

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة.

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Milieux naturels

Intitulé :

**Contribution à l'inventaire des espèces d'algues marines
du littoral de Skikda (Nord Est Algérien)**

Présenté par :

TOUMI Roua, BOUDEBOUZ Chaima ,BEN SACI Anfel N.H

Membre de Jury:

Présidente : M^{me}. Nassar. M MCA Univ. 20 Août 1955 Skikda

Promotrice : M^{me}. Skhraoui. N MCA Univ. 20 Août 1955 Skikda

Examinatrice : M^{me}. Zadri. F MCB Univ. 20 Août 1955 Skikda

Année universitaire 2023-2024

Remerciements

نحن العميق هلا، الرحيم الغفور، على رحمة النبي ساعدتنا في إتمام هذا العمل المتواضع

Nous tenons à remercier chaleureusement notre Encadrante, **Dr. Zadri F**, pour sa précieuse guidance tout au long de ce projet. Nous remercions également tous les membres du jury, **Dr Sakhroui. N** et **Dr Nassar. M**, pour avoir examiné attentivement notre travail.

Nous exprimons notre gratitude envers les professeurs de l'Université 20 Août 1955 de Skikda, notamment Monsieur **Aouzal**, qui nous ont fourni les outils nécessaires pour mener à bien nos études universitaires.

Nous remercions également tous nos amis et collègues pour leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours.

Enfin, nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Résumés	
Liste des figures.	
Liste des tableaux.	
Introduction	1
Chapitre I	
1. Définition	2
1.2 Classification des algues marines	3
Algues vertes (Chlorophycées)	4
Algues brunes (Phéophycées)	4
Algues rouges (Rhodophycées)	5
3. Reproduction des algues	5
4. Intérêt des algues	5
En alimentation humaine	6
Dans l'industrie alimentaire	6
En alimentation animale	6
Dans le domaine pharmaceutique et médicale	7
dans la fabrication des produits de santé et de bien-être ou cosmétique	7
En agriculture	7
Chapitre II Matériels et méthodes	
1. Zone d'étude	9
Le littoral Algérien	9
1.2. La Mer Méditerranée	9
Les sites d'échantillonnage	10
Zone de prélèvement	11
A- Plage MARKET	11
b- Plage MILITAIRE 2	11
c- La Plage PARADIS	12
2. Matériel et méthodes	12
Matériel biologique	12
Matériel nécessaire à la récolte des algues	12
Méthode d'échantillonnage	13
Identification des espèces d'algues marin	14
2-4 Etude statistique	15
Chapitre III Résultats et discussion	
	16
Présentation des résultats	
Discussion	35
	38
Conclusion	
	39
Références bibliographiques	

Résumé :

Notre travail est la première contribution à l'étude des macro algues du littoral de Skikda , un domaine scientifique peu documenté surtout pour la région Est de l'Algérie , bien que très important pour connaître et conserver les ressources et la diversité biologiques. Ainsi des échantillons d'algues ont été collectés à partir de trois plages du golf de Stora (plage Market, Paradis et Militaire 2). Sur la plage un transect de 25 m et délimité, dans lequel 3 quadrat de 1 m², chacun est montés. Chaque espèce sont triés, groupés, identifiés et comptés. Les résultats d'identification nous ont permis de collecter un nombre de 18 espèces, ce qui reflète une importante diversité, répartis entre les trois taxa *Chlorophyta* (2 familles, 3 genres et 4 espèces), *Ochrophyta* (4 familles, 5 genres et 5 espèces) et *Rhodophyta* (7 familles, 9 genres et 9 espèces). Les espèces les plus répandues sont celles du genre *Cladophora* pour les algues vertes, *Halopteris scoparia* pour les algues brunes et les espèces du genre *Corallina* et *Jania* pour les algues rouges, toutes de grande importance pour leurs écosystèmes respectifs. Les plages montrent une distribution inégale des algues, où celles rouges dominant dans les trois plages. Ce qui peut être expliquer par des conditions environnementales favorables à leur développement et une richesse évolutive leur permettant de coloniser diverses niches écologiques. Ce travail, démontre l'importance d'étudier la diversité des espèces algales pour estimer la santé des écosystèmes marins.

Mots clés : Inventaire, algue marine, diversité biologique, écosystèmes marins.

Abstract:

Our work represents the first contribution to the study of macroalgae on the coast of Skikda, a scientifically under-documented area, especially in the Eastern region of Algeria, despite its crucial importance for understanding and conserving biological resources and diversity. Samples of algae were collected from three beaches in the Gulf of Stora (Market Beach, Paradis Beach, and Militaire 2 Beach). Along each beach, a 25-meter transect was delimited, within which 3 quadrats of 1 m² each were surveyed. Species were sorted, grouped, identified, and counted. The identification results yielded a total of 18 species, reflecting significant diversity, distributed among three taxa: *Chlorophyta* (2 families, 3 genera, and 4 species), *Ochrophyta* (4 families, 5 genera, and 5 species), and *Rhodophyta* (7 families, 9 genera, and 9 species). The most common species were *Cladophora* for green algae, *Halopteris scoparia* for brown algae, and species of the genera *Corallina* and *Jania* for red algae, all of great importance to their respective ecosystems. The beaches showed uneven distribution of algae, with red algae dominating across all three beaches. This distribution may be explained by favorable environmental conditions for their development and evolutionary richness enabling them to colonize various ecological niches. This work highlights the importance of studying algal species diversity in assessing the health of marine ecosystems.

Keywords: Inventory, marine algae, biodiversity, marine ecosystems.

ملخص:

يهدف عملنا أول إسهام في دراسة الطحالب الكبرى على سواحل سكيكدة، وهو مجال علمي قليل التوثيق خصوصاً في المنطقة الشرقية من الجزائر، على الرغم من أهميته الحيوية لفهم والحفاظ على الموارد البيولوجية والتنوع. تم جمع عينات من الطحالب من ثلاث شواطئ في خليج ستورا (شاطئ ماركيت، شاطئ الفردوس، وشاطئ ميليتير 2). تم تحديد شريط طوله 25 متر على طول كل شاطئ، وضمه تم فحص 3 مربعات بمساحة 1 متر مربع لكل جزء. تم فرز وتجميع وتعريف

الأنواع وعد النتائج التي أسفرت عن جمع ما مجموعه 18 نوعاً، مما يعكس تنوعاً كبيراً، موزعة بين ثلاثة أصناف:

الطحالب الخضراء (2 عائلة، 3 جنس، و4 أنواع)، البرونزية (4 عائلات، 5 أجناس، و5 أنواع)، والحمراء (7 عائلات، 9 أنواع). كانت الأنواع الأكثر شيوعاً هي للطحالب الحمراء، كلها ذات أهمية كبيرة للنظم البيئية الخاصة بـ *Jania* و *Corallina* للطحالب البنية، وأنواع الأجناس بما. أظهرت الشواطئ توزيعاً غير متساوياً للطحالب، حيث سادت الطحالب الحمراء عبر الشواطئ الثلاثة. يمكن تفسير هذا التوزيع بالظروف البيئية المتغيرة لتطويعها والنماء التطوري الذي يمكنها من السيادة على مجموعات البيئية المختلفة. يسلط هذا العمل الضوء على أهمية دراسة تنوع أنواع الطحالب في تقييم صحة النظم البيئية البحرية.

الكلمات الرئيسية: مخزون، طحلب بحري، تنوع بيولوجي، نظم بيئية بحرية

Liste des figures

Titre de la figure	Page
Figure 1 Algues vertes (Chlorophycées)	4
Figure 2 Algues brunes (Phéophycées)	4
Figure 3 Algues rouges (Rhodophycées)	5
Figure 4 Carte géographique de la Mer Méditerranée	10
Figure 5 Carte géographique de la cote de Skikda	10
Figure 6 Localisation du 1er site de prélèvement	11
Figure 7 Localisation du 2eme site de prélèvement	11
Figure 8 Localisation du 3eme site de prélèvement	12
Figure 9 Le matériel utilisé pour l'échantillonnage	13
Figure 10 Tri et identification des espèces d'algues dans un quadrat	14
Figure 11-25 Diverses images et leurs descriptions couvrant l'ensemble du territoire	12-29
Figure 26 Histogrammes comparatifs des nombres de familles, genres et espèces identifiés entre les trois taxa	30
Figure 27 Histogramme des moyennes du nombre d'individus des trois taxa sur les trois plages	31
Figure 28 Histogramme de la distribution des taxa sur les trois plages	35

Liste des tableaux :

Tableau	Page
Tableau 01: Les Bienfaits des algues marines et leurs indications thérapeutiques	8
Tableau 02: Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage Market	32
Tableau 03: Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage de Paradis	33
Tableau04 : Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage Militaire 2.	34

Introduction

Le milieu marin est un écosystème unique et incroyablement riches en raison de la diversité des organismes vivants animales et végétales (**Lakehal ,2022**).

La biodiversité algale est très extraordinaire, on recense plus d'environ 127 000 noms d'espèces, la plupart sont des Microalgues ; environ 9 000 espèces de macro-algues, dont 1 500 habitent mers d'Europe. Le nombre total d'espèces d'algues varie d'environ 30 000 à Plusieurs millions (**Mathew, 2011**).

Les algues, présentes dans les écosystèmes marins et d'eau douce, jouent un rôle crucial dans la régulation des cycles écologiques globaux. Elles se divisent en plusieurs catégories principales : les algues vertes (*Chlorophytes*), les algues brunes (*Phaeophytes*), et les algues rouges (*Rhodophytes*) (**Guiry & al.,2023**). Ces groupes diffèrent par leur pigmentation, leur habitat, et leur structure cellulaire . Globalement, les algues sont essentielles pour la photosynthèse, produisant une grande partie de l'oxygène de l'atmosphère terrestre et constituant la base de la chaîne alimentaire marine (**Raven & Giordano al.,2017**).En Algérie, les algues sont particulièrement variées, prospérant le long des côtes méditerranéennes. Les types d'algues trouvées en Algérie incluent des espèces endémiques et communes aux eaux méditerranéennes, telles que les Posidonies (algues brunes) et les Cyanophycées (algues bleues) (**Seridi &Bouzidi., 2016**).

Ces algues se distinguent par leur capacité à s'adapter aux variations environnementales et par leur rôle écologique, notamment en servant de refuges et de sources de nourriture pour diverses espèces marines (**Dhargalkar.,2005**).

L'intérêt pour les algues est multiple : écologiquement, elles sont vitales pour la santé des écosystèmes aquatiques. Économiquement, elles sont exploitées dans diverses industries, allant de l'alimentation à la cosmétique, en passant par la pharmacologie, grâce à leurs propriétés nutritives et médicinales (**Mata & al.,2010**).

Notre travail est la première contribution à l'élaboration de l'inventaire des macrolgues sur le littoral de Skikda, et à notre connaissance, de l'est algérien, constitue une avancée significative pour la détermination de la biodiversité marine de cette région. Cet inventaire, permettra de refléter avec précision la diversité des espèces présentes sur notre littoral. En outre, il contribuera, à l'évaluation de la qualité des eaux et la santé des écosystèmes marins.

1. Définition :

Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marine, ainsi que dans de nombreux milieux terrestres (sur le sol, sur le tronc des arbres, sur les vieux murs humides...etc.). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (**Garon, 2004**). Ce sont des végétaux chlorophylliens dont l'appareil végétatif, appelé thalle est caractéristique propre aux plantes inférieures, dépourvues de tige, de graines, de racines et de vaisseaux et extrêmement varie de forme et de couleur (**Agoun & Lounis, 2012**). Elles peuvent être libres ou fixées sur un support, leur taille varie de moins d'un micromètre tel l'algue *prochlorococcus* à plusieurs dizaines de mètres pour les macrocystes (**Leclerc & Floch, 2010**). Les algues constituent une part très importante de la biodiversité, et une des bases des réseaux trophiques des milieux aquatiques d'eaux douces, saumâtres et marines. Elles sont aussi utilisées dans l'alimentation humaine, par l'agriculture et par l'industrie (**Memory, 2011**).

2. Classification des algues marines :

De nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques interviennent dans la Phylogénie des algues comme les structures cellulaires, le mode de nutrition, l'habitat ou même la nature et la localisation des pigments et glucanes de réserve. Malgré une extrême diversité et complexité structurale, tant d'un point de vue macroscopique que microscopique, les algues peuvent néanmoins être classées en une dizaine d'embranchements selon des critères basés sur leurs compositions pigmentaires, leurs polysaccharides de réserve/polysaccharide pariétaux ou des caractéristiques structurales : (**Reviere, 2002**)

En général, le terme algue fusionne quatre grands groupes qui sont différenciées par rapport à la couleur, Chaque groupe contient des classes, qui elle-même contient des centaines d'espèces (**Garon, 2004**).

Algues vertes (Chlorophycées) :

Elles sont de formes très variées, uni-ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert (Figure 01) par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles. La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures, la plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale (**Garon, 2004**).



Figure 01 : Algues vertes (Chlorophycées).

Algues brunes (Phéophycées) :

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance du pigment xanthophylle, la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta carotène) (Figure 02). Toutes possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens. La grande majorité des algues brunes sont marines (Garon ., 2004).



Figure 02 : Algues brunes (Phéophycées)

Algues rouges (Rhodophycées) :

Les rhodophycées ou algues rouges forment un groupe très diversifié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels un pigment rouge, la phycoérythrine, est associé à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines (Figure 03), mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques-unes vivent également en eau douce. Les algues rouges sont

divisées en deux groupes : celui des Bangiophycées (qualifiées de primitives) et celui des Floridéophycées (plus complexes). Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe (**Garon, 2004**).



Figure 03 : Algues rouges (Rhodophycées).

3. Reproduction des algues :

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative. Il s'agit d'une multiplication qui consiste en la division d'une cellule isolée (cas des algues bleues), soit en une fragmentation de thalle aboutissant à la formation de plusieurs organismes identiques. Elle est souvent réalisée par la formation de cellules spécialisées : les spores. Les algues eucaryotes réalisent en plus une reproduction sexuée au cours de laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produit un œuf, ou zygote. La reproduction des algues se déroule ainsi selon une alternance de phases de reproduction asexuée assurée par les thalles (sporophytes) et de phases de reproduction sexuée, assurée par des thalles producteurs de gamètes (gamétophytes) (**Garon.,2004**).

4. Intérêt des algues

Les algues revêtent une grande importance biologique, écologique et économique du fait de leur utilisation dans différents domaines :

En alimentation humaine :

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité. En Occident, cette consommation directe d'algues est plus marginale et plus récente. Elles ont été récemment approuvées pour une consommation humaine (comme légumes et condiments), ouvrant ainsi de nouvelles opportunités pour l'industrie agro-alimentaire (**Mabeau & Fleurence, 1993**). Ces macro-algues contiennent des protéines, lipides, vitamines et minéraux et constituent

donc une source d'aliment précieuse ; environ 75% de la production d'algues produites mondialement (8 millions de tonnes d'algues fraîches) est destinée à l'alimentation humaine directe. Aujourd'hui, 14 macro-algues et micro-algues alimentaires sont autorisées à la vente dans certains pays (**Sanchez- Machado & al, 2004**)

Dans l'industrie alimentaire :

L'algue en alimentation fait cependant partie du quotidien de l'homme, mais de façon discrète, utilisée pour ses propriétés technologiques et ceci depuis le début des années soixante. Agar et Alginate sont devenus des ingrédients incontournables de l'industrie agroalimentaire (**Marfaing, 2004**). Les algues rouges sont la source d'agar et de l'agarose.

Les genres *Gelidium*, *Gracilaria*, *Acanthoptelis* et *Pterocladia* sont les principaux producteurs de ces matériaux (**Chouikhi, 2013**). Le mucilage extrait à chaud de ces algues donne après purification, déshydratation et broyage la poudre d'agar-agar utilisée essentiellement pour gélifier un grand nombre de produits alimentaires mais aussi les milieux de culture pour les microorganismes ou les cultures *in-vitro* (**Chouikhi, 2013**).

En alimentation animale :

Aujourd'hui, la disponibilité de macro-algues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines. Les macro-algues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* raichement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leurs analyses ont montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, oligoéléments et vitamines. Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode (**Chouikhi, 2013**).

Dans le domaine pharmaceutique et médicale :

Plusieurs composés chimiques isolés des macro-algues sont biologiquement actifs dont certains possèdent une activité pharmacologique efficace (**Rorrer & Cheney, 2004**). Une étude sur l'isolement et la détermination de la structure chimique de nouveaux métabolites secondaires pouvant présenter des activités biologiques à potentialités pharmacologiques a été réalisée à partir de deux algues méditerranéennes *Cystoseira crinita* (Phéophycée) et *Lyngbya majuscula* (Cyanophycée) (**Praud, 1994**).

Aujourd'hui, environ 4000 nouveaux métabolites ont été isolés à partir de divers organismes marins et jusque dans les années 1990, ce sont les algues qui ont le plus intéressé les chercheurs (**Praud, 1994**).

dans la fabrication des produits de santé et de bien-être ou cosmétique :

Durant ces dernières décennies, la filière de cosmétique s'appuie beaucoup plus sur les substances d'origines naturelles que sur les produits chimiques artificiels. L'avantage d'utilisation de ces produits comme cosmétiques est double. Ces produits n'ont pas d'effets secondaires et ne présentent pas de risque pour la santé humaine. L'utilisation des extraits marins est en forte progression dans ce secteur. De nombreuses recherches tendent à valoriser l'utilisation des algues, notamment à la vue des enjeux économiques considérables liés aux produits cosmétologiques d'appellation biologique (Thomas & Kim, 2013). Les métabolites dérivés d'algues ont été répertoriés comme actifs dans les soins antiâges de la peau, amincissant, antioxydant, photoprotecteur et hydratant. Plusieurs espèces d'algues appartenant à différents groupes sont utilisées en cosmétologie. Parmi elles : *Ulva lactuca*, *Corallina officinalis*, *Fucus vesiculosus* et *Laminaria digitata*

(Bedoux et al., 2014).

En médecine traditionnelle on utilise les bains d'algue dans le traitement de rhumatisme ou certaines affections de l'appareil locomoteur. En chirurgie ou en gynécologie on utilise des stipes de laminaires pour débrider une plaie (Ainane, 2011) (tableau 01).

Les déchets industriels de l'algue rouge *Gelidium sesquipedale* ont été employés pour la fabrication d'un savon antifongique utilisé pour le traitement des infections superficielles cutanées à levures

(Boujaber et al., 2014).

En agriculture :

Depuis longtemps les populations littorales fertilisaient leurs terres à l'aide de macro-algues surtout avec les grandes algues brunes qui sont recueillies généralement au niveau des plages, puis lavées et coupées.

Les effets des macro-algues comme fertilisants diffèrent selon l'algue utilisée. En général, ce n'est pas dû seulement aux composants chimiques de l'algue et à la valeur nutritionnelle de l'algue, mais aussi aux propriétés physiques des polysaccharides de l'algue lesquels aident à améliorer la structure du sol (Kim, 1970). L'emploi des fertilisants naturels devrait permettre une diminution de la quantité d'engrais chimiques et des traitements phytosanitaires classiques polluant le sol ou/et la récolte (Pérez, 1997). Les algues marines et les extraits qui en sont issus sont commercialisés et utilisés en agriculture pour accroître les rendements et la qualité des produits récoltés depuis de nombreuses années (Jolivet & al., 1991 ; Verkleij, 1992).

Chapitre I Revue de la littérature

Tableau 01 : Les Bienfaits des algues marines et leurs indications thérapeutiques (Anonyme ., 2024).

Les Bienfaits des algues marines	Indications pour l'enfant	Indications pour l'adulte
<ul style="list-style-type: none"> • Stimulants des échanges et des glandes endocrines • Antisénescents • Rééquilibrants généraux « correcteurs de terrain » • Renforceurs des défenses naturelles • Reminéralisants • Stimulants circulatoires • Amaigrissants • Antiscrofuleux • Antigoiteux • Antirhumatismaux • Anti-infectieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Lymphatisme • Ganglions • Rhinopharyngites chroniques • prédisposition générale aux maladies • déminéralisation • fatigue générale, physique ou intellectuelle • anémie • rachitisme • troubles de la croissance • scoliose • retards moteurs • séquelles de convalescence • manque d'appétit • troubles nerveux, insomnies • allergies diverses 	<ul style="list-style-type: none"> • fatigue générale (physique et intellectuelle) • troubles glandulaires • syndrome fatigue-nervosité • troubles nerveux • déminéralisation • Anémie • convalescences trainantes • troubles de la ménopause • rhumatismes chroniques • rhumatismes inflammatoires • arthritisme • névralgies, douleurs musculaires, sciatiques • douleurs pelviennes • obésité • cellulite • artériosclérose • hypertension • lymphatisme • asthme, affections pulmonaires • rhino-pharyngites chroniques • affections gynécologiques • inflammatoires aiguës • troubles digestifs • diarrhées, entérites, colites, certaines constipations • allergies diverses • certains troubles circulatoires • certaines affections cutanées: séborrhée, acné, psoriasis, prurits, eczémas secs

Chapitre II Matériels et méthodes

1. Zone d'étude :

Le littoral Algérien :

Il s'étend sur près de 1622 km de la côte, ce dernier est caractérisé par les côtes rocheuses, côtes sableuses et quelques lagunes. Il est également caractérisé par la rareté des îles tout en étant riche en zones humides (**Grimes, 2004**). Le réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds : Chéelif, Soummam, El Harrach, Tafna, El Melah, El Kébir, El Hamiz et Safsaf. Ces réseaux déversent directement dans la mer et drainent tous les déchets à l'origine terrigènes.

Ces oueds représentent des collecteurs de tous les polluants qui sont engendrés par les activités humaines, surtout agricoles et industrielles.

Une grande partie de la population est installée sur le littoral, et la majorité des activités socio-économiques sont installées également sur la frange côtière où se trouvent les grandes agglomérations urbaines telles que Alger, Oran et Annaba, ainsi que les grands pôles industriels dont près de trois quarts sont installés sur la zone côtière (**Akli, 2007**) tel que Arzew, Alger, Bejaia, Annaba et Skikda.

La Mer méditerranée est un bassin semi-fermé relié à l'océan atlantique par le seuil étroit du détroit de Gibraltar large de 14 km et profond de 300 m. Elle couvre une superficie d'environ 2,5 millions de km² en s'étendant d'est en ouest sur approximativement 3800 km et la distance nord-sud maximale entre la France et l'Algérie est d'environ 900 km. Elle est reliée à la mer Noire par le détroit des Dardanelles dont la largeur maximale n'est que de 7 km avec une profondeur moyenne de 55 m. Le lien avec la mer Rouge se fait par le canal de Suez (**Figure 04**).

La Méditerranée est divisée en deux bassins principaux, occidental et oriental, séparés par le canal de Sicile d'environ 150 km de large avec une profondeur maximale de 400 m. La mer Adriatique peut être également considérée comme une zone séparée située au nord du détroit d'Otrante (**Fredj et Menardi, 2001**).

La Méditerranée occidentale comporte 3 secteurs :

- Le secteur septentrional au Nord d'une ligne joignant le delta de l'Ebre à Piombino en Italie. Ce secteur comprend la mer Catalane, le Golfe du Lion, les côtes de Provence et la mer Ligure.
- Le secteur central comprenant, d'une part, la côte espagnole de Motril au delta de l'Ebre, les îles Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Sicile et la côte italienne de Piombino au golfe de Tarente

Chapitre II Matériels et méthodes

- Le secteur méridional qui comporte les côtes nord-africaines de la frontière algéro- marocaine au cap Bon.



Figure 4 : Carte géographique De Mer Méditerranée. (Corsenetinfos).

Les sites d'échantillonnage :

Les plages de la wilaya de Skikda, situées le long de la côte méditerranéenne du nord-est de l'Algérie (figure 05), soulignés par une richesse écologique importante. Le site choisi pour la conduite de notre étude expérimentale est situé en mer ouverte dans le golf de Stora (corniche) sur le côté Nord-ouest de la ville de Skikda, Il est également accessible par un sentier qui débouche directement sur le port de la ville (Figure 5).

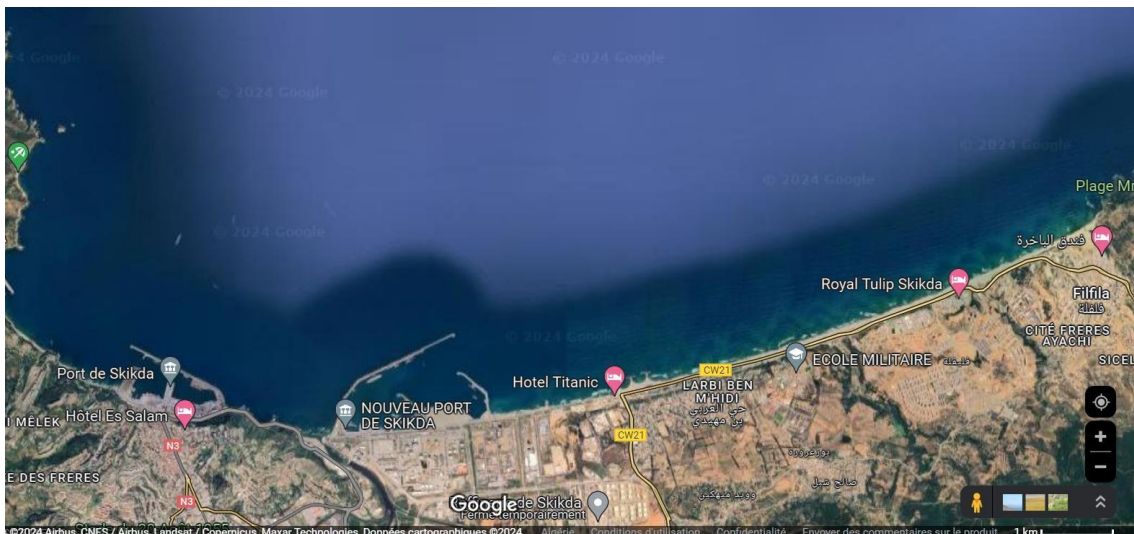


Figure 05 : Carte géographique de la cote de Skikda (Google Earth version 2024).

Zone de prélèvement :

A- Plage MARKET : est une plage relativement petite à Skikda, mesurant environ 0,42 kilomètre de long. Elle est reconnue pour son rivage sablonneux (Figure 07).

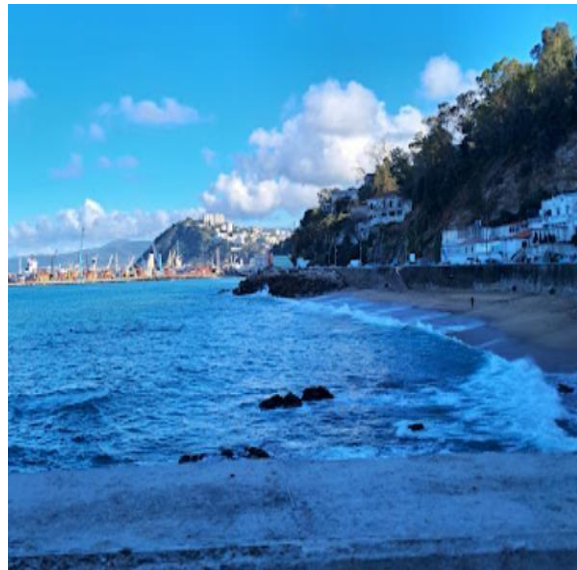
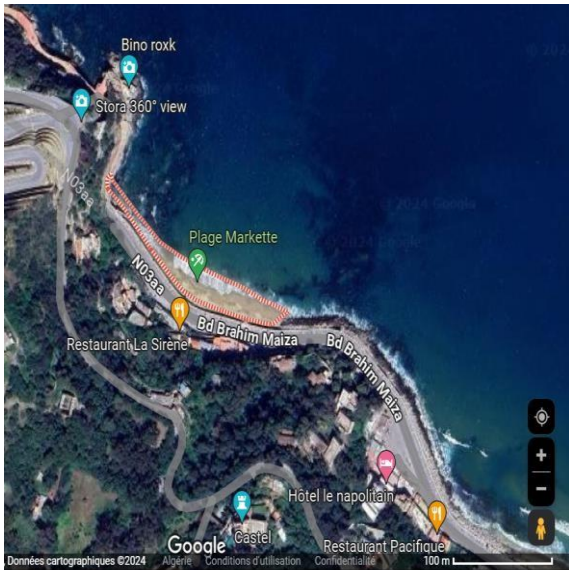


Figure 6 : Localisation du 1er site de prélèvement par satellite (google earth version2024) et photo personnelle de la localisation.

b- Plage MILITAIRE 2:

Comprise entre Plage Militaire 1 et Plage Market. La plage Militaire à Skikda, également connue sous le nom de plage El Marsa, est une plage méditerranéenne caractérisée par son sable fin et ses eaux claires (figure 08).

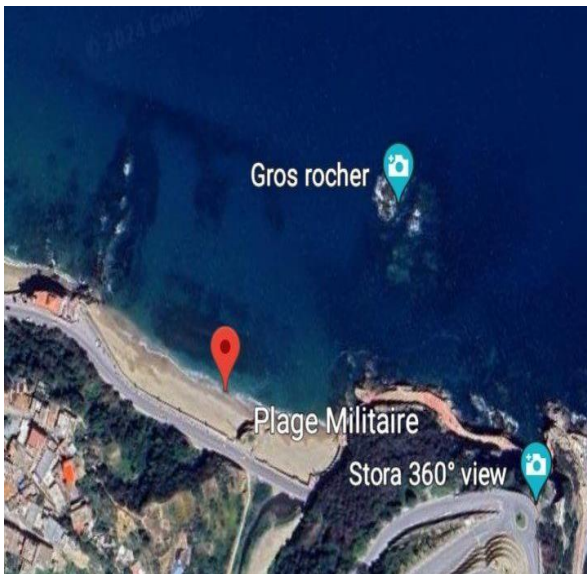


Figure 7 : Localisation du 2eme site de prélèvement : a- (photo originale) et par satellite (google earth version 2024).b- Photo de la fréquentation de la plage en saison estivale.

c- La Plage PARADIS :

Est une plage méditerranéenne renommée pour sa beauté naturelle et son importance écologique avec son sable doré et ses eaux bleues azur (**Figure09**).



Figure 08 : Localisation du 3eme site de prélèvement (photo originale) et par satellite (google earth version 2024). et photo personnelle de la localisation.

2. Matériel et méthodes

Matériel biologique

Le matériel biologique de notre étude est constitué d'algues marines dont l'objectif de la récolte, est de réaliser une liste des espèces présentes dans le golf de Stora et de déceler l'abondance et la distribution spécifique et spéciale, nous avons procédé à la récolte et l'identification des espèces comme suit.

✚ Matériel nécessaire à la récolte des algues:

Afin de mener une bonne opération d'échantillonnage il faut être muni du matériel suivant (**figure 10**):

- Une pince
- Un décimètre,
- Des petites boîtes pour placer et transporter les algues récoltées
- Des baguettes de PVC (polychlorure de vinyle) de 1m pour matérialiser les quadrats
- Numéros (Autocollant) pour identifier les quadrats

Chapitre II Matériels et méthodes

- La clé d'identification des algues la fiche de terrain
- Appareil photo ou Smart phone (bonne qualité d'image pour la prise des photos)



Figure 09 : Le matériel utilisé pour l'échantillonnage (**photo original**).

Méthode d'échantillonnage :

L'échantillonnage est réalisé selon le protocole ALAMER, qui est basée sur la récolte des algues de la laisse mer qui est définie comme étant « les débris de toutes sortes que les vagues rejettent sur la plage . Dans le haut du littoral la laisse de mer forme souvent une ligne qui se déplace à chaque marée.» (Chabot et Rossignol, 2002)

L'avantage de l'échantillonnage sur la laisse mer est de permettre, relativement, la récolte même en dehors de la saison de baignade, où certaines espèces présentent des cycles de développement en automne/ printemps. Cette méthode présente donc l'avantage de s'étaler sur toute l'année pour l'identification des algues.

Sur la plage un transect de 25 mètres est délimité, dans lequel 3 quadrats de 1 mètre carré (1m²) chacun sont montés. Un numéro est attribué à chaque quadrat pour lequel les espèces d'algues seront triés, groupés et identifiés, pour à la fin procéder au comptage de chaque espèce. Les espèces identifiées, leurs nombres ainsi que d'autres observations seront reportés sur la fiche de terrain par quadrat et par site ainsi que la date de récolte. Ceci permettra de faire des comparaisons de ces observations entre les quadrats ainsi que les sites.



Figure 10 : Tri et identification des espèces d’algues dans un quadrat (Photo original).

Identification des espèces d’algues marine

Une clé d’identificatin simplifiée des macroalguedu potocolle d’ALAMER est utilisée sur place, cette clé présente un ensemble d’algues les plus représentatives des macro-algues de la cote de l’océan atlantique et de la mer méditerranée et peut être de ce fait adapté à la mer méditerranée. Ainsi que d’autres clés de détermination notamment, la base de données d’**Algae-Base** (<https://www.algaebase.org/>) , la base **DORIS** (Données d’Observations pour la Reconnaissance et l’Identification de la faune et la flore Subaquatiques) (<https://doris.ffesm.fr/>), le site nature22 (<https://www.nature22.com/>) , les fiches **FAO** d’identification des espèces Atlas des algues marines de (Hariot 1892), ainsi que d’autres documents scientifiques plus récents de (**Boudouresque, 2005 ; Pergentet al., 2007**). La classification et les noms scientifique ont été établie selon *WoRMS* Taxon detail (Word Register of Marine Species) (<https://www.marinespecies.org/>).

Pour les espèces plus difficiles à identifier, et en l’absence de moyens de conservation des échantillons, elles sont acheminées le plus vite possible au laboratoire de biochimie situé au Hall de Technologie de l’université 20 Aout 1955.Skikda, pour un examen approfondi au stéréomicroscope binoculaire (loupe binoculaire) ou parfois un examen microscopique de

Chapitre II Matériels et méthodes

certaines structures est réalisé par étalement d'un fragment d'échantillon entre lame et lamelle. Les critères importants recherchés - en plus de la couleur, la forme, et la taille-sont le type de branchement, le type de ramification terminal ainsi que la présence de structure particulière.

2-4 Etude statistique :

L'analyse statistique a inclus le calcul et la comparaison des moyennes des espèces d'algues en utilisant le test ANOVA (Analyse de la Variance), exécuté avec le logiciel Excel 2021.

Chapitre III Résultats et Discussions

Présentation des résultats :

Dans le but d'étudier la richesse en espèces d'algues marines et en établir une première liste du littoral de Skikda, la récolte de macro-algues de la laisse mer, sur trois plages du golf de Stora et leurs identifications nous a permis de collecter un nombre de 18 espèces réparties entre les trois taxa *Chlorophyta*, *Ochrophyta* et *Rhodophyta*.

1- Classification, Description et écologie des macroalgues collectées :

1-1 Chlorophyta (2 familles, 3 genres, 4 espèces) :



Figure 11: Photo d'*Ulva lactuca* (aspect générale) (Photo personnelle).

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *ulvales*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva lactuca* L.

Description : Algue verte dont le thalle est aplati en lames minces vert foncé à vert clair, foliacé à lobes polymorphes (10-40 cm) pouvant atteindre le mètre en eaux riches en matières organiques ; ces lames sont souples, fixées par un petit disque basal portant de nombreux rhizoïdes.

Ecologie : Cette espèce vit en eaux peu profondes jusqu'à 10 mètres. Ces algues sont visibles surtout aux fortes périodes d'ensoleillement, la fin de l'hiver, le printemps, l'été. Elles ont une

Chapitre III Résultats et Discussions

durée de vie assez courte, quelques semaines en général, mais plusieurs générations se succèdent au cours de l'année.



Figure 12 : Photo d'*Ulva intestinalis* (photo personnelle)

Classification scientifique :

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Ulvophyceae

Ordre : Ulvales

Famille : Ulvaceae

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva intestinalis* L.

Description : est une algue verte dont thalle est un tube qui ressemble à un gros intestin.

Présence de bulle de gaz qui lui permet de flotter ou d'être dressé sous l'eau.

Ecologie : La durée de vie de ces algues est inférieure à une année, présentant un maximum de développement en été et disparaissent une partie de l'année., à la fin de la saison estivale, les feuilles meurent et forment de grandes masses de laisses de mer blanchies. Les ulves tubuleuses sont des espèces euryhalines supportant de grandes différences de salinité d'eau. Se sont aussi des espèces nitrophiles.



Figure 13 : *Cladophora laetivirens* de gauche à droite (vue générale , vue au microscope X4, X10)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Cladophorales*

Famille : *Cladophoraceae*

Genre : *Cladophora*

Espèce : *laetivirens* (Dillwyn) Kützing

Description: Algue au thalle **érigé et filamenteux**. Les filaments sont **très ramifiés** de manière sub-dichotomique à unilatérale, et fastigiée (ramification formant un angle aigu). L'extrémité des rameaux est légèrement incurvée. Les cellules sont coenocytiques articulées, cylindriques à légèrement claviformes.

Ecologie : Cette algue est annuelle. Elle se développe en fin d'hiver et au printemps puis régresse en été. Elle est photophile et se développe sur des rochers ou en épiphyte.



Figure 14 : Photo de *Chaetomorpha* sp. en association avec une algue rouge(photo

Chapitre III Résultats et Discussions

personnelle)

Classification scientifique :

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Ulvophyceae

Ordre : Cladophorales

Famille : Cladophoraceae

Genre : *Chaetomorpha* (Kütz, 1845)

Espèce : *Chaetomorpha sp.*

Description : Les algues chétomorphes du genre *Chaetomorpha* non ramifié se distingue des cladophoracées du genre *Cladophora* qui sont ramifiées. La caractéristique de la cinquantaine d'espèces est d'être constituées de filaments macroscopiques de cellules cylindriques.

Ecologie : Les espèces du genre *Cheatomorpha* sont des espèces nitrophiles, abritant plusieurs d'autres espèces animales. Sont très utilisés pour leur pouvoir filtrant, car en absorbant les nutriments, il n'y a pas de véritable prolifération mais une augmentation de la masse et du volume in-situ

Ochrophyta (4 familles, 5 genres, 5espèces)

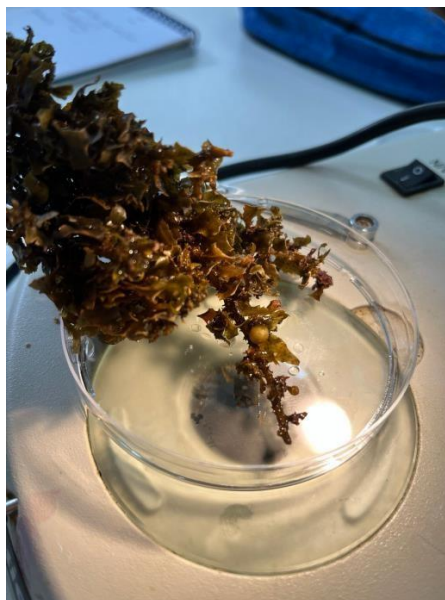


Figure 15 : Photo de *Sargassum muticum* (photo personnelle)

Classification scientifique

Embranchement : *Ochrophyta*

Classe : *Phéophycées*

Chapitre III Résultats et Discussions

Ordre : *Fucale*

Famille : *Sargassacées*

Genre : *Sargassum*

Espèce : *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955

Description : Thalle pyramidal, dressé et ramifié. Frondes lancéolées. Présence d'aérocystes (flotteurs) de petite taille, ovoïdes et pédicellés. Couleur jaune verdâtre à brun rougeâtre.

Ecologie : Cette phéophycée est particulièrement résistante à la dessiccation, aux variations de température et de salinité, ce qui explique en partie la rapidité de son invasion. Les branches latérales se détachent à l'été ou à l'automne, laissant une base de la tige courte vivace pour l'hiver (Wallentinus, 1999 ; Wallentinus, 2010). Sert de support à d'autres algues et animaux, refuge de poissons.

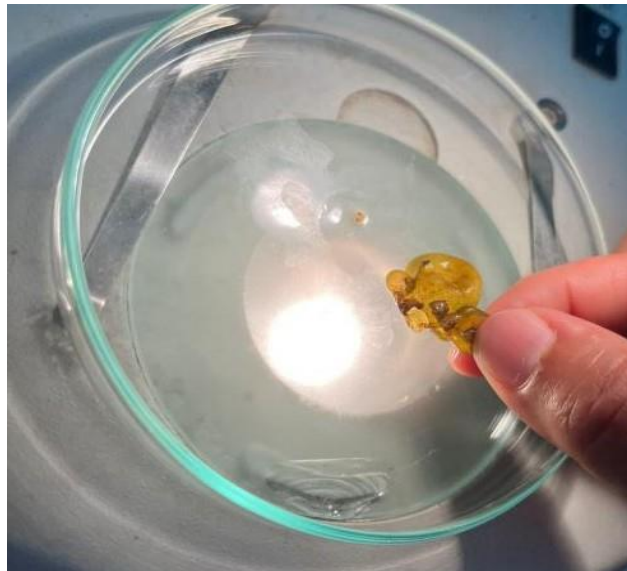


Figure 16 : Photo de *Colpomenia peregrina* (Aspet générale, photo personnelle)

Classification scientifique

Embranchement : Ochrophyta

Classe: Scytosiphonales

Ordre : *Scystosinaceae*

Famille : Dasycladiceae

Genre : *Colpomenia*

Espèce: *Colpomenia peregrina* (Sauvageau), 1927

Description : Thalle creux, grossièrement sphérique, parfois déformé, lisse et fragile. Couleur vert-olive à brune, mouchetée de petits points foncés. Surface lisse, non gélatineuse, paroi fine.

Chapitre III Résultats et Discussions

Absence de poils.

Écologie : algue brune, autotrophe, annuelle, épiphytes sur d'autres algues. Elle a été introduite dans les eaux Bretonnes et Normandes dans les années 60 à 70 avec l'importation de l'huître japonaise pour l'ostréiculture. L'algue serait originaire de la côte ouest d'Amérique du Nord. On considère désormais *Colpomenia peregrina* comme une espèce cosmopolite des mers tempérées.



Figure 17 : Photo de *Halopteris scoparia* (de gauche à droite : Aspect générale avec les cellules apicales visibles sous la loupe binoculaire, photo au microscope optique X40) (**Photo personnelle**)

Classification scientifique :

Embranchement : Ochrophyta

Classe : Phaeophyceae

Ordre : Sphacelariales

Famille : Stypocaulaceae

Genre : *Halopteris*

Espèce : *Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau

Description : Algue brune aux branches rêches 5 à 15 cm de hauteur. Cellules apicales brun foncé (sphaecles). Ramification régulière, alternée des deux côtés de l'axe, donnant à l'ensemble l'aspect d'un balai. Ramifications latérales naissant au niveau du sphaecle.

Écologie : Algues Photophiles, en méditerranée, elle est retrouvée toute l'année depuis la surface jusqu'à environ 15 m de profondeur.

***Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy**

Classification scientifique :

Chapitre III Résultats et Discussions

Embranchement : Ochrophyta

Classe : Phaeophyceae

Sous-classe : Dictyotophycidae

Ordre : Dictyotales

Famille : Dictyotaceae

Tribue : Zonarieae

Genre : Pandina

Espèce : *Pandina pavonica* (Linnaeus) Thivy

Description : Algue brune dont le thalle est haut de 5 à 10 cm à cornets blancs. Fronde en éventail ouvert zoné, à marge ciliée, blanche et brune, incrustée de calcaire, court pédoncule. La fronde est souvent enroulée **en cornet avec des stries concentriques**. La surface du thalle est ornée de fines rangées concentriques de poils.

Ecologie : Cette algue photophile colonise les substrats durs bien éclairés en eau calme ou peu agitée. Les individus ont une existence brève mais sont remplacés fréquemment tout au long de l'année. Abondante au printemps, cette algue s'accommode d'un réchauffement et d'un éclairage intense. Elle est sensible aux variations de niveau d'eau et ne peut supporter que de très brèves expositions à l'air libre.



Figure 18 : Photo de *Dictyota fasciola* (de gauche à droite : aspect générale, sous loupe binoculaire, sous microscope X10)

Classification scientifique :

Embranchement : Ochrophyta

Classe : Phaeophyceae

Sous-classe : Dictyotophycidae

Ordre : Dictyotales

Chapitre III Résultats et Discussions

Famille : Dictyotaceae

Tribue : Dictyoteae

Genre : *Dictyota*

Espèce : *Dictyota fasciola* (Roth) J.V.Lamouroux

Description : **Thalle** érigé en forme de rubans de 20 cm de hauteur maximale, brun clair à verdâtre, Les lanières sont dépourvues de nervure médiane. Extrémités pointues et recourbées. La ramification est pseudodichotome dans un plan. Les dichotomies sont peu nombreuses, et forment un angle aigu

Ecologie: Cette algue est visible sur substrat rocheux du printemps à l'automne, jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur dans des milieux bien éclairés.

Rhodophyta (7 familles, 9 genres, 9 espèces) :



Figure 19 : *Jania sp.* vue sous loupe binoculaire (**Photo personnelle**)

Classification scientifique :

Embranchement: Rhodophyta

Classe : Florideaphyceae

Ordre : Corallinales

Famille : Corallinaceae

Tribue : Janieae

Genre : *Jania* (Linnaeus.) / J.V.Lamouroux

Espèce : *Jania sp.*

Description : Algues rouges multicellulaires. Actuellement, le genre regroupe 40 espèces taxonomiquement valables. à squelettes durs, calcaires et ramifiés de façon dichotomique et

Chapitre III Résultats et Discussions

poussent en touffes larges et emmêlées. Les branches sont composées de segments cylindriques rigides et peuvent se plier aux articulations. La couleur est généralement rouge ou rose et les articulations sont blanches.

Ecologie : La famille Corallinaceae présentes dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes, dans des habitats de récifs abrités, souvent dans des crevasses ou d'autres zones ombragées.

Classification scientifique :

Embranchement: Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Corallinales

Famille : Corallinaceae

Genre : *Corallina* (Linnaeus)

Espèce : *Corallina sp.*

Description : La coralline est une algue calcifiée. Le thalle est dressé à ramification régulièrement pennée. Il est composé d'articles (segments) calcifiés et d'articulations non calcifiées flexibles. Les segments sont en forme de losange, plus longs que larges. La partie supérieure du segment est élargie. Le thalle se fixe par une croûte basale.

Ecologie : Les algues coralliennes jouent un rôle important dans l'écologie des récifs coralliens. Les oursins, les poissons perroquets, les patelles (mollusques) et les chitons (mollusques) se nourrissent d'algues coralliennes.



Figure 20: Photo de *Halopitys incurva* sous loupe binoculaire (Photo personnelle).

Chapitre III Résultats et Discussions

Classification scientifique :

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Ceramiales

Famille : *Rhodomelaceae*

Tribue : Amansieae

Genre : *Halopitys*

Espèce : *Halopitys incurva* (Hudson) Batters, 1902

Description : Algue buissonnante très caractéristique, atteignant 25 cm de haut, formant des axes cylindriques de 1 mm de diamètre, solides, rêches, pourvus de rameaux secondaires courts de même calibre et recourbés en crosse à leur extrémité, bien visibles au sommet des thalles en croissance. Couleur rouge foncé, presque noir ; consistance cartilagineuse, cassante.

Ecologie : Pousse sur les roches, avec de nombreuses algues épiphytes et dans laquelle vivent de nombreux invertébrés.

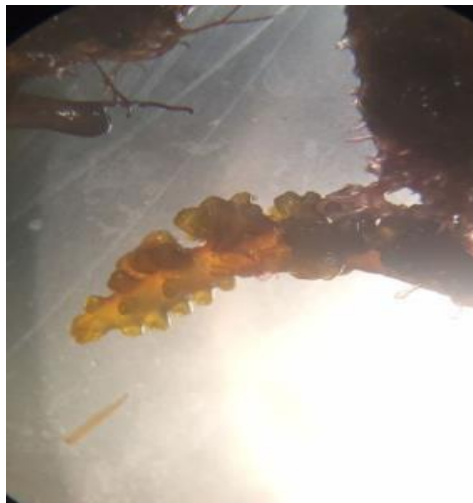


Figure 21 : *Osmundia hybrida* ou *Lenrenicia obtusa* sous loupe binoculaire (**Photo personnel**).

Classification scientifique :

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Ceramiales

Famille : *Rhodomelaceae*

Chapitre III Résultats et Discussions

Genre : *Osmundia*

Espèce : *Osmundia. hybrida* (A.P.de Candolle) K.W.Nam, 1994

Ou :

Famille : *Rhodomelaceae*

Tribue : Laurencieae

Genre : *Lenrencia*

Espèce : *Lenrencia obtusa* (Hudson) J.V.Lamouroux, 1813

Description :

Laurencia Obtusa : Touffes globuleuses de consistance membraneuse.; frondes arrondies, pyramidales, à ramification pinnée. ramules cylindriques ou étranglés à la base et en massue, tronqués ou obtus

Osmundia. hybrida : Fronde pyramidale, arrondie, puis un peu rameuse. Pinnules inférieures prolongées, les supérieures simples, cylindriques, en massue, dressées et étalées suivant le mode de reproduction des échantillons.

Consistance cartilagineuse. Couleur purpurine devenant jaunâtre à la lumière

La différence entre les deux espèces se fait par le microscope qui permet d'observer chez *Laurencia Obtusa* la présence de « corps en cerise » (granules réfringents caractéristiques)

Ecologie :

Laurencia Obtusa : Généralement épiphytes, annuelle

Osmundea. hybrida : A basse mer sur les pierres et les rochers. Rarement épiphytes, très répandue.

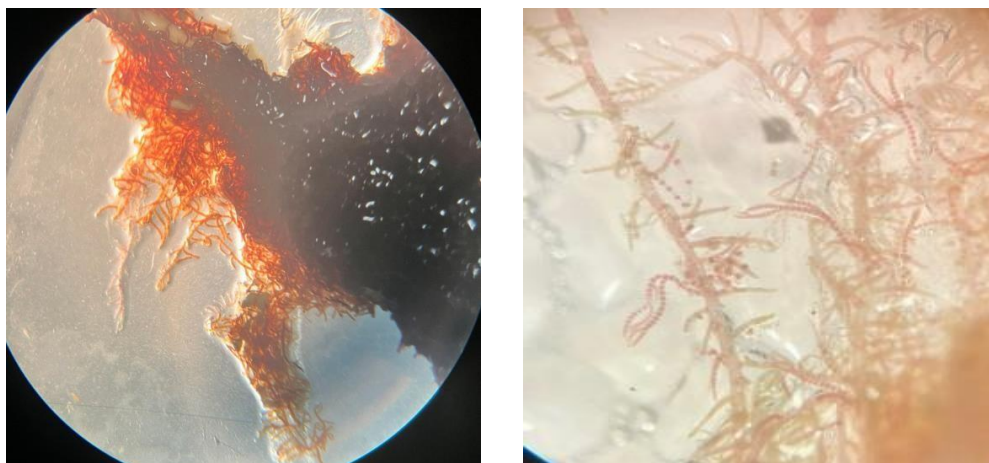


Figure 22 : Photo de *Ceramium sp.* sous loupe binoculaire. De gauche à droite (aspect général, sous loupe binoculaire) (**Photo personnelle**).

Chapitre III Résultats et Discussions

Classification scientifique

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Ceramiales

Famille : Ceramiaceae

Tribue : Ceramieae

Genre : *Ceramium* (Roth, 1797)

Espèce : *Ceramium sp.*

Description : La plupart des espèces de *Ceramium* se ressemblent au niveau macroscopique, même avec un microscope, la distinction se fait par des caractères tirés de la présence ou de l'absence d'épines sur les frondes et de revêtement cortical.

Ecologie : Se rencontrent sur les pierres ou en épiphytes sur les autres algues.



Figure 23 : *Asparagopsis armata*, de gauche à droite : aspect générale, sous loupe de microscope X10

(Photo originale).

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Bonnemaisoniales

Famille : Bonnemaisoniaceae

Genre : *Asparagopsis*

Espèce : *Asparagopsis armata* Harvey, 1855

Description : est une espèce d'algues rouges, touffes roses au contour pyramidal. Nombreux

Chapitre III Résultats et Discussions

ramules qui donnent à l'ensemble la forme d'asperge sauvage. Présence de rameaux épineux, en forme de harpon Petits pompons roses cotonneux génération tétrasporophyte décrite à l'origine comme une espèce différente

Ecologie : Algue originaire d'Australie et Nouvelle Zélande épiphytes sur les autres algues par des harpons caractéristiques. Se développe de la surface à une dizaine de mètres de profondeur, dans des zones calmes ou modérément battues.



Figure 24 : Photo de *Chondracanthus acicularis* sous loupe binoculaire (**Photo personnel**).

Classification scientifique

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Gigartinales

Famille : Gigartinaceae

Genre : *Chondracanthus*

Espèce : *Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq, 1993

Description : Algue cartilagineuse filiforme ayant un aspect rampant de 10 à 20 cm. Couleur rouge pourpre ou noirâtre. Nombreuses et irrégulières ramifications cylindriques arquées. Les extrémités sont courbes et pointues et se fixent au contact avec n'importe quel substrat.

Ecologie : L'algue est présente, généralement sur les rochers, Elle couvre les surplombs rocheux à basse mer. Se retrouve de l'Atlantique nord, des îles britanniques jusqu'au Cameroun et en Mer Méditerranée.



Figure 25 : Photo de *Gelidium sp.* sous loupe binoculaire (**Photo personnelle**).

Classification scientifique

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Gelidiales

Famille : Gelidiaceae

Genre : *Gelidium* J.V. Lamouroux, 1813

Espèce : *Gelidium sp.*

Description : Frondes cartilagineuses, rouge violacé foncé, aplaties, Pennées ou bipennées, branches opposées ou alternes, souvent effilées aux deux extrémités ; de contour nettement pyramidal.

Ecologie : Le genre *Gelidium* colonise les platiers rocheux. A basse mer sur les rochers. Automne-hiver.

Classification scientifique

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Rhodymeniales

Famille : Lomentaria

Genre : *Lomentaria*

Espèce : *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye, 1819

Description : Algue rouge vif d'un assemblage d'articles ovoïdes **réguliers**. Des rameaux principaux eux aussi articulés (c'est la seule espèce qui a cette caractéristique) Les articles deviennent graduellement plus petits lorsque l'on se rapproche des extrémités.

Chapitre III Résultats et Discussions

Ecologie : une espèce commune qui se développe sur les rochers jusqu'à 20 mètres de profondeur. Elle peut se développer sur les littoraux de mode calme comme de mode battu. Cette espèce affecte tout particulièrement les zones ombragées. Peut parfois se développer de manière épiphyte sur le stipe de certaines laminaires.

Comparaison des taxa selon le nombre de familles, genre et espèces obtenus :

L'étude comparative des algues vertes, brunes et rouges révèle une diversité taxonomique croissante de la famille à l'espèce. Les algues rouges se distinguent par une richesse supérieure en termes de familles (7), genres (9) et espèces (9) par rapport aux algues brunes (4 familles, 5 genres, 5 espèces) et aux algues vertes (2 familles, 3 genres, 4 espèces). Les algues brunes, avec une diversité intermédiaire, montrent une capacité de diversification modérée, tandis que les algues vertes présentent la diversité la plus faible, indiquant peut-être une niche écologique plus spécifique.

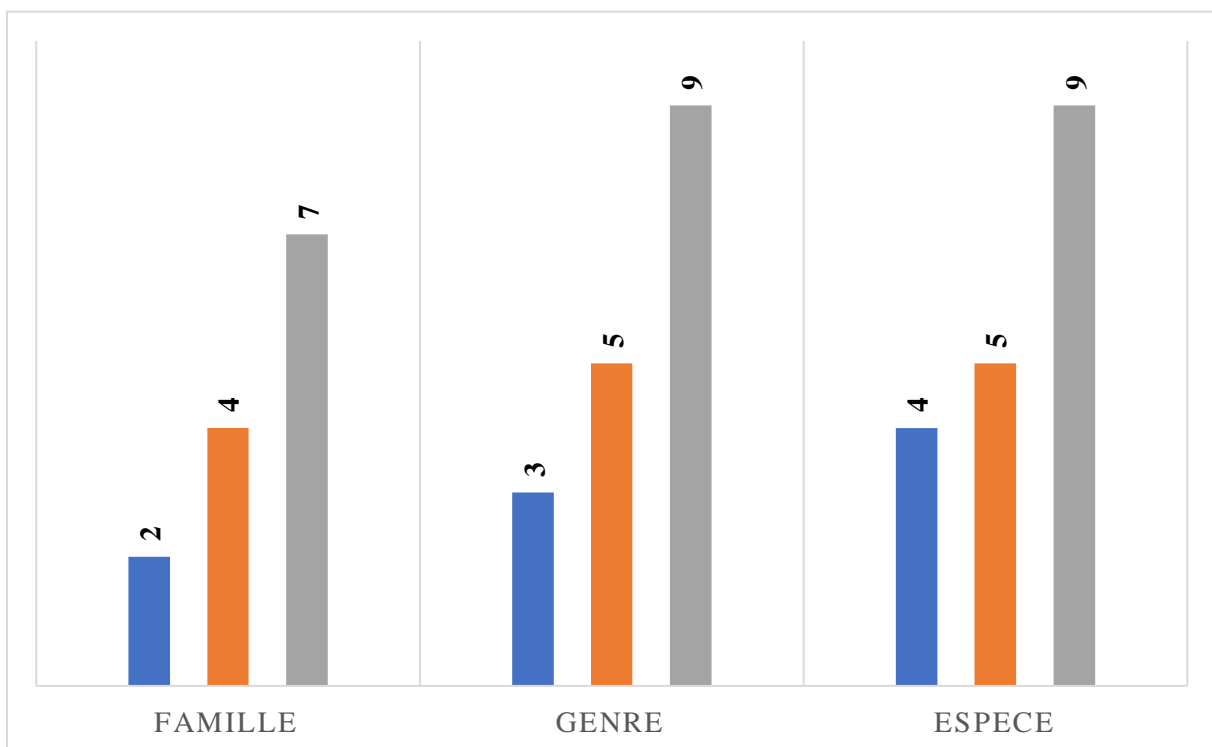


Figure 26 : Histogrammes comparatifs des nombres de familles, genres et espèces identifiés entre les trois taxa (Chlorophyta, Ochrophyta et Rhodophyta).

Chapitre III Résultats et Discussions

L'analyse comparative des divers groupes d'algues (**Figure**), illustrée par le graphique, confirme une diversité taxonomique significativement plus élevée chez les algues rouges par rapport aux algues brunes et vertes. Les barres représentent la moyenne du nombre de familles, genres et espèces, avec des intervalles de confiance indiquant la variabilité des données. Les algues rouges affichent une moyenne plus élevée avec une moindre variabilité par rapport aux algues brunes et vertes, ce qui est statistiquement significatif comme indiqué par les astérisques (*).

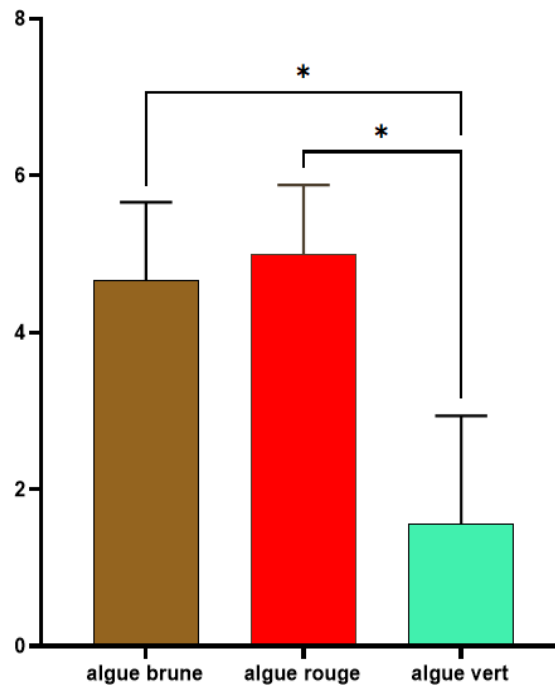


Figure 27 : Histogramme des moyennes du nombre d'individus des trois taxa, sur les trois plages.

Le dénombrement des individus sur les trois plages montre une prédominance notable des genres *Cladophora*, *Coralline*, *Jania*, et *Halopteris*,

- Répartition spatiale des espèces algales sur les sites étudiés

Présentation des espèces d'algues selon leur site de collecte

Les tableaux qui suivent représentent la liste des espèces identifiées sur les trois plages de collecte.

Chapitre III Résultats et Discussions

Tableau 02 : Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage Market.

Site 01 : Market Le 25/03/2024	Espèces recensées
Quadrat 1	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Algues à balai » <i>Halopteris scoparia</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina sp.</i> ➤ <i>Jania sp.</i>
Quadrat 2	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Algues à balai <i>Halopteris scoparia</i> ➤ « Pandine queue de paon » <i>Padina pavonica</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Algue à crochet » <i>Halopithis incurva</i> ➤ <i>Jania sp.</i>
Quadrat 3	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Algues à balai <i>Halopteris scoparia</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina sp</i> ➤ <i>Jania sp.</i>

Il est à noter que sur ce premier site de collecte aucune algue verte n'a été collectée. Ceci peut être expliqué en partie par la difficulté d'identification d'algues sèches et décolorées, en raison de la chaleur intense qui a caractérisé le jour de la collecte (Tableau)

Chapitre III Résultats et Discussions

Tableau 03: Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage de Paradis.

Site 02 : Plage Paradis Le 29/04/2024	Espèces
Quadrat 1	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues vertes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « laitue de mer » « Ulve » <i>Ulva lactuca</i> ➤ « Les ulves tubuleuses » <i>Ulvaintestinalis</i> ➤ « Cladophore » <i>Cladophora laetivirens</i> ➤ <i>Chaetomorpha sp</i> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Sargasse » <i>Sargassum muticum</i> ➤ « Algues à balai » <i>Halopteris scoparia</i> ➤ « Dictyote rubanée » <i>Dictyota fasciola</i> (Roth) Lamouroux ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallinasp.</i> ➤ « Corde de solier » <i>Chondracanthus acicularis</i> ➤ « Algue à crochet » <i>Halopithis incurva</i> ➤ <i>Gelidium sp.</i>
Quadrat 2	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues vertes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Cladophores » <i>Cladophora laetivirens</i> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Sargasse » <i>Sargassum muticum</i> ➤ « Voleuse d'huitres » <i>Colpomenia peregrina</i> ✚ Algues rouges: <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina sp.</i> ➤ <i>Rhodomenia holmesii</i>
Quadrat 3	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues vertes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Cladophores » <i>Cladophora laetivirens</i> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Sargasse » <i>Sargassum muticum</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina sp.</i> ➤ « Algue à crochet » <i>Halopithis incurva</i>

Ce deuxième site présente une grande diversité en termes de nombre d'espèces représentatives des trois grands groupes d'algues : vertes, brunes et rouges.

Chapitre III Résultats et Discussions

Tableau04 : Résultats de la collecte et l'identification des espèces d'algues de la plage Militaire 2.

Site 03 : Plage Militaire 2 Le 26/04/2024	Espèces
Quadras 1	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Algues à balai <i>Halopteris scoparia</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Rhodymenia holmesii</i> ➤ <i>Ceramium</i>sp
Quadras 2	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues vertes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Cladophores » <i>Cladophora laetivirens</i> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Algues à balai » <i>Halopteris scoparia</i> ➤ « Sargasse » <i>Sargassum muticum</i> ➤ « Voleuse d'huitres » <i>Colpomenia peregrina</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina</i> sp. ➤ « Corde de solier » <i>Chondracanthus acicularis</i> ➤ « Algue à Harpons » <i>Asparagopsis armata</i> ➤ <i>Gelidium</i> sp. ➤ « Algue à crochet » <i>Halophrys incurva</i> ➤ <i>Ceramium</i> sp.
Quadras 3	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Algues vertes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Cladophores » <i>Cladophora laetivirens</i> ✚ Algues brunes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Algues à balai » <i>Halopteris scoparia</i> ➤ « Sargasse » <i>Sargassum muticum</i> ➤ « Voleuse d'huitres » <i>Colpomenia peregrina</i> ✚ Algues rouges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ « Coralline » <i>Corallina</i>sp. ➤ « Corde de solier » <i>Chondracanthus acicularis</i> ➤ « Algue à Harpons » <i>Asparagopsis armata</i> ➤ « Algue saucisson » <i>Lomentaria articulata</i> ➤ <i>Gelidium</i> sp. ➤ « Algue à crochet » <i>Halophrys incurva</i> ➤ <i>Ceramium</i> sp. ➤ <i>Laurencia obtusa</i> ou <i>Osmundea hybrida</i>

Comparaison de la distribution spatiale des algues entre les trois sites :

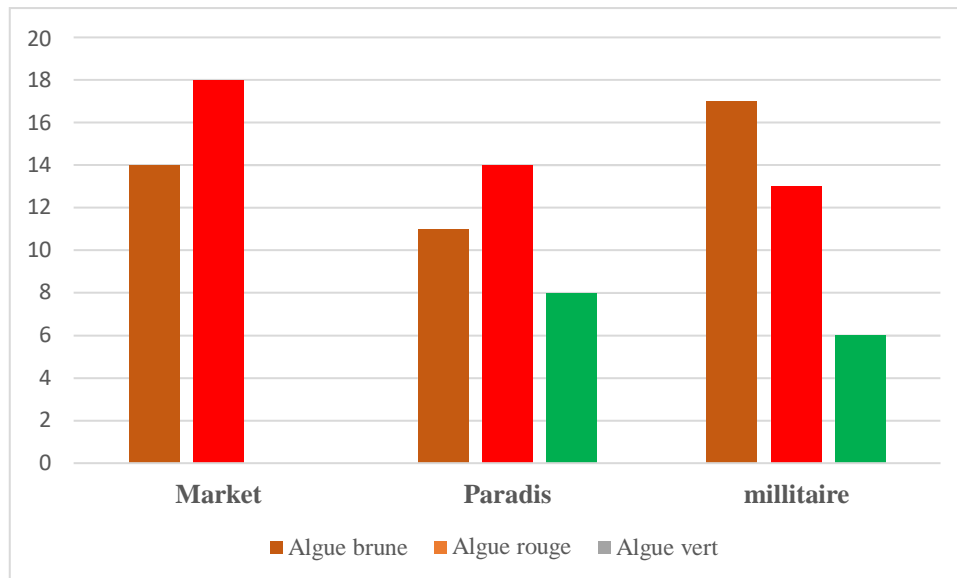


Figure 28 : Histogramme de la distribution des taxa sur les trois plages

Discussion :

Notre étude est une première élaboration de liste des espèces algales du littoral de Skikda, étudiant la diversité biologique des espèces d'algues marines. Bien qu'importante pour la connaissance du potentiel d'utilisation dans différents secteurs, reste peu exploité. Ainsi, un manque cruel de documentation nous a confronté limitant nos investigations quant à la comparaison des richesses spécifiques, surtout dans l'est algérien. Les études ponctuelles concernant les algues se résument à l'exploitation ciblée de la constitution chimique de certaines algues. Ainsi nous avons comparé nos résultats à quelques documents traitant la diversité des algues dans l'ouest algérien.

L'augmentation progressive de la diversité taxonomique des algues vertes aux algues rouges suggère une adaptation écologique plus vaste et une différenciation évolutive plus marquée chez les algues rouges, ce qui pourrait être attribué à leur capacité à occuper diverses niches écologiques et à répondre à des pressions sélectives variées. Ces résultats mettent en évidence la flexibilité écologique et la résilience évolutive des algues rouges, les rendant potentiellement plus aptes à s'adapter aux changements environnementaux (Lakehal, 2022), ce qui a des implications importantes pour les recherches futures sur l'évolution des algues et leur rôle dans les écosystèmes marins.

Chapitre III Résultats et Discussions

Corallina et *Jania* sont des algues rouges calcaires parmi les plus répandues de nos espèces collectées, elles jouent un rôle essentiel dans la formation des récifs et la stabilisation des substrats, fournissant des habitats pour de nombreux organismes marins. De plus, leur présence indique des conditions environnementales favorables. Les algues rouges, majoritaires dans le site Militaire, pourraient indiquer des niveaux de nutriments plus élevés ou des conditions spécifiques favorables à leur croissance. Cette hypothèse est soutenue par les observations de **(Lakehal, 2022)** qui note que des concentrations élevées de nitrates ou de phosphates, souvent le résultat de rejets agricoles ou urbains, peuvent favoriser certaines espèces algales.

Les algues brunes, avec une diversité intermédiaire et une variabilité modérée, montrent une diversification évolutive significative mais moindre comparée aux algues rouges. Ceci-ci peut être expliqué par la biologie des algues brunes qui se fixent solidement sur les supports rocheux et sont de ce fait moins présentes dans les débris de la laisse mer, elle-même influencée par les conditions météorologiques.

Les algues vertes, en revanche, présentent la diversité taxonomique la plus faible et une variabilité plus élevée, indiquant une niche écologique plus restreinte et une moindre pression sélective pour la diversification.

Cladophora sont des algues vertes filamenteuses et le genre le plus répandu parmi nos espèces identifiées, recueillie dans les plages Paradis et Militaire. Ces dernières prospèrent dans des eaux riches en nutriments et contribuent à la production primaire et à la biodiversité, bien que leur prolifération excessive puisse causer l'eutrophisation et affecter la pêche locale **(Seridi, 2007)**. Ce qui est en adéquation des caractéristiques des deux plages de la récolte dans le déversement des ménages et des commerces s'y jettent directement et peuvent de ce fait contenir des concentrations élevées en nitrates et phosphates.

Certaines algues vertes des genres *Cladophora*, *Ulva* et *Chaetomorpha* sont des indicateurs d'eutrophisation des zones rocheuses littorales ce qui peut affecter la distribution d'autres algues quand la qualité de l'eau décroît. Le suivi des populations algales permet de contrôler l'évolution de la qualité des eaux **(Doris, 2024)**.

Les conditions abiotiques tels que la salinité, l'éclairement, et la qualité de l'eau, de plus que les pressions anthropiques incluant la pollution et les activités industrielles **(Lakehal, 2022)**. Ces facteurs pourraient expliquer la prédominance des algues rouges dans certaines zones, comme notre cas d'étude, car ces algues sont souvent plus résistantes aux conditions stressantes et peuvent prospérer là où d'autres espèces ne le peuvent pas.

Dans leur étude, dans l'Ouest algérien sur deux stations **(Mansouri & al. 2021)** ont eu aussi

Chapitre III Résultats et Discussions

observé une diversité importante des algues rouges, mais suivis d'algues vertes et enfin d'algues brunes. Sur un ensemble de 22 espèces, *Ulva lactuca* était la plus présente parmi les algues vertes, *Padina pavonica* parmi les algues brunes et les espèces *Halopithis incurva*, *Asparagopsis armata*, *Gelidium Osmundae* et *Leurencia* sont communes à notre travail.

La laisse de mer, composée de débris naturels (algues, coquillages, bois, restes d'animaux) et de déchets humains (coton-tiges, bouteilles plastiques, filets de pêche), joue un rôle crucial dans les écosystèmes côtiers. Les débris naturels fournissent des nutriments essentiels et créent des micro-habitats pour diverses espèces, y compris les algues. Cependant, les déchets humains ont des impacts négatifs significatifs : les plastiques libèrent des substances chimiques toxiques en se décomposant, contaminant l'eau et le sol ; les filets de pêche et autres débris peuvent s'emmêler avec les algues, empêchant leur croissance et leur photosynthèse, et obstruer les zones de reproduction ; enfin, la présence de déchets solides modifie la structure physique de la laisse de mer, perturbant les micro-habitats nécessaires à certaines espèces d'algues. Ces impacts soulignent la nécessité de gestion des déchets et de programmes de nettoyage pour protéger les écosystèmes côtiers et maintenir la biodiversité des algues.

Conclusion et Perspectives

Notre travail, qui est une première étude de la diversité des espèces algales du littoral de Skikda, a permis d'identifier sur trois plages un ensemble de 18 espèces reflétant une biodiversité importante.

Ces espèces représentent des ressources biologiques d'une grande importance écologique et économiques dont les possibilités d'exploitation peuvent intéresser plusieurs secteurs économiques.

Les échantillons d'algues collectés sur les trois plages montrent une prédominance notable des genres *Cladophora*, *Coralline*, *Jania*, et *Halopteris*, chacun jouant un rôle crucial dans les écosystèmes aquatiques côtiers. chacune jouant des rôles écologiques distincts mais interconnectés qui soutiennent la biodiversité et les fonctions écosystémiques.

La répartition et l'abondance des algues dans les différents sites est inégale avec une prédominance notable des algues rouges, peuvent refléter un potentiel gradient de qualité de l'eau. Ces résultats renforcent l'hypothèse d'une résilience écologique et évolutive plus grande chez les algues rouges, ce qui pourrait les rendre plus aptes à s'adapter aux fluctuations environnementales, offrant des perspectives importantes pour la compréhension de l'évolution des algues et leur rôle dans les écosystèmes marins.

Ces familles sont également affectées différemment par les changements environnementaux et les pressions anthropiques, ce qui peut influencer leur distribution et abondance le long de la côte. La gestion et la conservation des habitats côtiers doivent tenir compte de ces dynamiques pour maintenir la santé des écosystèmes marins.

En perspectives, étant donné que tout travail mérite d'être complété, notre étude :

une étude approfondie pour la confirmation de l'identification des espèces ;

Il est important d'élargir l'étude à d'autres sites du littoral de Skikda et de les étudier à différents intervalles de temps pour connaître la richesse de notre littoral et d'estimer la répartition spatio-temporelle des espèces qui se révèlent des indicateurs de la santé des écosystèmes marins.

D'étudier la liste présentée quant aux espèces indigènes et celles introduites, afin de connaître la dynamique et le potentiel invasif de certaines sur celles indigènes.

Référence bibliographique

1. Agoun, O., et S. Lounis. Aspects Physiologiques et Biologiques des Algues Rouges." Mémoire de Fin de Cycle en Biochimie, Université Abderrahmane Mira, Bejaia, 2012.
2. Ainane. "Valorisation de la Biomasse Algale du Maroc : Potentialités Pharmacologiques et Applications Environnementales, Cas des Algues Brunes *Cystoseira Tamariscifolia* et *Bifurcaria Bifurcata*." Thèse de Doctorat en Chimie, Fac. Sci. Ben M'sik, Université Hassan II Casablanca, 2011.
3. Bedoux, G., et al. "Lipid Composition, Fatty Acids and Sterols in the Seaweeds *Ulva Armoricana*, and *Solieria Chordalis* from Brittany (France): An Analysis from Nutritional, Chemotaxonomic, and Antiproliferative Activity Perspectives." *Mar Drugs*, vol. 13, 2014, pp. 5606-5628.
4. Chouikhi. "Les Applications Potentielles des Macroalgues Marines et les Activités Pharmacologiques de Leurs Métabolites : Revue." USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities. Dynamics & Biodiversity, 2013.
5. Dhargalkar, V. K., & Pereira, N. (2005). Seaweed: Promising plant of the millennium. *Science and Culture*, 71(3/4), 60-66.
6. Floc'h, J. Y. "Les Secrets des Algues." 2010, p. 168.
7. Fleurence, J. L., et S. Mabeau. "Comparison of Different Extractive Procedures for Proteins from the Edible Seaweeds *Ulva Rigida* and *Ulva Rotundata*." *Journal of Applied Phycology*, vol. 7, 1993, pp. 577-582.
8. Garon-Lardiere, S. "Etude Structurale des Polysaccharides Pariétaux de l'Algue Rouge *Asparagopsis Armata* (Bonnemaisoniales)." Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 2004.
9. Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2023). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Retrieved from <http://www.algaebase.org>

Référence bibliographique

10. Kim, D. H. "Economically Important Seaweeds in Chile-I/Gracilaria." *Bot. Mar.*, 1970.
11. Leclaire, L. "La Sédimentation Holocène sur le Versant Méridional du Bassin Algéro-Baléares (Pré Continent Algérien)." *Mémoire du Magister*, 1972.
12. Marfaing. "Les Algues dans Notre Alimentation : Intérêt Nutritionnel et Utilisations." *Revue de Nutrition Pratique. Dietecom Bretagne. CEVA*, 2004.
13. Mata, T. M., Martins, A. A., & Caetano, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 217-232.
14. Memory. "Biologie Module 1, Diversité des Algues et des Plantes." Département des Sciences Biologiques, Université Virtuelle Africaine, Zimbabwe, 2011.
15. Pérez. "L'Origine des Représentants de Plusieurs Grands Groupes dans les Divers Étages en Méditerranée." 1997.
16. Pérèz, et Picard. "L'Origine des Représentants de Plusieurs Grands Groupes dans les Divers Étages en Méditerranée." 1964.
17. Praud. "Etude Structurale des Polysaccharides Pariétaux de l'Algue Rouge *Asparagopsis Armata* (Bonnemaisoniales)." *Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale*, 1994.
18. Raven, J. A., & Giordano, M. (2017). Algae. *Current Biology*, 27(11), R491-R495.
19. Reviere, B. *Biologie et Phylogénie des Algues*. Belin, 2002.
20. Rorrer, G. L., et D. P. Cheney. "Bioprocess Engineering of Cell and Tissue Cultures for Marine Seaweeds." *Aquacultural Engineering*, 2004.
21. Sanchez-Machado, D. I., et al. "An HPLC Method for the Quantification of Sterols in Edible Seaweeds." *Biomedical Chromatography*, 2004.
22. Seridi, H., & Bouzidi, N. (2016). *Marine Algae of Algeria: Biodiversity and Biogeography*.

Référence bibliographique

Mediterranean Marine Science, 17(2), 377-384.

23. Sanchez-Machado, D. I., J. López-Cervantes, J. López-Hernandez, P. Paseiro-Losada, et J. Lopez Cervantes. "An HPLC Method for the Quantification of Sterols in Edible Seaweeds." *Biomedical Chromatography*, 2004.

24. Seridi, H., & Bouzidi, N. "Marine Algae of Algeria: Biodiversity and Biogeography." *Mediterranean Marine Science*, 17(2), 377-384, 2016.

25. Floc'h, J. Y. "Les Secrets des Algues." 2010, p. 168.

26. Rorrer, G. L., & D. P. Cheney. "Bioprocess Engineering of Cell and Tissue Cultures for Marine Seaweeds." *Aquacultural Engineering*, 2004.