



Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur
Et de master en Sciences de la Mer

Thème :

Photomosaïque d'un écosystème benthique de l'île Rachgoun (Ain Témouchent)

Spécialité

Ingénierie de l'environnement marin et côtier

Réalisé par

Benaicha Bouchra & Zadi Fathia

Soutenu le 07 Juillet 2025 Devant le jury composé de :

Mme Kaidi -Boudjellal Nawal	MAA	ENSSMAL	Présidente
Mme Kennouche Hannane	MCA	ENSSMAL	Examinatrice
M. Grimes Samir	Professeur	ENSSMAL	Promoteur
Mme Gasmi Meriem	Doctorante	ENSSMAL	Co-promotrice

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciement

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord nous remercions dieu pour sa miséricorde et sa guidance tout au long de ce parcours, nous souhaitons exprimer notre gratitude à nos familles pour leur encouragement et leur soutien indéfectible.

Nous remercions nos professeurs et nos encadrants pour leurs expertises et leur patience, un merci particulier au Pr. Grimes Samir et à Mme Gasmi Meriem pour leurs précieux conseils et leur accompagnement tout au long de la réalisation de ce mémoire.

En fin nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont soutenus et encouragés dans cette aventure scientifique.

Dédicaces

Je dédie ce travail de fin d'études :

*À mes chers parents, **Kirouane Malika** et **Benaïcha Ameur**, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien constant tout au long de mon parcours. Sans eux, rien n'aurait été possible.*

À mes frères et sœurs, pour leur présence, leur encouragement et les moments de joie partagés qui ont illuminé mon chemin.

À mes grands-parents, pour leur sagesse, leurs bénédictions et l'héritage de valeurs qu'ils m'ont transmis.

À mes chers amis, pour leur fidélité, leur soutien moral et tous les moments précieux que nous avons vécus ensemble.

À tous mes enseignants, du primaire jusqu'à l'université, qui ont contribué à ma formation et m'ont transmis leur savoir avec passion et dévouement. Grâce à eux, j'ai pu acquérir les connaissances nécessaires pour réaliser ce travail.

Que ce modeste travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection envers tous ceux qui m'ont accompagné dans cette belle aventure qu'est l'apprentissage.

Bouchra

*Je dédie ce travail à ceux qui ont toujours été à mes côtés, dans les moments de doute comme dans ceux de joie. À et mon père **Hacen** et ma mère **Hakima**, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices silencieux et leur soutien sans faille. À ma sœur **Yakouta**, pour sa douceur et sa complicité. À mes deux frères **Redouane** et **Marouane** pour leur présence rassurante. Et surtout à **Marouane**, dont le soutien moral, les encouragements constants et la confiance qu'il m'a toujours accordée ont été une véritable source de force tout au long de ce parcours.*

*Je pense aussi avec une profonde reconnaissance à ma chère amie **Nour**, qui a partagé avec moi toutes ces années d'études, les épreuves comme les éclats de rire, et qui est devenue bien plus qu'une amie.*

Fathia

Table des matières

Remerciement	II
Dédicaces	III
Table des matières	IV
Listes des figures.....	VI
Liste des tableaux	VII
Résumé.....	1
INTRODUCTION.....	2
I. Chapitre 01 : Généralités.....	3
I.1. Écosystème benthique	4
I.3. Surveillance écologique	4
I.4. Bioindicateurs	4
I.5. Bryozoaire	4
I.5.1. Définition et caractères généraux	4
I.5.2. Biotope.....	5
I.5.3. Taxonomie	6
I.5.4. Les principaux travaux réalisés sur les bryozoaires en Méditerranée	7
I.6. Cnidaire	7
I.6.1. Définition et caractères généraux	7
I.6.2. Écologie	8
I.6.3. Taxonomie	9
I.6.4. Les principaux travaux réalisés sur les cnidaires en Méditerranée	10
I.7. Présentation de la zone d'étude.....	11
I.7.1. Le site de l'île Rachgoun	11
I.7.2. La côte algérienne.....	15
II. Chapitre 02 : Méthodologie	16
II.1. Photomosaïque	17
II.1.1. Présentation de logiciel Agisoft	18
II.1.2. Les étapes de traitement des images	18
II.2. Inventaire de cnidaires et de bryozoaires	29
II.2.1. Contexte et objectifs de l'étude	29

II.2.2.	Méthodologie de collecte des données.....	29
II.2.3.	Critères de sélection et tri des documents	30
II.2.4.	Analyse et exploitation des données disponibles.....	30
II.3.	Identification des cnidaires et bryozoaires récoltées.....	36
III.	Chapitre 03 : Résultats et discussion	38
III.1.	Distribution géographique des cnidaires et bryozoaires de la côte algérienne 39	
III.2.	Répartition taxonomique des bryozoaires et des cnidaires de l'île Rachgoun	42
III.3.	Comparaison entre la présence des cnidaires en Algérie et en Méditerranée	45
III.4.	Comparaison entre la présence des bryozoaires en Algérie et en Méditerranée 47	
III.5.	Fiches techniques de quelques espèces de la base de données BONBIOM.....	49
III.5.1.	Cnidaires	50
III.5.3.	Bryzoaire	56
III.6.	Analyse les résultats des espèces observées au laboratoire	59
	Lieux de récolte : SICA Blanca à 22m Le 24/07/2024	59
III.7.	Résultats de la Photomosaique	75
III.7.1.	Description des Résultats.....	75
III.7.2.	Analyse des Causes selon le guide de Agisoft.....	75
III.7.3.	Discussion des Obstacles.....	76
III.7.4.	Recommandations	76
	CONCLUSION.....	77
	Références	78
	ANNEXE	81

Listes des figures

FIGURE 1SCHEMA D'UNE ZOECIE DE BRYOZOAIRE (AUXBULLES.COM)	5
FIGURE 2TAXONOMIE DU GROUPE DES BRYOZOAIRES (WORMS ,2025)	6
FIGURE 3: SCHEMA REPRESENTATIF D'UN CNIDAIRE (PREGO, 2023).....	8
FIGURE 4TAXONOMIE DU GROUPE DES CNIDAIRES (WORMS, 2025)	9
FIGURE 5VUE DE L'ILE DEPUIS LA PLAGE DE RACHGOUN (PNUE /PAM-CAR/ASP, 2016.)	12
FIGURE 6 :COORDONNEES GEOGRAPHIQUES, LONGUEUR ET LARGEUR DE L'ILE DE RACHGOUN (FOND DE CARTE, IMAGE CNES/ASTRIUM IN GOOGLE EARTH PRO 2016).	12
FIGURE 7CARTE BATHYMETRIQUE DE L'ILE DE RACHGOUN- AIN TEMOUCHENT (MOUSSAOUI, 2024)	14
FIGURE 8 :CARTE DE LA COTE ALGERIENNE	15
FIGURE 9SCHEMAS PRESENTES LES ETAPES DE REMPLIR LA BASE DE DONNEES BANBIOM	30
FIGURE 10: TABLEAU REPRESENTE LES INFORMATIONS DE LA BASE DE DONNEES BANBIOM.....	32
FIGURE 11MATERIEL UTILISER POUR LE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS	36
FIGURE 12LE TRI DES ECHANTILLONS	37
FIGURE 13: CARTE DE LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES CNIDAIRES SUR LA COTE ALGERIENNE (ARCGIS .	40
FIGURE 14:CARTE DE LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES BRYOZOAIRES SUR LA COTE ALGERIENNE (ARCGIS)	41
FIGURE 15:CARTE DE REPARTITION TAXONOMIQUE DES BRYOZOAIRES AUTOUR DE L'ILE RACHGOUN (ARCGIS)	44
FIGURE 16: CARTE DE REPARTITION TAXONOMIQUE DES CNIDAIRES AUTOUR DE L'ILE RACHGOUN (ARCGIS) ...	44
FIGURE 17: COMPARAISON LE NOMBRE DE CNIDAIRE EN ALGERIE ET EN MEDITERRANEE.....	46
FIGURE 18: COMPARAISON DE NOMBRE DE BRYOZOAIRES EN ALGERIE ET MEDITERRANEE	48
FIGURE 19:HORMATHIA NODOSA.....	50
FIGURE 20: BUNODEOPSIS STRUMOSA.....	51
FIGURE 21:CORALLIUM RUBRUM	52
FIGURE 22:PELAGIA NOCTILUCA	54
FIGURE 23:PENTAPORA OTTOMULLERIANA	56
FIGURE 24:BUGULA NERITINA	57
FIGURE 25:LA PHOTOMOSAÏQUE FINAL.....	75
FIGURE 1SCHEMA D'UNE ZOECIE DE BRYOZOAIRE (AUXBULLES.COM)BUSINESS MODEL CANVA.....	88

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
Tableau 1	Synthèse des données climatiques de la station de Rachgoun	19
Tableau 2	Richesse spécifique des Cnidaires en Méditerranée : comparaison régionale	88
Tableau 3	Richesse spécifique des Bryozoaires en Méditerranée : comparaison régionale	90

Résumé

Les écosystèmes benthiques constituent des indicateurs majeurs de l'état écologique des milieux côtiers. Cette étude vise à enrichir la base de données BANBIOM avec des connaissances sur la biodiversité benthique de la côte algérienne, particulièrement autour de l'île de Rachgoun, avec un focus sur les groupes des cnidaires et des bryozoaires en combinant méthodes taxonomiques traditionnelles et outils numériques modernes. L'approche adoptée s'articule autour de trois volets : une étude taxonomique classique en laboratoire, une approche numérique basée sur la photomosaïque utilisant Agisoft Metashape, et l'élaboration d'une base de données bibliographique exhaustive. Cette base recense 303 espèces de Cnidaires et 52 espèces de Bryozoaires le long de la côte algérienne, classées selon leur taxonomie, distribution géographique et substrat. Des fiches techniques ont été élaborées pour les espèces rares identifiées, révélant leurs enjeux écologiques et biogéographiques. Bien que la photomosaïque ait présenté des limitations techniques liées à la qualité des images et au chevauchement insuffisant, ce travail constitue une contribution significative à la connaissance de la biodiversité benthique algérienne. L'approche hybride développée établit un outil de référence essentiel pour l'étude des écosystèmes côtiers et souligne l'importance de la conservation des espèces rares ainsi que leur potentiel comme bio-indicateurs du changement climatique.

Abstract

Benthic ecosystems constitute major indicators of the ecological status of coastal environments. This study aims to enrich the BANBIOM database with knowledge on benthic biodiversity of the Algerian coast, particularly around Rachgoun Island, focusing on cnidarian and bryozoan groups by combining traditional taxonomic methods with modern digital tools. The adopted approach is structured around three components: a classical taxonomic study in the laboratory, a digital approach based on photomosaics using Agisoft Metashape, and the development of a comprehensive bibliographic database. This database inventories 303 cnidarian species and 52 bryozoan species along the Algerian coast, classified according to their taxonomy, geographical distribution, and substrate. Technical sheets have been developed for identified rare species, revealing their ecological and biogeographical significance. Although photomosaics presented technical limitations related to image quality and insufficient overlap, this work constitutes a significant contribution to knowledge of Algerian benthic biodiversity. The developed hybrid approach establishes an essential reference tool for coastal ecosystem studies and highlights the importance of rare species conservation as well as their potential as bio-indicators of climate change.

المخلص

تُعد النظم البيئية القاعية مؤشرات رئيسية لحالة البيئة الإيكولوجية للبيئات الساحلية. تهدف هذه الدراسة إلى إثراء قاعدة بيانات BANBIOM بالمعرفة حول التنوع البيولوجي القاعي للساحل الجزائري، خاصة حول جزيرة رشقون، مع التركيز على مجموعات اللاسعات والحيوانات الطحلبية من خلال دمج الطرق التصنيفية التقليدية مع الأدوات الرقمية الحديثة. يركز النهج المتبع على ثلاثة محاور: دراسة تصنيفية كلاسيكية في المختبر، ونهج رقمي يقوم على الفسيفساء الضوئية باستخدام برنامج Agisoft Metashape، وإعداد قاعدة بيانات بيلوغرافية شاملة. تحصى هذه القاعدة 303 نوعاً من اللاسعات و52 نوعاً من الحيوانات الطحلبية على طول الساحل الجزائري، مصنفة وفقاً لتصنيفها وتوزيعها الجغرافي والركيزة. تم إعداد بطاقات تقنية للأصناف النادرة المحددة، مما يكشف عن أهميتها الإيكولوجية والجغرافية الحيوية. رغم أن الفسيفساء الضوئية أظهرت قيوداً تقنية مرتبطة بجودة الصور والتداخل غير الكافي، يشكل هذا العمل مساهمة مهمة في معرفة التنوع البيولوجي القاعي الجزائري. يؤسس النهج المختلط المطور أداة مرجعية أساسية لدراسة النظم البيئية الساحلية ويسلط الضوء على أهمية المحافظة على الأنواع النادرة وإمكاناتها كمؤشرات حيوية لتغير المناخ.

INTRODUCTION

Les écosystèmes benthiques, qui désignent l'ensemble des organismes vivants sur ou à proximité des fonds marins, constituent un indicateur majeur de l'état écologique des milieux côtiers. Leur diversité, leur sensibilité aux perturbations et leur rôle fondamental dans les chaînes trophiques en font un sujet central pour la recherche en écologie marine. En Algérie, et notamment au niveau de l'île de Rachgoun, ces communautés sont encore insuffisamment explorées, malgré leur intérêt écologique et leur vulnérabilité.

Ce mémoire s'inscrit dans une double démarche scientifique. D'une part, il repose sur une approche taxonomique classique, menée en laboratoire, à travers le tri et l'identification de spécimens benthiques prélevés autour de l'île de Rachgoun, avec un focus particulier sur deux groupes : les Cnidaires et les Bryozoaires. D'autre part, il intègre une approche numérique moderne basée sur la technique de photomosaïque, permettant d'obtenir une visualisation large et précise des fonds marins à partir d'images sous-marines.

En parallèle du travail de terrain et de laboratoire, une base de données a été élaborée, couvrant non seulement les espèces identifiées à Rachgoun, mais également celles répertoriées le long de l'ensemble de la côte algérienne pour ces deux groupes. Cette base, construite à partir de nombreuses sources bibliographiques (articles scientifiques, thèses, rapports, ouvrages spécialisés), regroupe des informations sur la taxonomie, la distribution géographique et les caractéristiques écologiques des espèces ciblées.

La phase d'analyse a mobilisé le logiciel Agisoft Metashape pour générer des photomosaïques détaillées à partir des images acquises *in situ*. Ces mosaïques ont permis d'effectuer une tentative d'identification directe d'espèces à partir des images et d'élaborer une analyse spatiale complémentaire au travail de laboratoire. Dans la partie "Résultats et discussion", les données de la base ont été exploitées à travers une série de graphiques interprétatifs et de cartes de distribution géographique, couvrant l'ensemble du littoral algérien. Des fiches techniques ont également été élaborées pour les espèces identifiées, accompagnées d'une analyse critique de l'apport et des limites de la photomosaïque comme outil d'étude écologique.

Ce travail vise ainsi à enrichir les connaissances sur la biodiversité benthique de la côte algérienne, en combinant méthodes traditionnelles et outils numériques dans une approche complémentaire d'étude, de caractérisation et de visualisation des écosystèmes marins.

La base de données établie à partir des sources bibliographiques (articles scientifique, ouvrages, thèses, rapport, etc...) et notre inventaire regroupe des informations sur les cnidaires et les bryozoaires le long de la côte algérienne. Elle recense d'environ 303 espèces de cnidaires et 52 espèces de bryozoaires, réparties selon leur taxonomie (classe, famille, genre.), leur distribution géographique et leur type de substrat. Cette base constitue un outil de référence essentiel de référence essentiel pour l'étude de la diversité benthique du littoral algérien et a permis de situer les espèces identifiées localement dans un contexte plus large.

I. Chapitre 01 : Généralités

I.1. Écosystème benthique

L'écosystème benthique, selon le concept d'écosystème défini par Odum (1971) comme une unité fonctionnelle regroupant les organismes vivants et leur environnement physique dans une zone donnée, désigne l'ensemble des communautés biologiques (faune et flore) vivant en relation étroite avec le fond des milieux aquatiques, qu'ils soient marins ou dulcicoles. Il comprend les organismes benthiques qui interagissent entre eux ainsi qu'avec leur environnement. (Dauvin, 2010).

I.2. Aire marine protégée (AMP)

Une aire marine protégée (AMP) est un espace délimité en mer afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés. Il s'agit d'un exemple possible de stratégie de conservation utilisée dans la gestion des ressources naturelles.

I.3. Surveillance écologique

C'est une méthode scientifique qui consiste à prendre régulièrement des observations et des mesures des caractéristiques de l'environnement, en utilisant des protocoles standardisés pour suivre l'évolution des paramètres et détecter les changements. (Lindenmayer & Likens, 2010)

I.4. Bioindicateurs

Tout organisme végétal ou animal qui par sa présence ou son absence, son abondance ou sa rareté, permet d'apprécier le degré de pollution et évaluer la qualité de l'environnement.

I.5. Bryozoaire

I.5.1. Définition et caractères généraux

C'est un animal fixé discret, de petite taille (environ quelques centimètres), difficile à repérer rapidement par les plongeurs. Il est souvent méconnu et nécessite une attention particulière pour être remarqué. Ces animaux vivent en colonies, qui peuvent être rigides ou molles, mais toujours très fragiles (Cocito, 2009). L'individu lui-même est rarement visible à l'œil nu. Au moins 8 000 espèces existantes de Bryozoaires selon Ryland (2005), présentes sur divers types de substrats (roches, sable, autres animaux, ...) et à différentes profondeurs. Les formes des colonies varient considérablement selon les espèces, pouvant être encroûtantes, dressées ou arbustives. Les bryozoaires jouent un rôle important dans les bioconstructions où ils peuvent agir comme constructeurs et liants, notamment en mer Méditerranée où ils sont des organismes structurants pertinents (Lombardi & al, 2014). Bien que la taille moyenne des colonies de Bryozoaires soit de quelques centimètres, certaines espèces peuvent former des colonies atteignant jusqu'à un mètre, comme le *Pentapora fascialis* (rose de mer) et le *Cellepora pumicosa*. Ces animaux sont relativement évolués. La partie visible, la colonie (appelée zoarium), peut mesurer plusieurs dizaines de centimètres. Il existe des colonies de physalie composées de milliers d'individus, appelés zoïdes ou parfois zoécies, mesurant environ un millimètre. La forme générale de ces zoïdes est similaire d'une espèce à une autre (Lepetit, 2007).

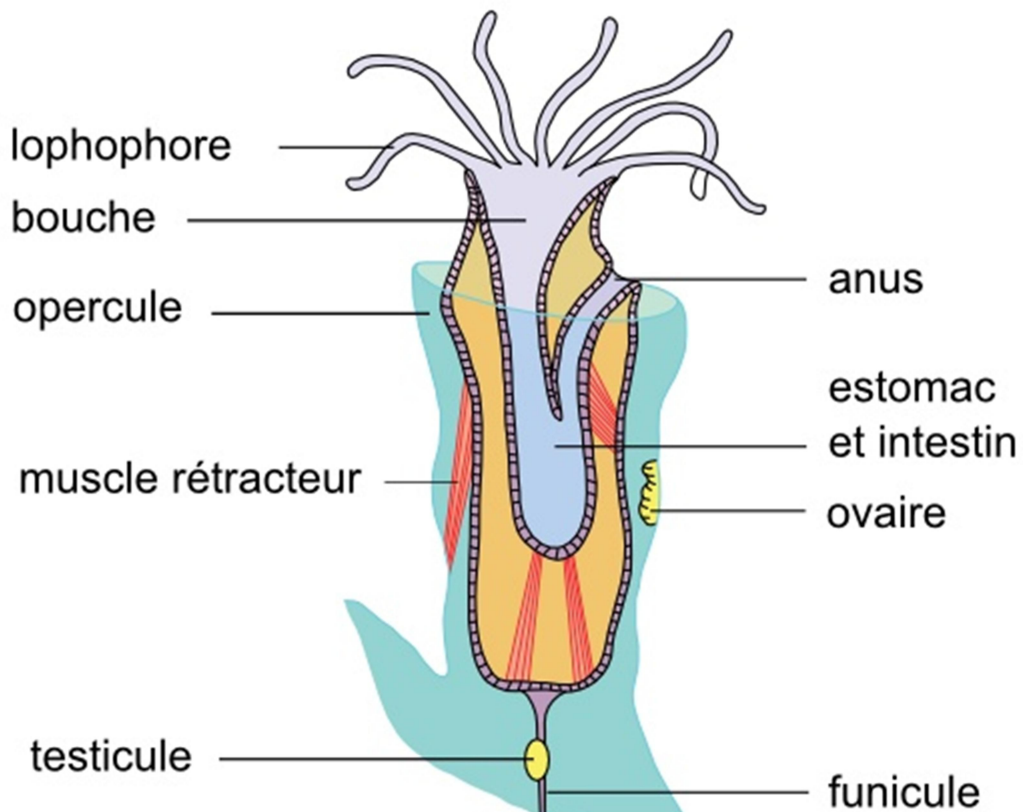


Figure 1 Schéma d'une zoécie de Bryozoaire (auxbulles.com)

I.5.2. Biotope

Les Bryozoaires marins vivent dans tous les océans depuis la surface jusqu'aux abysses à 6771 mètres de profondeur (Hayward, 1981). Toutefois, c'est sur le plateau continental que l'on rencontre la plus grande diversité d'espèces, en particulier dans la zone des 30 à 60 mètres de profondeur (Ryland J., 2005)

I.5.3. Taxonomie

Selon le WoRMS (world register of marine species) les Bryozoaires sont classés en trois classes distinctes :

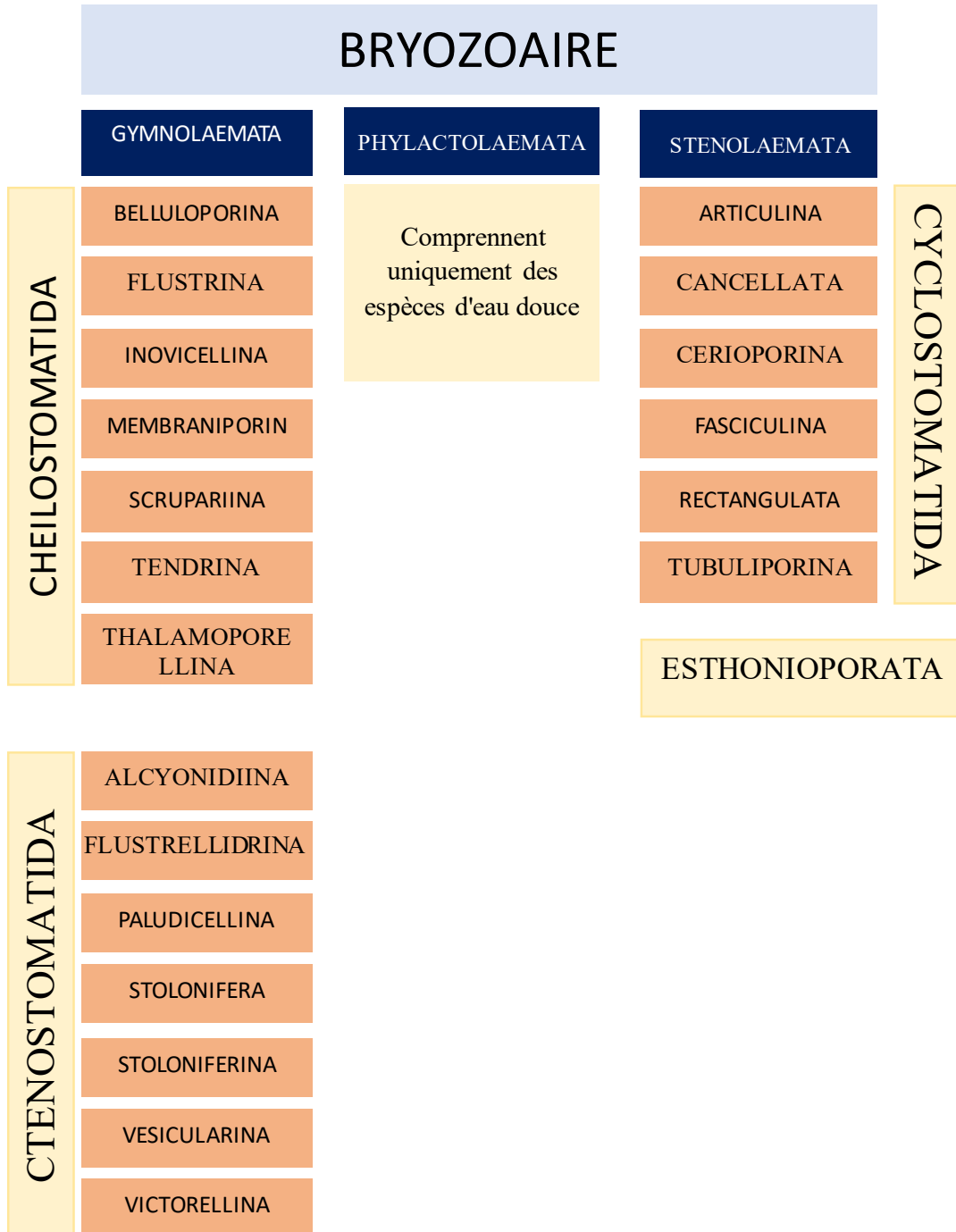


Figure 2 Taxonomie du groupe des Bryozoaires (WoRMS, 2025)

I.5.4. Les principaux travaux réalisés sur les bryozoaires en Méditerranée

Plusieurs travaux ont contribué à l'étude des bryozoaires le long de la côte algérienne, enrichissant la connaissance de leur diversité et de leur répartition dans la région. Parmi eux, l'ouvrage de Canu et Bassler (1930), publié sous l'égide de la Direction générale des travaux publics du protectorat français de Tunisie, constitue une référence historique majeure qui mentionne plusieurs espèces de bryozoaires présentes sur ces côtes. Plus récemment, l'étude de Petit (1972), Contribution à l'étude du peuplement benthique de la baie d'Alger, publiée dans PELAGOS, a également relevé la présence de bryozoaires dans les communautés benthiques de la région. Le rapport du projet « MedKeyHabitats » (2016), réalisé autour de l'île de Rachgoun (wilaya d'Aïn Témouchent), s'inscrit dans une dynamique plus récente visant à cartographier les habitats marins clés, avec un focus particulier sur la biodiversité des bryozoaires, contribuant ainsi à la conservation marine et au renforcement du réseau des Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM). D'autres contributions importantes incluent l'inventaire des peuplements coralligènes de l'aire marine de Taza (wilaya de Jijel) réalisé par Belbacha, Semroud et Ramos-Esplá (2011) dans le cadre du programme MedPAN Sud, ainsi que les travaux de Jean-Loup d'Hondt et Dorsaf Ben Ismail (2012) sur les bryozoaires algériens. Gautier (1955) a aussi apporté des compléments précieux sur les bryozoaires des côtes algériennes et tunisiennes dans un bulletin de 2008.

Par ailleurs, plusieurs articles et recherches, bien que ne se focalisant pas exclusivement sur les bryozoaires, mentionnent néanmoins ces organismes dans le cadre d'études plus larges portant sur la pollution ou l'inventaire de la biodiversité marine le long des côtes algériennes. Par exemple, l'étude intitulée A preliminary inventory of biodiversity and benthic habitats of "Plane" Island (Paloma) in Oran Bay (Kais Boumediene Hussein et Lotfi Bensahla Talet, Université Oran1 Ahmed Benbella) recense plusieurs espèces benthiques, incluant des bryozoaires, dans un inventaire général de la faune et flore marine. De même, l'article First records of non-indigenous species in port of Arzew (Algeria : southwestern Mediterranean) (B. Bensari et al., 2020, publié dans Mediterranean Marine Science) rapporte la présence de deux espèces de bryozoaires parmi les espèces non-indigènes détectées dans ce port, soulignant l'importance des ports comme points d'introduction de nouvelles espèces. Ces travaux contribuent à enrichir la connaissance sur la distribution des bryozoaires, même si leur étude spécifique reste limitée, et fournissent des données précieuses pour la gestion et la conservation des écosystèmes marins algériens.

Dans l'ensemble, ces études historiques, techniques et contemporaines offrent une base solide pour mieux comprendre la diversité, la distribution et la conservation des bryozoaires en Méditerranée algérienne.

I.6. Cnidaire

I.6.1. Définition et caractères généraux

Les Cnidaires sont des animaux aquatiques, principalement marins, connus pour leurs cellules urticantes appelées cnidocytes, qui leur servent à capturer leurs proies et à se défendre.

On compte plus de 11 000 espèces réparties en plusieurs classes : Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa et Anthozoa. Ils ont une symétrie radiaire et beaucoup d'espèces passent par deux

formes dans leur cycle de vie : une forme fixée (polype) et une forme libre (méduse) (Brusca & Brusca, 2003 ; Daly et al., 2007).

Parmi les cnidaires associés au coralligène, on retrouve des espèces comme les gorgones, les anémones, les scléactiniens et certains hydrozoaires fixés [Chevaldonné et al., 2015].

Ces cnidaires jouent un rôle écologique clé dans le coralligène : ils contribuent à la structuration de l'habitat, offrent des abris à la faune associée, et participent à la filtration de la colonne d'eau [Ballesteros, 2006 ; Garrabou et al., 2002].

Certains cnidaires sont également sensibles aux perturbations climatiques (réchauffement, acidification) et aux événements de mortalité massive, notamment les gorgones. [Garrabou et al., 2009].

I.6.2. Écologie

Les cnidaires présentent une large plasticité écologique leur permettant d'occuper divers milieux aquatiques. Ils peuvent être observés aussi bien dans des zones peu éclairées, notamment en profondeur, que près de la surface, en pleine colonne d'eau. Leur mode de vie peut être benthique, lorsqu'ils sont fixés sur un substrat (comme les coraux ou les anémones), ou pélagique, lorsqu'ils flottent librement (comme les méduses), leur déplacement étant souvent assuré passivement par les courants marins. Bien que majoritairement marins, certaines espèces comme *Hydra* colonisent aussi les eaux douces, illustrant la diversité écologique du groupe. (Boero, 2009)

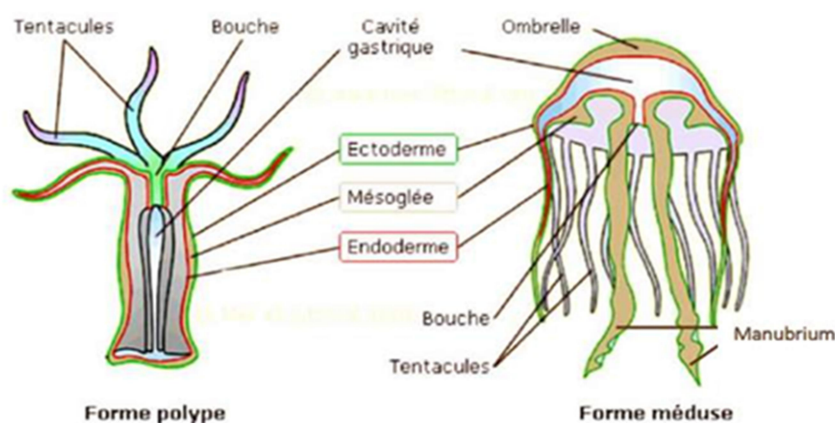


Figure 3: Schéma représentatif d'un cnidaire (PREGO, 2023)

I.6.3. Taxonomie

Selon le WoRMS on a établi cette systématique :

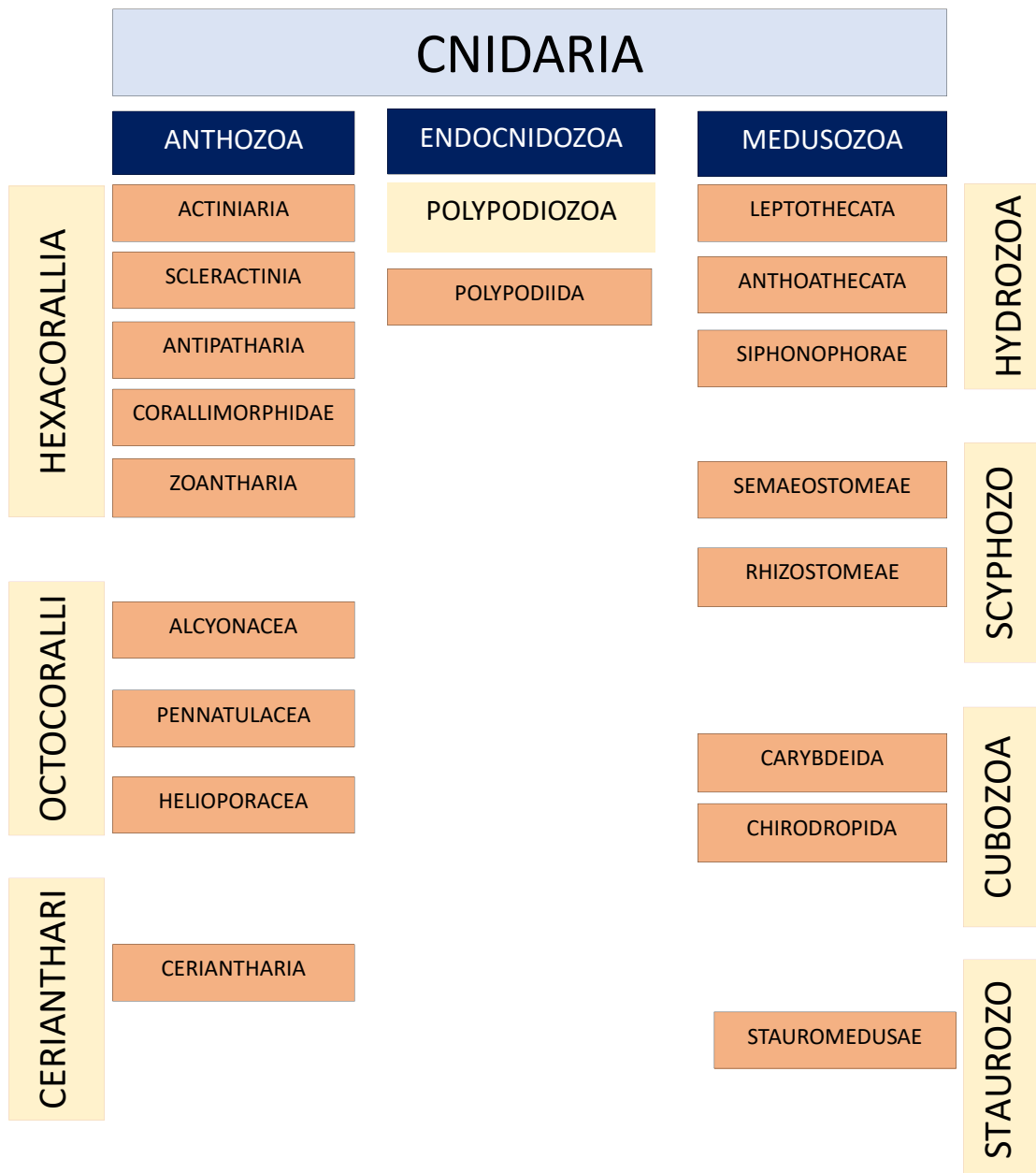


Figure 4 Taxonomie du groupe des cnidaires (WoRMS, 2025)

I.6.4. Les principaux travaux réalisés sur les cnidaires en Méditerranée

Plusieurs études ont été menées sur les cnidaires, mettant en lumière divers aspects biologiques, écologiques et morphologiques de ce groupe. Parmi elles, le travail de Kherchouche et Hafferssas (2019) qui ont étudié la composition et la répartition des méduses (Medusozoa) le long de la côte algérienne entre 2°E et 7°E. Quatorze espèces ont été identifiées, dont deux signalées pour la première fois dans cette zone. L'abondance était globalement faible, avec une concentration plus élevée entre Bou Ismaïl et Alger, dominée par *Liriope tetraphylla* et *Aglaura hemistoma*. La distribution des espèces a été mise en relation avec des paramètres environnementaux et la présence de copépodes. Et le projet MedKeyHabitats (2016), réalisé autour de l'île de Rachgoun (wilaya d'Aïn Témouchent), a contribué à la connaissance des habitats marins de la région. Ce travail s'est inscrit dans une démarche de cartographie écologique visant à identifier les zones riches en biodiversité, incluant les peuplements de cnidaires. L'étude menée par Benabdi et al. (2018) autour de l'île Paloma, sur la côte ouest de l'Algérie, s'est intéressée à la distribution en taille, à la densité et au niveau de perturbation de la gorgone *Eunicella singularis* (Cnidaria, Octocorallia). Cette espèce, emblématique des communautés infralittorales méditerranéennes, joue un rôle écologique structurant au sein des habitats coralligènes. Les relevés effectués par plongée sous-marine entre 15 et 25 m de profondeur ont révélé une forte densité de colonies (44,5 à 117 individus/m²) avec une hauteur moyenne de 16,2 cm, majoritairement représentées par des classes de petite taille (< 20 cm), traduisant un recrutement actif. Le taux moyen de blessures observé était de 23,1 %, ce qui suggère un faible niveau de perturbation et un bon état de conservation global. Cette étude constitue une référence de base précieuse pour le suivi des populations de gorgones et la conservation des habitats coralligènes en Algérie.

Par ailleurs, d'autres travaux ont également mis en évidence la diversité des méduses dans le golfe de Tunis, où 25 espèces ont été recensées entre 1993 et 1995. L'étude menée par Daly et al. (2003) a montré que les genres *Obelia* et *Clytia* présentaient des proliférations importantes, tandis que *Pelagia noctiluca* s'est révélée dominante en automne et en hiver. Les chercheurs ont identifié deux types de communautés : une communauté endogène, composée d'espèces régulières comme *Olindias*, *Cladonema*, *Aurelia*, *Cotylorhiza* et *Rhizostoma*, et une communauté exogène, formée d'espèces à apparition irrégulière influencée par les vents et courants locaux, telles que *Velella*, *Sminthea* et *Pelagia*.

En complément, l'étude de Mghili(2024), intitulée "Biodiversity and conservation of Cnidarians along the Moroccan Mediterranean, with an updated species checklist", a permis de recenser 104 espèces de cnidaires dans les eaux marocaines. Les résultats indiquent que 52 % de ces espèces sont des anthozoaires, 38 % des hydrozoaires, 7 % des scyphozoaires, et moins de 1 % des cubozoaires. Parmi elles, cinq espèces ont été signalées pour la première fois dans la Méditerranée marocaine, et quatre autres sont considérées comme exotiques. De plus, l'évaluation basée sur la liste rouge de l'UICN a révélé que 9 des 55 espèces

d'anthozoaires recensées sont menacées : une espèce en danger critique, cinq en danger, et trois vulnérables. L'auteur souligne néanmoins que cette richesse est probablement sous-estimée en raison du manque d'études approfondies dans la région, et appelle à davantage de recherches taxonomiques et systématiques sur ce groupe.

Il y'a lieu également de signaler l'étude intitulée "Evidence for a genetic sex determination in Cnidaria, the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum*)", réalisée par Pratlong et al. (2017) a révélé l'existence d'un mécanisme de détermination génétique du sexe chez le corail rouge méditerranéen (*Corallium rubrum*), une avancée significative dans la compréhension de la biologie reproductive des cnidaires.

Ces différentes études soulignent ainsi l'importance des recherches sur les Cnidaires pour une meilleure compréhension de leur diversité, leur répartition et leur vulnérabilité, et mettent en lumière la nécessité de poursuivre les efforts scientifiques pour enrichir les connaissances et renforcer les stratégies de conservation dans les écosystèmes méditerranéens.

1.7. Présentation de la zone d'étude

Ce travail a été conduit sur deux échelles spatiales, la première couvre l'ensemble du littoral algérien et porte sur un inventaire basé sur une compilation bibliographique et le second concerne le site de Rachgoun et a été basé sur une investigation de terrain et un travail d'identification des espèces au laboratoire à partir d'échantillons conservés et de photographies sous-marines.

1.7.1. Le site de l'île Rachgoun

L'île de Rachgoun, également appelée Layalla, est située dans la baie de Beni Saf, sur le littoral de la wilaya d'Aïn Témouchent, plus précisément dans la région de Beni-Saf. Elle s'étend sur 26 hectares et se localise entre le Cap Acra à l'ouest et le Cap Oulhassa à l'est. Cette île constitue une composante majeure du complexe insulaire de l'ouest algérien et est formée des restes d'un ancien volcan appartenant à un système volcanique spécifique à la basse Tafna. Topographiquement, le site est caractérisé par deux plages principales (la plage du Puits, aussi appelée Madrid, et la plage Rachgoun), séparées par des falaises rocheuses à l'embouchure de l'oued Tafna. Le secteur côtier adjacent présente une alternance de plages sableuses et de formations rocheuses, et l'ensemble du littoral demeure relativement peu peuplé et faiblement anthropisé. (MedKeyHabitat, 2016)

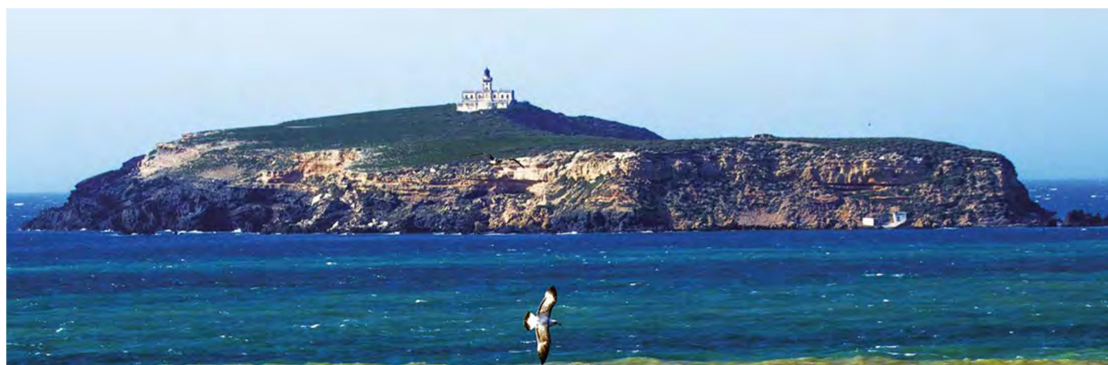


Figure 5 Vue de l'île depuis la plage de Rachgoun (PNUE /PAM-CAR/ASP, 2016.).

Coordonnées géographiques
:(35° 19.445'N, 1°28.764'O)



Figure 6 :Coordonnées géographiques, longueur et largeur de l'île de Rachgoun (fond de carte, Image CNES/Astrium in Google Earth Pro 2016).

I.7.1.1. Caractéristique de milieu physique

a. Climat

La région de Rachgoun a un climat méditerranéen semi-aride avec des étés chauds et secs et des hivers froids et pluvieux. La saison sèche dure 7 mois, d'avril à novembre. Les précipitations sont plus abondantes en montagne (400-450 mm) qu'en plaine (moins de 300 mm). La région est soumise à un déficit pluviométrique dû à l'influence de l'Atlas et du Rif marocains à l'ouest et de la cordillère bétique au nord-ouest, qui bloquent les vents et les

nuages provenant de l'océan Atlantique. La présence d'une masse anticyclonique quasi-permanente entre le Maroc et l'Espagne empêche la formation de dépressions atmosphériques, qui apportent la pluie. La masse d'air polaire maritime perd de sa force avant d'arriver en Oranie, ce qui contribue au déficit pluviométrique. En plus de ces facteurs nordiques, les vents chauds sahariens contribuent à la sécheresse. Ces conditions climatiques entraînent une pénurie d'eau (MedKeyHabitat, 2016)

Tableau 1 : Synthèse des données climatiques de la station de Rachgoun

Site	Période	P(mm)	M(°C)	Q2
Rachgoun	1999 – 2008	349.9	29.06	45.03

b. Sédimentologie

Selon Djellali & Bairi (1996) in LRSE, (2004), la partie orientale de la baie de Beni Saf, est recouverte des tufs pyroclastiques fins, à pendage léger vers l'Est, renfermant de nombreux éléments sédimentaires et recouverte par endroits de sables dunaires récents. Sur les fonds marins du secteur ouest de Beni Saf, les pourcentages en pélites sont très faibles (<4%) sur presque la totalité du secteur. Les valeurs comprises entre 4 et 10% se trouvent en face de l'embouchure de l'Oued Tafna ainsi qu'à l'Est du cap Acra. À l'Ouest de l'île de Rachgoun, les sables fins longent la côte jusqu'au Cap Acra et recouvrent la zone à l'Est de l'île. Tandis que les sables moyens (>200µm) se localisent en face de la plage Rachgoun à partir de -3 mètres et reviennent au niveau du Cap Acra jusqu'à la côte. Le transit sédimentaire dans la baie de Beni Saf s'effectue d'ouest en est par les houles du secteur ouest et nord-ouest. La quantité de sédiment qui transite annuellement de l'ouest vers l'est par des profondeurs supérieures à 20 mètres est de l'ordre de 146 000 m³/an. Ces quantités de sédiments déplacées affectent considérablement la structure sédimentaire de surface aux alentours immédiats de l'île Rachgoun. (MedKeyHabitat, 2016).

c. Bathymétrie

Les travaux de levé bathymétrique du plan d'eau près de l'île de Rachgoun ont été effectués en mai 2016. Le levé a été réalisé en utilisant un maillage de 50 x 5 m couvrant une superficie totale d'environ 150 hectares. Le système géodésique WGS84 a été utilisé pour cette bathymétrie. Le profil bathymétrique de la plupart des îles et îlots algériens présente des isobathes serrées autour de l'île sur ses quatre versants (nord, sud, est et ouest). Ces isobathes deviennent particulièrement resserrées au contact direct de l'île sur les axes nord-nord-ouest et nord-nord-est, avec une pente relativement irrégulière sur tout le pourtour immédiat de l'île, mais plus marquée à certains endroits. Cette bathymétrie, mise en évidence dans le cadre du projet "medkeyhabitats", crée des conditions favorables à l'installation d'une faune et d'une flore variées et diversifiées (Rapport final Projet MedKeyHabitats).

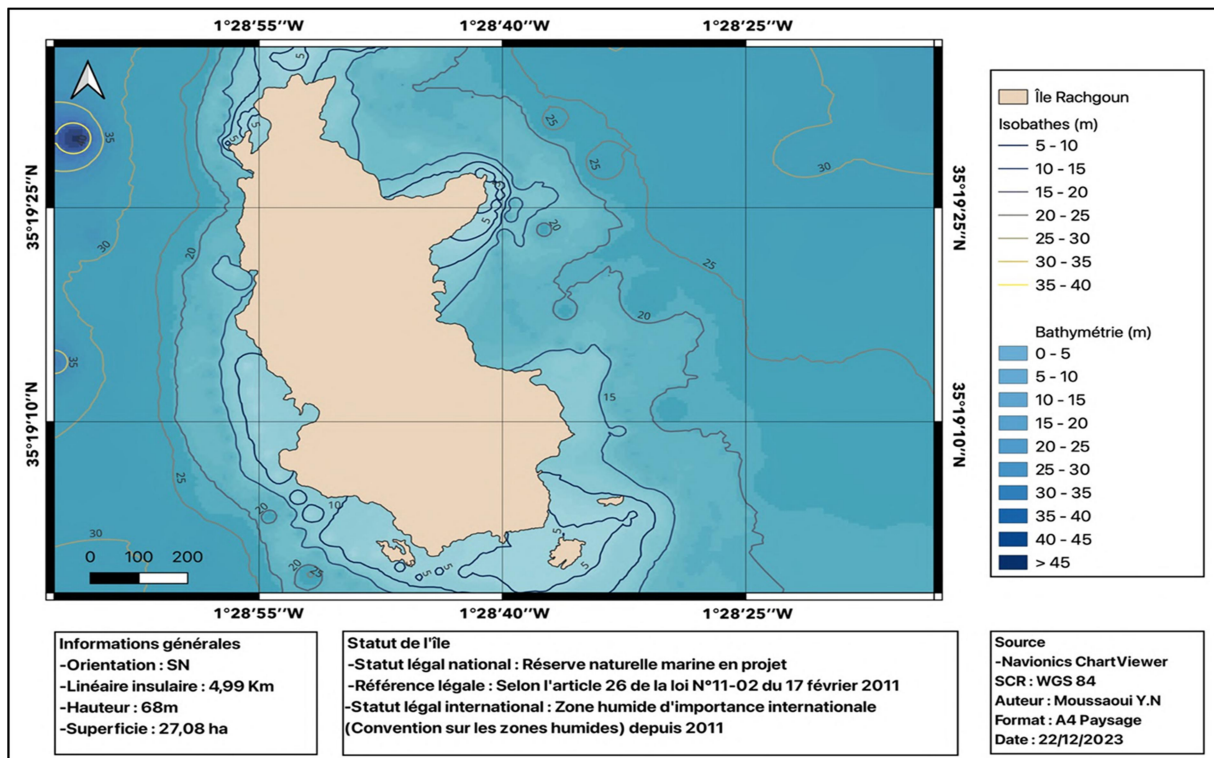


Figure 7 Carte bathymétrique de l'île de Rachgoun- Ain Témouchent (Moussaoui, 2024)

d. Courantologie

Le secteur de l'île de Rachgoun est directement exposé au courant algérien qui se déplace d'ouest en est à une vitesse moyenne de 0,25 m/s (Millot, 1987). Les courants dans la partie sont de la Baie de Beni Saf, selon Djellali et Bairi (1996), sont des courants de dérive orientés est-ouest, provoqués par les houles venant du nord-ouest et du nord. En ce qui concerne les courants dans les secteurs ouest et centre de Beni Saf, généralement issus de trois directions de houle, on observe principalement des courants de dérive d'ouest en est, avec parfois des courants de retour. Les courants qui se dirigent est-ouest le long de la plage de Rachgoun sont causés par les houles venant du nord-ouest. Les zones les moins agitées se situent près de la plage de Rachgoun et du Puits. En revanche, une turbulence plus prononcée est observée face au Cap Acra, au Cap Oulhassa et au port de Beni Saf. Le courant maximal (57 m/s) est enregistré. En général, on observe une activité maritime importante au large des deux Caps (Djellali & Bairi, 1996).

I.7.2. La côte algérienne

Le littoral Algérien est localisé au sud du bassin occidental méditerranéen à une latitude de 35° à 40° Nord, pour une longitude de 2° Ouest à 7°45 Est. Il est situé à l'Est de la Mer d'Alboran, entre l'Algérie au Sud, les îles Baléares au Nord-Ouest et la Sardaigne au Nord Est. L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la Méditerranée. Partie intégrante du continent Nord-Africain, et longue d'Est en Ouest de la Méditerranée sur 2148 km (INCT, 2022). Dans la présente étude, nous avons divisé la côte Algérienne en trois secteurs : le secteur Ouest : de El Ghazaout (Tlemcen) jusqu'à Chlef, le secteur Centre : de Chlef jusqu'à Béjaïa et le secteur Est : de Béjaïa jusqu'à El Kala.

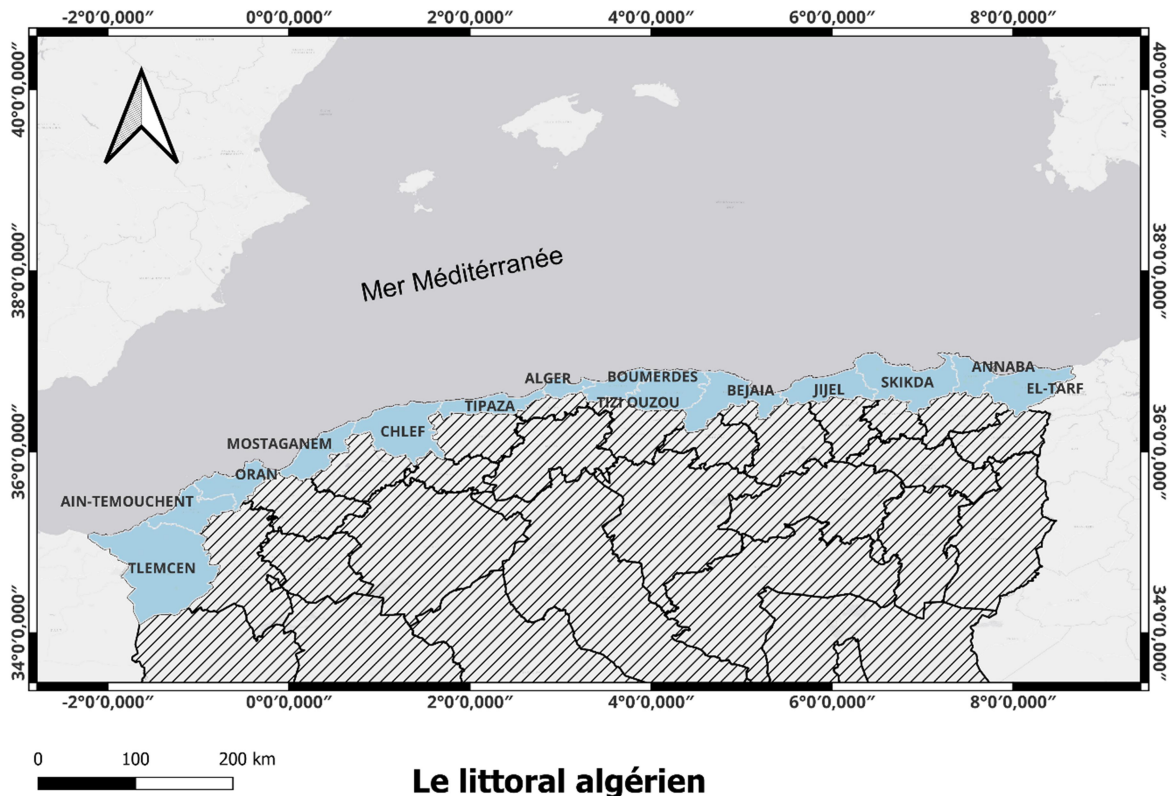


Figure 8 : Carte de la côte algérienne

II. Chapitre 02 : Méthodologie

La présente étude repose sur trois volets principaux : La réalisation d'une photomosaïque des fonds marins afin de visualiser et cartographier les habitats benthiques, l'inventaire des cnidaires et des bryozoaires présents dans les zones étudiées (la côte algérienne, île Rachgoun), ainsi que l'identification des espèces collectées à travers des critères morphologiques et des références bibliographiques spécialisées.

II.1. Photomosaïque

Une photomosaïque est en fait une « image composée d'images » une image (généralement une photographie) qui a été divisée en sections carrelées, généralement de taille égale, chacune étant remplacée par une autre photographie correspondant à la photo cible. Cette technique est utilisée à des fins artistiques mais aussi dans les domaines scientifiques. Et ces dernières années, la photomosaïque a trouvé des applications variées dans le domaine scientifique, notamment dans l'étude des milieux naturels difficiles d'accès tels que les fonds marins.

Dans le cadre de cette recherche documentaire, une analyse approfondie de la littérature scientifique internationale a été réalisée afin d'identifier les applications potentielles de cette méthodologie dans les domaines de la cartographie marine, du suivi écologique et de la surveillance environnementale.

Cette investigation bibliographique a conduit à l'examen de plusieurs études de référence. Premièrement, les travaux de Vertino et al. (2010), intitulés "Benthic Habitat Characterization and Distribution from Two Representative Sites of the Deep-Water SML Coral Province (Mediterranean)", publiés dans *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* (Volume 57, numéros 5-6), ont été analysés. Cette recherche démontre l'efficacité de l'approche méthodologique pour la caractérisation et la cartographie des habitats benthiques profonds en Méditerranée, offrant ainsi un modèle d'application dans des environnements similaires.

Parallèlement, les contributions de Martin et al. (2007) ont été étudiées à travers leur publication "Applications of Geo-Referenced Underwater Photo Mosaics in Marine Biology and Archaeology", parue dans la revue *Oceanography* (Volume 20, numéro 4). Cette étude présente un intérêt particulier car elle illustre la polyvalence de la technique des photomosaïques géo-référencées, qui trouve des applications tant dans l'étude des communautés benthiques que dans la documentation du patrimoine archéologique sous-marin.

L'analyse de ces travaux permet d'appréhender la diversité des applications possibles de cette méthodologie et d'envisager son adaptation au contexte d'étude spécifique.

Une autre étude « Mosaics of Benthic Habitats Using Laser Line Scan Technology » conduite par Yuri et al et présentée lors de la conférence OCEANS 2006 organisée par l'IEEE en septembre 2006. Les auteurs y décrivent l'utilisation de la technologie Laser Line Scan (LLS) pour la création de mosaïques détaillées des fonds marins profonds. Grâce à un système de navigation précis et à des algorithmes de traitement d'image, ils ont réussi à générer des

mosaïques à haute résolution, permettant une cartographie fine et rapide des habitats benthiques, notamment dans les zones difficiles d'accès.

Dans le cadre de cette étude, plusieurs logiciels tels qu'ERDAS et QGIS ont été testés pour réaliser le photo mosaïquage des écosystèmes benthiques. Cependant, ces outils se sont avérés limités par rapport aux spécificités des données disponibles. Le choix s'est finalement porté sur le logiciel Agisoft, qui s'est révélé le plus adapté grâce à sa compatibilité avec les données et ses performances en traitement photomosaïque. Plusieurs tentatives ont été nécessaires avec Agisoft pour affiner les paramètres et obtenir la photo finale.

II.1.1. Présentation de logiciel Agisoft

Est un logiciel qui effectue le traitement photogrammétrique d'images numériques et génère des données spatiales 2D/3D. Les données générées peuvent être traitées et interprétées directement dans Metashape ou intégrées dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG), logiciels de CAO/DAO, la documentation du patrimoine culturel, la production d'effets visuels ainsi que pour des mesures indirectes d'objets à différentes échelles. Tandis que à l'échelle nationale, la méthode de la photomosaïque appliquée au milieu marin, et en particulier aux écosystèmes benthiques, reste encore très peu explorée. À ce jour, aucune étude publiée en Algérie n'a spécifiquement utilisé cette technique pour la cartographie ou l'analyse des habitats benthiques.

II.1.2. Les étapes de traitement des images

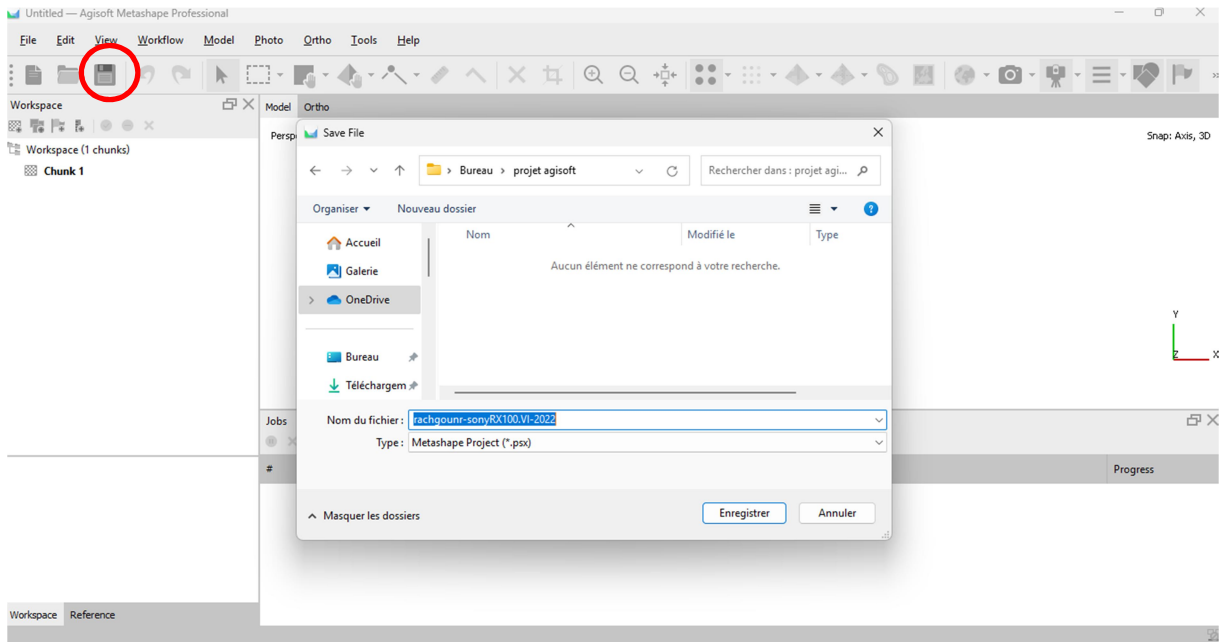
- **L'étape de prise des photos**

La photo mosaïque de l'écosystème benthique a été effectuée à (0-22m) de profondeur au Sica Blanca, au large de l'île de Rachgoun. La méthode de prise de vues est celle de **quadrillage (de 50 cm × 50 cm)**, les photos ont été prises manuellement par des plongeurs professionnels utilisant un appareil photo haute résolution (Sony RX100, série VI), équipé d'un flash externe pour compenser la faible luminosité des zones coralligènes. Elles ont ensuite été traitées avec logiciel « Agisoft Métashape » pour créer une mosaïque haute résolution incluant l'alignement des images et le réglage des points de correspondance. L'analyse de ces mosaïques a permis l'identification des habitats et des espèces benthiques présentes (gorgones, bryozoaires, etc.).

- **L'assemblage par Agisoft :**

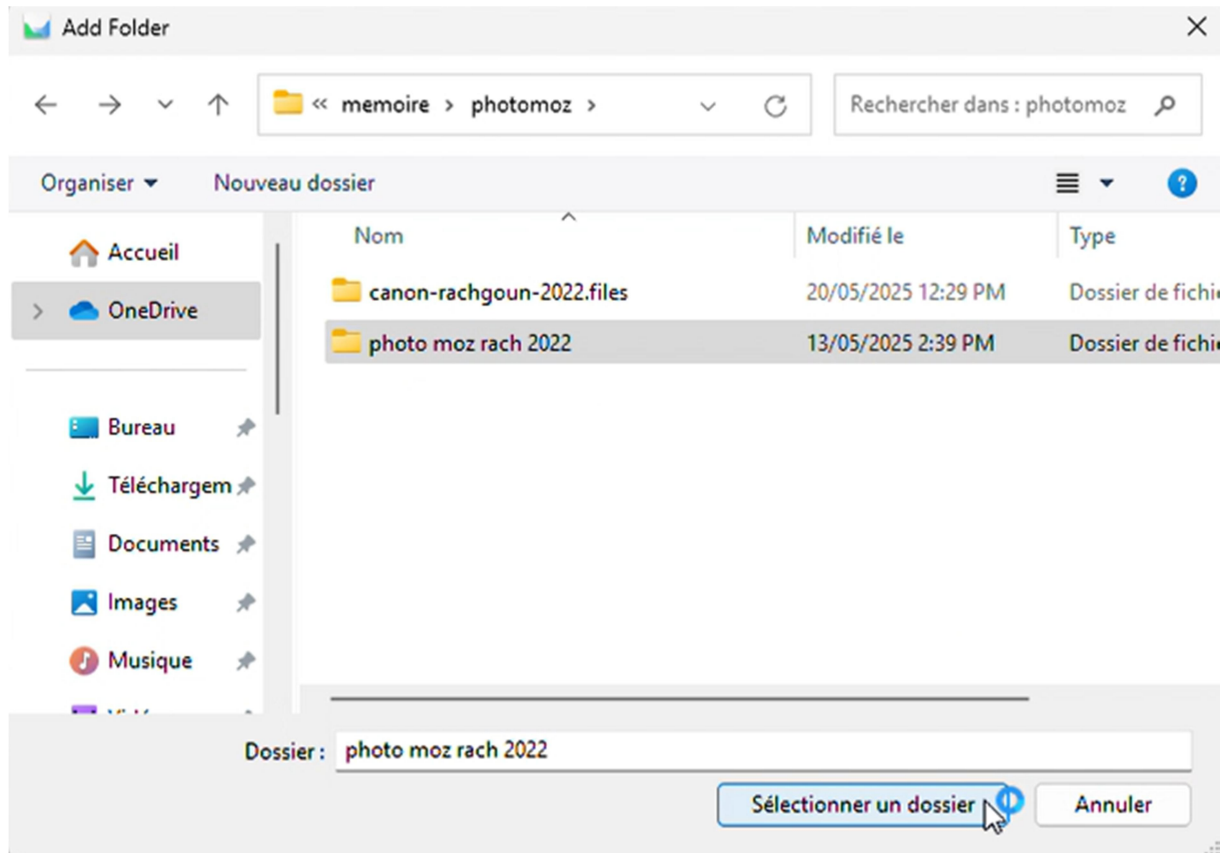
- 1- **Création du projet**

- Ouvrir Agisoft Metashape.
- Cliquer sur Save pour renommer et enregistrer le projet.

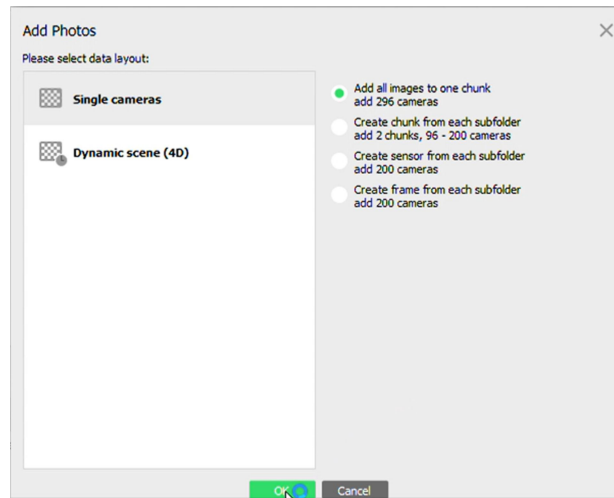


2. Chargement des images

Aller dans Workflow > Add Folder pour importer un dossier d'images.

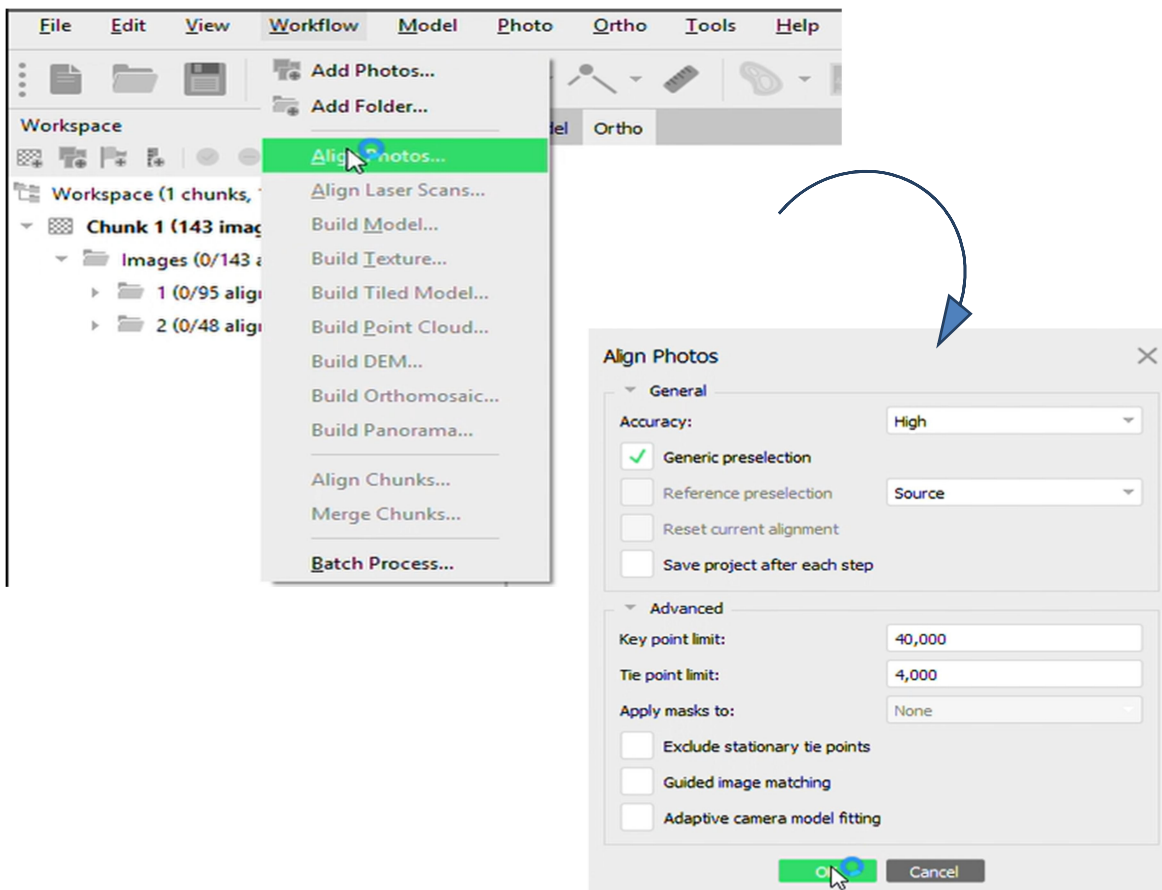


- Sélectionner Add all images to one chunk pour regrouper toutes les images dans une seule section.
- Les images apparaissent dans la section Workspace

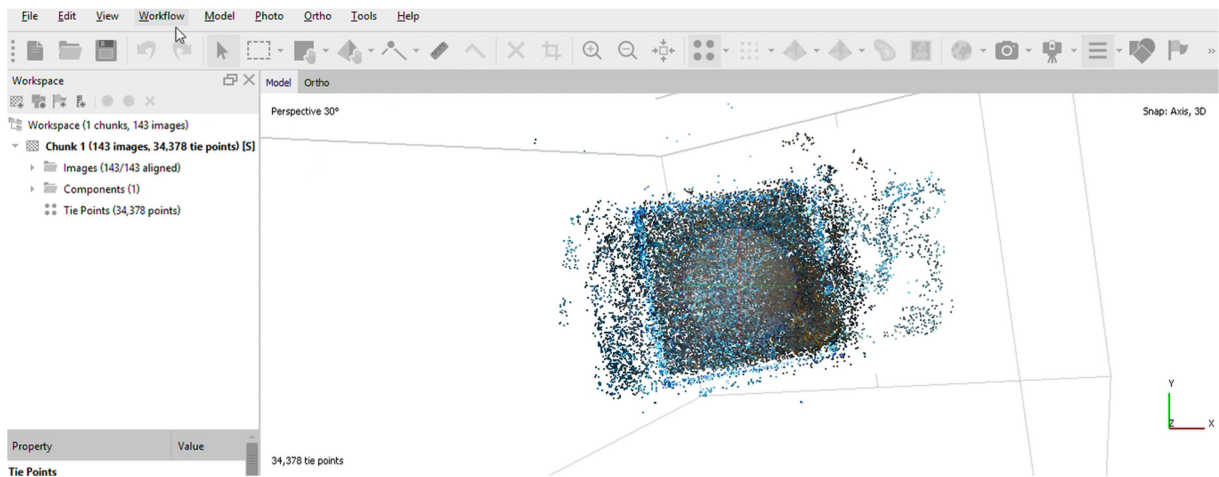


3. Alignement des photos

- Aller dans Workflow > Align Photos.
- Paramètres : Accuracy : High.
Generic Preselection : Activé.
Cliquer sur OK.



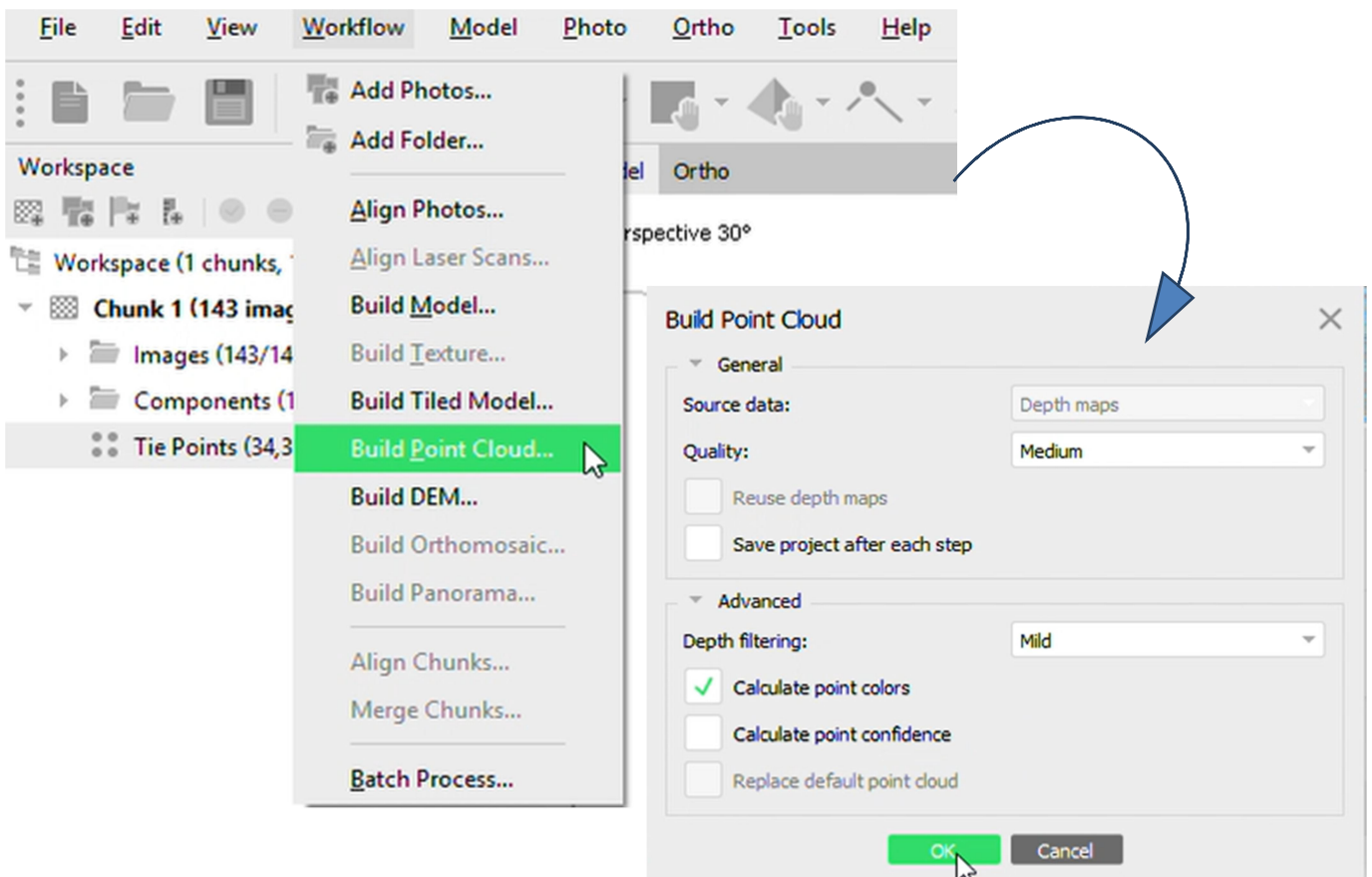
Un modèle basé sur des tie points (points d'attache) est généré.



4. Création du nuage de points dense

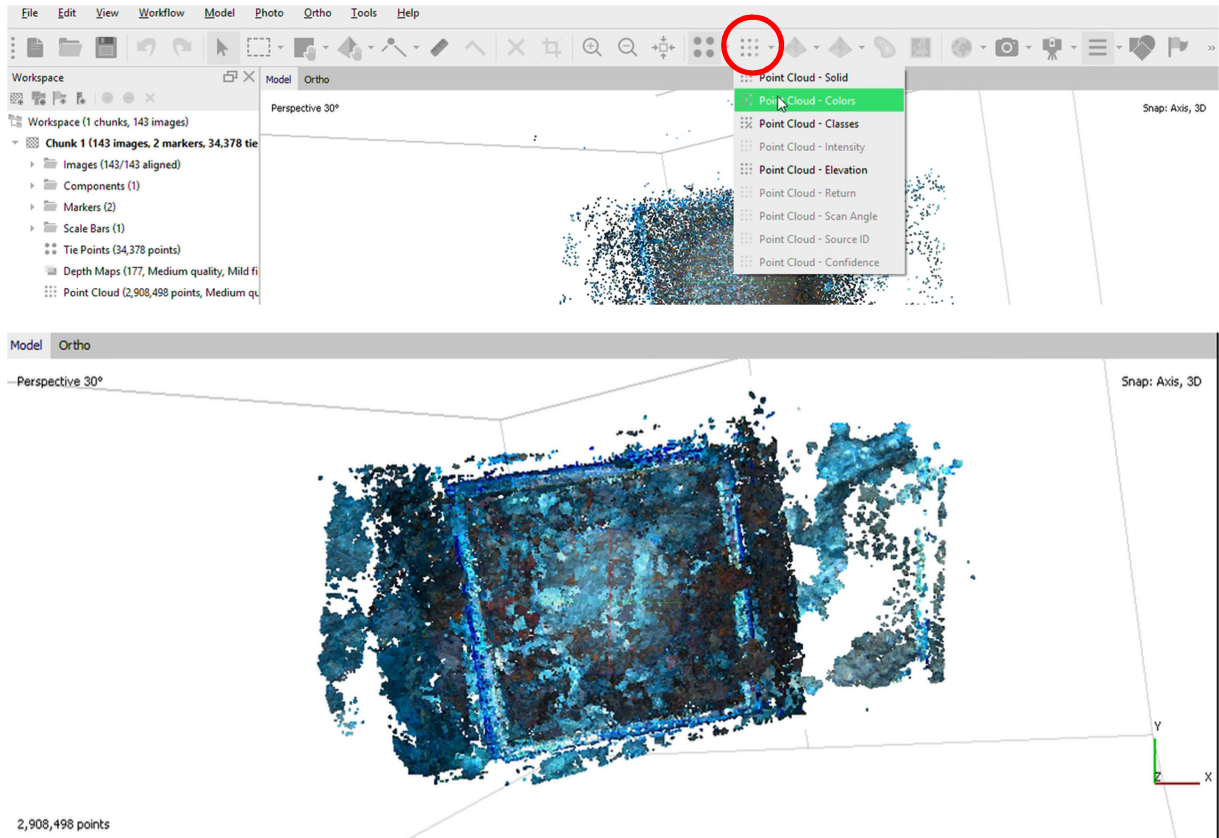
- Aller dans Workflow > Build Dense Cloud.
- Paramètres :Quality : Medium.

Cliquer sur OK.



Pour afficher les points denses : aller dans Point Cloud > Colors.

- Pour afficher les points denses : aller dans Point Cloud > Colors.

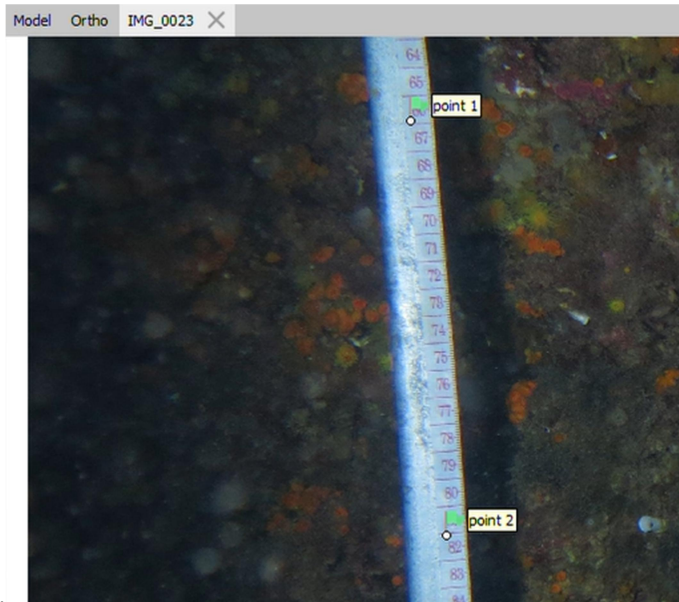


5. Réglage des mesures

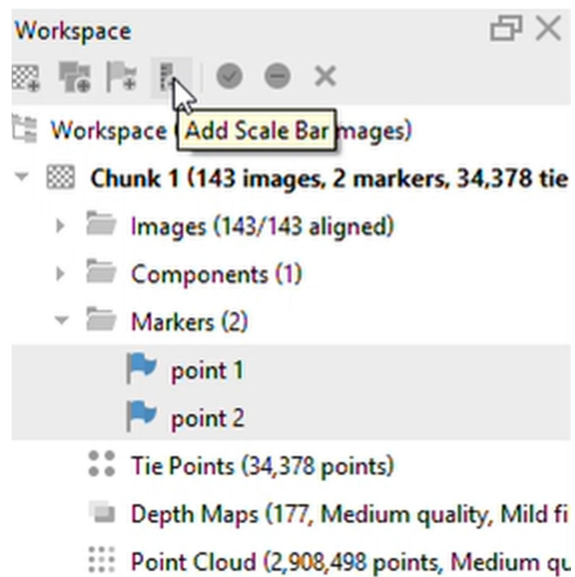
- Choisir une photo claire contenant une règle de mesure.



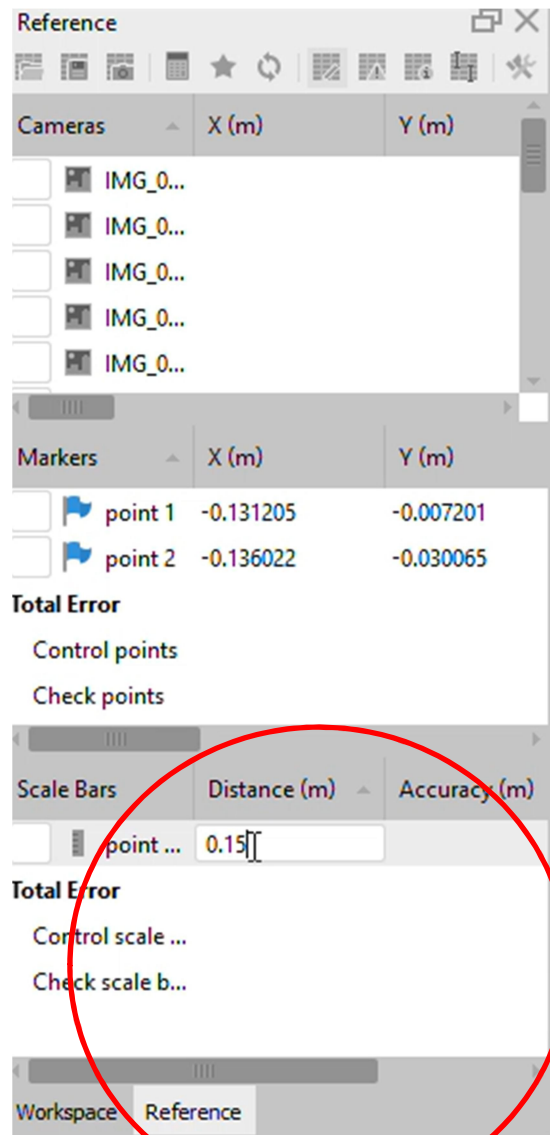
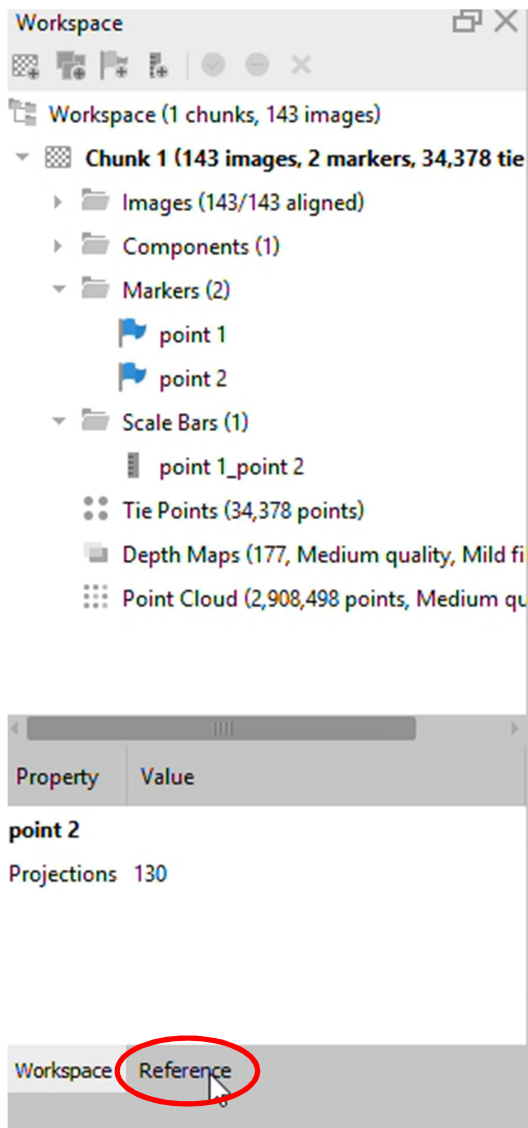
- Clic droit sur la photo, sélectionner Add Marker, puis placer deux marqueurs sur deux points de la règle



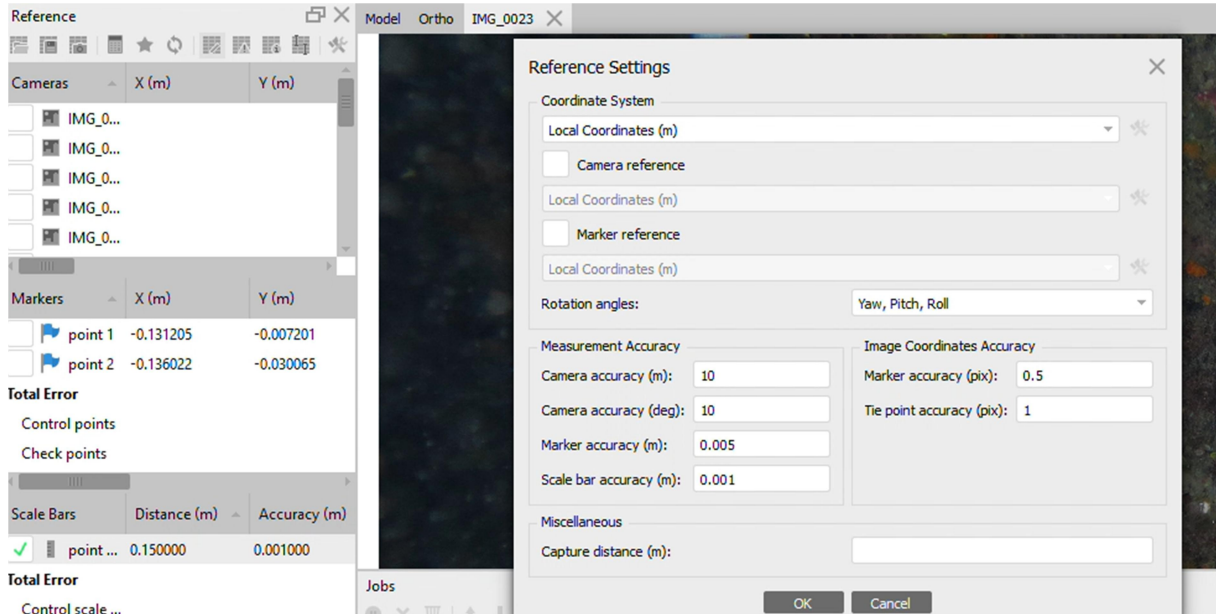
- Dans Workspace, sélectionner les deux marqueurs (CTRL + clic) et cliquer sur Add Scale Bar.



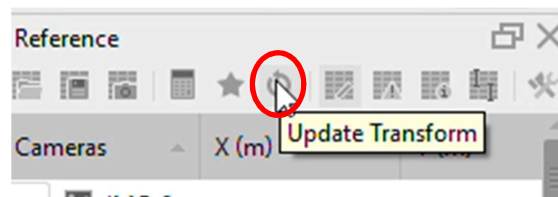
- En bas de l'interface, cliquer sur Reference.



- Entrer la distance réelle entre les deux points =0.15 (en mètres).
- Aller dans Reference Settings et définir le système de coordonnées sur Local Coordinates (m).
- Cliquer sur OK.

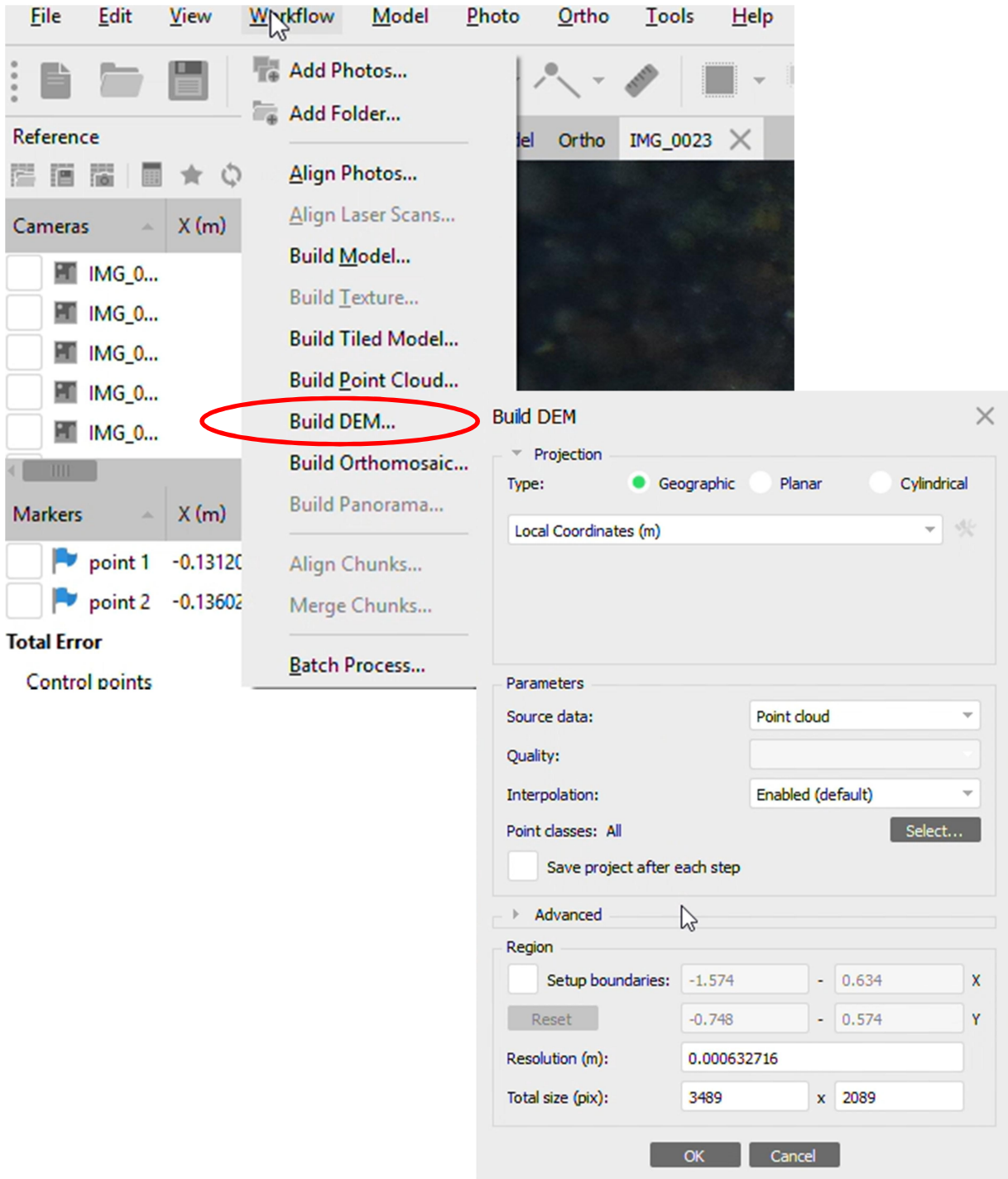


- Cliquer sur Update Transform pour appliquer les ajustements.



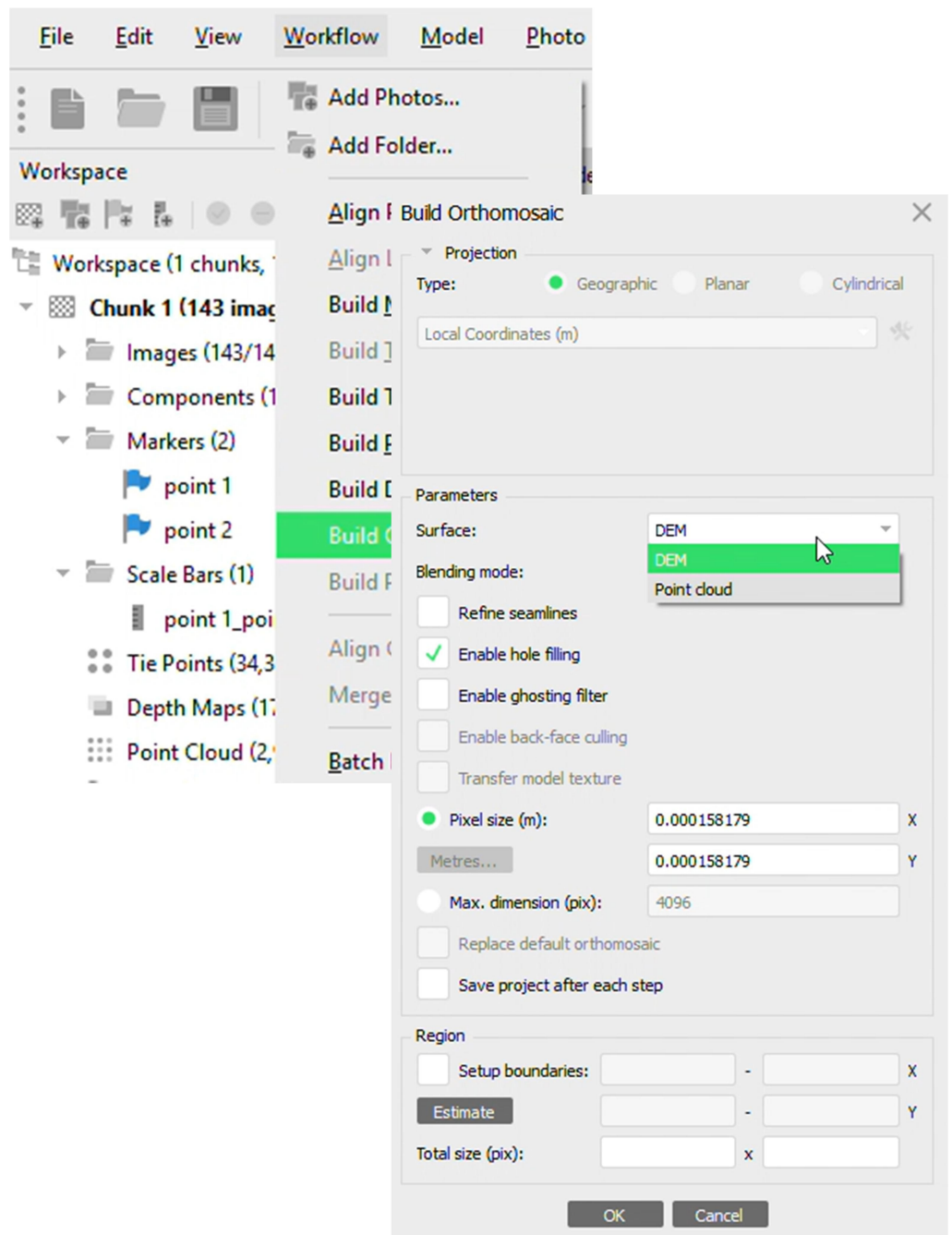
7. Création du Modèle Numérique d'Élévation (DEM)

- Aller dans Workflow > Build DEM.
- Paramètres : Système de coordonnées : Local Coordinates (m) (car les photos ne sont pas géoréférencées) et laisser les autres options par défaut.
- Cliquer sur OK pour générer le DEM.



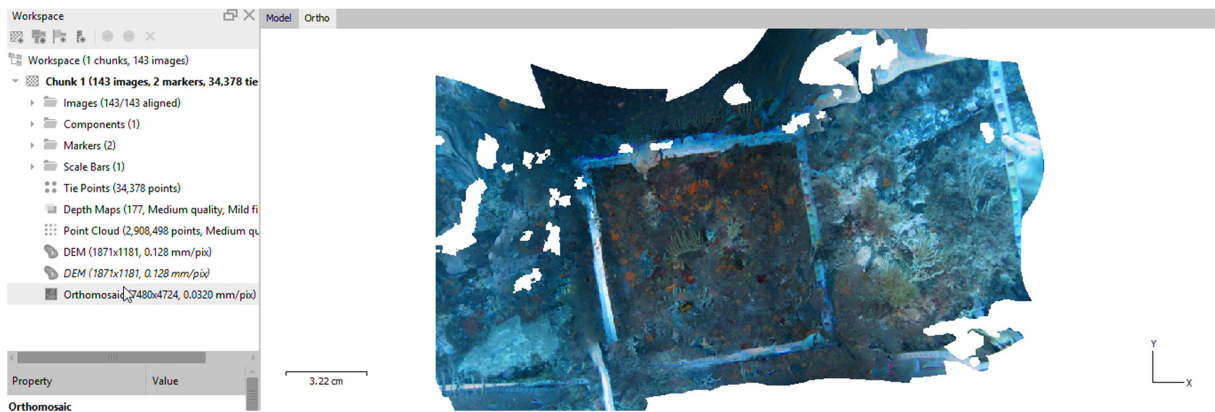
8. Génération de l'orthomosaïque

- Aller dans Workflow > Build Orthomosaic, cette étape permet de produire l'orthophoto finale, qui est l'image mosaïquée corrigée et alignée.
- Cliquer sur OK pour obtenir le résultat souhaité.



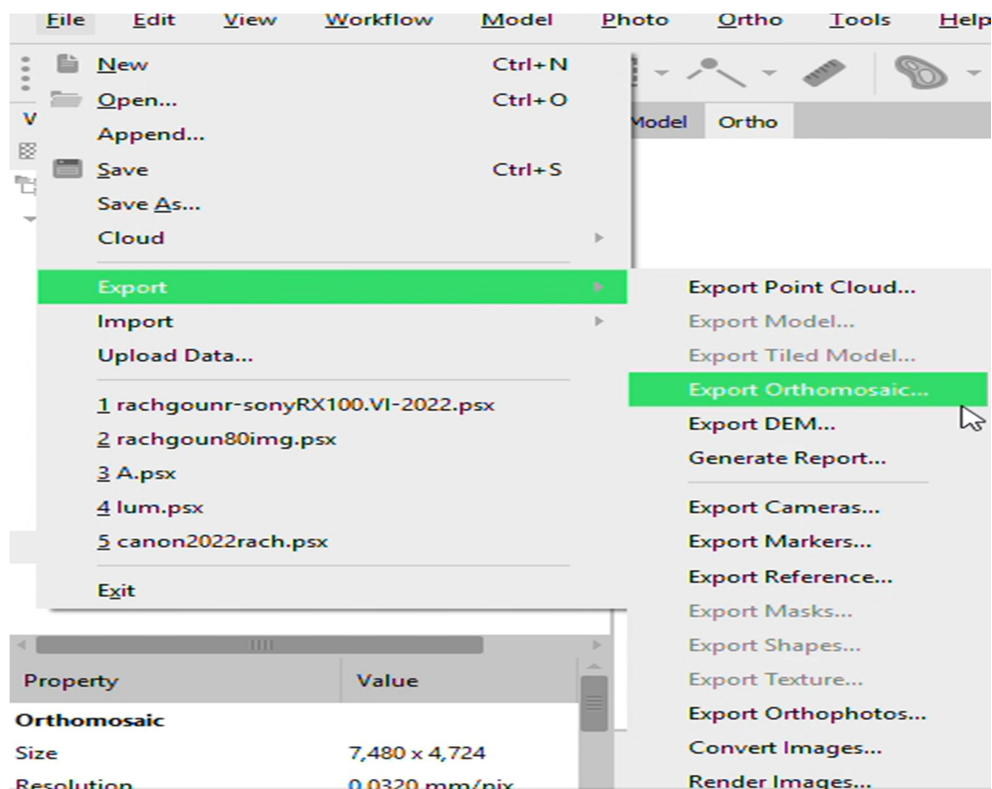
9. Affichage de l'orthomosaïque

- Laisser les paramètres par défaut à l'étape précédente.
- Dans le Workspace, cliquer sur Orthomosaic pour afficher le résultat généré.



10. Exportation de l'orthomosaïque

- Aller dans File > Export > Export Orthomosaic.
- Choisir le format TIFF (ou tout autre format souhaité).
- Définir le nom du fichier et l'emplacement d'enregistrement.
- Cliquer sur Save pour exporter l'orthomosaïque.



II.2. Inventaire de cnidaires et de bryozoaires

II.2.1. Contexte et objectifs de l'étude

Les résultats de ce travail contribueront à l'enrichissement de la base de données nationale BANBIOM (Base de données Nationale de la biodiversité Marine) qui sont hébergées à l'ENSSMAL. Le travail consiste à inventorier les signalements de cnidaires et de bryozoaires le long de la côte algérienne en analysant de manière méthodique la bibliographie pertinente mentionnant les espèces de ces deux embranchements.

II.2.2. Méthodologie de collecte des données

En premier lieu, nous avons mené des recherches en ligne en utilisant Google et Google Scholar avec des mots-clés pertinents tels que "Cnidaires", "Bryozoaires", et "les cnidaires et les Bryozoaires sur la côte algérienne". Cette démarche nous a donné accès à un certain nombre d'articles scientifiques au format numérique. En complément de ces recherches, nous avons examiné les références bibliographiques de diverses études pour repérer toutes les recherches pertinentes déjà publiées. Ensuite, nous avons consulté les thèses de doctorat disponibles en ligne portant sur la présence des espèces de cnidaires et de Bryozoaires en Algérie, ainsi des livres sous format papiers.

Cette approche nous a permis de rassembler toutes les études concernant la faune marine répertoriant les espèces des cnidaires et des Bryozoaires présentes sur la côte algérienne.

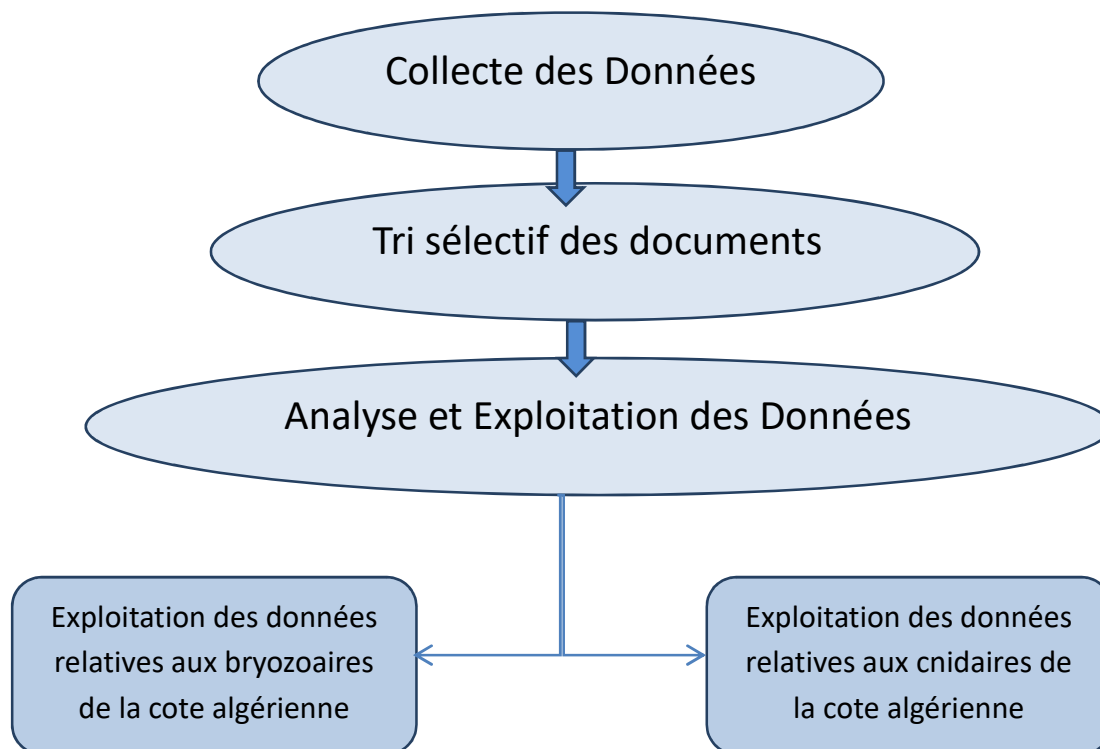


Figure 9 schémas présentes les étapes de remplir la base de données BANBIOM

II.2.3. Critères de sélection et tri des documents

Le processus de tri sélectif des documents a été essentiel lors de l'examen des documents. L'objectif était de repérer les espèces mentionnées le long de la côte algérienne. Ainsi, pour identifier les documents contenant les informations requises pour l'inventaire, une sélection minutieuse a été effectuée en fonction des exigences de cette étude.

II.2.4. Analyse et exploitation des données disponibles

a) Structure et organisation des données inventoriées

Dans cette étape, l'exploitation des données relatives aux espèces de cnidaires et de bryozoaires de la côte algérienne repose principalement sur une analyse bibliographique approfondie et une lecture attentive des documents disponibles. Ces sources ont permis de détailler, dans la mesure du possible, les informations essentielles concernant chaque espèce, telles que leur embranchement, leurs espèces, les profondeurs et les types d'habitats où elles ont été récoltées, ainsi que les zones géographiques d'origine dans les régions spécifiques, et leurs statuts écologiques. Cette approche a facilité l'analyse de la similarité faunistique entre les cnidaires et les bryozoaires de la côte algérienne, ainsi que la réalisation d'un inventaire de ces espèces sur Excel. L'inventaire des espèces est organisé par embranchement cnidaire/bryzoaire, avec toutes les espèces répertoriées dans la documentation, sans redondance, disposées en ligne, et toutes les informations associées présentées en colonne.

Informations relatives à chaque espèce, comprenant le nom de l'espèce, son règne, son groupe taxonomique, sa classe, sa sous-classe, son ordre, son sous-ordre, sa super-famille, sa famille,

statut de protection_ convention de Barcelone	statut de protection_ CITES	statut de protection_ UICN	statut de protection_ Algérie	statut de protection_ Bernne	statut de protection_ Bonn	Statut_ NIS
						Occasionnelle
Status_exploitation	Statut_biotechnologique	Auteur	Reference			
		Y.V. Gautier	Gautier, Y.V., 1955. Bryozoaires de Castiglione. Bulletin des travaux de la Station d'Aquaculture et de Peche de Castiglic			
		Jean-Loup d'HONDT et Dorsaf BEN ISMAIL	GAUTIER (1962)			
		Petit J.M	Petit J.M. Contribution a l'étude du peuplement benthique de la baie d'Alger. PELAGOS.1972, volume IV, fascicule 1, 3;			
		Belbacha, S., Semroud, R. & Ramos_Espla	Belbacha, S., Semroud, R. & Ramos_Espla, A. 2011. Inventaire des peuplements de coralligene de l'aire marine de l'			
		F. CANU ET R.S, BASSLER				
		J.M,PETIT				

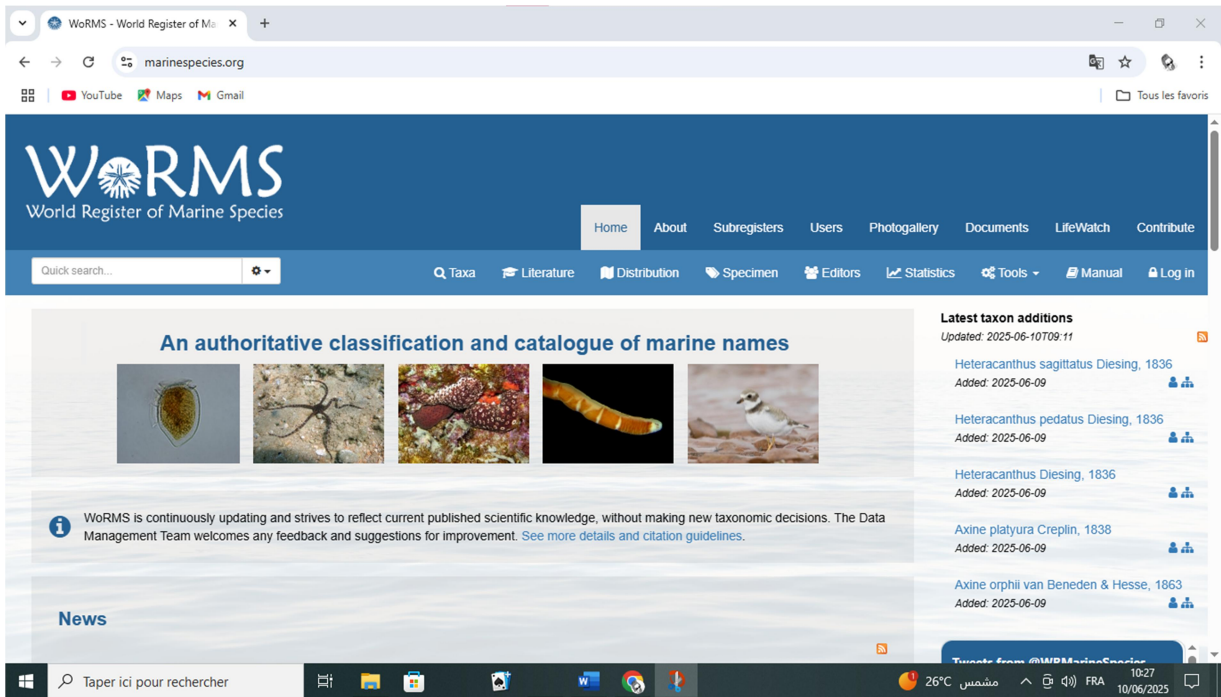
Figure 10: Tableau représente les informations de la base de données BANBIOM

b) Actualisation taxonomique et validations scientifiques :

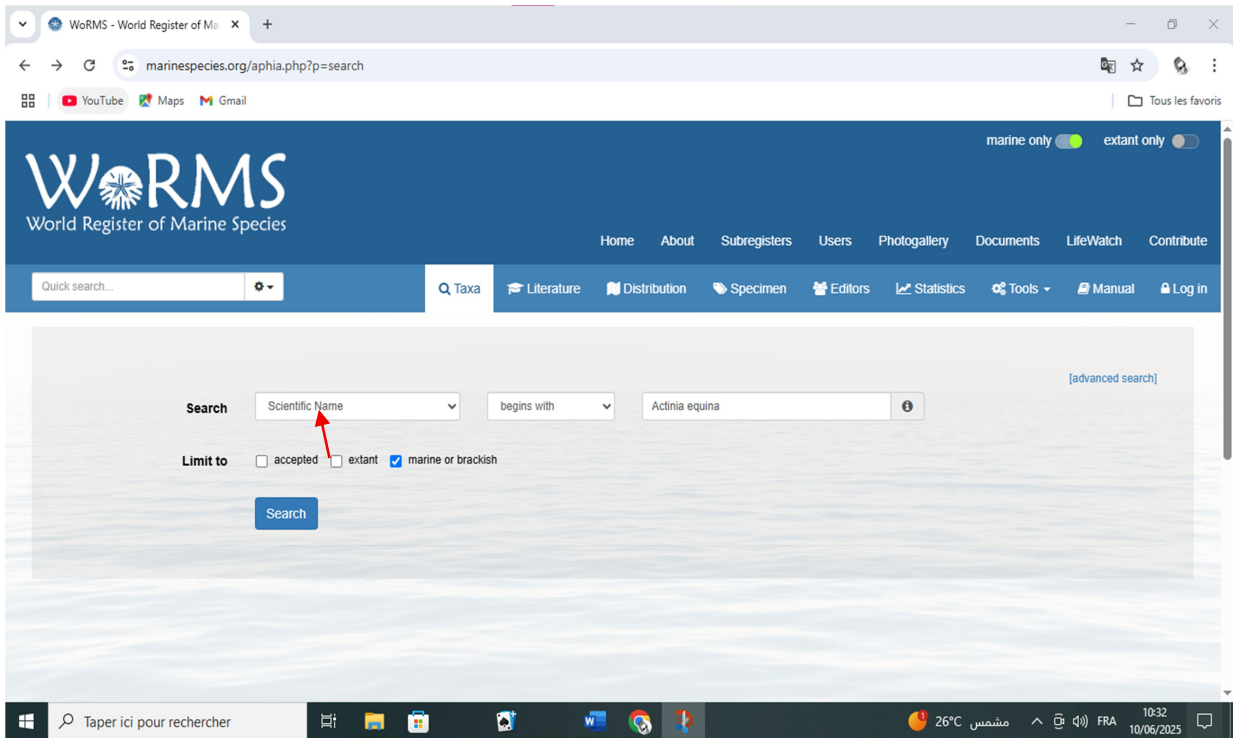
La mise à jour de la taxonomie est essentielle pour décrire et regrouper les organismes vivants en catégories appelées taxons. Cette classification, représentée sous forme d'arbre, part de la racine englobant tous les êtres vivants actuels ou passés, jusqu'aux individus. Grâce à l'analyse génétique, certaines espèces ont été redéfinies, suivant le système binomial où le nom d'une espèce est composé de deux termes latins généralement en italique : le nom du genre suivi d'une ou deux épithètes spécifiques. La taxonomie joue un rôle crucial dans l'établissement des inventaires de la biodiversité, servant d'indicateurs biologiques pour suivre les changements tels que le réchauffement climatique, identifier les espèces et leurs caractéristiques, ainsi que contrôler les espèces envahissantes. Elle est un outil fondamental car les informations qui en découlent sont à la base de toute la biologie. La gestion environnementale inclut l'arrangement et le classement des espèces selon les niveaux taxonomiques définis par la Commission internationale de nomenclature zoologique, dans un ordre décroissant. L'actualisation taxonomique, qui est une étape laborieuse, implique la révision de la nomenclature utilisée pour adopter les noms scientifiques actuellement validés. Cette mise à jour des genres et des espèces se fait en conformité avec la nouvelle nomenclature internationale. Pour ce faire, le World Register of Marine Species (WoRMS) est utilisé. Ce registre mondial des espèces marines provient de l'initiative européenne "European Register of Marine Species" (ERMS) et est combiné avec d'autres espèces enregistrées dans les registres de l'Institut flamand de la mer (VLIZ). Le WoRMS a pour objectif de fournir un répertoire complet et à jour des espèces marines. Une liste complète des noms d'organismes marins, y compris des informations sur la synonymie, est disponible. Les noms valides sont privilégiés, mais d'autres noms couramment utilisés sont également répertoriés pour faciliter l'interprétation de la littérature taxonomique.

- Les étapes à suivre pour réaliser cette actualisation :

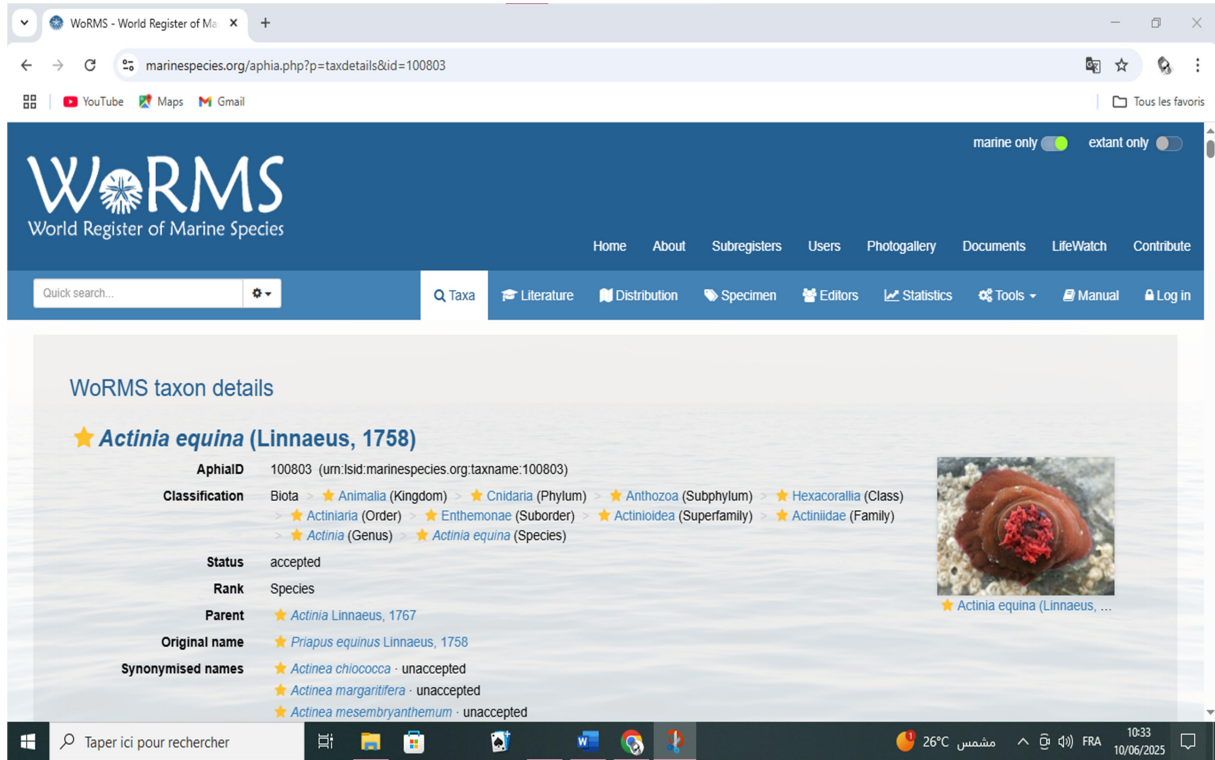
Etape 01 : Accéder au site: (<https://www.marinespecies.org/>)



- **Etape 02** : écrire le nom du taxon à identifier et lancer la requête par exp(*Actinia équina*)



○ Etape 03 : Vérifier les détails du taxon



The screenshot shows the WoRMS (World Register of Marine Species) website. The browser address bar displays `marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=100803`. The page title is "WoRMS World Register of Marine Species". The navigation menu includes "Home", "About", "Subregisters", "Users", "Photogallery", "Documents", "LifeWatch", and "Contribute". A search bar is present with the text "Quick search...". The main content area is titled "WoRMS taxon details" and features a star icon next to the species name **Actinia equina (Linnaeus, 1758)**. The details include:

- AphiaID**: 100803 (urn:lsid:marinespecies.org:taxname:100803)
- Classification**: Biota > [Animalia](#) (Kingdom) > [Cnidaria](#) (Phylum) > [Anthozoa](#) (Subphylum) > [Hexacorallia](#) (Class) > [Actinaria](#) (Order) > [Entemoneae](#) (Suborder) > [Actinioidea](#) (Superfamily) > [Actiniidae](#) (Family) > [Actinia](#) (Genus) > [Actinia equina](#) (Species)
- Status**: accepted
- Rank**: Species
- Parent**: [Actinia](#) Linnaeus, 1767
- Original name**: [Priapus equinus](#) Linnaeus, 1758
- Synonymised names**:
 - [Actinea chiococca](#) - unaccepted
 - [Actinea margaritifera](#) - unaccepted
 - [Actinea mesebryanthemum](#) - unaccepted

A photograph of a red sea anemone is shown on the right side of the page. The Windows taskbar at the bottom indicates the system time as 10:33 on 10/06/2025, with a temperature of 26°C and weather conditions of "مشمس" (Sunny).

II.3. Identification des cnidaires et bryozoaires récoltés

1- Echantillonnage et conservation

Le prélèvement des échantillons benthiques a été effectué par plongée sous-marine. L'échantillon prélevé est fixé au formol dilué à 10% et est stocké dans des bocaux en vue de son étude au laboratoire. Chaque bocal renferme une étiquette en papier calque portant toutes les indications relatives au prélèvement (lieu de prélèvement, numéro de la station, date de prélèvement, profondeur, type de substrat).

2- Traitement au laboratoire

La reconnaissance et l'identification des espèces récoltées a été faite au laboratoire BANBIOM de l'ENSSMAL entre Mars et Mai 2025.

3- Traitement des échantillons prélevés

Tri : Pour isoler la fraction macrozoobenthique du sédiment, une méthode en trois étapes est suivie : d'abord, le contenu des bocaux est rincé sur un tamis de maille de 1 mm sous un jet d'eau. Ensuite, le résidu retenu par le tamis est transféré dans un bac à fond blanc contenant un peu d'eau, où les gros débris sont éliminés pour faciliter le tri. Enfin, les espèces sont récupérées à l'aide de pinces, puis conservées dans des piluliers étiquetés (indiquant le groupe zoologique, le numéro de station et la date de prélèvement) contenant du formol dilué à 10 %. Les organismes triés sont classés en groupes zoologiques distincts, tels que les Annélides, Mollusques, Crustacés, Échinodermes, Cnidaires et Bryozoaires.



Figure 11 Matériel utilisé pour le traitement des échantillons

Reconnaissance des espèces (identification et taxonomique)

L'identification des espèces est effectuée à l'aide de : Une loupe binoculaire avec deux livres tel que Méditerranée : À la découverte des paysages sous-marins (2008) et *Bryozoan Studies 2001: Proceedings of the 12th International Bryozoology Association Conference*.

Actualisation taxonomique

Elle consiste à vérifier la position taxonomique des espèces identifiées. Deux bases de données ont été utilisées pour les besoins de cette actualisation : DORIS et WoRMS.



Figure 12 Le tri des échantillons

- **DORIS** (Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques) est une plateforme dédiée à la documentation et à l'identification des espèces marines. Elle fournit des informations détaillées sur la biodiversité sous-marine, incluant des descriptions, des photos et des données sur les habitats et les comportements des espèces.
- **WoRMS** (World Register of Marine Species) est effectivement une base de données taxonomique de référence majeure dans le domaine de la biologie marine. Le World Register of Marine Species cherche à fournir une liste à jour des noms de taxons des organismes marins.

Cette base de données, lancée en 2007, vise à être une classification et un catalogue faisant autorité des noms marins. L'ampleur de WoRMS est impressionnante : WoRMS contient 460 000 noms taxonomiques (du royaume à l'espèce) et 368 000 noms d'espèces (Costello & al, 2013).

4- Création des fiches techniques : Contenant une photo générale de l'espèce et autre transversal sous la loupe, taxonomie et la description.

5- Archivage et stockage des échantillon : mettre chaque espèce avec son group dans le bocal, conservés par le formol dilué à 10%.

III. Chapitre 03 : Résultats et discussion

III.1. Distribution géographique des cnidaires et bryozoaires de la côte algérienne

La répartition géographique des cnidaires le long du littoral algérien révèle une concentration remarquable dans les régions centrales, particulièrement autour d'Alger et de Boumerdes. Cette distribution hétérogène s'explique par plusieurs facteurs écologiques et méthodologiques fondamentaux.

Du point de vue écologique, les cnidaires méditerranéens présentent une affinité marquée pour les habitats rocheux du plateau continental, notamment dans les zones de coralligène et de précoraligène situées entre 30 et 60 mètres de profondeur (Ballesteros, 2006). Ces environnements offrent des substrats durs propices à la fixation des formes sessiles comme les anthozoaires, ainsi que des conditions hydrodynamiques favorables au développement des formes pélagiques. La région centrale du littoral algérien, caractérisée par une géomorphologie côtière complexe et une diversité d'habitats benthiques, constitue un environnement optimal pour l'épanouissement de cette faune.

La forte concentration observée dans le golfe d'Alger peut également s'expliquer par l'intensité des efforts de recherche dans cette zone, plus accessible aux institutions scientifiques nationales. Cette concentration géographique des données reflète probablement un biais d'échantillonnage plutôt qu'une réelle absence d'espèces dans les régions orientales et occidentales du pays (Cecere & al, 2004).

La distribution spatiale des bryozoaires sur la côte algérienne présente un gradient de richesse spécifique particulièrement prononcé, avec un pic de diversité dans les zones centrales du littoral. Cette répartition s'inscrit dans le contexte plus large de la diversité bryzoaire méditerranéenne, qui compte environ 450 espèces sur les 4000 espèces actuellement décrites dans le monde.

L'accumulation des espèces dans la région centrale, notamment autour du golfe d'Alger, peut être interprétée sous plusieurs angles. D'une part, cette zone bénéficie probablement d'une diversité d'habitats benthiques plus importante, incluant des fonds rocheux, des zones de transition et des environnements sédimentaires favorables à l'établissement des colonies bryozoaires. Les bryozoaires, organismes filtreurs coloniaux, sont particulièrement sensibles à la qualité des eaux et à la disponibilité en nutriments, conditions qui semblent optimales dans cette région centrale (Cocito S. , 2004).

D'autre part, cette concentration peut refléter un effort de prospection plus soutenu dans les zones facilement accessibles depuis les centres de recherche algériens. Les inventaires bryozoaires nécessitent une expertise taxonomique spécialisée et des campagnes d'échantillonnage systématiques, ressources qui tendent à se concentrer géographiquement autour des institutions académiques principales.

La comparaison avec d'autres régions méditerranéennes révèle que cette distribution hétérogène n'est pas spécifique à l'Algérie. Les côtes espagnoles et italiennes, mieux prospectées, montrent également des concentrations d'espèces dans certaines zones

privilegiées, notamment les aires marines protégées et les sites d'étude à long terme (Zabala & al., 1988); (Rosso & al., 2013).

L'absence apparente de données dans les régions orientales et occidentales du littoral algérien souligne l'urgence de développer des programmes d'inventaire systématique à l'échelle nationale. Cette lacune constitue un frein à la compréhension globale de la biodiversité marine algérienne et limite les possibilités de mise en place de stratégies de conservation efficaces.

L'analyse comparative de ces deux embranchements révèle des patrons de distribution similaires, caractérisés par une concentration des données dans la région centrale du littoral algérien. Cette convergence suggère que les facteurs déterminants de cette répartition sont probablement d'ordre méthodologique autant qu'écologique.

Le développement futur de la connaissance de ces groupes taxonomiques en Algérie nécessitera une approche coordonnée combinant prospections systématiques, formation taxonomique spécialisée et collaboration internationale avec les programmes de recherche méditerranéens existants (Gerovasileiou & al., 2012).

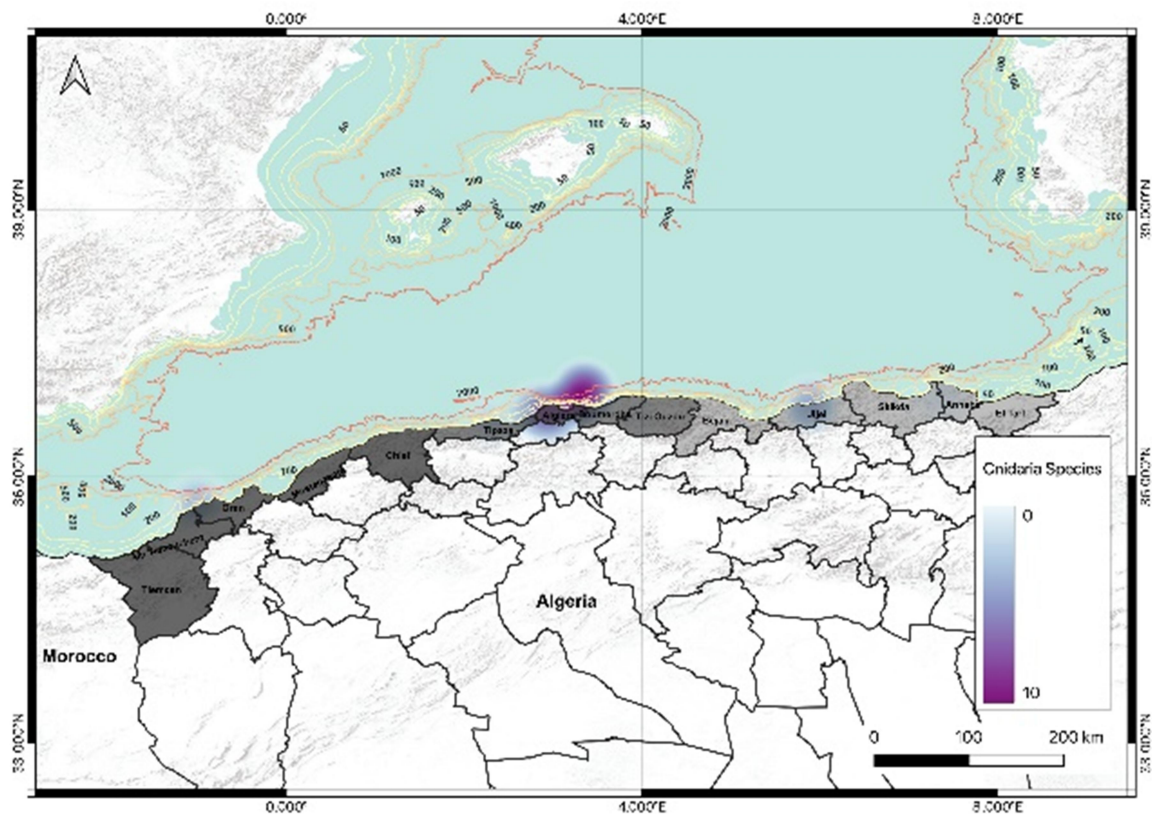


Figure 13: Carte de la distribution géographique des cnidaires sur la côte algérienne (Arcgis)

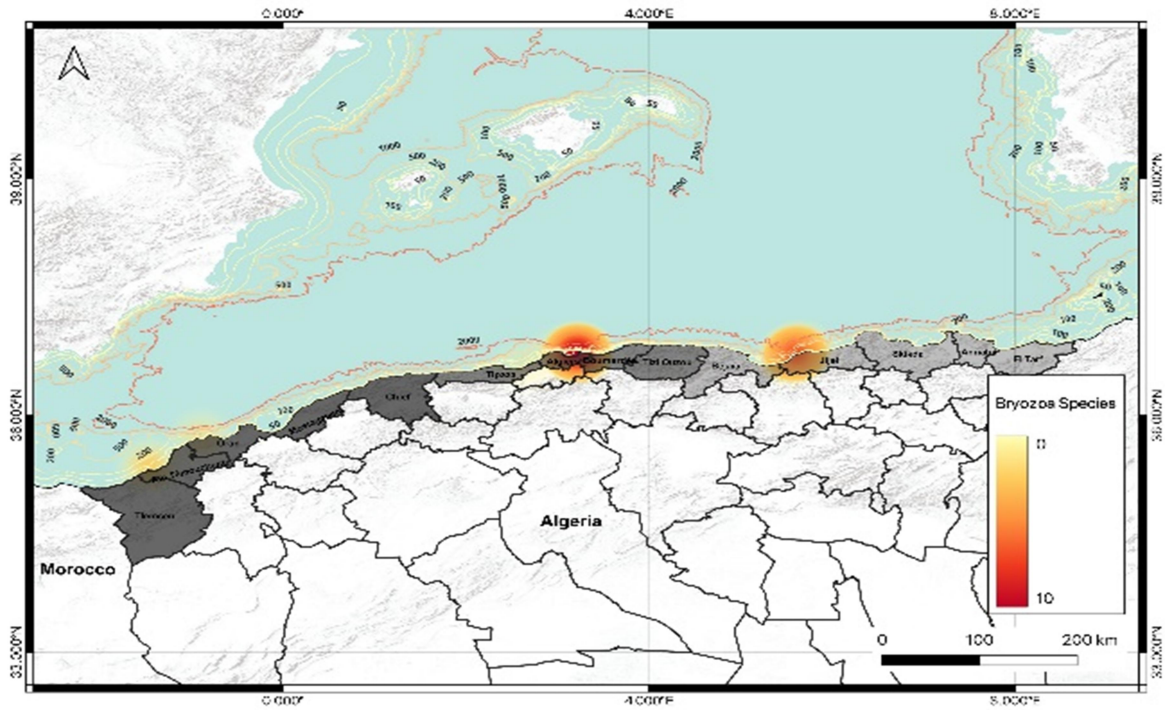


Figure 14: Carte de la distribution géographique des bryozoaires sur la côte algérienne (Arcgis)

III.2. Répartition taxonomique des bryozoaires et des cnidaires de l'île Rachgoun

La carte de répartition taxonomique des cnidaires et bryozoaires autour de l'île Rachgoun révèle une biodiversité marine exceptionnelle, classant cette zone parmi les hotspots méditerranéens les plus remarquables.

Pour le groupe des cnidaires :

- 6 ordres dominés par Malacalcyonacea (5 familles)
- 14 familles avec Ellisellidae prédominante (4 genres)

L'observation d'une diversité de 6 ordres de cnidaires autour de l'île de Rachgoun, avec une nette dominance de Malacalcyonacea (5 familles), suivie de Leptothecata et Actiniaria, reflète une diversité taxonomique et fonctionnelle importante. Cette diversité traduit la présence d'habitats variés, allant de substrats durs à des zones plus complexes, favorisant un équilibre écologique.

- Familles clés :
 - Ellisellidae (4 genres, prédominante) : Ces octocoralliaires arborescents structurent des habitats tridimensionnels grâce à leur squelette protéique (gorgonine), offrant des niches pour poissons juvéniles et invertébrés épibiontes (Fabricius & al., 2001).
 - Alcyoniidae : Leur production de mucus riche en matière organique stimule la microflore benthique et participe au cycle du carbone (Wild & al., 2004).
 - Plexauridae : Espèces ingénieurs stabilisant les sédiments et accroissant la complexité des fonds rocheux (Gili & al., 1998).
 - Dendrophylliidae et Gorgoniidae : Contribuent à la mosaïque d'habitats, des récifs coralligènes aux zones ouvertes (RAC/SPA, 2003).

La présence simultanée de Scleractinia (coraux durs) et Zoantharia souligne la complexité des habitats benthiques, typique des biocénoses méditerranéennes (Bellan Santini et al., 2002). Cette diversité, sensible aux perturbations (turbidité, pollution), atteste d'une bonne qualité écologique.

Et pour les bryozoaires :

- Flustrina dominant (6 familles)
- 8 familles avec Bitectiporidae (3 genres) et Candidae (4 genres) majoritaires

La prédominance du sous-ordre Flustrina avec 6 familles autour de l'île de Rachgoun, comparée à Vesicularina et Fasciculina, suggère une adaptation optimale des Flustrina aux conditions locales, notamment en termes de substrat, courant et disponibilité alimentaire. (Pedel, L., & Fabri, M.-C. (2012) Flustrina comprend souvent des espèces encroûtantes ou foliacées, adaptées à des substrats durs et à des environnements benthiques stables, ce qui correspond à une biodiversité benthique équilibrée et un écosystème en bonne santé. (RAC/SPA, 2003 & Pedel & Fabri, 2012).

- Familles clés :
 - Candidae (4 genres) et Bitectiporidae (3 genres) : Bio-constructeurs augmentant la rugosité des substrats, favorisant la diversité des microhabitats (Lidgard, 2008).
 - Flustridae : Produisent des composés antifouling régulant la colonisation compétitive (Petersen & al., 2007).
 - Bugulidae : Leur filtration active (jusqu'à 50 L/m²/jour) clarifie l'eau et transfère la matière organique vers le benthos (Winston, 2010).

Les bryozoaires, excellents bioindicateurs, confirment une eau de qualité et des substrats stables, essentiels à leur fixation (Pedel & Fabri, 2012). Leur coexistence avec les cnidaires illustre une complémentarité fonctionnelle :

- ✓ Les cnidaires structurent l'habitat (ex. Ellisellidae).
- ✓ Les bryozoaires filtrent et recyclent les nutriments (ex. Candidae).

Chapitre 03 : Résultats et discussion

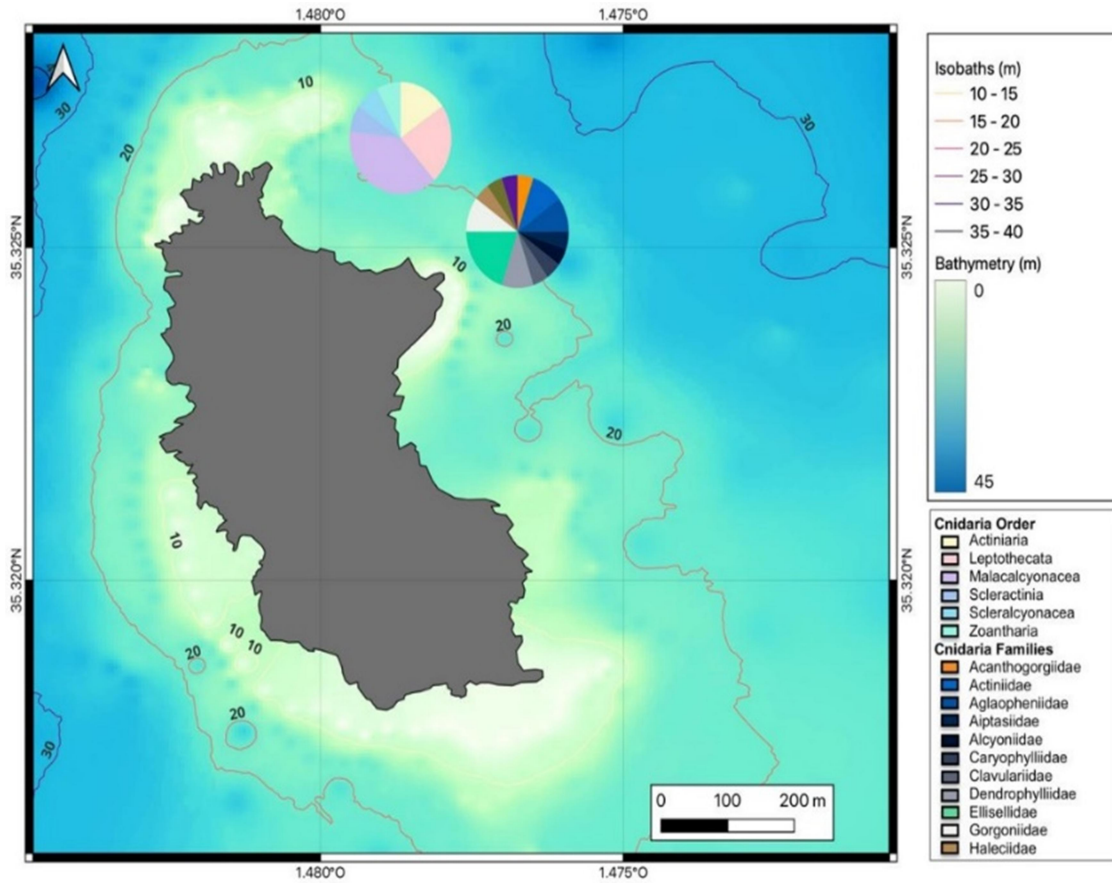


Figure 16: Carte de répartition taxonomique des cnidaires autour de l'île Rachgoun (ArcGIS)

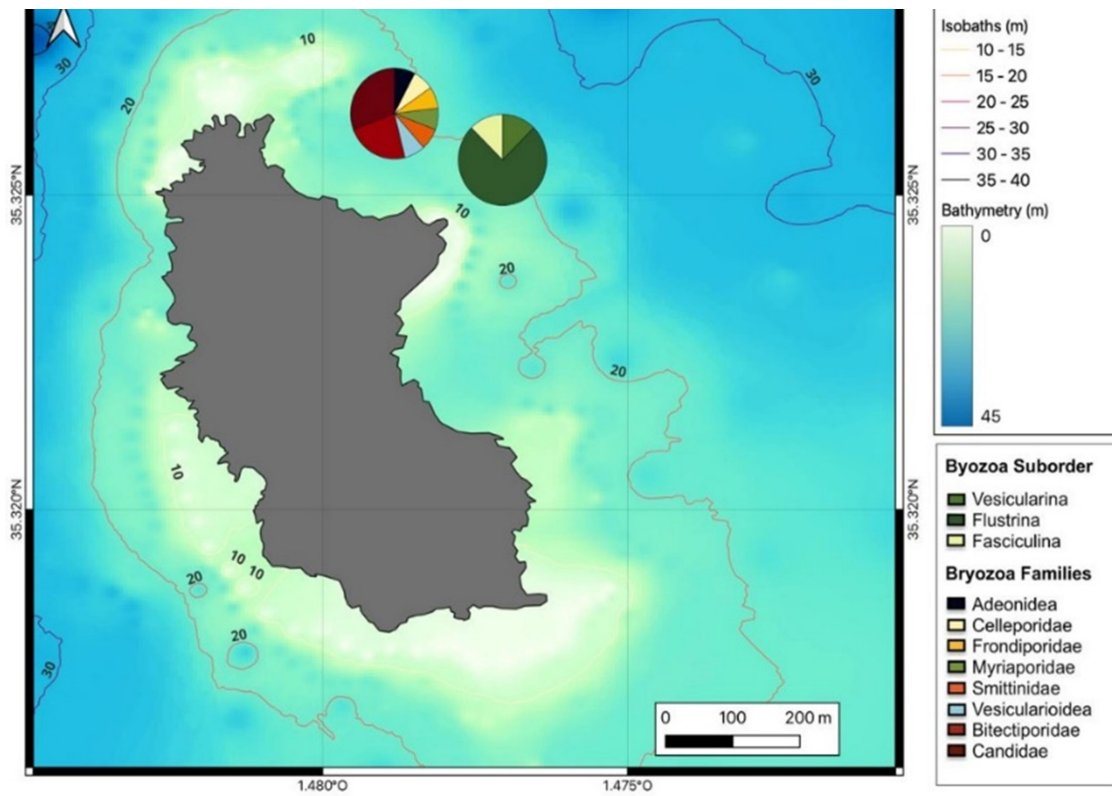


Figure 15: Carte de répartition taxonomique des bryozoaires autour de l'île Rachgoun (ArcGIS)

III.3. Comparaison entre la présence des cnidaires en Algérie et en Méditerranée

La figure ci-dessous illustre une comparaison quantitative entre le nombre d'espèces de Cnidaires recensées en Algérie et celles présentes dans l'ensemble du bassin Méditerranéen. Les données représentées montrent un écart significatif entre les deux zones géographiques :

- L'Algérie : ~300 espèces et le Méditerranée totale : ~750 espèces (Coll et al., 2010)
- Couverture : 40% de la diversité méditerranéenne

Facteurs explicatifs

Conditions environnementales

- Températures plus élevées (+2-3°C que le nord méditerranéen) (Ben Rais Lasram et al., 2010).
- Moins d'habitats complexes (récifs coralligènes, canyons sous-marins) (Ballesteros, 2006).

Gradient biogéographique

- Diminution naturelle de la diversité d'ouest en est (Bianchi & al., 2000).
- Apports atlantiques limités (Patarnello et al., 2007).

Pressions anthropiques

- Pollution côtière (hydrocarbures, métaux lourds) (Derbal & al., 2015).
- Urbanisation du littoral (Mosbahi & al., 2019).

Figure 16: Carte de répartition taxonomique des bryozoaires ²²our de l'île Rachgoun (Arcgis)

Comparaison régionale

Tableau 2 : Richesse spécifique des cnidaires en Méditerranée : comparaison régionale

Pays	Nombre d'espèces	Référence
Espagne	~500	Ballesteros (2006)
France	~450	Harmelin (1990)
Tunisie	~280	Ben Mustapha et al. (2002)
Algérie	~300	Présente étude

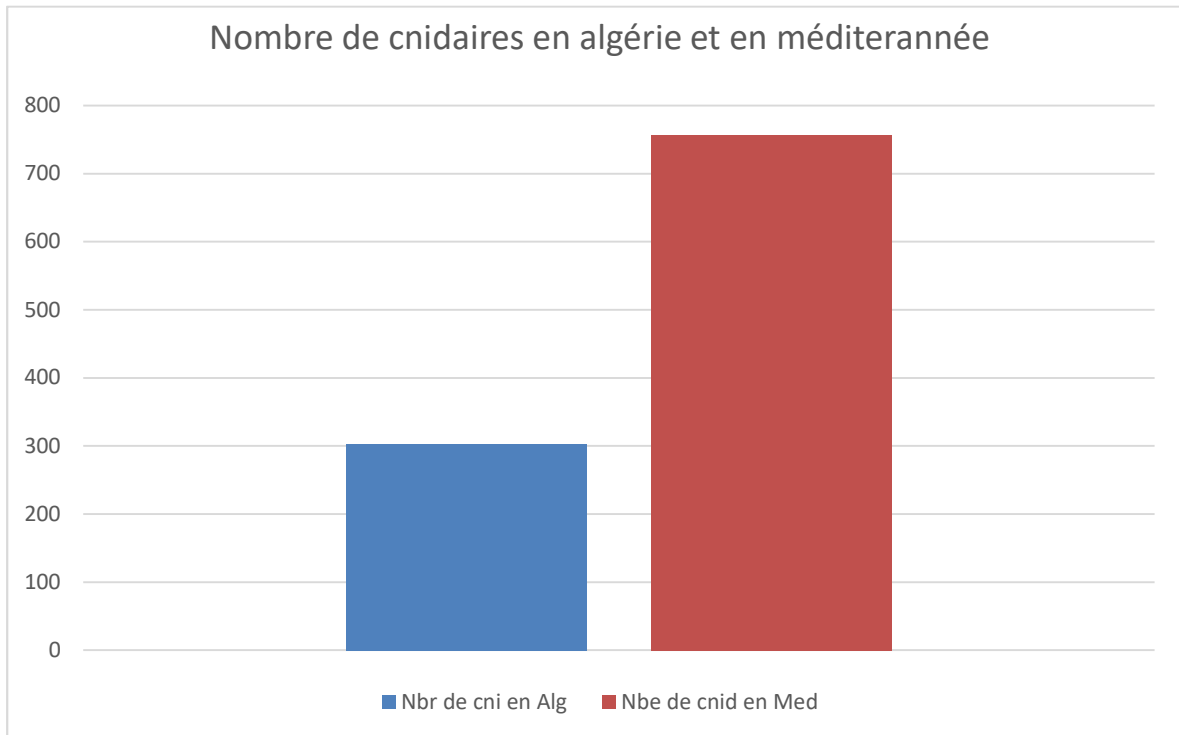


Figure 17: Comparaison le nombre de cnidaire en Algérie et en méditerranée

III.4. Comparaison entre la présence des bryozoaires en Algérie et en Méditerranée

Le graphique compare le nombre d'espèces de bryozoaires recensées en Algérie à celles recensées dans l'ensemble de la Méditerranée. Le nombre de bryozoaires en Algérie d'après les recherches qu'on a fait est d'environ 52 espèces. Tandis que le nombre de bryozoaires en Méditerranée est d'environ 400 espèces (coll & al, 2010). On remarque donc que l'Algérie ne représente qu'une petite fraction de la diversité totale des bryozoaires méditerranéens (environ 15 % du total).

Cela peut s'expliquer par :

Effort de recherche

- Seulement 30% du littoral étudié (Zabala & Maluquer, 1988).
- Inventaires taxonomiques incomplets (Rosso & Di Martino, 2016).

Conditions écologiques

- Salinité fluctuante (influence saharienne) (Souissi et al., 2018).
- Substrats durs moins disponibles (Ben Mustapha et al., 2004).

Gradient de diversité

- Richesse maximale en Méditerranée nord-occidentale (Templado et al., 2016).
- Diminution vers le sud et l'est (Abdul Malak et al., 2011).

Comparaison régionale

Tableau 3 : Richesse spécifique des Bryozoaires en Méditerranée : comparaison régionale

Pays	Nombre d'espèces	Référence
Espagne	~210	Ballesteros (2006)
France	~235	Harmelin (1990)
Tunisie	~85	Ben Mustapha et al. (2002)
Algérie	~52	Présente étude

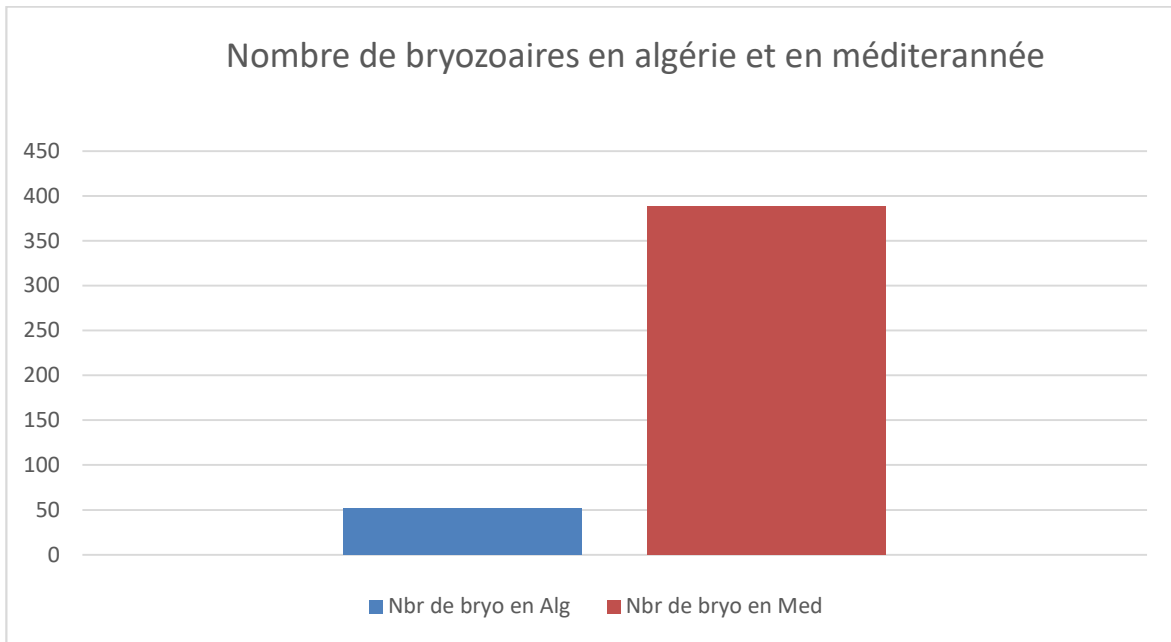


Figure 18: Comparaison de nombre de bryozoaires en Algérie et méditerranée

III.5. Fiches techniques de quelques espèces de la base de données BONBIOM

L'analyse des fiches techniques élaborées pour certains cnidaires rares de la côte algérienne, notamment autour de l'île de Rachgoun, permet de mettre en évidence plusieurs aspects importants d'un point de vue écologique, taxonomique et biogéographique.

En fait, la rareté de ces espèces dans la région étudiée peut être liée à divers facteurs environnementaux, tels que la température de l'eau, la salinité, la nature du substrat, ou encore les pressions anthropiques (pollution, urbanisation côtière, pêche). Leur présence occasionnelle ou localisée pourrait indiquer des niches écologiques spécifiques, parfois peu explorées ou sous-estimées.

Ces cnidaires, en raison de leur sensibilité à certaines altérations du milieu marin, peuvent également servir de bioindicateurs, fournissant des informations précieuses sur l'état de santé des écosystèmes côtiers.

Par ailleurs, leur identification et leur suivi contribuent à mieux comprendre les dynamiques de la biodiversité marine locale, les extensions de distribution et les éventuels déplacements dus aux changements climatiques ou à des introductions accidentelles.

La prise en compte de ces espèces dans les programmes de surveillance écologique pourrait donc renforcer les efforts de conservation marine, en particulier dans les zones sensibles ou protégées comme les aires marines côtières d'intérêt écologique.

III.5.1. Cnidaires
 III.5.1.1. Cnidaires rares

Hormathia nodosa (Fabricius, 1780)

Règne :	Animalia
Embranchement :	Cnidaria
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Actiniaria
Famille :	Hormathiidae
Genre :	Hormathia
Espèce :	Hormathia nodosa



Figure 19: Hormathia nodosa

Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
<ul style="list-style-type: none"> - Canada dans le nord de l'estuaire moyen et de l'estuaire maritime - la côte de l'Atlantique Nord-Ouest, du Labrador au Maine - Danemark et en Norvège. - Des individus ont été identifiés au large de la péninsule ibérique 	<ul style="list-style-type: none"> - Ile Agueli (Reghaia)

Biotope :

<ul style="list-style-type: none"> - Présente habituellement dans l'étage infralittoral (profondeur de 9 à 40 m) - Préfère les eaux froides - Vit sur des fonds rocheux - Se retrouve aussi fixée aux rochers des tombants (pentes sous-marines)
--

Bunodeopsis strumosa(Andrès,1881)

Règne :	Animalia
Embranchement :	Cnidaria
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Actinaria
Famille :	Boloceroïdidae
Genre :	Bunodeopsis
Espèce :	Bunodeopsis strumosa



Figure 20: *Bunodeopsis strumosa*

Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
<ul style="list-style-type: none"> – la Méditerranée. – la Méditerranée française. – Atlantique Nord-Est. – îles Canaries. 	<ul style="list-style-type: none"> – Ouest d'Algérie .

Biotope

- Présente habituellement dans l'étage infralittoral
- Eaux saumâtres et étangs littoraux

III.5.1.2. Cnidaire rare et protégée (*C. Rubrum*)

Corallium rubrum(Linnaeus,1758)

Règne :	Animalia
Embranchement :	Cnidaria
Classe :	Octocorallia
Ordre :	Scleralcyonacea
Famille :	Coralliidae
Genre :	Corallium
Espèce :	Corallium rubrum



Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
<ul style="list-style-type: none"> - Méditerranée, Atlantique Sud - Europe (côtes françaises), (Méditerranée française) - Espèce plus ou moins endémique de Méditerranée, elle est localisée essentiellement dans la partie occidentale. Elle a également été signalée sur la côte Atlantique entre le Portugal et le Cap Vert. Cette espèce était présente en Méditerranée au Miocène supérieur, il y a environ 8 millions d'années. 	<ul style="list-style-type: none"> - Annaba - El Kala - Skikda - Jijel - Bejaïa - Ténès

Biotope :

<ul style="list-style-type: none"> - Espèce benthique et sessile - Vit fixée sur des substrats durs (principalement rocheux) - Préfère des zones bien exposées à la lumière - Se développe sur les parois verticales de la biocénose coralligène - Habite des zones peu profondes : plafonds de grottes, sous les surplombs, ou à l'entrée des crevasses - Présente dès 5 m de profondeur, mais plus fréquente entre 30 et 40 m - Peut atteindre jusqu'à 1000 m de profondeur
--

Statut de protection :

Mondiale :	En Algérie :
<ul style="list-style-type: none"> - Le corail rouge fait partie des espèces protégées de Méditerranée - Il fait partie des espèces dont la pêche est réglementée - Inscrit à l'annexe III de la Convention de Berne - Inscrit à l'annexe III de la Convention de Barcelone 	<ul style="list-style-type: none"> - La pêche de corail rouge est interdite en Algérie depuis 1998(selon FAO) la confirmation été en 2011.

Commentaires

Corallium rubrum, communément appelé corail rouge, est une espèce rare et protégée de la Méditerranée. Elle se distingue par son squelette calcaire rouge très prisé en joaillerie, ce qui a conduit à une surexploitation historique. Sa croissance extrêmement lente, de quelques millimètres par an, rend toute régénération naturelle très difficile. En tant qu'espèce ingénieuse, elle joue un rôle écologique essentiel en formant des habitats pour de nombreuses autres espèces marines. Aujourd'hui, ses populations sont en forte régression, notamment en raison de la plongée sauvage, de la pollution et des effets du changement climatique. Le corail rouge est protégé par plusieurs conventions internationales (Annexe III du protocole SPA/BD de la Convention de Barcelone, Annexe V de la directive Habitats-Faune-Flore) ainsi que par des législations nationales, interdisant sa récolte ou sa commercialisation sans autorisation.

III.5.2.1. Cnidaire thermophile

Pelagia noctiluca(Forsskal,1775)

Règne :	Animalia
Embranchement :	Cnidaria
Classe :	Scyphozoa
Ordre :	Semaeostomeae
Famille :	Pelagiidae
Genre :	Pelagia
Espèce :	Pelagia noctiluca

Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
<ul style="list-style-type: none"> - Europe (côtes françaises). - Méditerranée française. - Atlantique Nord-Est. - Manche et mer du Nord françaises. - Atlantique Nord-Ouest. - Caraïbes. - Indopacifique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Côte Est de la baie de Bou Ismail

Biotope

<ul style="list-style-type: none"> - Eaux pélagiques - Zones tempérées et chaudes - Commune au large



Commentaires

1. Espèce thermophile et indicatrice climatique

Pelagia noctiluca est une espèce thermophile, c'est-à-dire qu'elle affectionne les eaux chaudes à tempérées. Sa présence accrue, notamment en été et durant les épisodes de réchauffement, peut être interprétée comme un bio-indicateur potentiel du changement climatique en Méditerranée. Les proliférations massives (« blooms ») observées certaines années sur les côtes sont souvent corrélées à des hausses de température de l'eau et à des modifications des courants marins.

2. Biologie et morphologie adaptée à la vie pélagique

Avec une ombrelle pouvant atteindre 17 cm de diamètre et des tentacules urticants de plus de 60 cm, cette méduse est bien adaptée à la capture de proies planctoniques. Ses 8 rhopalies sensoriels permettent une orientation efficace dans la colonne d'eau. Son corps couvert de cnidocytes puissants en fait une espèce redoutable pour les petits organismes marins... et douloureuse pour les baigneurs.

3. Répartition cosmopolite

Pelagia noctiluca est présente dans les trois grands océans (Atlantique, Pacifique, Indien) ainsi qu'en Méditerranée, ce qui en fait une espèce cosmopolite. Elle démontre une capacité d'adaptation à divers bassins marins, bien qu'elle reste préférentiellement observée en zone pélagique chaude.

4. Rôle écologique et interactions

Comme toutes les méduses, *P. noctiluca* joue un rôle de prédateur du zooplancton et peut entrer en compétition avec les poissons larvaires. Les proliférations peuvent donc perturber les chaînes alimentaires marines. Par ailleurs, ses cellules urticantes protègent non seulement l'animal, mais influencent aussi la fréquentation des zones côtières par l'homme.

5. Importance scientifique

L'espèce est étudiée en neurotoxicologie, car ses venins contiennent des composés actifs sur le système nerveux. De plus, sa bioluminescence naturelle en fait un modèle pour des recherches en biophysique et biotechnologie.

III.5.3. Bryozoaire

III.5.3.1. Bryozoaire endémique

Pentapora ottomulleriana (Moll, 1803)

Règne	Animalia
Embranchement	Bryozoaires
Classe	Gymnolèmes
Ordre	Cheilostomes
Sous-ordre	Ascophores
Famille	Bitectiporidés
Genre	Pentapora
Espèce	ottomulleriana



Figure 23: *Pentapora ottomulleriana*

Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
<ul style="list-style-type: none"> - Comme endémique de Méditerranée occidentale (Espagne, France, Italie de l'Ouest, Tunisie, Algérie). - Il été observée en Atlantique limitrophe sur les côtes portugaises 	<ul style="list-style-type: none"> - Oran

Biotope :

Pentapora ottomulleriana vit entre 0 et 50 m de profondeur, surtout dans les herbiers de posidonies et les substrats récents comme les récifs artificiels. Elle colonise les algues brunes, les souches et feuilles mortes des posidonies.

III.5.3.2. Bryozoaires exploitables

Exploitation Biomédicale de *Bugula neritina* et de ses symbiotes pour la production de Bryostatines : Les bryostatines, des composés anticancéreux, sont produites par la bactérie symbiotique *Candidatus Endobugula sertula*, hébergée par le bryzoaire *Bugula neritina* (Davidson et al., 2001). Cette symbiose chimique permet à *Bugula neritina* de protéger ses larves grâce à la toxicité des bryostatines. Ces molécules présentent également des propriétés antivirales et immunomodulatrices, avec un fort potentiel biomédical. La transmission verticale de la bactérie aux larves assure une production continue ans les générations futures. Les recherches actuelles visent à cultiver cette bactérie ou exploiter ses gènes en laboratoire pour produire des bryostatines, réduisant ainsi la pression sur les écosystèmes marins. (Davidson et al., 2001)

Bugula neritina (Linnaeus, 1758)

Règne	Animalia
Embranchement	Bryozoaires
Classe	Gymnolèmes
Ordre	Cheilostomes
Sous-ordre	<u>Flustrina</u>
Super-famille	<u>Buguloidea</u>
Famille	<u>Bugulidae</u>
Genre	<u>Bugula</u>
Espèce	<u>Bugula neritina</u>

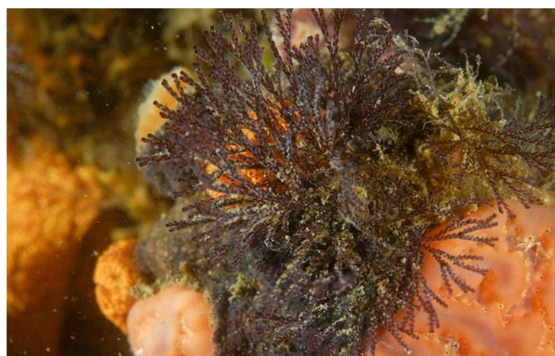


Figure 24: *Bugula neritina*

Répartition géographique :

Mondiale	Algérie
- Cosmopolite des eaux chaudes à tempérées	- Arzew (Oran_Algerie).

Biotope :

Milieus rocheux littoraux (0-5 m de profondeur), zones portuaires aux eaux chargées ou polluées (digues, quais, bouées, coques de navires). Également sur zostères et algues brunes (*Cystoseira*) dans les étangs et lagunes méditerranéens. Sa fixation sur les navires favorise sa dispersion mondiale.

III.6. Analyse les résultats des espèces observées au laboratoire

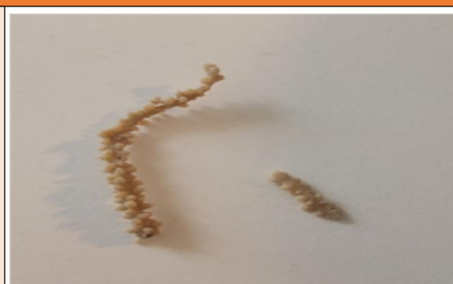
Lieux de récolte : SICA Blanca à 22m Le 24/07/2024

MEDITERRANEE	<i>Eunicella verrucosa</i>	CNIDAIRE
BANBIOM		

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Protégée	Infralittoral

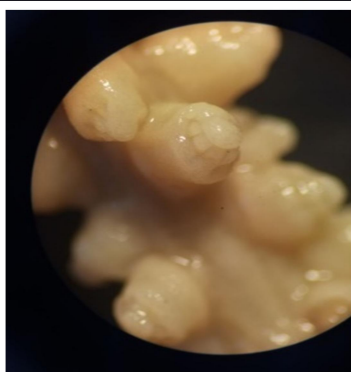
Description

Cette gorgone présente des colonies dont la hauteur varie de 30 à 80 cm. Le coenchyme*, c'est-à-dire la partie charnue qui recouvre l'axe squelettique, est de couleur variant du rose-saumon au jaune ou au blanc en Atlantique, et elle est plutôt blanche en Méditerranée. Elle est fixée au substrat par un élargissement de sa base. L'arborescence est très ramifiée, le plus souvent dans un plan, ou plus rarement en forme de boule (dans les grandes profondeurs). Les rameaux sont courts, ronds et gros. Les polypes sont de couleur blanche. (Leur partie mobile, nommée anthocodia*, est de la même couleur que les rameaux). Ces polypes sont portés par des « verrues » (calices) hautes et plus marquées que chez d'autres espèces (comme *Eunicella cavolinii*) d'où ce nom de gorgone verruqueuse



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Octocorallia
Ordre :	Malacalcyonacea
Famille :	Eunicellidae
Genre :	Eunicella
Espèces :	Eunicella verrucosa

Observations à la loupe



Les sclérites sont translucides et de deux types en forme de masses très verruqueuses (plus grandes que chez *E. cavolinii*) ou en forme d'aiguilles verruqueuses, plus fines que chez *E. cavolinii* (où les verrues sont plus grandes).

La longueur moyenne des sclérites est de 50 à 150 µm. Microscopie des sclérites, grossissement X,50 (Doris)

MEDITERRANEE	<i>Eunicella cavolini</i>	CNIDAIRE
BANBIOM		

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Préoccupation mineur	Infralittoral

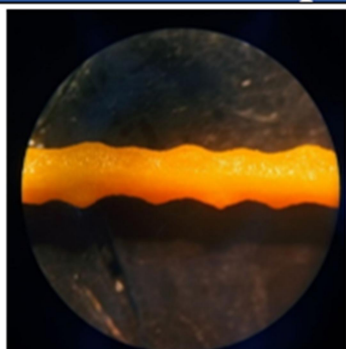
Description

Cette gorgone présente des colonies dont la hauteur varie de 30 à 80 cm. Le coenchyme*, c'est-à-dire la partie charnue qui recouvre l'axe squelettique, est de couleur variant du rose-saumon au jaune ou au blanc en Atlantique, et elle est plutôt blanche en Méditerranée. Elle est fixée au substrat par un élargissement de sa base. L'arborescence est très ramifiée, le plus souvent dans un plan, ou plus rarement en forme de boule (dans les grandes profondeurs). Les rameaux sont courts, ronds et gros. Les polypes sont de couleur blanche. (Leur partie mobile, nommée anthocodia*, est de la même couleur que les rameaux). Ces polypes sont portés par des « verrues » (calices) hautes et plus marquées que chez d'autres espèces (comme *Eunicella cavolinii*) d'où ce nom de gorgone verruqueuse



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Octocorallia
Ordre :	Malacalcyonacea
Famille :	Eunicellidae
Genre :	Eunicella
Espèces :	Eunicella cavolini

Observations à la loupe



Les sclérites sont translucides et de deux types en forme de masses très verruqueuses (plus grandes que chez *E. cavolinii*) ou en forme d'aiguilles verruqueuses, plus fines que chez *E. cavolinii* (où les verrues sont plus grandes).

La longueur moyenne des sclérites est de 50 à 150 µm. Microscopie des sclérites, grossissement X,50 (Doris)

MEDITERRANEE		<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Non évalué	Endémique

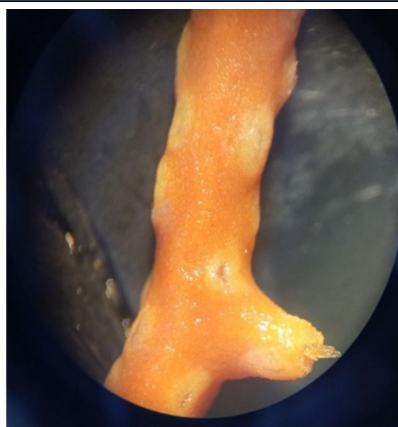
Description

Cette gorgone mesure de 20 à 60 cm
 Le coenchyme est à dire la partie charnue qui recouvre l'axe squelettique, est de couleur orange le plus souvent, mais il peut être aussi blanc, jaune, rouge ou violet. L'arborescence est parfois dans un seul plan, mais souvent aussi dans toutes les directions. Les rameaux, nombreux, sont très fins (1 mm de diamètre en partie terminale). Ils ont un aspect rectiligne, mais sont souvent retombants, dirigés vers le bas. Les rameaux terminaux sont légèrement aplatis parfois encombrés de parties mortes. Les polypes ont la même couleur que leurs rameaux (leur partie visible est aussi nommée anthocodia). Les polypes, très petits, (1 mm, parfois 1,5 mm) sont disposés tout autour du rameau. La gorgone est fixée au substrat par un élargissement de la base.



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Octocorallia
Ordre :	Malacalcyonacea
Famille :	Gorgoniidae
Genre :	Leptogorgia
Espèces :	Leptogorgia sarmentosa

Observations à la loupe



Les sclérotiques (petites structures calcaires qui donnent une certaine rigidité aux tissus mous des gorgones) sont translucides, teintées de rouge sombre. Elles sont longues en forme d'aiguilles, avec des verrues épaisses et grandes. Leur longueur moyenne est de 150 µm (La microscopie s'effectue au grossissement x 50)((Doris)

MEDITERRANEE		<i>Eunicella singularis</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Non évalué	Infralittoral

Description

La hauteur de cette gorgone varie de 30 à 70 cm et sa largeur de 10 à 30 cm. Le coenchyme*, c'est-à-dire la partie charnue qui recouvre l'axe squelettique, est de couleur blanche.

L'arborescence est caractérisée par des rameaux relativement longs, souvent parallèles, se développant dans l'espace, et non dans un seul plan comme c'est le cas pour d'autres gorgones.

Elle est assez peu ramifiée. Elle peut se trouver souvent sur le fond, présentant alors de longs rameaux verticaux

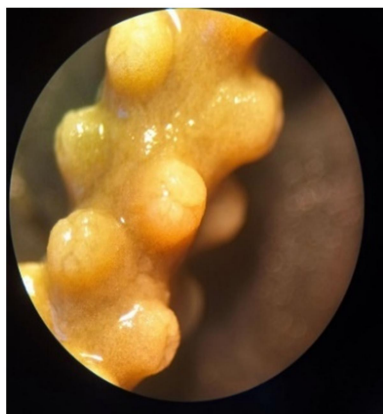
Les calices, c'est-à-dire les ouvertures des polypes dans la partie charnue du tégument, sont peu apparents. Les polypes mesurent 3 à 5 mm. Ils sont plutôt translucides, d'un brun teinté de jaune ou de vert. Leur couleur est due à des algues symbiotiques.

La gorgone est fixée au substrat par un élargissement de la base



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Octocorallia
Ordre :	Malacalcyonacea
Famille :	Eunicellidae
Genre :	Eunicella
Espèces :	Eunicella singularis

Observations à la loupe



Les sclérites sont blancs et de deux types : en forme de masses à surface lisse, et en aiguilles longues avec de grosses verrues. Leur longueur moyenne est de 200 à 300 µm, (La microscopie des sclérites se fait avec un grossissement de 50.) (Doris)

Lieux de récolte : Benemri le 22/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Dendrophilidae sp</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Non évalué	Endémique

Description

- Forme coloniale ou parfois solitaire.
- Croissance souvent dendroïde (arborescente).
- Colonies formées par bourgeonnement extratentaculaire.
- Paroi calcaire poreuse et présence de costae (côtes externes visibles).



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Scleractinia
Famille :	Dendrophylliidae
Genre :	Indéterminé
Espèces :	Indéterminé

MEDITERRANEE		<i>Scleractinia SP</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	/	endémique

Description

- Forme coloniale ou parfois solitaire.
- Croissance souvent dendroïde (arborescente).
- Colonies formées par bourgeonnement extratentaculaire.
- Paroi calcaire poreuse et présence de costae (côtes externes visibles).
- Septa (cloisons internes) disposés selon le plan de Pourtalès (c'est-à-dire disposés symétriquement, caractéristiques des scléactiniaires).
- Columelle (structure centrale) bien développée, de type spongieux ou trabéculaire. (Pillai, 1967)



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Scleractinia
Famille :	Dendrophylliidae
Genre :	Indéterminé
Espèces :	Indéterminé

MEDITERRANEE		<i>Cladocora sp</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Vulnérable	Endémique

Description

- Le cladocore en touffe est un madrépore colonial brun assez terne, de forme hémisphérique pouvant atteindre plus de 50 cm de diamètre et de structure analogue aux coraux tropicaux.
- La forme de la colonie dépend de la profondeur, de la luminosité et des courants
- Les polypes* munis de leurs tentacules peuvent se rétracter dans leur structure calcaire tubulaire d'environ 4 à 5 mm de diamètre (appelée polypière*)
- Les polypières (appelés corallites en anglais) sont constitués d'une muraille et de lames calcaires rayonnantes appelées septes. Au centre, il y a en général une colonne calcaire appelée columelle
- Les polypières bien individualisés (phacéloïdes), parallèles les uns aux autres, sont bien compacts et forment de petits coussins. Les sept espèces sont divisées en deux ordres (alternés) mais un sur deux arrive jusqu'à la columelle centrale.
- Les tentacules sont sortis de jour comme de nuit. Les spécimens possèdent dans leurs tissus des algues unicellulaires appelées zooxanthelles. Ce sont des algues de la famille des dinophycées.



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Scleractinia
Famille :	Cladocoridae
Genre :	Cladocora
Espèces :	Cladocora SP

MEDITERRANEE		<i>Cladocora caespitosa</i>	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Vulnérable	endémique

Description

- Le cladocore en touffe est un madrépore colonial brun assez terne, de forme hémisphérique pouvant atteindre plus de 50 cm de diamètre et de structure analogue aux coraux tropicaux.
-
- La forme de la colonie dépend de la profondeur, de la luminosité et des courants
-
- Les polypes* munis de leurs tentacules peuvent se rétracter dans leur structure calcaire tubulaire d'environ 4 à 5 mm de diamètre (appelée polypière*)
-
- Les polypières (appelés corallites en anglais) sont constitués d'une muraille et de lames calcaires rayonnantes appelées septes. Au centre, il y a en général une colonne calcaire appelée columelle
-
- Les polypières bien individualisés (phacéloïdes), parallèles les uns aux autres, sont bien compacts et forment de petits coussins. Les sept espèces sont divisées en deux ordres (alternés) mais un sur deux arrive jusqu'à la columelle centrale.
-
- Les tentacules sont sortis de jour comme de nuit. Les spécimens possèdent dans leurs tissus des algues unicellulaires appelées zooxanthelles. Ce sont des aigus de la famille des dinophycées.



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Scleractinia
Famille :	Cladocoridae
Genre :	Cladocora
Espèces :	Cladocora caespitosa

MEDITERRANEE		Astroïdes calycularis	CNIDAIRE
BANBIOM			

Espèce	statut	Lieu de vie
Native	Quasi menacée	endémique

Description

- Colonie orangées
- Dense et hémisphérique
- Polype solitaire avec de large calice
- Fixé sur substrat rocheux (entre 1-50m de profondeur)



Phylum :	Cnidaria
Sous-phylum :	Anthozoa
Classe :	Hexacorallia
Ordre :	Scleractinia
Famille :	Dendrophylliidae
Genre :	Astroides
Espèces :	Astroides calycularis

MEDITERRANEE		<i>Myriapora truncata</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			

Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral à circalittoral

Description	
<p>Petite colonie arbustive de quelques cm dont les branches ressemblent à des doigts ramifiées dont le bout est coupé net.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La couleur orangé • Des parois perforées. • Des orifices d'autozooides. 	
<p>Embranchement : Bryozoa Classe : Gymnolaemata Ordre : Cheilostomatida Sous ordre : Flustrina Super famille : Schizoporelloidea Famille : Myriaporidae Genre : Myriapora Espèce : Myriapora truncata</p>	<p>Observation à la loupe X10</p> 
Lieux de récolte	Sica-blanca, Benmri, Rachgoun, Gharbia

- SICA Blanca à 22m Le 24/07/2024
- Benemri le 22/07/2024
- Rachgoun le 22/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Cellepora pumicosa</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			

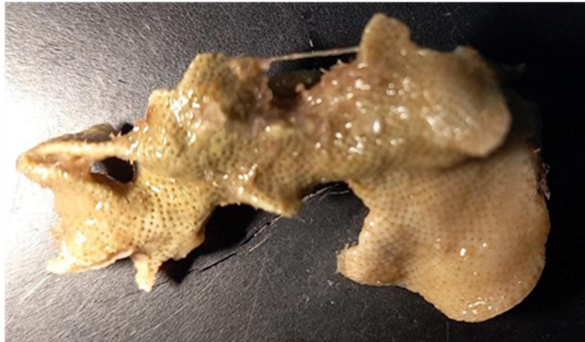
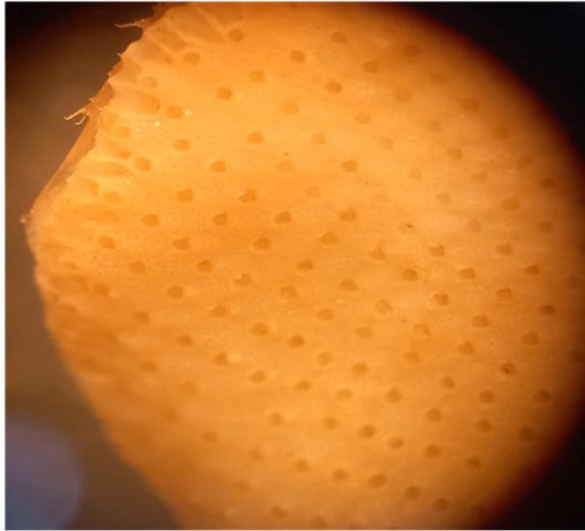
Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral rocheux

Description	
<p>colonie calcifiée (dure) à la surface bosselée, sous rocher .</p> <p>Les zoïdes* (individus de la colonie) semblent liés sans axe préférentiel et on repère assez mal les limites entre eux.</p>	<p>Observation à la loupe X10</p> 
<p>Embranchement : Bryozoa</p> <p>Classe : Gymnolaemata</p> <p>Ordre : Cheilostomatida</p> <p>Sous ordre : Flustrina</p> <p>Super famille : Celleporoidea</p> <p>Famille : Celleporidae</p> <p>Genre : Cellepora</p> <p>Espèce : Cellepora pumicosa</p>	
Lieux de récolte	Rachgoun

- Rachgoun le 22/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Pentapora fascialis</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			

Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral

Description	
<p>Un port ramifié et ondulant</p> <p>La partie haute correspond à la zone de croissance de rameau</p> <p>Des teintes rouges.</p>	
<p>Embranchement : Bryozoa</p> <p>Classe : Gymnolaemata</p> <p>Ordre : Cheilostomatida</p> <p>Sous ordre : Flustrina</p> <p>Super famille : Smittinoidea</p> <p>Famille : Bitectiporidae</p> <p>Genre : Pentapora</p> <p>Espèce : Pentapora fascialis</p>	<p>Observation à la loupe X10</p> 
Lieux de récolte	Rachgoun

- Rachgoun le 22/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Celleporoidea sp</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			


Espèce	Lieu de vie
Native	Selon l'espèce

Description	
<p>Les bryozoaires <i>Celleporoidea</i> forment des colonies calcifiées de formes variées (encroûtantes, globuleuses ou arborescentes) à surface rugueuse et poreuse. Visibles à la loupe, elles montrent des orifices zoïdaux bien marqués, souvent accompagnés de protubérances sphériques (ovicelles) et parfois de petits becs défensifs (aviculaires). De couleur blanc crème à orangée, ces organismes marins colonisent surtout les roches et coquilles.</p>	
<p>Embranchement : Bryozoa Classe : Gymnolaemata Ordre : Cheilostomatida Sous ordre : Flustrina Super famille : Celleporoidea Famille : Celleporidae sp</p>	<p>Observation à la loupe X10</p> 
Lieux de récolte	Benemri, Rachgoun

- Rachgoun le 22/07/2024
- Benemri le 22/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Reteporella grimaldii</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			



Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral

Description	
<p>Colonies rigides (calcifiées) à port dressé Structure formée par des zoécies* en réticule convoluté Coloration variant du rose au jaune pâle Structure finement dentelée d'une dizaine de centimètres, très fragile.</p>	
<p>Embranchement : Bryozoa Classe : Gymnolaemata Ordre : Cheilostomatida Sous ordre : Flustrina Super famille : Celleporoidea Famille : Phidoloporidae Genre : Reteporella Espèce : Reteporella grimaldii</p>	
<p>Lieux de récolte</p>	

- SICA Blanca à 22m Le 24/07/2024
- Gharbua le 22/02/2024

MEDITERRANEE		<i>Frondipora verrucosa</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			

Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral

Description	
<p>Rameaux aplatis ou en entonnoir (3 à 5 cm) Aspect de feuille calcifiée, parfois réticulé Brun jaunâtre à beige Ramifications courtes, dichotomes et anastomosées Extrémités poreuses et renfiées.</p>	
<p>Embranchement : Bryozoa Classe : Stenolaemata Ordre : Cyclostomatida Sous ordre : Fasciculina Famille : Frondiporidae Genre : Frondipora Espèce : Frondipora verrucosa</p>	<p>Observation à la loupe X10</p> 
Lieux de récolte	Sica-blanca

- SICA Blanca à 22m Le 24/07/2024

MEDITERRANEE		<i>Turbicellepora coronopus</i>	BRYOZAIRE
BANBIOM			

Espèce	Lieu de vie
Native	Infralittoral à circalittoral

Description

Colonies encroûtantes, courtes, massives de forme grossièrement cylindrique

Colonies épaisses de plusieurs millimètres

Surface irrégulière, moyennement rugueuse au toucher

Coloration blanche à jaunâtre, parfois verdie par des micro-algues

Embranchement : *Bryozoa*

Classe : *Gymnolaemata*

Ordre : *Cheilostomatida*

Sous ordre : *Flustrina*

Super famille : *Celleporoidea*

Famille : *Celleporidae*

Genre : *Turbicellepora*

Especie : *Turbicellepora coronopus*

Lieux de récolte



Observation à la loupe X10



Benmri, Sica-blanca

Remarque

Lors de l'élaboration des fiches techniques des espèces identifiées en laboratoire, certaines espèces n'ont pu être déterminées jusqu'à l'espèce en raison de l'absence d'informations taxonomiques suffisantes ou de critères morphologiques distinctifs disponibles dans les ressources consultées. Ainsi, pour quelques échantillons, l'identification s'est limitée au genre, voire à l'ordre. Cette limitation reflète à la fois les contraintes liées au matériel d'observation, aux spécimens disponibles, ainsi qu'à la complexité taxonomique de certains groupes de Cnidaires et de bryozoaires.

III.7. Résultats de la Photomosaïque

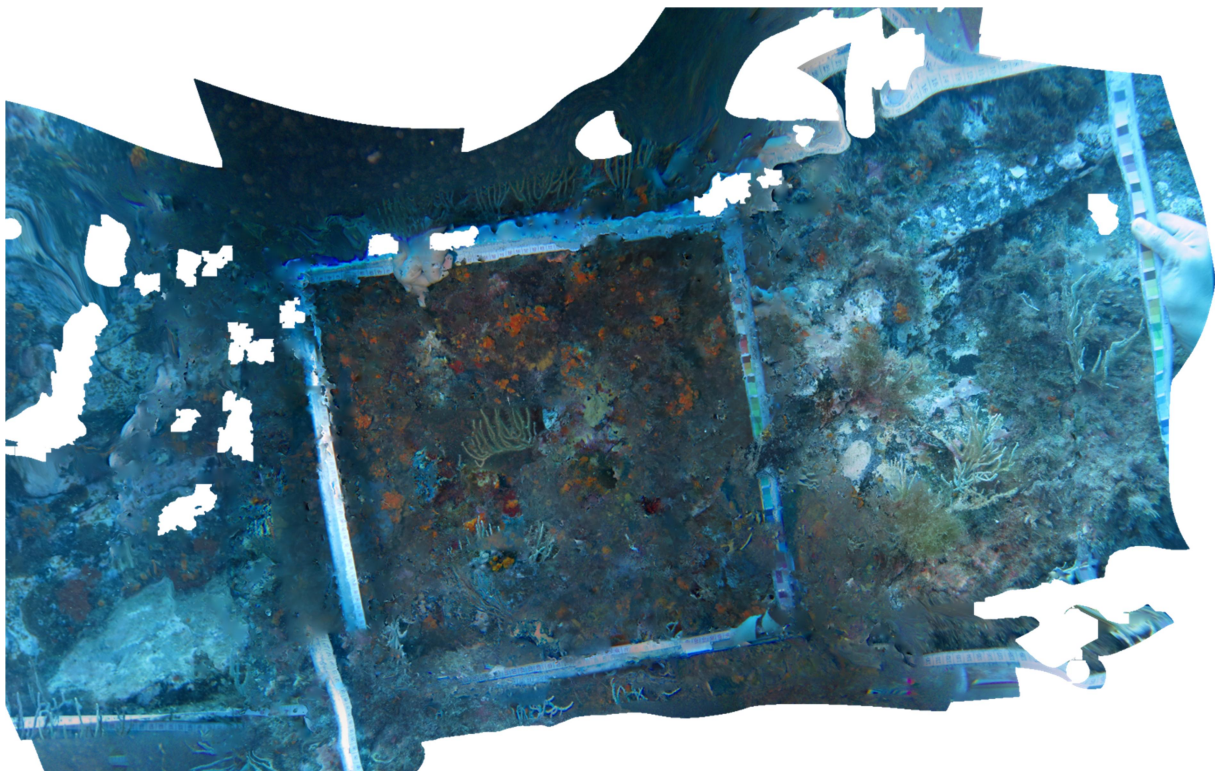


Figure 25: La photomosaïque finale

III.7.1. Description des Résultats

Le résultat final de la photomosaïque n'était pas entièrement satisfaisant. Des distorsions importantes sont apparues dans le modèle final, accompagnées de lacunes dans l'orthomosaïque (Orthomosaic) et d'un manque de précision dans les détails du nuage dense (Dense Cloud). La photomosaïque était incohérente et ne reflétait pas avec précision la zone étudiée.

III.7.2. Analyse des Causes selon le guide de Agisoft

- 1- Qualité des Images et Angles de Prise de Vue :
 - L'utilisation de même quadrat mais l'angles non uniformes a affecté la précision des points d'ancrage (Tie Points).

- Les variations d'éclairage et les conditions difficiles de la photographie sous-marine ont diminué la clarté des images.
- 2- Faible Chevauchement entre les Images :
 - Le chevauchement inférieur à 60 % a entraîné une couverture insuffisante des zones étudiées.
 - Un faible chevauchement a compliqué l'alignement des photos (Align Photos) et causé des lacunes dans les modèles finaux.
- 3- Problèmes Techniques :
 - Des réglages de qualité moyenne lors du traitement des données (Dense Cloud, DEM).
 - Les ressources limitées de l'ordinateur ont peut-être compromis la précision des résultats en raison d'une capacité de traitement insuffisante.
- 4- Calibration et Ajustements Manuels :
 - Des erreurs dans le placement des marqueurs (Markers) et l'échelle des distances ont entraîné des écarts dans les résultats.
 - Le manque de coordonnées géographiques précises a accru la complexité.

III.7.3. Discussion des Obstacles

- Photographie Sous-Marine : Les conditions environnementales telles que les turbulences de l'eau ou les ombres ont posé des défis majeurs.
- Manque de Planification : L'absence d'un plan précis pour couvrir la zone et suivre des trajectoires de prise de vue organisées.

Chevauchement Insuffisant : Le nombre d'images prises n'était pas suffisant pour permettre une intégration cohérente des modèles (Wright & al, 2020).

III.7.4. Recommandations

Pour obtenir de meilleurs résultats à l'avenir selon :

- 1- Améliorer la qualité des images et les conditions de prise de vue pour garantir une meilleure clarté.
- 2- Augmenter le chevauchement entre les images à un minimum de 60-80 % (Jaud & al, 2024)
- 3- Régler les paramètres techniques à une qualité maximale si les ressources de l'ordinateur le permettent.
- 4- Mettre en place un plan rigoureux pour la prise de vue, incluant des trajectoires organisées couvrant l'ensemble de la zone.

CONCLUSION

Ce travail de fin d'études a permis de mettre en lumière la richesse et la diversité des écosystèmes benthiques autour de l'île de Rachgoun, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des dynamiques écologiques le long de la côte algérienne. L'approche méthodologique combinant des méthodes taxonomiques traditionnelles et des outils numériques innovants, notamment la photomosaïque, s'est révélée particulièrement pertinente pour l'étude des milieux marins. La base de données constituée établit un inventaire taxonomique exhaustif des Cnidaires et Bryozoaires et constitue un outil de référence essentiel pour de futures recherches. L'identification d'espèces rares a mis en évidence leurs enjeux écologiques et biogéographiques, soulignant leur importance comme bio-indicateurs potentiels du changement climatique. Bien que la technique de photomosaïque ait présenté certaines limitations techniques liées à la qualité des images et au chevauchement insuffisant, elle ouvre des perspectives prometteuses pour la cartographie standardisée des habitats benthiques. Les résultats obtenus enrichissent significativement les connaissances sur la biodiversité benthique algérienne et démontrent l'intérêt des approches interdisciplinaires pour l'étude des écosystèmes côtiers. Cette recherche contribue directement à la valorisation et à la préservation des écosystèmes marins algériens, sensibilisant à leur fragilité face aux perturbations anthropiques et naturelles. L'approche méthodologique reproductible développée pourra être adoptée par d'autres chercheurs souhaitant documenter et suivre l'évolution des habitats benthiques. En conclusion, ce travail établit une base solide pour de futures investigations et souligne la nécessité de poursuivre les efforts de recherche pour mieux comprendre et protéger la biodiversité marine de la côte algérienne.

Références

- 1- Abdul Malak, D., Livingstone, S.R., Pollard, D., Polidoro, B.A., Cuttelod, A., Bariche, M., ... & Carpenter, K.E. (2011). Overview of the conservation status of Mediterranean marine habitats. IUCN, Gland, Switzerland.
- 2- Antoine, P. (2023). Envenimation par cnidaires sur le littoral français. Lille.
- 3- Ballesteros, E. (2006). Mediterranean coralligenous assemblages: synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123-195.
- 4- Belbacha, S., Semroud, R., & Ramos-Esplá, A.A. (2011). Étude des habitats benthiques le long de la côte algérienne.
- 5- Bellan Santini, D., Bitar, G., Harmelin López, L.-O., Pergent, G., & autres. (2002). Manuel d'interprétation des types d'habitats marins. UNEP/MAP-RAC/SPA.
- 6- Bellan Santini, D., Lacaze, J.-C., & Poizat, C. (2002). Les biocénoses marines et littorales de la Méditerranée. Muséum national d'Histoire naturelle.
- 7- Ben Mustapha, K., Hattour, A., & Sammari, C. (2002). Biodiversité marine côtière en Tunisie. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 29, 5-23.
- 8- Ben Mustapha, K., Zarrouk, S., Souissi, A., & El Abed, A. (2004). Benthic habitat heterogeneity in the Southern Mediterranean. *Marine Ecology*, 25(3), 217-231.
- 9- Ben Romdhane, M.S., Afli, A., & Ben Mbarek, N. (2008). La biodiversité marine en Tunisie. Atlas Éditions.
- 10- Benabdi, M., Boumediene, K., & Semroud, R. (2018). Population structure of *Eunicella singularis* along the Algerian coast. *Marine Ecology Progress Series*, 606, 123-135.
- 11- Bianchi, C.N., & Morri, C. (2000). Marine biodiversity in the Mediterranean: an overview. *Biogeographia*, 21, 1-448.
- 12- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- 13- Boero, F., & Piraino, S. (2009) The role of cnidarian in evolution and ecology. *Italian journal of zoology*, 72(1), 65-71
- 14- Canu, F., & Bassler, R.S. (1930). Les bryozoaires fossiles du bassin parisien.
- 15- Chalabi, A. (2021). Conservation de la biodiversité marine et côtière méditerranéenne. UNEP/MAP-SPA/RAC.
- 16- Chevaldonné, P., Arnaud-Haond, S., Pérez, T., & Vacelet, J. (2015). La biodiversité cachée du coralligène : éponges et cnidaires. In UNEP/MAP – RAC/SPA, Inventaire des habitats coralligènes et des espèces associées en Méditerranée occidentale.
- 17- Cocito, S. (2009). Marine bryozoans as bioconstructors. *Marine Ecology*, 30(2), 95-105.
- 18- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., ... & Voultsiadou, E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 5(8), e11842.
- 19- Daly M, Brugler MR, Cartwright P, Collins AG, Dawson MN, Fautin DG, France SC, McFadden CS, Opresko DM, Rodriguez E, Romano S, Stake J (2007) The phylum

- Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. Pp. 127-182 in Zhang, Z.-Q. and W.A. Shear (eds.), *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. Zootaxa 1668: 1-766.
- 20- Dauvin, J.-C. (2010). Le benthos de l'estuaire de la Seine. GIP Seine-Aval.
 - 21- Derbal, F., & Kara, M.H. (2015). Pollution impacts on Algerian coastal biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 101(2), 654-663.
 - 22- d'Hondt, J.-L., & Ben Ismail, D. (2012). Nouvelles données sur les bryozoaires des côtes méditerranéennes.
 - 23- Djellali, H., & Bairi, L. (1996/2004). Inventaire des espèces marines benthiques. Rapport interne du LRSE.
 - 24- eaufrance. (s.d.). Bioindicateur.
 - 25- Fabricius, K.E., & Alderslade, P. (2001). Soft corals and sea fans. Australian Institute of Marine Science.
 - 26- FlabellinePlongée, A. (2016). Guide des bryozoaires marins.
 - 27- Garrabou, J., et al. (2009). Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology*, 15(5), 1090–1103.
 - 28- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., & Harmelin, J.-G. (2001). Mass mortality event in red coral (*Corallium rubrum*) populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263–272.
<https://doi.org/10.3354/meps217263>
 - 29- Gautier, Y. (1955). Écologie des bryozoaires en Méditerranée occidentale.
 - 30- Gili, J.-M., Coma, R., & Zabala, M. (1998). Benthic suspension feeders. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(8), 297-301.
 - 31- Grimes. (2024). Diversity and distribution of Porifera on the Algerian coast.
 - 32- Harmelin, J.-G. (1990). Cnidaires des côtes méditerranéennes françaises. *Faune de France*, 71, 1-93.
 - 33- Harmelin, J.-G., & d'Hondt, J.-L. (2020). Bryozoans of the French Mediterranean coast. *Zootaxa*, 4750(1), 1-75.
 - 34- INCT, 2022. Communication de la Ministre de l'Environnement et des Énergies Renouvelable au niveau de la direction de la pêche de la wilaya d'Alger.
 - 35- Jaud, M., Le Dantec, N., Verney, R., Delacourt, C., & Ammann, J. (2024). Underwater RTK photogrammetry. *Remote Sensing*, 16(1), 20.
 - 36- Kais Boumediene, H., & Bensahla Talet, L. Étude de la biodiversité benthique au large d'Oran. Université Oran1 Ahmed Benbella.
 - 37- Kherchouche, D., & Hafferssas, H. (2019). Méduses le long de la côte algérienne. *Mediterranean Marine Science*, 20(2), 344-354.
 - 38- Lepetit, T. (2007). Contribution à la taxonomie des bryozoaires.
 - 39- Lidgard, S. (2008). Predation on marine bryozoan colonies. *Marine Ecology Progress Series*, 359, 117-131.

- 40- Lindenmayer, D.B., & Likens, G.E. (2010). Ecological monitoring. *Biological Conservation*, 143(6), 1317-1328.
- 41- Lombardi, C., Cocito, S., Occhipinti-Ambrogi, A., & Porter, J.S. (2014). Bryozoans and environmental changes. *Marine Ecology Progress Series*, 506, 117-128.
- 42- MedKeyHabitat. (2016). Cartographie des habitats marins clés autour de l'île de Rachgoun.
- 43- Mghili, B. (2024). Cnidarians along the Moroccan Mediterranean. *Marine Biodiversity*, 54, 13.
- 44- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. (2014). Cinquième rapport national sur la diversité biologique - Algérie. CDB.
- 45- Mosbahi, N., Pezy, J.-P., Neifar, L., & Dauvin, J.-C. (2019). Coastal urbanization in North Africa. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 145-158.
- 46- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology* (3rd ed.). W.B. Saunders.
- 47- Patarnello, T., Volckaert, F.A.M.J., & Castilho, R. (2007). Climate impact on Mediterranean marine ecosystems. *Journal of Marine Systems*, 68(1-2), 1-2.
- 48- Pedel, L., & Fabri, M.-C. (2012). Habitat characterization of deep-water coral reefs. UNEP-MAP-RAC/SPA.
- 49- Petersen, J.K., & Svane, I. (2007). Filtration rate in bryozoan species. *Marine Ecology Progress Series*, 154, 223-230.
- 50- Pillai, C.S.G. (1967). New species of Dendrophyllia. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 9(2), 407-409.
- 51- Pratlong, M., Haguenaer, A., Chenuil, A., Pouget, B., & Garrabou, J. (2017). Genetic sex determination in *Corallium rubrum*. *Proceedings of the Royal Society B*, 284(1853), 20161189.
- 52- RAC/SPA. (2003). Classification of benthic marine habitat types. UNEP/MAP.
- 53- RAC/SPA. (2003). Le coralligène en Méditerranée. PNUE/PAM.
- 54- Rosso, A., & Di Martino, E. (2016). Bryozoan diversity in the Mediterranean. *Marine Biodiversity*, 46(2), 347-365.
- 55- Ryland, J.S. (2005). Marine bryozoans of Britain and Ireland. *Field Studies*, 10(5), 765-791.
- 56- Souissi, J.B., Chakroun-Marzouk, N., & Rifi, M. (2018). Salinity fluctuations in North African coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 207, 1-12.
- 57- Templado, J., Ballesteros, E., Acevedo, I., Barrañón, A., García, M., & López-Rodríguez, M.C. (2016). Hotspots of marine biodiversity. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 1-42.
- 58- Wild, C., Huettel, M., Klueter, A., Kremb, S.G., Rasheed, M.Y.M., & Jørgensen, B.B. (2004). Coral mucus functions. *Nature*, 428(6978), 66-70.
- 59- Winston, J.E. (2010). Life in the colonies. *Integrative and Comparative Biology*, 50(6), 919-933.
- 60- Wright, A.E., McCoy, C.A., & Hale, R. (2020). Underwater Photogrammetry for Archaeology. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(11), 849.
- 61- Zabala, M., & Maluquer, P. (1988). Illustrated keys for Mediterranean Bryozoa. *Treballs del Museu de Zoologia*, 4, 1-294.
- 62- auxbulles.com (15/05/2025).

ANNEXE

Business Model Canva

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 :

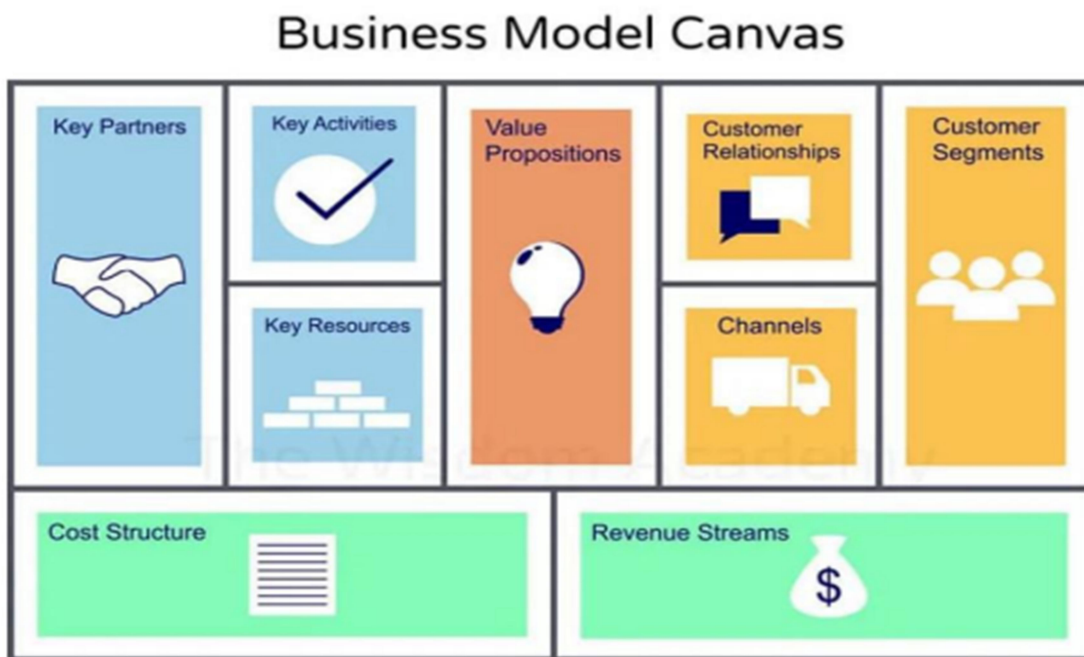


Figure 27: Business Model Canvas (Source: The Wisdom Academy)

Introduction

Dans le contexte actuel de changement climatique et de raréfaction des ressources hydriques, notre projet consiste à développer une entreprise spécialisée dans la production et commercialisation de solutions agricoles à base d'alginate extraits d'algues marines. Ce business model répond aux défis de l'agriculture moderne en Algérie.

1) Proposition de Valeur

Notre Offre

Notre entreprise propose trois gammes de produits innovants :

- Des amendements de sol à base d'alginate pour améliorer la rétention d'eau
- Des solutions d'enrobage de semences pour optimiser la germination
- Des systèmes d'irrigation économes intégrant nos biopolymères

Valeur Créée pour le Client

La problématique principale des agriculteurs algériens est la gestion efficace de l'eau dans un contexte de stress hydrique croissant. Nos produits apportent une solution concrète en :

- Réduisant la consommation d'eau d'irrigation de 60 à 70%
- Augmentant les rendements agricoles de 25 à 40% en zones arides
- Offrant une alternative écologique aux produits chimiques traditionnels

Avantage Concurrentiel

En tant que première entreprise en Algérie à commercialiser cette technologie, nous bénéficions d'un avantage de premier entrant sur un marché en forte croissance.

2) Segmentation Clientèle

Analyse du Marché Cible

Segment Principal : Les exploitations agricoles de taille moyenne (5-50 hectares) situées dans les zones arides et semi-arides algériennes, notamment :

- Les régions des Hauts Plateaux
- Les zones sahariennes en développement agricole
- Les périmètres irrigués du Sud

Profil Type du Client :

- Agriculteurs ayant un niveau d'éducation moyen à élevé
- Sensibles aux innovations technologiques
- Disposant d'un budget d'investissement pour l'amélioration de leurs pratiques
- Préoccupés par les enjeux environnementaux

Segments Secondaires :

- Pépiniéristes et horticulteurs
- Coopératives agricoles
- Projets gouvernementaux de développement agricole

3) Ressources et Canaux

Ressources Clés Nécessaires

Ressources Physiques :

- Unité de production pour l'extraction et le traitement des algines
- Équipements de laboratoire pour le contrôle qualité
- Moyens logistiques pour la distribution

Ressources Humaines :

- Équipe R&D spécialisée en biotechnologies marines (3-4 ingénieurs)
- Force de vente agricole (2-3 commerciaux terrain)
- Personnel de production qualifié

Ressources Financières :

- Capital initial estimé à 50 millions DA
- Financement de l'exploitation courante
- Budget marketing et communication

Partenariats Stratégiques

Pour réussir ce projet, nous devons établir des partenariats avec :

- **Fournisseurs d'algues :** Coopératives de pêcheurs de la côte algérienne
- **Partenaires Recherche :** INRA, Universités (USTHB, Université de Bejaia)
- **Distributeurs :** Réseaux de distribution d'intrants agricoles existants
- **Institutions :** Chambres d'agriculture, CNCC pour les certifications

Stratégie de Distribution

Notre approche commerciale s'articulera autour de plusieurs canaux :

- **Vente directe** pour les grandes exploitations

- Réseau de distributeurs régionaux spécialisés en intrants agricoles
- Partenariats avec les coopératives agricoles
- Présence dans les salons et foires agricoles

4) Modèle Économique

Structure des Revenus

Revenus Principaux :

- Vente de conditionneurs de sol : Prix unitaire 2,500 DA/kg
- Solutions d'enrobage : Prix unitaire 3,200 DA/kg
- Systèmes d'irrigation : Prix unitaire 15,000 DA/système

Revenus Complémentaires :

- Services de conseil technique : 8,000 DA/jour
- Formation des agriculteurs : 5,000 DA/session
- Contrats de maintenance annuels

Projection de Chiffre d'Affaires (Année 3) : Objectif de 80 millions DA de CA annuel

Structure des Coûts

Coûts Variables (environ 60% du CA) :

- Approvisionnement en algues : 25% du CA
- Coûts de production : 20% du CA
- Frais de distribution : 15% du CA

Coûts Fixes (environ 25% du CA) :

- Salaires et charges sociales : 12% du CA
- Recherche et développement : 8% du CA
- Amortissements et frais généraux : 5% du CA

Marge Bénéficiaire Visée : 15% du CA

Financement du Projet

Besoins de Financement :

- Investissement initial : 50 millions DA
- Fonds de roulement : 15 millions DA
- Total : 65 millions DA

Sources de Financement Envisagées :

- Fonds propres : 30%
- Crédit bancaire : 40%
- Subventions ANSEJ/ANGEM : 20%
- Investisseurs privés : 10%

Business Model Canvas - Projet Alginates pour l'Agriculture

✓ Clients

Segment Principal (70% du CA)

- **Agriculteurs moyens** : 5-50 hectares en zones arides (Hauts Plateaux, Sud algérien)
- **Nombre estimé** : 15,000 exploitations ciblées dans les wilayas de Djelfa, Laghouat, Ouargla, Ghardaïa
- **Profil** : Âge 35-55 ans, revenus moyens à élevés, sensibles à l'innovation, préoccupés par l'eau

Segment Secondaire (20% du CA)

- **Coopératives agricoles** : 50-80 coopératives dans les zones ciblées
- **Grandes exploitations** : Plus de 50 hectares, agriculture intensive

Segment Tertiaire (10% du CA)

- **Pépiniéristes et horticulteurs** : 200-300 entreprises
- **Projets gouvernementaux** : Programmes de développement agricole du Sud
- **Entreprises d'aménagement paysager** en zones arides

Clients les plus importants : Agriculteurs moyens car ils représentent le volume le plus important et ont le plus besoin de nos solutions d'économie d'eau.

✓ Proposition de valeur

Problèmes résolus :

- **Stress hydrique** : Manque d'eau pour l'irrigation
- **Faibles rendements** en zones arides
- **Coûts élevés** de l'eau et de l'irrigation
- **Dégradation des sols** sableux et pauvres

Valeurs apportées :

- **Économie d'eau** : Réduction de 60-70% de la consommation d'irrigation
- **Augmentation des rendements** : +25 à 40% de production

- **Solution écologique** : 100% naturelle et biodégradable
- **Rentabilité** : ROI de 200-300% dès la première année
- **Simplicité d'usage** : Facile à appliquer, pas besoin de formation complexe

Combinaisons produits/services :

- **Conditionneurs de sol** + conseil technique personnalisé
- **Enrobage de semences** + formation à l'utilisation
- **Systèmes d'irrigation** + contrat de maintenance
- **Package complet** : produits + accompagnement + suivi

✓ Canaux de distribution

Canaux préférés par les clients :

- **Vente directe** : Confiance et relation personnelle (agriculteurs traditionnels)
- **Distributeurs locaux** : Proximité et disponibilité
- **Coopératives** : Achat groupé et conseil collectif

Canaux les plus efficaces :

1. **Vente directe (40% des ventes)** : Marge élevée, relation client forte
2. **Réseau de distributeurs (35%)** : Couverture géographique large
3. **Coopératives agricoles (20%)** : Volumes importants
4. **Salons et foires agricoles (5%)** : Notoriété et démonstration

Intégration aux habitudes :

- **Tournées régionales** : Passage mensuel chez les distributeurs
- **Démonstrations sur site** : Tests chez les agriculteurs leaders
- **Formation collective** : Sessions dans les coopératives
- **Livraison directe** : Service chez les gros clients

✓ Relation client

Relations souhaitées par segment :

- **Agriculteurs moyens** : Accompagnement personnel, conseil technique, disponibilité
- **Coopératives** : Relation B2B professionnelle, formations collectives, conditions préférentielles
- **Grandes exploitations** : Service premium, contrats annuels, support technique prioritaire

Types de relations établies :

- **Assistance personnelle** : Ingénieur agronome dédié par région

- **Self-service** : Plateforme en ligne pour commandes récurrentes
- **Communauté** : Groupe WhatsApp d'agriculteurs utilisant nos produits
- **Co-création** : Participation des clients au développement de nouveaux produits

Coût des relations :

- **Équipe commerciale** : 3 technico-commerciaux = 3M DA/an
- **Service client** : 1 responsable + 2 assistants = 1.5M DA/an
- **Formations** : 200 sessions/an = 500K DA/an
- **Total** : 5M DA/an (environ 6% du CA)

✓ Revenus

Structure de prix :

- **Conditionneurs de sol** : 2,500 DA/kg (marge 45%)
- **Enrobage semences** : 3,200 DA/kg (marge 50%)
- **Systèmes irrigation** : 15,000 DA/système (marge 35%)
- **Services conseil** : 8,000 DA/jour
- **Formations** : 5,000 DA/session

Prévisions de vente (Année 3) :

- **Conditionneurs** : 20 tonnes/an = 50M DA (62% du CA)
- **Enrobage** : 5 tonnes/an = 16M DA (20% du CA)
- **Systèmes** : 400 unités/an = 6M DA (8% du CA)
- **Services** : 100 jours/an = 800K DA (1% du CA)
- **Formations** : 200 sessions/an = 1M DA (1% du CA)
- **Maintenance** : 200 contrats/an = 6.2M DA (8% du CA)
- **Total CA** : 80M DA

Modalités de paiement :

- **Comptant** : 40% des ventes (remise 2%)
- **30 jours** : 50% des ventes
- **60 jours** : 10% des ventes (grandes coopératives)
- **Abonnements annuels** : Contrats de maintenance

✓ Ressources clés

Quelles ressources clés sont nécessaires à la réalisation de la proposition de valeur ?

Ressources Humaines :

- **Direction générale** : 1 gérant + 1 directeur technique
- **R&D** : 3 ingénieurs biotechnologies/agronomie
- **Production** : 1 responsable + 4 ouvriers spécialisés
- **Commercial** : 3 technico-commerciaux + 1 responsable marketing
- **Administration** : 2 personnes (comptabilité, RH)

- **Total** : 15 personnes

Ressources Matérielles :

- **Unité de production** : 2000 m² avec équipements d'extraction
- **Laboratoire** : Équipements d'analyse et contrôle qualité
- **Véhicules** : 4 véhicules pour équipe commerciale
- **Entrepôt** : 500 m² de stockage
- **Bureaux** : 300 m² pour administration

Ressources Intellectuelles :

- **Savoir-faire technique** : Procédés d'extraction des algines
- **Brevets** : Protection des formulations spécifiques
- **Certifications** : Agréments CNCC, certifications biologiques
- **Base de données clients** : CRM avec historique et besoins
- **Marque** : Notoriété et réputation dans le secteur

✓ **Activités clés**

Que devez-vous faire pour produire votre produit ou offrir votre service ?

Activités de Production :

- **Approvisionnement en algues** : Collecte auprès des pêcheurs côtiers
- **Extraction des algines** : Processus de traitement et purification
- **Formulation** : Mélange avec autres composants selon applications
- **Conditionnement** : Emballage en sacs de 1kg, 5kg, 25kg
- **Contrôle qualité** : Tests de pureté et efficacité

Activités Commerciales :

- **Prospection** : Identification et visite des clients potentiels
- **Démonstrations** : Tests produits chez les agriculteurs
- **Négociation** : Établissement des contrats et conditions
- **Livraison** : Distribution directe ou via partenaires
- **Suivi client** : Accompagnement et fidélisation

Activités Support :

- **R&D** : Amélioration des formulations et nouveaux produits
- **Formation** : Sessions techniques pour clients et distributeurs
- **Marketing** : Communication et participation aux salons
- **Gestion** : Administration, comptabilité, ressources humaines

✓ Partenaires clés

Partenaires d'Approvisionnement :

- **Coopératives de pêcheurs** : Skikda, Annaba, Oran pour approvisionnement algues
- **Transporteurs spécialisés** : Acheminement matières premières
- **Fournisseurs d'emballages** : Sacs et contenants adaptés

Partenaires Techniques :

- **INRA** : Recherche collaborative et validation scientifique
- **Universités** : USTHB, Université de Bejaia pour R&D
- **Laboratoires** : Analyses et certifications
- **CNCC** : Certification et contrôle qualité

Partenaires Commerciaux :

- **Distributeurs agricoles** : 15-20 distributeurs régionaux
- **Coopératives agricoles** : Partenariats de distribution
- **Chambres d'agriculture** : Appui institutionnel
- **Banques** : Financement et facilités de paiement clients

Partenaires Stratégiques :

- **Investisseurs** : Apport en capital et expertise
- **Assurances** : Couverture risques production et responsabilité
- **Consultants** : Expertise juridique, fiscale, réglementaire

✓ Coûts :

Quelles sont les coûts les plus importants ? Ceux liés aux activités clés et aux ressources clés ?

Coûts Variables (60% du CA = 48M DA) :

- **Matières premières** : Algues + additifs = 20M DA (25% CA)
- **Production** : Énergie + main d'œuvre = 12M DA (15% CA)
- **Logistique** : Transport + livraison = 8M DA (10% CA)
- **Commissions** : Rémunération distributeurs = 8M DA (10% CA)

Coûts Fixes (25% du CA = 20M DA) :

- **Salaires et charges** : Équipe permanente = 9.6M DA (12% CA)
- **R&D** : Recherche + développement = 4.8M DA (6% CA)
- **Loyers et charges** : Locaux + équipements = 2.4M DA (3% CA)
- **Marketing** : Communication + salons = 1.6M DA (2% CA)
- **Frais généraux** : Administration + divers = 1.6M DA (2% CA)

Coûts d'Investissement (Amortissements) :

- **Équipements production** : 2M DA/an
- **Véhicules** : 800K DA/an
- **Mobilier et informatique** : 400K DA/an
- **Total amortissements** : 3.2M DA/an (4% CA)

Coûts Financiers :

- **Intérêts emprunts** : 1.6M DA/an (2% CA)
- **Frais bancaires** : 400K DA/an (0.5% CA)

TOTAL COÛTS : 73.2M DA/an **MARGE BÉNÉFICIAIRE** : 6.8M DA/an (8.5% du CA).