORISATION :

Statut de Conservation :

L'espèce n'est pas actuellement évaluée sur la Liste Rouge de l'UICN. Elle est considérée comme commune et largement répandue en Méditerranée et ne fait pas l'objet de préoccupations majeures en matière de conservation (Guiry & Guiry, 2023).

Le potentiel de valorisation de *H. tuna* est principalement lié à sa composition chimique. Son squelette, riche en aragonite de haute pureté, présente un intérêt pour la production de substrats pour les aquariums récifaux ou comme amendement calcaire (Borowitzka, 1984). De plus, des recherches explorent ses métabolites secondaires pour des applications biomédicales, bien que ce domaine soit moins étudié que pour d'autres algues.

7. Analyse comparative de la richesse spécifique de l'île plane et d'autres îles méditerranéennes

Le Tableau présente une comparaison des richesses spécifiques de plusieurs aires marines méditerranéennes, incluant l'île Plane d'Oran. Les données compilées proviennent de diverses études scientifiques et rapports institutionnels, complétées par nos propres inventaires sur le terrain pour l'île Plane. La comparaison prend en compte la surface de chaque site et la richesse taxonomique totale documentée

Île/AMP	Superficie (Km ²)	Richesse spécifique totale
Chypre	9 251	414
Fethiye–Göcek SEPA (Turkey)	700	1,545
Île plane	0.04	261
Îles Medes Marine Reserve (Catalonia)	0,67	1,345
kuriat (Tunisie)	3,4	50
Parc national de Port-Cros (France)	46	1750
Rechgoune	70,15	694
Réserve naturelle de Cerbère-Banyuls	26,4	539

Tableau 6: Richesse spécifique des aires marines méditerranéennes

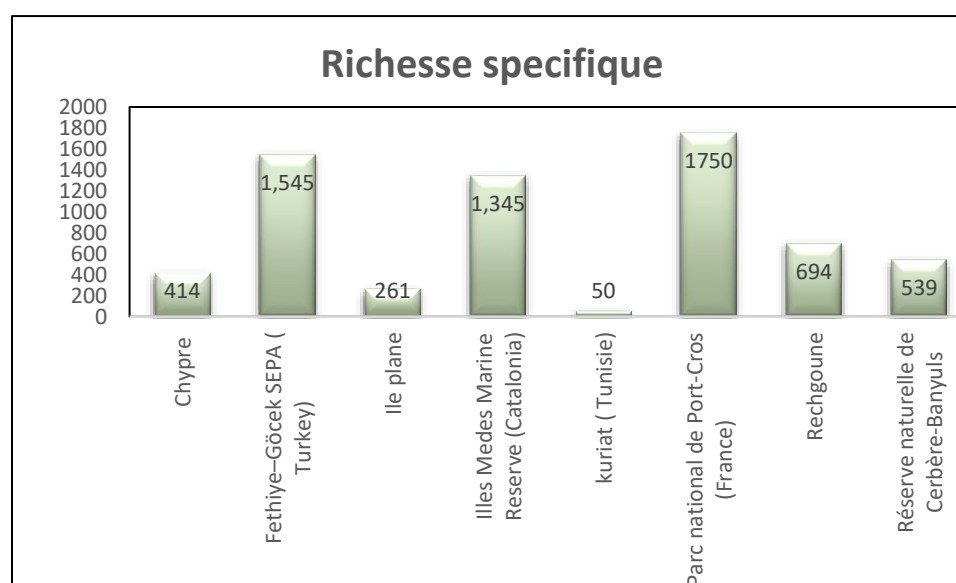


Figure 27: Comparaison de la richesse spécifique des aires marines méditerranéennes

7.1 Analyse descriptive et variabilité inter-sites

Le diagramme comparatif (Figure 25) met en évidence une hétérogénéité marquée de la richesse spécifique à travers les sites étudiés. Les valeurs s'échelonnent sur plusieurs ordres de grandeur, allant d'un minimum de 50 espèces recensées pour les îles Kuriat (Tunisie) à un maximum de 1750 espèces pour le Parc National de Port-Cros (France). D'autres sites comme Fethiye-Göcek SEPA (Turquie) et la réserve des Îles Medes (Espagne) affichent également des richesses très élevées, avec respectivement 1545 et 1345 espèces.

Dans ce contexte, l'Île Plane, avec 261 espèces recensées, se positionne dans le tiers inférieur de la distribution en valeur absolue.

7.2 Facteurs explicatifs et contextualisation des résultats

Une interprétation brute des valeurs absolues serait scientifiquement réductrice. La variabilité observée s'explique par une combinaison de facteurs intrinsèques et méthodologiques :

7.2.1 La superficie du site : C'est un facteur déterminant. Les sites étudiés présentent des surfaces extrêmement variables (de 0,04 km² pour l'Île Plane à plus de 9 000 km² pour d'autres). Une plus grande superficie offre généralement une plus grande diversité d'habitats et peut donc abriter un plus grand nombre d'espèces.

7.2.2 L'effort de recherche : L'intensité, la durée et la fréquence des campagnes d'inventaires varient considérablement d'un site à l'autre. Les AMP historiques comme Port-Cros bénéficient de décennies de suivi scientifique, conduisant à des listes taxonomiques quasi exhaustives, ce qui n'est pas le cas pour tous les sites.

7.2.3 Le statut et l'historique de protection : Les sites bénéficiant d'un statut de protection ancien et d'une gestion efficace montrent une meilleure conservation de la biodiversité et, parallèlement, des inventaires souvent plus complets.

7.3. Positionnement spécifique et signification pour l'Île plane

La valeur de 261 espèces pour l'Île Plane doit être analysée au regard de sa superficie extrêmement réduite (0,04 km²). Rapportée à sa surface, cette richesse spécifique, bien que modeste en absolu, suggère une concentration d'espèces par unité de surface particulièrement notable.

Cette "densité spécifique" élevée confère au site un intérêt écologique certain. Elle indique que, malgré sa petite taille, l'Île Plane constitue un habitat fonctionnel et un refuge pour une

biodiversité significative à l'échelle locale, la plaçant qualitativement bien au-dessus de sites comme Kuriat (50 espèces).

7.4. Limitations méthodologiques et prudence interprétative

Il est impératif d'interpréter cette comparaison avec prudence. L'hétérogénéité des protocoles d'échantillonnage, la variation de l'effort de recherche, la couverture temporelle inégale des inventaires et la possible focalisation sur certains groupes taxonomiques (biais taxonomique) constituent des limitations majeures. Cette analyse doit donc être considérée comme une première approche indicative plutôt qu'une comparaison absolue de la valeur écologique de chaque site.

7.5. Mise en perspective des résultats avec la littérature scientifique

Afin de valider et de contextualiser les résultats présentés (Figure 15), il est essentiel de les confronter aux connaissances et aux tendances générales documentées par la communauté scientifique pour le bassin méditerranéen. Cette démarche permet non seulement de confirmer la robustesse de nos observations, mais aussi d'en affiner l'interprétation.

7.5.1. Cohérence avec le gradient de biodiversité méditerranéen

Nos résultats s'inscrivent de manière cohérente dans le schéma biogéographique global de la mer Méditerranée. Des études de grande ampleur, notamment celles menées par (Coll et *al.*, 2010) ont établi que la Méditerranée, bien qu'étant un (hotspot) de biodiversité mondial présente un gradient de richesse spécifique. Celle-ci tend à être plus élevée dans le bassin occidental (zone nord-ouest) et à diminuer progressivement vers le bassin oriental et les côtes sud.

Notre graphique (Figure 34) reflète parfaitement cette tendance. Les sites présentant les plus hautes richesses spécifiques (Parc National de Port-Cros, Réserve des Îles Medes, Réserve de Cerbère-Banyuls) sont tous situés dans le bassin nord-occidental. À l'inverse, les sites plus au sud (Kuriat, Rechgoune) ou à l'est (Chypre) affichent des valeurs inférieures. Cette corrélation avec un modèle scientifique établi confère une première validation externe à nos données comparatives.

7.5.2. Confirmation de l'effet bénéfique des aires marines protégées (AMP)

L'une des hypothèses majeures pour expliquer la variabilité observée est l'efficacité du statut de protection. La littérature scientifique confirme massivement ce point. De nombreuses études ont démontré que les AMP bien gérées et anciennes agissent comme des outils efficaces pour

la conservation, entraînant une augmentation de la diversité, de la densité et de la biomasse des espèces par rapport aux zones adjacentes non protégées.

Les valeurs exceptionnelles recensées à Port-Cros (1750 espèces) et aux Îles Medes (1345 espèces), deux des AMP les plus anciennes et les mieux étudiées de Méditerranée, sont une illustration directe de cet "effet réserve". Notre analyse soutient donc la conclusion, largement partagée par des organisations comme le WWF et l'UICN, que les AMP sont des piliers de la stratégie de conservation de la biodiversité marine.

7.5.3. L'effort d'inventaire : un facteur explicatif crucial

Si le statut de protection est un facteur clé, il serait scientifiquement imprudent d'ignorer l'influence de l'effort de recherche. Le rapport sur le statut des AMP en Méditerranée (MedPAN & RAC/SPA, 2012) souligne une disparité notable : les AMP des pays européens du nord de la Méditerranée disposent généralement d'inventaires faunistiques et floristiques beaucoup plus complets et anciens que ceux des pays de la rive sud.

Cette observation est fondamentale pour notre analyse. Elle suggère que la richesse spécifique plus faible enregistrée pour certains sites pourrait refléter une connaissance scientifique partielle plutôt qu'une réelle pauvreté écologique. Le potentiel de biodiversité de sites comme Kuriat ou Rechgoune est donc probablement sous-évalué dans les données actuellement disponibles. Dans ce contexte, notre travail d'inventaire sur l'Île Plane (261 espèces), bien que modeste en valeur absolue, constitue une contribution scientifique précieuse. Il participe à combler un déficit de connaissances pour la côte algérienne et fournit une donnée de base essentielle pour de futures évaluations.

7.6 Conclusion de la mise en perspective

En somme, la confrontation de nos résultats avec la littérature scientifique existante est doublement positive. D'une part, elle valide nos données en montrant leur cohérence avec les grands modèles biogéographiques et les théories de l'écologie de la conservation. D'autre part, elle enrichit notre interprétation en introduisant la nuance indispensable de l'effort de recherche.

Cette analyse confirme que la richesse spécifique de l'Île Plane, bien que non comparable en absolu aux grandes réserves historiques, est significative et doit être considérée comme une base de référence importante. Elle justifie pleinement la nécessité de poursuivre et d'intensifier les efforts d'inventaire sur ce site et sur d'autres zones encore peu étudiées pour obtenir une vision juste et complète de la biodiversité méditerranéenne.

8. Proposition d'un plan de gestion et de stratégie de conservation pour l'Île plane

Suite à l'inventaire de la biodiversité réalisé dans le cadre de cette étude, qui a révélé la présence de 261 espèces et suggéré une concentration écologique notable pour l'Île Plane, il devient pertinent de proposer une stratégie de conservation. Un plan de gestion et de conservation pour ce site doit être à la fois ambitieux pour protéger efficacement sa richesse biologique et pragmatique pour garantir son applicabilité

8.1. Protection des espèces et habitats clés

L'Île Plane abrite une diversité remarquable d'espèces et d'habitats, dont plusieurs sont d'une importance capitale pour la conservation. La présence d'espèces classées comme menacées ou vulnérables, telles que la grande nacre (*Pinna nobilis*) et la patelle géante (*Patella ferruginea*), ainsi que le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), rend impérative la mise en œuvre de mesures de protection spécifiques. De plus, les habitats structurants, comme les "forêts" d'algues de *Cystoseira compressa* et les formations coralligènes d'*Astroides calycularis* et *Paramuricea clavata*, jouent un rôle essentiel dans le maintien de la biodiversité et la résilience de l'écosystème.

8.1.1. Mesures de conservation pour les espèces menacées

Pour les espèces en danger critique d'extinction ou vulnérables, des actions ciblées sont nécessaires : *Pinna nobilis* et *Patella ferruginea* : Renforcer la surveillance et la protection de leurs populations restantes. Cela inclut la mise en place de zones de non prélèvement strictes autour de leurs habitats, la sensibilisation des pêcheurs et des plaisanciers aux risques de perturbation, et l'étude des facteurs de déclin pour développer des stratégies de restauration si nécessaire. La persistance de ces populations sur l'Île Plane suggère des conditions environnementales locales favorables, qu'il est crucial de maintenir. *Epinephelus marginatus* : Mettre en œuvre des régulations de pêche strictes, incluant des tailles minimales de capture, des quotas, et des périodes de fermeture pour protéger les reproducteurs. La sensibilisation des pêcheurs sportifs et professionnels est également essentielle pour réduire la pression sur cette espèce vulnérable.

8.2. Protection et restauration des habitats structurants

Les habitats qui façonnent l'écosystème de l'Île Plane nécessitent une attention particulière :

Forêts de *Cystoseira* : Protéger les peuplements existants de *Cystoseira compressa* en limitant les ancrages, la pêche non sélective et la pollution. Des programmes de restauration active

pourraient être envisagés dans les zones dégradées, étant donné leur rôle de nurserie et de refuge pour de nombreuses espèces.

Coralligène et Gorgones : Préserver les formations d'*Astroides calycularis* et *Paramuricea clavata* en contrôlant l'accès aux zones sensibles, en interdisant les pratiques de pêche destructrices et en surveillant l'impact du changement climatique, notamment les vagues de chaleur marine qui peuvent entraîner des mortalités massives

8.3 Lutte contre les espèces invasive

La présence de l'algue invasive *Asparagopsis taxiformis* est un signal d'alerte. Un plan de gestion doit inclure :

8.3.1 Surveillance et éradication : Mettre en place un programme de surveillance régulier pour détecter et, si possible, éradiquer les nouvelles introductions d'espèces invasives. Pour *Asparagopsis taxiformis*, évaluer l'étendue de son invasion et développer des stratégies de contrôle adaptées pour limiter son impact sur la flore locale.

8.3.2. Prévention : Sensibiliser les usagers de la mer (plaisanciers, pêcheurs) aux bonnes pratiques pour éviter l'introduction et la propagation d'espèces non indigènes.

8.4. Gestion des Pressions anthropiques

Les activités humaines, telles que le tourisme, la pêche et la pollution, exercent une pression significative sur l'écosystème de l'île Plane. Une gestion efficace de ces pressions est cruciale pour la pérennité de sa biodiversité.

8.4.1. Régulation des activités de pêche

La pêche est une activité importante autour de l'île Plane, avec différentes techniques utilisées en fonction de la profondeur et des zones. Une régulation est nécessaire pour assurer la durabilité des ressources halieutiques.

8.4.1.1. Zonage de la pêche

Mettre en place un zonage précis des activités de pêche, en définissant des zones de non-prélèvement (zones de repos biologique) où toute pêche est interdite, et des zones où seules certaines techniques de pêche durable sont autorisées. Les hauts-fonds comme "Seco Blanco" et "Seco Negro" devraient faire l'objet d'une attention particulière en raison de leur importance écologique

8.4.1.2. Contrôle des engins de pêche

Surveiller et contrôler l'utilisation des filets maillants de surface et de fond, ainsi que la pêche en apnée, pour s'assurer du respect des réglementations et des quotas. La pêche à la canne depuis le rivage de l'île doit également être encadrée .

8.4.1.3 Sensibilisation des pêcheurs

Collaborer avec les communautés de pêcheurs pour les informer des réglementations, des espèces protégées et des bonnes pratiques de pêche durable. Encourager l'adoption de techniques de pêche sélectives et respectueuses de l'environnement.

8.5. Maîtrise de l'impact du tourisme et des loisirs

L'île Plane attire les plaisanciers et les visiteurs, ce qui peut entraîner des perturbations si les activités ne sont pas gérées. Le petit quai aménagé sur l'île est un point d'accès clé

8.5.1 Réglementation de l'accès

Contrôler et réglementer l'accès à l'île et à ses zones sensibles, notamment les sites de nidification d'oiseaux marins et les habitats fragiles. Mettre en place des mouillages écologiques pour éviter les dommages causés par les ancres aux fonds marins.

8.5.2 Éducation des visiteurs

Développer des programmes d'éducation et de sensibilisation pour les touristes et les plaisanciers, les informant de l'importance écologique de l'île, des règles à respecter (interdiction de jeter des déchets, de prélever des espèces, etc.) et des comportements responsables à adopter.

8.5.3 Gestion des déchets

Mettre en place un système efficace de collecte et de gestion des déchets sur l'île et dans ses environs marins pour prévenir la pollution.

8.6. Prévention et lutte contre la pollution

La pollution, notamment par les effluents industriels et urbains, représente une menace pour l'écosystème marin de l'île Plane

8.6.1 Surveillance de la qualité de l'eau

Mettre en place un programme de surveillance régulier de la qualité de l'eau autour de l'île, en mesurant des paramètres clés comme la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO5) et la présence de métaux lourds. Utiliser des bioindicateurs comme *Ulva lactuca* et *Cystoseira* pour évaluer l'état de l'environnement.

8.6.2 Collaboration avec les autorités

Travailler en étroite collaboration avec les autorités locales et régionales pour identifier les sources de pollution terrestres et marines, et mettre en œuvre des mesures de réduction et de traitement des effluents.

8.6.3 Actions de nettoyage

Organiser régulièrement des opérations de nettoyage des côtes et des fonds marins pour retirer les déchets et les macro-déchets qui peuvent nuire à la faune et à la flore.

8.7 Recherche et suivi scientifique

La recherche continue et le suivi scientifique sont fondamentaux pour comprendre la dynamique de l'écosystème de l'île Plane, évaluer l'efficacité des mesures de conservation et adapter les stratégies de gestion. Le manque de données sur la biodiversité des îles algériennes a été souligné, rendant ces efforts d'autant plus cruciaux.

8.7.1 Inventaire et cartographie des habitats inventaires réguliers

Poursuivre et étendre les inventaires de biodiversité pour couvrir l'ensemble des groupes taxonomiques (faune et flore marines, terrestres) et des habitats, y compris les zones moins explorées comme les fonds plus profonds autour de l'île et des hauts-fonds.

8.7.2 Cartographie détaillée

Réaliser une cartographie précise des habitats marins (herbiers, coralligène, fonds rocheux et meubles) et terrestres.

8.7.3 Suivi des espèces clés et bio-indicateurs**8.7.3.1 Programmes de Suivi à Long Terme**

Mettre en place des programmes de suivi à long terme pour les espèces menacées (*Pinna nobilis*, *Patella ferruginea*, *Epinephelus marginatus*) et les espèces structurantes (*Cystoseira*,

Astroides calycularis, *Paramuricea clavata*). Ces suivis permettront d'évaluer l'évolution de leurs populations et l'impact des pressions environnementales.

8.7.3.2 Utilisation des bio-indicateurs

Continuer à utiliser des espèces bioindicatrices (*Ulva lactuca*, *Cystoseira*, *Patella ferruginea*) pour évaluer la qualité de l'eau et la santé générale de l'écosystème. Développer des protocoles standardisés pour la collecte et l'analyse des données.

8.8 Étude des impacts du changement climatique

8.8.1 Surveillance des températures

Mettre en place un réseau de capteurs de température pour surveiller les variations de température de l'eau, en particulier pendant les périodes estivales, afin de détecter les vagues de chaleur marine et d'évaluer leur impact sur les espèces sensibles.

8.8.2 Recherche sur l'acidification des océans

Mener des études sur l'acidification des océans et ses effets potentiels sur les organismes calcifiants (coraux, algues calcaires, mollusques) présents sur l'île.

8.9. Collaboration scientifique partenariats nationaux et internationaux

Favoriser les collaborations avec les institutions de recherche nationales et internationales, les universités et les organisations non gouvernementales pour mutualiser les connaissances, les ressources et les expertises.

8.9.1 Publication et partage des données

Assurer la publication des résultats de recherche dans des revues scientifiques et le partage des données avec les bases de données nationales et internationales pour contribuer à la connaissance globale de la biodiversité marine méditerranéenne.

8.10. Sensibilisation et éducation

La sensibilisation du public et l'éducation environnementale sont des piliers essentiels pour la réussite de toute stratégie de conservation. Impliquer les communautés locales, les visiteurs et les jeunes générations est crucial pour créer un sentiment d'appropriation et promouvoir des comportements respectueux de l'environnement marin de l'île Plane

8.10.1 Ateliers et visites guidées

Organiser des ateliers pratiques, des conférences et des visites guidées de l'île et de ses environs marins, encadrées par des experts, pour permettre une immersion et une compréhension concrète des enjeux de conservation. Mettre en avant les espèces emblématiques et les habitats clés.

8.10.2 Collaboration avec les établissements scolaires

Intégrer des modules sur la conservation marine de l'île Plane dans les programmes scolaires locaux et organiser des sorties éducatives pour les élèves.

Conclusion

Conclusion

Ce travail de recherche, inscrit dans le cadre d'un mémoire de fin d'études à l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, a permis de réaliser un inventaire détaillé de la biodiversité benthique marine de l'Île Plane (Paloma). Les résultats révèlent une richesse remarquable de 261 espèces identifiées, dont plusieurs espèces patrimoniales et protégées telles que *Pinna nobilis* et *Patella ferruginea*. La présence d'espèces ingénieuses comme *Cystoseira compressa* et *Paramuricea clavata* souligne le rôle écologique fondamental de cet écosystème insulaire.

Malgré son statut d'Aire Marine Protégée, l'Île Plane fait face à des menaces croissantes, incluant la présence d'espèces invasives (*Caulerpa cylindracea*, *Oculina patagonica*), les pressions anthropiques (pêche non réglementée, tourisme, pollution) et les effets du changement climatique. Ces facteurs menacent directement la résilience et la pérennité de cet écosystème exceptionnel.

Face à ces enjeux, des mesures de gestion urgentes et adaptées s'imposent :

- Renforcement de la protection réglementaire et élargissement potentiel du périmètre de la réserve
- Mise en place d'un programme de surveillance et de contrôle des espèces invasives
- Régulation des activités humaines et promotion d'un tourisme durable
- Établissement d'un programme de suivi scientifique à long terme

Les résultats de ce mémoire peuvent être exploités pour la recherche scientifique, fournissant une référence précieuse pour les futurs travaux sur les milieux insulaires méditerranéens, et pour la prise de décision, guidant la gestion environnementale, la conservation de la biodiversité, et le développement durable de la zone côtière oranaise.

Ce travail contribue également à l'initiative BANBIOM, visant à centraliser les données sur les milieux insulaires algériens pour soutenir les futures recherches et actions de conservation. Les connaissances acquises dans cette étude seront essentielles pour les prochaines étapes des travaux sur la biodiversité marine en Algérie, notamment pour le développement de stratégies de conservation adaptées aux écosystèmes insulaires.

Conclusion

Les résultats de cette étude offrent une base scientifique essentielle pour orienter les stratégies de conservation non seulement pour l'Île Plane, mais aussi pour d'autres écosystèmes insulaires méditerranéens confrontés à des défis similaires. Cette étude contribue ainsi significativement à la connaissance et à la protection du patrimoine marin algérien et méditerranéen, tout en démontrant l'importance cruciale des approches scientifiques pour guider les actions de conservation face aux changements globaux.

1. **Abed, S. S. (2017).** Climat d'Oran (Algérie) et ses simulations futures sous le scénario A1B du GIEC. Rapport académique. [en ligne].[consulté le 13-05-2025] disponible sur le web : https://www.academia.edu/33506894/Climat_dOran_Alg%C3%A9rie_et_ses_simulations_futures_sous_le_sc%C3%A9nario_A1B_du_GIEC
2. **Bahi, K., Hadjadj Aoul, S., & Belguermi, A. (2019).** Note sur la flore de l'île Plane (Oran). *Ecologia Mediterranea*, 45(2), 59-67. <https://doi.org/10.3406/ecmed.2019.2075>
3. **Bellon, H., Guardia, P., & Magne, J. (1984).** Les associations volcaniques du Miocène supérieur de la région oranaise (Algérie occidentale) : conséquences géodynamiques. *Géologie Méditerranéenne*, 11(3), p.p.255-264. <https://doi.org/10.3406/geolm.1984.1326>
4. **Bentaallah, M. E. A., Meinesz, A., & Taibi, N.-E. (2017).** New evidences on the spread of the invasive *Caulerpa cylindracea* (Sonder) on the coasts of Algeria. *Cahiers de Biologie Marine*, 58(4), 435-441. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.873B9361>
5. **Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.-Y., & Boeuf, G. (2010).** The Mediterranean region: Biological diversity in space and time (2^e éd.). Oxford University Press.
6. **Boudouresque, C.-F., Perret-Boudouresque, M., & Blanfuné, A. (2022).** Diversity of marine and brackish macrophytes in the Port-Cros National Park (Provence, France, Mediterranean Sea): Taxa and research effort over space and time. *Diversity*, 14(5), 329. <https://doi.org/10.3390/d14050329>
7. **Bruhn, A., Dahl, J., Nielsen, H. B., Nikolaisen, L., Rasmussen, M. B., Markager, S., Olesen, B., Arias, C., & Jensen, P. D. (2011).** Bioenergy potential of *Ulva lactuca*: Biomass yield, methane production and combustion. *Bioresource Technology*, 102(3), p.p.2595-2604. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.010>
8. **Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., ... Voultsiadou, E. (2010).** The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLOS ONE*, 5(8), e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
9. **Spatz, D. R., & Holmes, N. D. (2021).** Les îles, fragiles vitrines de la biodiversité. *Le Courrier de l'UNESCO*. [en ligne].[consulté le 17-07-2025] disponible sur le web : <https://courrier.unesco.org/fr/articles/les-iles-fragiles-vitrines-de-la-biodiversite>

Bibliographie

10. **Depraetere, C., & Dahl, A. (2007).** Island locations and classifications. Dans G. Baldacchino (Éd.), *A world of islands* (p.p. 57–106). Institute of Island Studies, University of Prince Edward Island.
11. **Garrabou, J., Coma, R., & Bensoussan, N. (2009).** Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: Effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology*, 15(5), p.p.1090-1103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01823.x>
12. **Haddou-Dekhir, A., Boutiba, Y., Abid-Kachour, S., Khelil-Radji, F. Z., & Bouderbala, M. (2019).** The benthic stands of the soft and rocky substrates of the Paloma Island, Algeria. *Biodiversity Journal*, 10(4), p.p.343-352. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2019.10.4.343.352>
13. **Hussein, K. B., & Bensahla Talet, L. (2019).** A preliminary inventory of biodiversity and benthic habitats of “Plane” Island (Paloma) in Oran Bay, North Western Algeria (Western Mediterranean). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 15(2), p.p.49-60.
14. **Jares-Erijman, E. A., & Rinehart, K. L. (1991).** Crambescidins: new antiviral and cytotoxic compounds from the sponge *Crambe crambe*. *The Journal of Organic Chemistry*, 56(19), p.p.5712-5715. <https://doi.org/10.1021/jo00019a049>
15. **Krijgsman, W., Hilgen, F. J., Raffi, I., Sierro, F. J., & Wilson, D. S. (1999).** Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature*, 400(6745), p.p.652-655. <https://doi.org/10.1038/23231>
16. **MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1963).** An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 17(4), p.p.373-387. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1963.tb03295.x>
17. **MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967).** *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.
18. **Médail, F., & Quézel, P. (1999).** Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin: Setting global conservation priorities. *Conservation Biology*, 13(6), p.p.1510-1513. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98467.x>
19. **Médail, F., & Diadema, K. (2009).** Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36(7), p.p.1333-1345. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02127.x>

Bibliographie

20. **Mokhtari, T. (2017).** PIM ATLAS | Île – Plane / Paloma. [en ligne].[consulté le 13-05-2025] disponible sur le web : <https://pimatlas.org/explorer-atlas/iles/ile-plane-paloma/>
21. **Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000).** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), p.p.853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
22. **Pansini, M., & Longo, C. (2003).** A review of the Mediterranean Sea sponge biogeography with, in appendix, a list of the demosponges hitherto recorded from this sea. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 24, p.p.59-90. <https://doi.org/10.21426/B6110107>
23. **Ramos Esplá, A., Benabdi, M., Forcada Almarcha, S., Sghaier, Y., & Valle Pérez, C. (2020).** Cartographie des habitats marins clés et évaluation de leur vulnérabilité face aux activités de la pêche dans les îles Habibas et l'île Paloma en Algérie. [en ligne].[consulté le 09-06-2025] disponible sur le web : <https://www.me.gov.dz/telechargement/cartographie-des-habitats-marins-cles-et-evaluation-de-leur-vulnerabilite-face-aux-activites-de-la-peche-dans-les-iles-habibas-et-lile-paloma-en-algerie/>
24. **Gillespie, R. G., & Roderick, G. K. (2002).** Arthropods on islands: Colonization, speciation, and conservation. *Annual Review of Entomology*, 47, p.p.595-632. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145244>
25. **Sokač, B. (2008).** On some Salpingoporella species from the Lower Cretaceous of Dinaric karst. *Geologia Croatica*, 61(2-3), p.p.251-271. <https://doi.org/10.4154/gc.2008.20>
26. **Steneck, R. S. (1986).** The ecology of coralline algal crusts: Convergent patterns and adaptative strategies. **Annual Review of Ecology and Systematics*, p.p. 273-303.
27. **Tayeb, A., Chellali, M. R., Hamou, A., & Debbah, S. (2015).** Impact of urban and industrial effluents on the coastal marine environment in Oran, Algeria. *Marine Pollution Bulletin*, 98(1-2), p.p.281-288. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.013>
28. **Tershy, B. R., Shen, K.-W., Newton, K. M., Holmes, N. D., & Croll, D. A. (2015).** The importance of islands for the protection of biological and linguistic diversity. *BioScience*, 65(6), p.p.592-597. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv031>
29. **Thibaut, T., Pinedo, S., Torras, X., & Ballesteros, E. (2005).** Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira spp.* and *Sargassum spp.*) in the Albères coast (France,

Bibliographie

North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50(12), p.p.1472-1489.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.06.014>

30. Uroy, L. (2020). Effet de la connectivité et de sa dynamique temporelle sur la structuration taxonomique et fonctionnelle des communautés végétales (Thèse de doctorat, Université de Rennes).

31. Vogiatzakis, I. N., Mannion, A. M., & Sarris, D. (2016). Mediterranean island biodiversity and climate change: The last 10,000 years and the future. *Biodiversity and Conservation*, 25(13), p.p.2597-2627. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1204-9>

32. Whittaker, R. J., Fernández-Palacios, J. M., & Matthews, T. J. (2021). *Island biogeography*. UK: Oxford University Press.

33. Whittaker, R. J., Triantis, K. A., & Ladle, R. J. (2008). A general dynamic theory of oceanic island biogeography. *Journal of Biogeography*, 35(6), p.p.977-994.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01892.x>

34. Wolanski, E., & Hamner, W. M. (1988). Topographically controlled fronts in the ocean and their biological influence. *Science*, 241(4862), p.p.177-181.
<https://doi.org/10.1126/science.241.4862.177>

35. Wray, J. L. (1977). *Calcareous algae*. Elsevier.

36. Zurcher, F., & Margollé, É. P. (s. d.). *Les naufrages célèbres*. Paris : Hachette.

Annexes

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



Business Model Canvas (BMC)
Option : Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes

Thème :

Alimentation piscicole à base de farine de polychètes

Présenté par :

- ❖ Belaid Wassila
- ❖ Amirat Ouardia

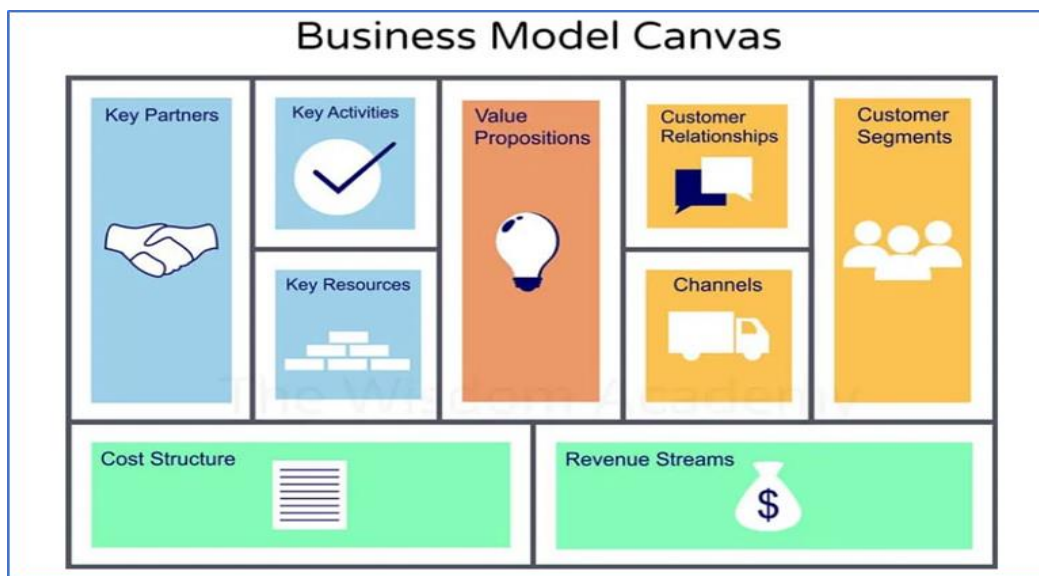
1 TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction générale :	89
2	Premier axe : Présentation du projet	90
2.1	L'idée de projet	90
2.2	Les valeurs proposées	90
2.3	L'équipe de travail :	91
2.4	Objectifs du projet	91
2.5	Calendrier de réalisation du projet	92
3	Deuxième axe: Aspects innovants	92
3.1	Les domaines d'innovation	92
3.1.1	Innovation en Nutrition Aquacole (Réalisable et Stratégique)	92
3.1.2	Innovation Technologique (Adaptée et Accessible)	93
3.1.3	Innovation Économique (Ancrée dans la Stratégie Nationale)	93
3.1.4	Innovation Environnementale et Durable (Réponse aux Enjeux Locaux)	93
4	Troisième axe : Analyse stratégique du marché	94
4.1	Le segment du marché	94
	Nous adressons l'aquaculture marine algérienne, avec une proposition ajustée selon la taille et la maturité technique des clients.	94
4.2	Mesure de l'intensité de la concurrence	94
4.3	La stratégie marketing	96
5	Quatrième axe : Plan de production et d'organisation	97
5.1	Le Processus de Production : De l'Élevage à l'Aliment Fini	97
6	Cinquième axe : Plan financier	99
6.1	Investissements initiaux (amortis sur plusieurs années)	99
6.2	Coûts de fonctionnement annuels	100
6.3	Autres Charges Annuelles	101
6.4	Recapitulatif des Charges de Fonctionnement Annuelles	101
7	Sixième Axe : Leçons Apprises du Prototype Expérimental	101
7.1	L'Expérimentation Menée : Test de Déshydratation	102
7.2	La Difficulté Rencontrée : Un Échec Révélateur	102
7.3	Analyse de l'Échec et Identification de la Cause (La Leçon Apprise)	102
7.4	4. Actions Correctives et Impact sur le Projet Industriel (La Solution)	102

Business Model Canvas

Le Business Model Canvas (BMC) est un outil essentiel pour comprendre et communiquer de manière structurée la logique fondamentale des entreprises. Il met en évidence les composantes clés du modèle économique, incitant à une réflexion approfondie sur les parties prenantes, les revenus, les coûts, les avantages concurrentiels et les opportunités de croissance. Utilisé dans la planification stratégique et le développement de nouveaux produits et services, le BMC permet une analyse complète et cohérente.

Dans cette section de notre mémoire, nous détaillons le BMC de notre startup, en décrivant toutes ses composantes. Cet outil stratégique de gestion se présente sous la forme d'un cadre visuel comprenant neuf éléments clés, comme illustré à la figure 1.



1 Introduction générale :

L'aquaculture représente aujourd'hui un secteur stratégique pour répondre aux besoins croissants en protéines animales, réduire la pression sur les ressources halieutiques naturelles et renforcer la sécurité alimentaire. En Algérie, ce secteur connaît un développement progressif, mais reste fortement dépendant des importations d'aliments piscicoles et de matières premières, ce qui entraîne une augmentation des coûts de production et une vulnérabilité aux fluctuations des marchés internationaux.

Dans ce contexte, notre projet "Polychète Inside" propose une solution innovante et durable: la production et la commercialisation d'aliments piscicoles intégrant de la farine de

polychètes issue de notre propre élevage. Grâce à une intégration verticale – élevage, transformation et formulation , nous maîtrisons l’ensemble de la chaîne de valeur, ce qui permet de garantir la qualité nutritionnelle des produits, de réduire significativement les coûts alimentaires et d’assurer une régularité d’approvisionnement aux éleveurs.

Au-delà de l’aspect économique, ce projet contribue à améliorer les performances zootechniques des poissons (croissance, taux de conversion alimentaire, survie) et à renforcer la compétitivité de l’aquaculture algérienne. Il s’inscrit pleinement dans une démarche de développement durable, en valorisant une ressource locale innovante et en favorisant l’indépendance du pays vis-à-vis des importations.

Ainsi, notre projet vise à devenir un acteur clé dans la filière aquacole nationale, en apportant une valeur ajoutée à la fois scientifique, économique et environnementale, au service des éleveurs et de la durabilité des ressources marines.

2/ Premier axe : Présentation du projet

2.1 L’idée de projet

Nous développons une gamme d’aliments piscicoles premium “Made in Algeria” intégrant de la farine de polychètes produite en interne. Cette intégration verticale réduit la dépendance aux importations, sécurise l’approvisionnement, et améliore la performance zootechnique (FCR, croissance, survie) des espèces cibles (loup, dorade). Une logistique sous 48 heures et un accompagnement technique structuré complètent la proposition de valeur. Le présent document détaille le Business Model Canvas (9 blocs), la fiche technique de la farine de polychètes et un one-pager “Polychète Inside” pour la communication.

2.2 Les valeurs proposées

Nos aliments sont formulés par phase (démarrage, croissance, finition) avec inclusion maîtrisée de farine de polychètes interne, standardisée en protéines et acides gras essentiels. L’objectif est d’obtenir un coût alimentaire par kg de poisson plus bas tout en stabilisant les performances.

- **Qualité nutritionnelle** : Recettes optimisées pour un FCR bas, une croissance spécifique journalière élevée, une bonne santé intestinale et une palatabilité accrue.

Annexes

- **Avantage économique :** Prix cible 15–20% inférieur aux produits importés grâce à la production locale de farine de polychètes et à la maîtrise logistique.
- **Disponibilité garantie :** Service de livraison sous 48 h avec dépôts régionaux et suivi de commande.
- **Accompagnement technique :** Diagnostic d'élevage, plan d'alimentation, gestion des transitions, biosécurité, lecture d'indicateurs.

Preuves et engagements:

- **Contrôle qualité par lot :** Humidité, protéines, lipides, profil d'acides aminés et d'acides gras, charge microbienne, contaminants.
- **Engagements logistiques :** Taux de ponctualité, taux de conformité produit, délai de réponse du support.

2.3 L'équipe de travail :

1. **Belaid Wassila – Responsable de l'élevage :** assure la gestion et le suivi technique des polychètes en système RAS, veille au respect des protocoles de biosécurité, de nutrition et de reproduction, garantissant ainsi une biomasse de qualité pour la transformation.
2. **Amirat Ouardia – Responsable de la production :** supervise les opérations de transformation et de formulation des aliments piscicoles, depuis la déshydratation et le broyage de la farine jusqu'à l'extrusion et le conditionnement final, en s'assurant du respect des normes de qualité et de traçabilité.

2.4 Objectifs du projet

L'objectif principal de notre projet "Polychète Inside" est de développer une filière locale d'alimentation piscicole innovante et durable, intégrant la farine de polychètes issue de notre propre élevage. À travers cette approche, nous visons à :

- Réduire la dépendance aux importations d'aliments piscicoles et de matières premières protéiques.
- Offrir aux éleveurs des aliments de haute qualité nutritionnelle, permettant d'améliorer les performances zootechniques (croissance, FCR, survie).
- Proposer un produit compétitif sur le marché, avec un prix de 15 à 20 % inférieur aux

Annexes

produits importés, tout en garantissant une régularité d'approvisionnement.

- Valoriser une ressource locale innovante, contribuant à la durabilité et à la souveraineté alimentaire nationale.
- Favoriser la professionnalisation du secteur aquacole en Algérie, grâce à un accompagnement technique et un suivi rapproché des exploitations.

2.5 Calendrier de réalisation du projet

Mois	1	2	3	4	5	6	7
Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	✓	✓					
Commande des équipements		✓	✓				
Construction d'un siège de production		✓	✓	✓			
Installation des équipements				✓	✓		
Achat de matières premières					✓		
Réalisation du prototype						✓	✓

3/ Deuxième axe: Aspects innovants

3.1 Les domaines d'innovation

Notre projet se distingue par des innovations conçues pour être pleinement réalisables et pertinentes dans le contexte algérien, apportant une valeur ajoutée concrète sur les plans technique, économique et environnemental.

3.1.1 Innovation en nutrition aquacole (Réalisable et Stratégique)

Valorisation d'une ressource locale : L'utilisation de la farine de polychètes s'appuie sur des espèces présentes sur le littoral algérien ou facilement élevables dans des conditions locales. Cela transforme un potentiel local en une solution industrielle, réduisant la dépendance aux

importations de farine de poisson, dont les coûts sont volatils et en constante augmentation.

Réponse à un besoin du marché : Les pisciculteurs algériens font face à des coûts d'alimentation élevés (souvent plus de 60 % de leurs charges). Proposer une alternative locale, moins chère de 15 à 20 %, répond directement à leur principal défi économique et améliore la rentabilité de toute la filière nationale.

3.1.2 Innovation technologique (Adaptée et Accessible)

Technologie maîtrisable localement : Les systèmes d'aquaculture en recirculation (RAS) sont une technologie mature. Les compétences pour leur maintenance et leur opération peuvent être développées en Algérie grâce à la formation d'ingénieurs et de techniciens spécialisés, notamment via des partenariats avec les universités et les instituts techniques.

Équipements disponibles : Les équipements de déshydratation et de broyage, bien que modernes, sont accessibles sur le marché international et leur importation est un processus standard pour les projets industriels en Algérie. Le savoir-faire pour les opérer est également transférable.

Alignement avec les normes nationales : La mise en place d'un laboratoire interne et de procédures standardisées (SOP) est non seulement réalisable, mais elle anticipe également le renforcement des normes de qualité et de traçabilité exigées par les autorités algériennes pour les produits alimentaires.

3.1.3 Innovation Économique (ancrée dans la stratégie nationale)

Soutien à l'économie nationale : En créant une filière intégrée (de l'élevage des vers à la production d'aliments), le projet s'inscrit parfaitement dans la stratégie du gouvernement algérien visant à réduire la facture d'importation et à promouvoir la production locale.

Création d'emplois qualifiés et non qualifiés : Le projet générera des emplois directs (ingénieurs, techniciens, opérateurs) et indirects (maintenance, logistique, distribution), contribuant au développement économique local.

Modèle économique résilient : La diversification des revenus (aliments, farine, services) rend le projet moins vulnérable aux fluctuations d'un seul marché et assure sa pérennité financière dans le contexte économique algérien.

3.1.4 Innovation Environnementale et Durable (Réponse aux Enjeux Locaux)

Annexes

Gestion durable des ressources : Face à la pression sur les ressources halieutiques en Méditerranée, ce projet offre une solution durable qui préserve la biodiversité marine locale, un enjeu majeur pour l'Algérie.

Optimisation énergétique réalisable : L'utilisation de moteurs à haut rendement et de systèmes de récupération de chaleur est non seulement possible, mais elle est aussi encouragée par les politiques nationales de maîtrise de l'énergie, avec des incitations potentielles.

Gestion de l'eau : Dans un pays où la ressource en eau est précieuse, l'utilisation de systèmes RAS, qui recyclent plus de 95 % de l'eau, est un atout majeur et une démonstration de responsabilité environnementale.

4. Troisième axe : Analyse stratégique du marché

4.1 Le segment du marché

Nous adressons l'aquaculture marine algérienne, avec une proposition ajustée selon la taille et la maturité technique des clients.

- **Fermes industrielles :** Recherche d'optimisation FCR, contrats annuels, exigence de régularité.
- **PME/Exploitations familiales :** Sensibles au prix, à la simplicité d'usage et à l'appui de proximité.
- **Coopératives aquacoles :** Mutualisation des achats et des livraisons.
- **Écloseries et centres R&D :** Aliments "starter", polychètes vivants normalisés.

Besoins communs:

- Coût alimentaire/kg produit réduit.
- Régularité d'approvisionnement et stabilité de formulation.
- Support technique pour sécuriser les cycles.

4.2 Mesure de l'intensité de la concurrence

En Algérie, le secteur de l'aquaculture est en pleine croissance, soutenu par les politiques publiques de diversification alimentaire et de réduction de la dépendance aux importations.

Annexes

Toutefois, le marché de l'alimentation piscicole demeure largement dominé par des produits importés, principalement en provenance d'Europe (Espagne, France, Italie) et de Turquie.

Ces aliments sont souvent onéreux en raison des coûts logistiques et des variations de devises, ce qui pèse lourdement sur la rentabilité des exploitations piscicoles locales.

L'analyse de la concurrence montre que :

➤ **Concurrence directe:**

Les aliments piscicoles importés, qui jouissent d'une notoriété en termes de qualité et de constance de formulation.

Quelques initiatives locales de formulation d'aliments existent, mais elles restent limitées en capacité de production et dépendent encore de matières premières importées (soja, farine de poisson).

➤ **Concurrence indirecte :**

Les éleveurs qui continuent d'utiliser des aliments moins spécialisés (mélanges artisanaux à base de sous-produits agricoles), cherchant à réduire leurs coûts, mais au détriment des performances zootechniques.

La dépendance à d'autres sources protéiques importées (farine de soja, farine de poisson) qui demeurent des substituts à court terme.

En termes d'intensité concurrentielle, on observe que :

Le marché algérien est encore peu structuré, avec une offre locale limitée, ce qui laisse une marge de manœuvre importante pour l'introduction d'aliments piscicoles innovants et compétitifs.

Les importateurs détiennent une part de marché importante, mais leur principal point faible reste le prix élevé et l'instabilité de l'approvisionnement.

Le projet "Polychète Inside" bénéficie donc d'un avantage concurrentiel en combinant :

Une ressource locale innovante (farine de polychètes).

Un prix plus compétitif (15–20 % inférieur à l'importé).

Une disponibilité garantie avec une logistique nationale.

Ainsi, l'intensité concurrentielle en Algérie peut être qualifiée de modérée : dominée par les importations mais encore peu exploitée par des initiatives locales structurées, ouvrant une opportunité stratégique pour notre projet.

4.3 La stratégie marketing

Notre stratégie marketing vise à positionner "Polychète Inside" comme le leader algérien de la nutrition aquacole durable. Elle repose sur une approche directe et efficace, articulée autour des 4P.

Produit : Une solution complète

- Gamme Spécifique : Aliments haute performance adaptés aux principales espèces et stades de croissance en Algérie.
- Qualité Garantie : Traçabilité totale et packaging professionnel mettant en avant les bénéfices ("Produit en Algérie", "Haute Performance").
- Service Inclus : Chaque vente est accompagnée d'un suivi technique personnalisé (diagnostic, plan d'alimentation), notre différenciateur clé.

Prix : La Compétitivité par la maîtrise des coûts

- Stratégie de Pénétration : Un prix structurellement 15 % à 20 % inférieur aux aliments importés équivalents.
- Stabilité Garantie : Des tarifs stables qui protègent les éleveurs de la volatilité des marchés internationaux.

Distribution : Un Circuit Direct et efficace

- Vente Directe : De notre usine à l'éleveur pour garantir le meilleur prix et une relation client de qualité.
- Logistique Nationale : Des hubs régionaux pour assurer des livraisons rapides et fiables sur tout le territoire.
- Outil Numérique : Une plateforme simple (web/mobile) pour faciliter les commandes et le suivi.

Promotion : La Preuve par le résultat

- Marketing de la Preuve : Mise en place d'élevages pilotes avec des fermes partenaires pour démontrer scientifiquement nos gains de performance (FCR, croissance).
- Ciblage Professionnel : Participation aux salons clés (ex: SIPSA-FILAHA) et organisation de journées techniques pour les éleveurs.

5/ Quatrième axe : Plan de production et d'organisation

Notre plan de production est conçu pour une efficacité maximale et une maîtrise totale des coûts, en s'appuyant sur un modèle d'intégration verticale. Il se décompose en deux phases principales et interdépendantes :

Phase 1 : Élevage des polychètes en système RAS.

Phase 2 : Transformation en farine et formulation de l'aliment.

Cette approche garantit notre indépendance vis-à-vis des importations de matières premières et assure la rentabilité de notre modèle.

5.1 Le Processus de production : De l'Élevage à l'aliment fini

Phase 1 : Élevage des Polychètes (Notre Avantage Stratégique)

C'est le cœur de notre innovation. L'objectif est de produire une biomasse de haute qualité de manière intensive et contrôlée.

Étape 1 : Mise en place des Systèmes d'aquaculture en recirculation (RAS)

- Description : Installation de bassins d'élevage peu profonds, connectés à un système de filtration et de traitement de l'eau en circuit fermé.
- Faisabilité en Algérie :

Matériel : Les cuves en polyéthylène ou les bassins en béton peuvent être fabriqués localement. Les pompes, filtres mécaniques (tambours) et filtres biologiques sont des équipements standards, disponibles via des fournisseurs algériens spécialisés en hydraulique et traitement de l'eau, ou facilement importables.

- Rentabilité : Le système RAS, bien qu'ayant un coût initial, devient très rentable à l'usage car il réduit la consommation d'eau de plus de 95 % (critique en Algérie) et permet une haute densité d'élevage, maximisant la production par m².

Étape 2 : culture et reproduction

- Description : Introduction d'une souche de géniteurs de polychètes (espèce adaptée au climat local). L'environnement contrôlé (température, salinité, oxygène) favorise une reproduction rapide et un cycle de croissance prévisible.
- Faisabilité en Algérie :

Souche : La souche initiale peut être importée une seule fois ou prélevée localement (si l'espèce est présente et autorisée), puis reproduite en interne, garantissant notre souveraineté génétique.

Contrôle : Les capteurs (thermomètres, sondes pH, oxymètres) sont des équipements de laboratoire standards, accessibles en Algérie. Le contrôle est assuré par des techniciens formés en interne.

Étape 3 : alimentation des polychètes

- Description : Les vers sont nourris avec des sous-produits organiques à faible coût (ex: déchets de l'industrie agroalimentaire locale, comme les drêches de brasserie, les sons de blé, etc.).
- Faisabilité et Rentabilité : C'est un point clé de la rentabilité. Nous transformons des déchets ou des sous-produits locaux à très faible valeur en une protéine à haute valeur ajoutée. Des partenariats avec des agro-industries algériennes peuvent être établis pour un approvisionnement stable et quasi-gratuit.

Étape 4 : Récolte

- Description : Une fois la biomasse optimale atteinte, les vers sont séparés du substrat et récoltés.
- Faisabilité : Le processus peut être mécanisé avec des tamis vibrants, un matériel simple et robuste, potentiellement fabriqué par des chaudronniers locaux.

Phase 2 : Transformation et Formulation (Le Processus Industriel)

Étape 5 : Déshydratation

- Description : La biomasse de vers est déshydratée à basse température pour préserver les protéines et les acides gras.
- Faisabilité et Rentabilité :

Annexes

Matériel : Des séchoirs industriels (type étuve ventilée ou séchoir à bande) sont nécessaires. C'est un investissement clé. Bien que probablement importé, son coût est amorti par la haute valeur du produit fini. Des solutions utilisant l'énergie solaire thermique, abondante en Algérie, peuvent être étudiées pour réduire drastiquement les coûts énergétiques.

Étape 6 : Broyage et production de farine

- Description : Les vers séchés sont broyés finement pour obtenir une farine homogène.
- Faisabilité : Les broyeurs à marteaux sont des équipements industriels courants, disponibles et maintenables en Algérie.

Étape 7 : Formulation et extrusion

- Description : La farine de polychètes est mélangée à d'autres ingrédients (céréales locales, vitamines, minéraux) selon nos formules, puis passée dans une extrudeuse pour former les granulés d'aliments. Faisabilité et Rentabilité :

Matériel : L'extrudeuse est le deuxième investissement majeur, probablement importé. Cependant, c'est le même équipement utilisé dans l'industrie agroalimentaire (pâtes, snacks), donc les compétences pour son opération et sa maintenance existent en Algérie.

Matières premières complémentaires : Nous utiliserons un maximum de céréales et de coproduits algériens (son de blé, maïs si disponible) pour limiter encore la dépendance aux importations et les coûts.

Étape 8 : Conditionnement

- Description : Les granulés sont ensachés dans des sacs de 10, 20 ou 25 kg.
- Faisabilité : Les ensacheuses sont des équipements simples. Les sacs peuvent être fournis par des fabricants d'emballages algériens.

6/ Cinquième axe : Plan financier

1.6 Investissements initiaux (amortis sur plusieurs années)

Équipement ou Service	Coût Unitaire(DZD)	Durée d'Amortissement	Coût Annuel(Amortissement)
Ligne de Production Complète	15 000 000	5 ans	3 000 000

Annexes

Aménagement du Bâtiment	2 000 000	10 ans	200 000
Matériel de Laboratoire	1 500 000	5 ans	300 000
Véhicule Utilitaire	3 000 000	6 ans	600 000
Matériel de Bureau & Informatique	500 000	3 ans	166 667
Frais d'établissement (création)	100 000	1 an	100 000
TOTAL INVESTISSEMENTS	22 100 000		
TOTAL AMORTISSEMENTS ANNUELS			4 366 667

6.2 Coûts de fonctionnement annuels

Poste	Nombre	Salaire Mensuel (DZD)	Total Annuel (DZD)
Responsable de Production (Ingénieur)	1	70 000	840 000
Technicien Supérieur Aquaculture	2	50 000	1 200 000
Opérateur de Production	6	40 000	2 880 000
Responsable Administratif	1	50 000	600 000
Technico-commercial	1	55 000	660 000
Technicien de Maintenance	1	45 000	540 000
Chauffeur-livreur	1	40 000	480 000
Sous-Total Salaires Bruts	13		7 200 000
Charges Patronales (estimées à 26%)			1 872 000
TOTAL MASSE SALARIALE ANNUELLE			9 072 000

6.3 Autres charges annuelles

Frais	Montant Annuel (DZD)
Loyer du Hangar	1 800 000
Électricité, Eau, Gaz	1 200 000
Maintenance et Consommables	500 000
Assurances (RC Pro, etc.)	200 000
Frais de déplacement et de mission	600 000
Communication & Marketing (Salons, etc.)	500 000
Frais de téléphone et internet	200 000
TOTAL AUTRES CHARGES FIXES	5 000 000

6.4 Recapitulatif des charges de fonctionnement annuelles

Poste	Montant Annuel (DZD)
Amortissements Annuels	4 366 667
Salaires et RH	9 072 000
Autres Charges Diverses	5 000 000
TOTAL CHARGES FIXES ANNUELLES	≈ 18 438 667

7/ Sixième Axe : leçons apprises du prototype expérimental

Dans le cadre de la validation technique de notre projet, nous avons mené une première expérimentation visant à prouver la faisabilité de la transformation des polychètes en farine. Cette démarche, bien que confrontée à des contraintes de temps et de matériel, nous a fourni

des enseignements fondamentaux qui ont directement contribué à la sécurisation de notre plan industriel.

7.1 L'Expérimentation menée : test de déshydratation

Objectif : Valider le processus de séchage des polychètes, une étape critique pour la production de la farine.

Protocole suivi :

Acquisition de la matière première : Nous avons acheté une biomasse de polychètes vivants.

Tentative de déshydratation : Les échantillons ont été placés dans des étuves de laboratoire standards, en testant différentes températures et durées.

7.2 La Difficulté rencontrée : Un Échec révélateur

Lors de nos essais, nous avons constaté que le séchage dans une étuve conventionnelle n'a pas donné les résultats escomptés. La biomasse a subi une cuisson partielle plutôt qu'une déshydratation douce, entraînant une dégradation visible de la matière (brunissement, odeur forte).

Le temps imparti pour nos travaux pratiques ne nous a pas permis de poursuivre et d'optimiser ce processus. Nous avons donc stoppé l'expérimentation à ce stade.

7.3 Analyse de l'Échec et identification de la cause (La leçon apprise)

Cet échec n'est pas dû au concept, mais à la technologie employée. L'analyse est claire :

Les étuves de laboratoire standards fonctionnent principalement par convection de chaleur sèche, ce qui est trop agressif pour un produit aussi sensible et riche en eau que les polychètes.

Cette chaleur intense "cuit" les protéines et oxyde les graisses avant que l'eau n'ait eu le temps de s'évaporer complètement, détruisant ainsi les qualités nutritionnelles que nous cherchons à préserver.

7.4 Actions Correctives et Impact sur le Projet Industriel (La Solution)

Cette expérimentation ratée est en réalité un succès stratégique. Elle a prouvé, à très faible coût, qu'une technologie inadaptée pouvait ruiner le produit. Grâce à cela, notre projet industriel est aujourd'hui beaucoup plus robuste :

Choix technologique sécurisé : Nous avons éliminé l'option des séchoirs à convection simple. Notre plan d'investissement intègre désormais, de manière non négociable, un séchoir industriel à basse température. Les technologies privilégiées sont le séchage par air déshumidifié ou le séchage sous vide, qui préservent les protéines et les acides gras essentiels.

Maîtrise du procédé : Nous avons compris que le séchage n'est pas juste une étape de "retrait d'eau", mais une étape biochimique critique. Le cahier des charges de notre futur équipement inclut désormais un contrôle précis non seulement de la température, mais aussi de l'hygrométrie et du flux d'air.

Dé-risquage du projet : Cet échec précoce nous a évité une erreur d'investissement qui aurait pu être fatale à l'échelle industrielle et qui aurait pu nous coûter des millions de dinars.

Annexes

Partenaires clés	Activités Clés	Propositions de valeur	Relation Client	Segments de clientèle
• Agro-industries fournissant sous-produits organiques • Fournisseurs d’équipements RAS, séchoirs, broyeurs et extrudeuses Partenaires logistiques pour hubs régionaux Universités et instituts techniques pour R&D et support	• Élevage de polychètes en RAS • Déshydratation basse température • Broyage et production de farine • Formulation et extrusion d’aliment • Contrôle qualité • Logistique et livraison • Accompagnement technique	• Aliments piscicoles “Made in Algeria” intégrant farine de polychètes locale • 15–20 % moins cher que l’import • Qualité nutritionnelle premium (FCR bas, croissance élevée) • Disponibilité sous 48 h • Service technique inclus	• Conseils personnalisés et formation • Suivi régulier par visites et plateforme digitale • Protocoles d’accompagnement technique • Partenariats pilotes pour démonstration de performance.	• Fermes aquacoles industrielles (contrats annuels) • PME et exploitations familiales (sensibles au prix) • Coopératives aquacoles (achats mutualisés)
	Ressources clés		Canaux	
• Systèmes RAS et bassins • Séchoirs industriels • Broyeurs • Extrudeuse • Souches de polychètes • Laboratoire de QA/QC • Centre de distribution et véhicules • Expertise en nutrition aquacole et ingénierie	• Vente directe usine–éleveur Hubs de distribution régionaux • Plateforme web/mobile de commande et suivi • Salons professionnels et journées techniques			
Coûts			Revenus	