

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**NABI Mahdjouba**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE  
ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Bioressources Marine**

**THÈME**

**Etude de l'activité antimicrobienne et antioxydant de  
l'extrait méthanoliques de l'algue rouge :  
*Sphaerococcus coronopifolius***

**DEVANT LE JURY**

<b>Président</b>	<b>Mr BEKADA DJAMEL</b>	<b>MCA</b>	<b>U.Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	<b>Dr Mme BELHAKEM. F</b>	<b>MCA</b>	<b>U.Mostaganem</b>
<b>Examineur</b>	<b>Mme BENZIDANE DEHIBA</b>	<b>M AA</b>	<b>U.Mostaganem</b>

Thème réalisé au Laboratoire de l'Université de Mostaganem

Année universitaire 2020/2021

## Remerciements

Merci Allah le tout puissant de ma avoir donné le courage, La force, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

Un grand merci à mes très chers parents et à toute ma famille, qui m'ont vraiment aidé, soutenu depuis toujours.

J'adresse toute ma reconnaissance à Mon encadreur Dr BELHAKEM. F pour la liberté qu'elle m'a accordée dans la prise d'initiatives, pour la confiance qu'elle m'a témoignée et pour sa disponibilité, ses efforts et ses encouragements qui mon permis de mener à bien cette étude.

J'adresse mes remerciements aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail.

Je tiens à remercier mes collègues de travail pour leur inestimable aide et leur esprit d'équipe.  
Mme HAMED Djahira, Mme MEHIAOUI Saadia et Mme TAHLAYTI Amina,

Enfin, un agréable merci à tous ceux que je ne peux pas tous citer qui à un moment ou un autre, m'ont prodigué des conseils scientifiques, fourni une aide matérielle et technique, ou tout simplement humaine.

Un grand merci à tous !

## Dédicaces

**À mes chers parents**

**À la pensée de mes  
grands parents**

**À mon Mari et mon  
petit fils**

**À mes grandes mères**

**À ma belle famille**

**À toute ma famille**

**À tous ceux qui aiment  
la science**

## Résumé

Les milieux aquatiques abritent des organismes riches en composés doués d'activités biologiques présentant une énorme ressource de nouveaux composés à des potentialités importants ; parmi ces organismes les macroalgues qui sont une source potentiellement riche en composés bioactifs tels que les isoprénoides et les polyphénols.

Dans ce présent travail nous avons évalué le taux d'extraction, le taux de composés phénoliques, ainsi que l'activité antimicrobienne d'extrait méthanoliques de l'algue marine *Sphaerococcus coronopifolius* qui est tester vis-à-vis de 6 microorganismes dont deux (2) bactéries Gram positif (+) : *B. cereus*, et *S. aureus*, et trois (3) bactéries Gram négatif (-) *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* et *E. coli* ainsi qu'un champignon : une levure *C. albicans*.

Les résultats indiquent un rendement en extrait brut est (3,4 %). L'analyse des composés phénoliques montre que l'extrait méthanolique obtenu à partir de l'algue rouge *S.coronopifolius* possède une teneur élevée en flavonoïdes totaux (10172µg EQ/mg extrait) par rapport phénols totaux (7066µg EA/mg extrait).

Les résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait brut de *S.coronopifolius* montrée des diamètres d'inhibition suivant : *E. coli* a obtenu 30 mm, *S. aureus* a enregistré un diamètre d'inhibition de l'ordre de 25 mm, *B. cereus* a marqué à son tour un diamètre de l'ordre de 22,7 mm, *C. albicans* a marqué 17 mm, *K. pneumoniae* marqué 15mm et *P. aeruginosa* a marqué 0 diamètre d'inhibition.

Les résultats de ce travail nous ont permis d'affirmer que l'activité antioxydant de l'extrait d'algue rouge *S.coronopifolius* revient essentiellement aux composés Phénoliques, et qu'elle présente un effet inhibiteur important vis à vis de certains pathogènes.

**Mots clés :** Algue marine rouge, *S.coronopifolius*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydant, Activité antimicrobienne

## Abstract

Aquatic environments are home to organisms rich in compounds endowed with biological activities, presenting an enormous source of new compounds with significant potential; among these organisms are macroalgae which are a potentially rich source of bioactive compounds such as isoprenoids and polyphenols.

In this present work we evaluated the extraction rate, the rate of phenolic compounds, as well as the antimicrobial activity of methanolic extracts of the marine alga *Sphaerococcus coronopifolius* which is tested against 6 microorganisms including two (2) Gram positive bacteria (+): *B. cereus*, and *S. aureus*, and three (3) Gram negative bacteria (-) *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* and *E. coli* as well as a fungus: yeast *C. albicans*.

The results indicate a yield of crude extractis (3.4%). Analysis of phenolic compounds shows that the methanolic extractobtained from the red alga *S. coronopifolius* has a high content of total flavonoids (10172µg EQ / mg extract) relative to total phenols (7066µg EA / mg extract).

The results of the antimicrobial activity of the crude extract of *S. coronopifolius* showed the following inhibition diameters: *E. coli* obtained 30 mm, *S. aureus* recorded an inhibition diameter of the order of 25 mm, *B. cereus* in turn marked a diameter of the order of 22.7 mm, *C. albicans* marked 17 mm, *K. pneumoniae* marked 15 mm and *P. aeruginosa* marked 0 inhibition diameter.

The results of this work have enabled us to affirm that the antioxidant activity of the extract of red algae *S. coronopifolius* essentially returns to the phenolic compounds, and that it has a significant inhibitory effect against certain pathogens.

**Key Words :** *S. coronopifolius*, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, Antimicrobial activity

## الملخص

البيئات المائية هي موطن لكائنات غنية بالمركبات التي تتمتع بأنشطة بيولوجية ، مما يمثل مورداً هائلاً من المركبات الجديدة ذات الإمكانيات الكبيرة ؛ من بين هذه الكائنات الطحالب الكبيرة التي يمكن أن تكون مصدرًا غنيًا للمركبات النشطة بيولوجيًا مثل الإيزوبرينويدات والبوليفينول.

في هذا العمل الحالي ، قمنا بتقييم معدل الاستخراج ، ومعدل المركبات الفينولية ، وكذلك النشاط المضاد للميكروبات للمستخلصات الميثانولية من الطحالب البحرية *Sphaerococcus coronopifolius* والتي تم اختبارها ضد 6 كائنات دقيقة بما في ذلك اثنين (2) بكتيريا موجبة الجرام (+): *B. cereus* ، و *S. aureus* ، وثلاثة (3) بكتيريا سالبة الجرام (-) *P. aeruginosa* ، *K. pneumoniae* و *E. coli* بالإضافة إلى فطر: خميرة *C. albicans*.

وتشير النتائج إلى أن عائد المستخلص الخام بلغ (3.4%). أظهر تحليل المركبات الفينولية أن المستخلص الميثانولي الذي تم الحصول عليه من الطحالب الحمراء *S. coronopifolius* يحتوي على نسبة عالية من إجمالي مركبات الفلافونويد (10172 ميكروغرام من EQ / mg) بالنسبة إلى إجمالي الفينولات (7066 ميكروغرام EA / مستخلص مجم).

أظهرت نتائج النشاط المضاد للميكروبات للمستخلص الخام من *S. Coronopifolius* أقطار التثبيط التالية: حصلت *E. coli* على 30 مم ، وسجلت *S. aureus* قطر تثبيطاً قدره 25 مم ، و *B. cereus* بدورها حددت قطرًا من 22.7 ملم ، *C. البيضاء* علامة 17 ملم ، *K. الرئوية* علامة 15 ملم و *P. الزنجارية* علامة 0 قطر تثبيط.

لقد مكنتنا نتائج هذا العمل من التأكيد على أن النشاط المضاد للأوكسدة لمستخلص الطحالب الحمراء *S. Coronopifolius* يعود أساسًا إلى المركبات الفينولية ، وأن له تأثيرًا مثبتًا كبيرًا ضد بعض مسببات الأمراض.

**الكلمات المفتاحية:** *S. coronopifolius*، بوليفينول، فلافونويد ، نشاط مضاد للأوكسدة ، نشاط مضاد للميكروبات

## Liste des abréviations

**LMBAFS** : l'Université Abdelhamid Ibn Badis à Mostaganem.

**DPPH** : Radical 2,2 diphényle-1-picrylhydrazyl

**HPLC** : La chromatographie liquide à haute performance

**g**: Gramme

**ml** : Millilitre

**°C**: Degré Celsius

**h**: Heure

**nm** : Nanomètre

**mg**: Milligramme

**µl** : Microlitre

**IC50** : Concentration permettant d'inhiber 50 % du radical DPPH

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Algue verte (Ulvaceae).....	05
<b>Figure 02</b> : Algue brune <i>Sargassum muticum</i> .....	05
<b>Figure 03</b> : Algue rouge <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> .....	06
<b>Figure 04</b> : Algue bleu Rivulariaceae.....	07
<b>Figure 05</b> : <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> .....	13
<b>Figure 06</b> : Aspect des axes de <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> (NABI, 2021).....	15
<b>Figure 07</b> : Coupe transversale de <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> (NABI, 2021).....	16
<b>Figure 08</b> : Localisation géographique du site de l'échantillonnage.....	23
<b>Figure 09</b> : Photographie de <i>S. coronopifolius</i> (NABI, 2021).....	24
<b>Figure 10</b> : Les étapes pour obtenir l'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge <i>S. coronopifolius</i> .....	26
<b>Figure 11</b> : Préparation Du DPPH.....	28
<b>Figure 12</b> : Après incubation de 2h virage de couleur.....	28
<b>Figure 13</b> : La lecture ce fait a l'aide d'un Spectrophotométrie.....	29
<b>Figure 14</b> : Les souches pathogènes utilisées.....	32
<b>Figure 15</b> : Méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983).....	33
<b>Figure 16</b> : Rendement d'extraction d'Algue Rouge <i>S. coronopifolius</i> .....	36
<b>Figure 17</b> : Courbe étalon d'acide ascorbique.....	37
<b>Figure 18</b> : Les pourcentages d'inhibition de l'extrait méthanolique (teste DPPH) et l'acide ascorbique par déduction de la courbe de pourcentage d'inhibition.....	38
<b>Figure 19</b> : Courbe étalon d'acide ascorbique.....	39
<b>Figure 20</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.....	39
<b>Figure 21</b> : Courbe d'étalonnage de Quercitine pour le dosage des flavonoïdes.....	40
<b>Figure 22</b> : Teste de l'activité antimicrobienne sur l'extrait de l'algue rouge.....	43
<b>Figure 23</b> : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.....	44



## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Caractéristiques importantes des groupes d'algues (Demoulin et Leymergie, 2009) .....	07
<b>Tableau 02 :</b> Les pourcentages d'inhibitions.....	37
<b>Tableau 03 :</b> Teneurs en Phénols totaux, et en flavonoïdes de l'extrait brut d'algue rouge <i>S. coronopifolius</i> .....	40

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....01

Synthèse bibliographique

## Partie 01 : Généralités sur les algues marines

1/Définition.....03

2/Les grands groupes des algues marines .....04

2.1/ Les algues vertes (Chlorophycées) .....05

2.2/ Les algues brunes (Phéophycées) .....05

2.3/ Les algues rouges (Rhodophycées) .....06

2.4/ Les algues bleues (Cyanobactéries).....06

3/ La composition chimique des macroalgues marines.....08

3.1/ Les protéines.....08

3.2/Les lipides.....08

3.4/ Les polysaccharides.....08

3.5/ Les éléments minéraux et oligo-éléments.....09

3.6/ Les fibres.....09

3.7/ Les vitamines.....09

3.8/ Les caroténoïdes.....09

3.9/ Les métabolites secondaires.....09

3.10/ Les composés phénoliques .....10

3.10.1/ Les flavonoïdes.....10

3.10.2/ Les tanins.....10

3.11/ Les alcaloïdes .....10

3.12/ Les isoprénoides (Terpénoïdes).....10

4/ Principales utilisations.....11

4.1/ Utilisation alimentaire.....11

4.2/ Utilisation industrielle .....11

4.3/ Utilisation agricole .....	11
4.4/ En pharmaceutiques et en cosmétiques .....	12
4.5/ Autres utilisations.....	12
5/ Clé d'identification de l'espèce étudiée ( <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> ) .....	12
5.1/ Position systématique .....	12
5.2/ Distribution géographique.....	13
5.3/ Description.....	13
5.4/ Structure .....	16
5.5/ Reproduction .....	16
5.6/Biotope.....	16
5.7/ Récolte et utilisation .....	16
<b>Partie 02: Activités antioxydantes et antimicrobiennes</b>	
1/ Activité antioxydante.....	18
1.2/	
Antioxydants.....	18
a/ Antioxydants endogènes .....	18
b/ Antioxydants exogènes.....	18
1.3/ Radicaux libres.....	18
1.4/ Activité antioxydante in vitro.....	19
2/ Les microorganismes.....	19
2.1/ Activité antibactérienne.....	19
2.1.1/ Escherichia coli .....	19
❖ Pouvoir pathogène.....	19
2.1.2/ Pseudomonas aeruginosa.....	19
❖ Pouvoir pathogène.....	19
2.1.3/ Klebsiella pneumoniae .....	20
❖ Pouvoir pathogène.....	20
2.1.4/ Bacillus cereus.....	20
❖ Pouvoir pathogène.....	20
2.1.5/ Staphylococcus aureus.....	21
❖ Pouvoir pathogène.....	21
2.1.6/ Candida albicans .....	21
❖ Pouvoir pathogène .....	21

## **Partie 03 : Matériel et Méthodes**

1) Zone d'échantillonnage .....	23
a) Objectifs de l'étude .....	24
2) Préparation de l'extrait eau-méthanol d'algues Rouge <i>S. coronopifolius</i> .....	24
2-1) Le Rendement de l'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge.....	27
3) Evaluation de l'activité antioxydante.....	27
3-1) Piégeage du radical libre DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl).....	27
3.1.1) Préparation Du DPPH.....	27
3-1-2) Préparation des échantillons .....	28
3-1-3) Pourcentage D'inhibition du radical DPPH.....	29
3-2) Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.....	29
3-3) Dosage des Polyphénols Totaux.....	30
a) Principe.....	30
b) Mode opératoire .....	30
3-4) Courbe d'étalonnage de l'acide gallique .....	30
3-5) Dosage des Flavonoïdes totaux.....	31
a) Mode opératoire.....	31
3-6) Courbe d'étalonnage de la Quercétine.....	31
4) Réactivation de souches pathogènes.....	31
4-1) Les souches pathogènes utilisées.....	31
4-2) Méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983).....	32

## **Partie 04 : Résultats et discussions**

1-1) Rendement d'extraction d'Algue Rouge <i>S. coronopifolius</i> .....	35
1-2) Evaluation du pouvoir antioxydant.....	36
1-2-1) Test de réduction du radical libre le DPPH .....	36
1-2-2) Calcul des pourcentages d'inhibitions I%.....	37

<b>1-2-3) Evaluation de l'IC50.....</b>	<b>38</b>
<b>1-3) Dosage des Composés Phénolique.....</b>	<b>39</b>
<b>1-3-1) Taux de Polyphénols totaux dans l'extrait d'algue Rouge <i>S.coronopifolius</i>....</b>	<b>39</b>
<b>1-3-2) Pourvoir de l'activité antimicrobienne de <i>S.coronopifolius</i>.....</b>	<b>41</b>
<b>1-3-3) La technique de diffusion en puits .....</b>	<b>41</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>46</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

---

# **Introduction**

## Introduction

L'augmentation de la résistance des microorganismes aux agents antimicrobiens utilisés, est due à l'usage abusif et inapproprié des antibiotiques, ceci pose à l'heure actuelle de très sérieux problèmes. En effet, les maladies causées par les microorganismes sont de plus en plus difficiles à traiter par les médicaments existants (Orthan et *al.*, 2010). Ainsi les scientifiques, se sont orientés vers la recherche de nouvelles sources, notamment les végétaux qui ont toujours constitué une source de composés bioactifs d'origine naturelle (Keita et *al.*, 2004). L'activité antimicrobienne des algues marines est considérée comme un indicateur de leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires bioactif (Davies et beukes, 2004)

Il existe peu de données et d'études évaluant le potentiel antioxydant et antimicrobien des algues marines en Algérie. L'objectif du présent travail est de mettre en évidence les propriétés antibactériennes et antioxydantes des extraits méthanoliques de l'algue marine: *Sphaerococcus coronopifolius* de la cote de Mostaganem (Algérie).

La première partie de ce document est consacrée à une synthèse bibliographique sur les algues marines, ainsi qu'un aperçu sur les composés phénoliques en général et ceux de l'algue marine en particulier. Les activités biologiques (antimicrobienne et antioxydant) de ces composés sont aussi évoquées.

La seconde partie du manuscrit est consacrée à la partie expérimentale, à savoir :

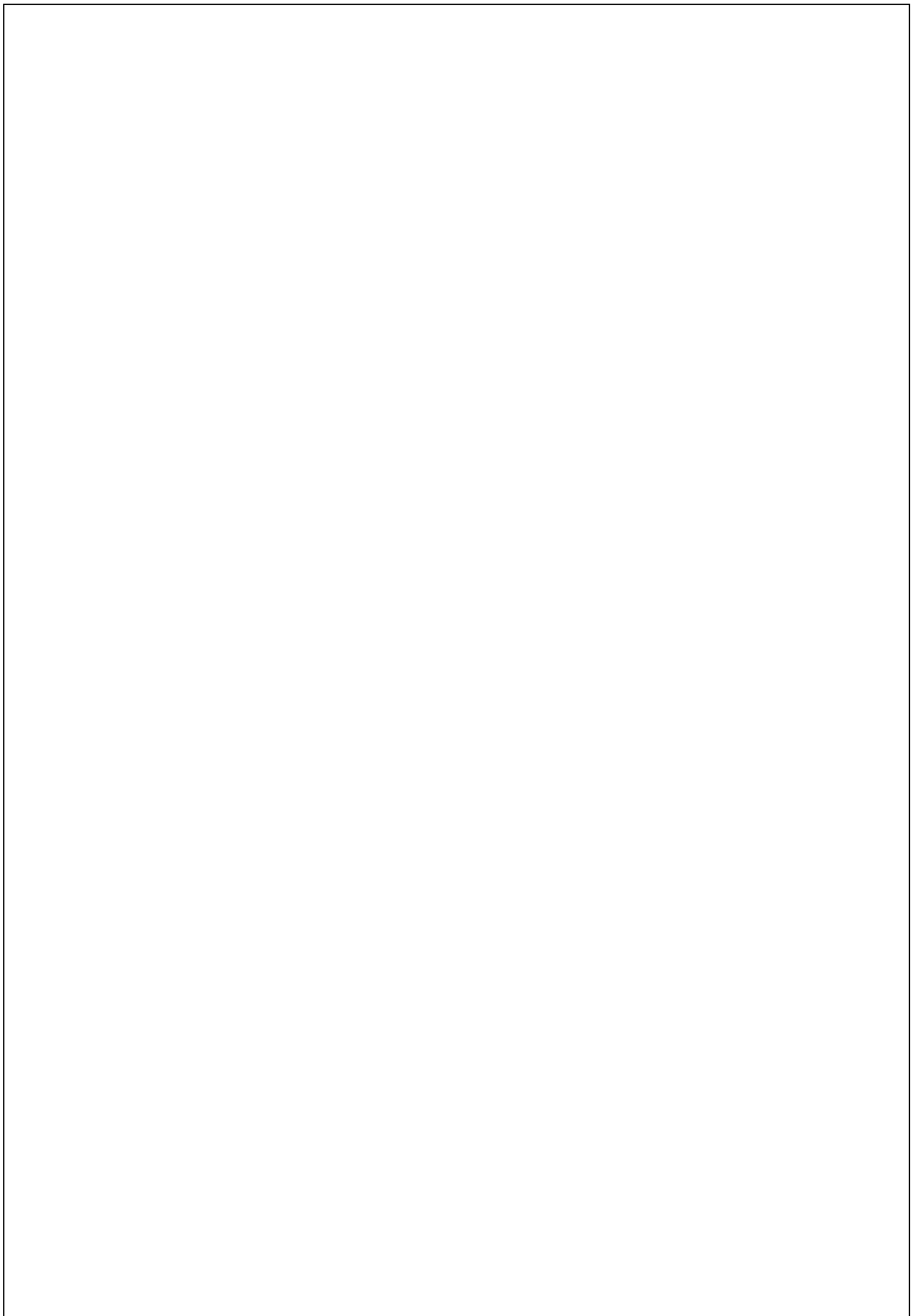
- Extraction des composés phénoliques à partir de l'espèce d'algue marine récoltée
- Dosage des composés phénoliques de cet extrait
- Evaluation de son activité antimicrobienne
- Evaluation de son activité antioxydant.

Enfin la troisième partie présente les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

L'étude s'achève par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus et éventuellement des perspectives d'avenir.

**Synthèse  
bibliographique  
Partie 01 : Généralités  
sur les algues marines**





## 1/Définition

Les algues sont des organismes chlorophylliens se développant dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, des lacs, des mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre. Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux. L'air, la lumière et des sels dissous sont, en plus de l'eau, nécessaires à leur développement. Groupées avec les champignons dans la division des Thallophytes, les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs (Feldmann, 1963).

Les algues regroupent un ensemble de végétaux photosynthétiques très divers et dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé « thalle ». Celui-ci contient une structure à sa base (rhizoïdes, crampons, disques...) permettant l'ancrage de l'algue sur un support : une roche (algues épilithes), ou une plante (algues épiphytes), ou un animal (algues épibiontes) ou parfois même le sable. Le thalle présente une grande diversité de formes allant de lames simples à des structures plus complexes semblables à des tubes, des tiges et des feuilles ou encore des boules remplies d'eau. La texture est également très variée: certaines algues sont gélifiées, voir de texture cartilagineuse ou spongieuse. Le nombre et le type de ramifications (insertion, organisation et hiérarchisation de ces ramifications par rapport à l'axe principal) sont des critères importants pour identifier les algues. Certaines algues présentent un thalle très rigide, suite à l'accumulation de carbonate de calcium ou aragonite, dans les parois de leurs cellules. Certaines algues rouges sont même presque entièrement calcifiées et forment des croûtes aussi dures que les rochers leur servant de support. (Zitouni, 2015).

Elles ont des formes et des dimensions très variables. Certaines sont microscopiques et d'autres mesurent plusieurs mètres de longueur, mais elles ont toutes des caractères communs. Elles sont essentiellement aquatiques dans les eaux douces ou marines, et certaines vivent sur la neige ou la glace des régions polaires et des hautes montagnes. D'autres au contraire supportent dans les eaux des sources thermales des températures élevées (algues thermophiles). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (Ramade, 2009).

Les algues sont divisées en deux grandes catégories : les microalgues (invisibles à l'œil nu situées dans le plancton comme les cyanobactéries) et les macroalgues sur lesquels nous nous baseront pour la suite (visible à l'œil nu, croissent surtout dans les eaux peu profondes constituées d'algues vertes, brunes et rouges) (Kornprobst, 2005). De nombreux facteurs aussi

bien physiques que chimiques influencent sur les algues : la salinité, la profondeur, la lumière, le substrat et l'émergence (Ozenda, 2000).

## **2/Les grands groupes des algues marines**

En général, les algues regroupent quatre groupes qui sont différenciées par rapport à la couleur, Chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines d'espèces (Garon-Lardiere, 2004).La classification des algues se fait selon des caractéristiques spécifiques telles que les composantes de la paroi cellulaire, les pigments présents (la couleur), le cycle de vie et le type de composés utilisés pour l'entreposage de la nourriture. En effet, les algues sont un groupe d'organismes très diversifiés qui varient en forme et en grosseur : unicellulaire, multicellulaire, coloniale, filamenteuse, amas de protoplastes (Memory, 2006).La classification des algues repose sur cinq critères :

Trois critères biochimiques qui sont:

- La nature des pigments photosynthétiques
- La nature des polyholosides de réserve
- La nature des polyholosides de soutien

Deux critères morphocytologiques qui concernent:

- Le type de flagelle
- Certains détails de la structure cellulaire.

## 2.1/ Les algues vertes (Chlorophycées)

Elles sont de formes très variées, uni-ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert 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-Lardiere, 2004).



**Figure 01 :** Algue verte (Ulvaceae)( <https://nature22.com/estran22/vegetaux/algues.html>)

## 2.2/ Les 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). 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-Lardiere, 2004).



**Figure 02 :** Algue brune *Sargassum muticum*  
(<https://nature22.com/estran22/vegetaux/algues.html>)

### 2.3/ Les algues rouges (Rhodophycées)

Les rhodophytes 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, 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 (GaronLardiere, 2004).



**Figure03 :** Algue rouge *Sphaerococcus coronopifolius*  
(<http://nature22.com/estran22/vegetaux/rouges/rhodophyta2.html>)

### 2.4/ Les algues bleues(Cyanobactéries)

Les cyanobactéries ou les algues bleues sont constituées des colonies de taille, de forme et de couleur très variables. Comme les algues rouges, elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (Phycocyanines) et rouges (Phycoérythrine) qui masquent la chlorophylle a. En dépit de leur nom ancien d'algues bleues, elles sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés. La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voire gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent (GaronLardiere, 2004).

La composition chimique des algues marines n'est pas aussi bien connue que celle des plantes terrestres mais elles sont réputées pour être riches en glucides, en protéines, en minéraux, oligominéraux ( potassium, zinc, manganèse, fer, brome et iode), lipides, vitamines (A ,B1

,B9,B12,C,D et E), acide gras polyinsaturés, ainsi que des composés bioactifs tels que les composés phénoliques (Dhargalkar&pereira, 2005).



**Figure 04 :** Algue bleu Rivulariaceae

(<https://www.nature22.com/estran22/vegetaux/autres/cyanophyceae.html>)

**Tableau 01:** Caractéristiques importantes des groupes d'algues (Demoulin et Leymergie, 2009)

Embranchement (Règne)	Nom commun	Nombre d'espèces	Pigments	Habitat
Chlorophytes (Protistes)	Algues vertes	7500 d'espèces	Chlorophylle (a, b) Xanthophylles Carotènes	Eau douce, saumâtre salée et terrestre
Phéophytes (plantes)	Algues brunes	1500 d'espèces	Chlorophylle (a, c) Xanthophylles Carotènes fucoxanthine	Eau saumâtre et salée
Rhodophytes (plantes)	Algues rouges	3900 d'espèces	Chlorophylle (a) Xanthophylles Carotènes, Zéaxanthine, Phycocyanine C, Phycoérythrine	Eau douce, saumâtre et salée



Cyanophytes (Procaroyotes)	Cyanobactéries, Algues bleues	15000 d'espèces	Chlorophyle (a), Allophycocyanines, Phycocyanine, Phycoérythrine, Phycoérythrocyanine	Eau riche en minéraux
-------------------------------	----------------------------------	--------------------	---	-----------------------------

### 3/ La composition chimique des macroalgues marines

Les macroalgues sont significativement différentes des plantes terrestres selon leur composition chimique, physiologique ainsi que leurs caractéristiques morphologiques (Djilali et Kherouni, 2016), leurs composition est très variable selon les espèces, la saison, les conditions de croissance et le stress (Person, 2010).

#### 3.1/ Les protéines

La teneur en protéines des algues marines est variable (Chouikhi, 2013). La richesse en protéines varie en fonction des espèces. Si les algues brunes disposent d'un contenu protéique restreint (5-11% de la matière sèche), il en va autrement des algues rouges dont certaines possèdent une fraction protéique importante (30-40% de la matière sèche). Les algues vertes, actuellement peu valorisées, présentent également un contenu protéique non négligeable puisque ce dernier peut atteindre 20% de la matière sèche (Person, 2010).

#### 3.2/ Les lipides

La teneur des lipides est très faible ; ils représentent 1-5% de la matière sèche chez les algues. Ces derniers sont riches en acides gras polyinsaturés particulièrement l'acide oméga 3 et oméga 6 qui jouent un rôle important dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, l'arthrose et le diabète (Zehlila, 2017).

Les lipides chez les algues sont divisés en trois classes :

- Les lipides neutres,
- les glycolipides,
- Les phospholipides (Lakhdar, 2018).

### **3.4/ Les polysaccharides**

Le fort intérêt des macroalgues réside non seulement dans leur richesse en polysaccharides classiques, comme ceux trouvés dans des plantes supérieures (amidon, cellulose), mais surtout dans leur richesse en polysaccharides très particuliers : les phycocolloïdes (18 à 45% de la masse sèche chez les algues brunes) (Person, 2010).

Ces polysaccharides sont présentés par les alginates, les agars, les carraghénanes, les ulvanes et les fucoïdiens (Naghraoui, 2014), qui sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique et également dans d'autres branches de l'industrie (Chouikhi, 2013). Les polysaccharides sont devenus aujourd'hui une source importante de composés naturels bioactifs responsables de plusieurs activités biologiques. Ils montrent des activités antitumorales, anticoagulantes, antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antivirales (Lakhdar, 2018).

### **3.5/ Les éléments minéraux et oligo-éléments**

Les algues puisent dans la mer une richesse très importante d'éléments minéraux très variés. La teneur en minéraux varie entre 8 et 40 % de la masse sèche (Michel, 2000). La diversité des éléments représentés est grande : macroéléments comme le sodium, calcium, magnésium, potassium, chlore, soufre, phosphore, mais également oligo-éléments tels que l'iode, le fer, le zinc, le cuivre, le sélénium, le molybdène, ainsi que bien d'autres oligoéléments comme le fluor, le brome, le manganèse, le bore, le nickel et le cobalt (Person, 2010).

### **3.6/ Les fibres**

Les algues contiennent des teneurs en fibres totales semblables ou légèrement élevées par rapport aux aliments terrestres, ces fibres représentent une diversité importante représentée essentiellement par l'agar agar, les carraghénanes, les xylanes, l'alginate, le fucane, le laminarane, et l'ulvane (Chouikhi, 2013).

### **3.7/ Les vitamines**

La composition vitaminique des macro-algues est intéressante, malgré de grandes variations saisonnières et des disparités liées au procédé de traitement des algues (Michel, 2000). Les algues rouges sont riches en vitamine A, par contre, les algues vertes sont riches en vitamines C. La vitamine E est bien présente dans les algues brunes. L'intérêt principal réside dans la



vitamine B12 dont les teneurs sont assez importantes dans les algues contrairement aux plantes terrestres qui en sont totalement dépourvues (Lakhdar, 2018).

### **3.8/ Les caroténoïdes**

Toutes les macroalgues contiennent des caroténoïdes qui sont des pigments liposolubles composés des unités isoprènes. Ceux sont de puissants antioxydants (Chouikhi ,2013), ils représentent en moyenne 0,1 % du poids sec de l'algue, mais certaines espèces, dans certaines conditions environnementales, en produisent beaucoup plus (Lakhdar, 2018).

### **3.9/ Les métabolites secondaires**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (Naghraoui, 2014) ; les algues peuvent contenir aussi des métabolites secondaires comme les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques (polyphénols et bromophénols) avec des propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires (Chouikhi ,2013).

### **3.10/ Les composés phénoliques**

En particulier sont considérés comme l'une des classes les plus importantes chez les algues. Leurs molécules sont formées par un ou plusieurs cycles aromatiques avec un ou plusieurs groupes hydroxyle. Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, anti radicalaires et antimicrobiens (Lakhdar, 2018).

#### **3.10.1/ Les flavonoïdes**

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum et *al.*, 2006), ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont: flavones, isoflavandiols, flavanols, flavondiols, aurones, chalcones, anthocyanines (Effendi et *al.*, 2008).

### **3.10.2/ Les Tanins**

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structure variée, de saveur astringente ayant en commun la propriété de tanner la peau, cette aptitude est lié à leur propriété de se combiner aux protéines. Leur poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Dalton (Paris et Hurabielle, 1981). On distingue habituellement deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien par leur origine biogénétiques: Les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton, 1999).

### **3.11/ Les alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des composés azotés présents dans les algues marines, ils sont divisés en trois groupes : alcaloïdes phényléthylamine, indole et alcaloïdes indoliques halogénés. (Naghraoui, 2014). Les alcaloïdes des algues marines sont relativement rares, comparés aux alcaloïdes végétaux terrestres, ils possèdent des activités antibactériennes, anti-inflammatoires, antioxydantes, antitumorales et ont donc de grandes utilisations dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Michel, 2000).

### **3.12/ Les isoprénoides (Terpénoides)**

Les terpénoides sont constitués d'unités isoprènes (C5). Ils sont classés en plusieurs catégories : monoterpènes (C 10), diterpènes (C20). triterpènes (C30), sesquiterpènes (C 15) et tetraterpenes (C40) (Chouikhi, 2013). Les algues brunes produisent des terpénoides et des acétogénines. Les algues rouges sont aussi caractérisées par la production d'un nombre impressionnant de composés halogénés. Les algues vertes, principalement les espèces de bryopsidales produisent des composés sesquiterpenoides et diterpénoides (Naghraoui, 2014).

## **4/ Principales utilisations**

Les algues sont exploitées industriellement tant dans l'alimentation que dans l'agriculture, la médecine et toutes les formes d'industrie (Naegelé et Naegelé, 1967). La quantité d'algues produites annuellement par culture ou récoltées dans le monde est de l'ordre de neuf millions de tonnes d'algues fraîches. Les producteurs principaux sont la Chine, la Corée et le Japon (Marfaing et Lerat, 2007; Dhargalkat et Verlecar, 2009) qui, à eux seuls, totalisent les quatre cinquièmes de la production (Marfaing et Lerat, 2007).

#### **4.1/ Utilisation alimentaire**

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité (Burtin, 2003;Marfaing et Lerat, 2007). En Occident, cette consommation directe d'algues est plus récente. Des études épidémiologiques menées en Asie mettent en évidence une incidence plus faible des cancers du sein, du côlon et de la prostate liée à la consommation régulière d'algues. Ces résultats seraient en faveur du rôle possible de facteurs nutritionnels multiples, en particulier liés à la présence simultanée dans les algues de différents nutriments comme les protéines, polysaccharides plus ou moins sulfatés, minéraux et oligoéléments mais également métabolites secondaires tels que les polyphénols, caroténoïdes, stérols et bêtaïnes (Marfaing et Lerat, 2007). La France est le premier pays européen à établir une réglementation spécifique concernant l'utilisation des algues pour la consommation humaine en tant que substances alimentaires non traditionnelles (Burtin, 2003)

#### **4.2/ Utilisation industrielle**

Si les algues sont utilisées à l'état naturel comme produit final pour l'alimentation et l'agriculture, c'est surtout leurs dérivés qui ont pris un immense intérêt industriel: ce sont les alginates, l'agar-agar et les carraghénanes (Naegelé et Naegelé, 1967). La forte affinité de ces polysaccharides à l'eau, les a qualifiés d'hydrocolloïdes (Venugopal, 2009). Ils sont extraits de différentes macroalgues rouges et brunes (Naegelé et Naegelé, 1967;Barsanti et Gualtieri, 2006; Venugopal, 2009). Ces hydrocolloïdes jouent un rôle important comme agents gélifiants, épaississants, texturants, stabilisants et émulsifiants (Venugopal, 2009).

#### **4.3/ Utilisation agricole**

Une autre utilisation intéressante des algues, pratiquée de longue date et fort répandue est celle du goémon, comme engrais formé principalement d'algues brunes: les Fucus et les Laminaires (Naegelé et Naegelé, 1967). La biodisponibilité de quantités adéquates de potassium, d'azote, d'hormones végétales et de micronutriments, la teneur élevée en matière organique, notamment en fibre, ainsi que la forme soluble dans l'eau des éléments minéraux et oligo-éléments dans les algues font d'elles un excellent engrais (Venugopal, 2009). Les algues sont utilisées directement sur la terre pour enrichir en sels minéraux, ou utiliser ces extraits comme bioengrais (Dabouineau, 2004).

#### 4.4/ En pharmaceutiques et en cosmétiques

De nombreuses spécialités pharmaceutiques intègrent dans leur formulation des colloïdes algaux comme excipients (sirops, enrobage des pilules et dragées) (Person, 2010). Les extraits d'algues présentent également des propriétés anti-UV et anti oxydantes qui sont utilisés dans différentes crèmes pour la peau (Poirier, 2012).

#### 4.5/ Autres utilisations

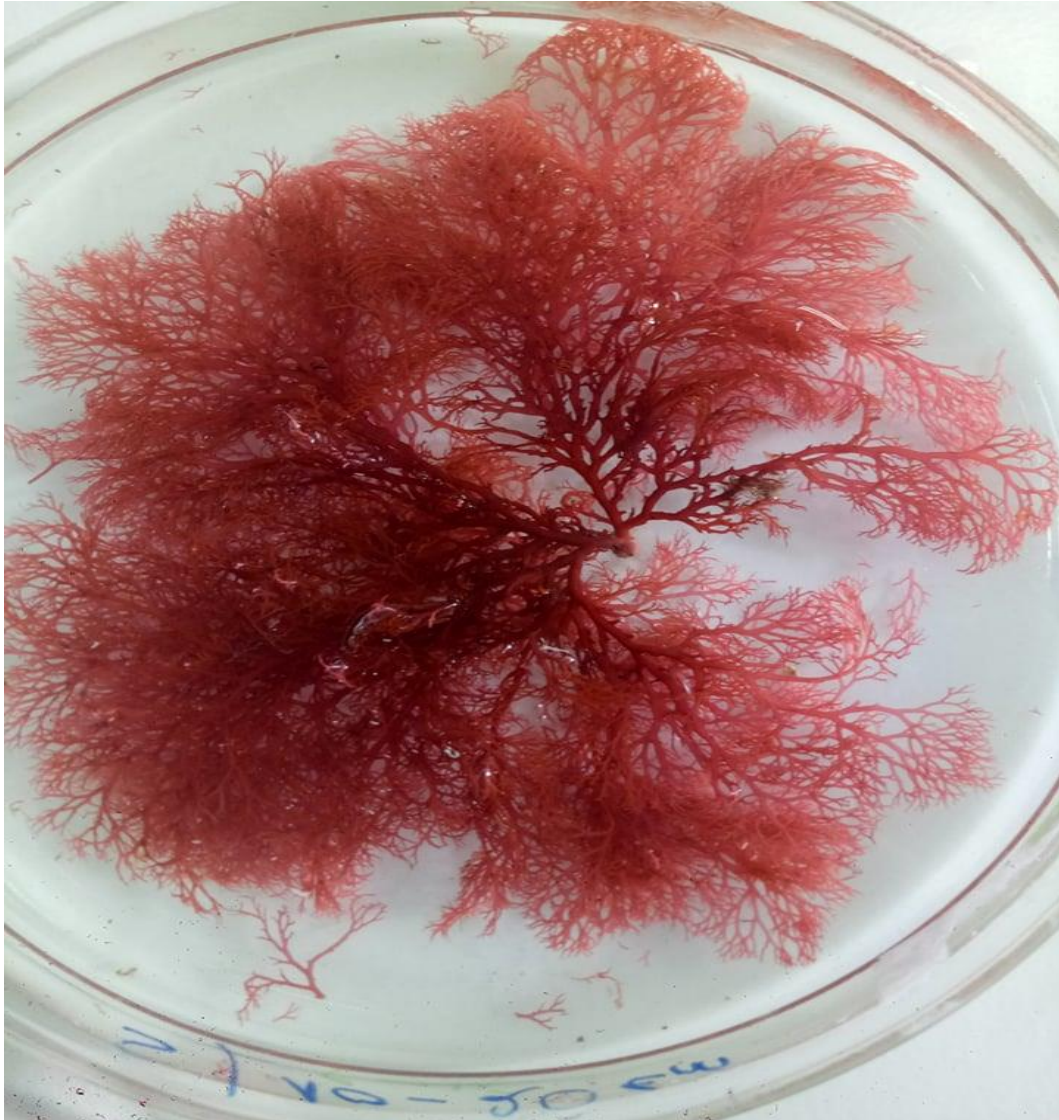
Les algues sont utilisées dans différents domaines: fabrication des colles, peintures, isolants thermiques et biocarburants (Bastide, 2006).

#### 5/ Clé d'identification de l'espèce étudiée (*Sphaerococcus coronopifolius*)

*Sphaerococcus coronopifolius* est une algue rouge appartenant à la classe des rhodophycées, elle est fixée par un disque basal, un ou plusieurs axes cylindriques à la base, de couleur rouge sombre, peu et irrégulièrement ramifiés, rameaux aplatis à l'apex, fortement et finement ramifiés, des ramules terminaux épineux de couleur rouge vif, consistance cartilagineuse, mesuré de 20 à 25 cm de hauteur. (DORIS)

#### 5.1/ Position systématique

- **Embranchement** : Rhodobionta / Rhodophyta
- **Sous-embranchement** : Eurhodophytina
- **Classe** : Florideophyceae
- **Sous-classe** : Rhodymeniophycidae
- **Ordre** : Gigartinales
- **Famille** : Sphaerococcaceae
- **Genre** : *Sphaerococcus*
- **Espèce** : *coronopifolius*



**Figure 05 :** *Sphaerococcus coronopifolius*

### **5.2/ Distribution géographique**

Zones DORIS : Manche, Atlantique, Méditerranée

Europe (côtes françaises), Méditerranée française, Atlantique Nord-Est, Manche et mer du Nord françaises, Manche (de la Scandinavie aux côtes françaises), Atlantique Est (des côtes des îles Britanniques aux Canaries), Méditerranée, mer Noire. (LE GRANCHÉ Stéphane, LE GRANCHÉ Philippe, 2008)

### **5.3/ Description**

L'algue est de consistance cartilagineuse, allant d'un rouge sombre à la base vers un carmin vif aux extrémités. Le thalle est fixé au substrat par un large disque basal à partir duquel s'élèvent un ou plusieurs axes cylindriques. La ramification est irrégulière, les rameaux s'aplatissent vers

les parties supérieures. Les ramifications augmentent et s'affinent aux extrémités, laissant apparaître une organisation partiellement alterne. Ces extrémités se différencient en ramules épineux. Le thalle subsisterait en automne, réduit à ses axes et rameaux principaux. La taille des axes peut atteindre 5 mm de largeur, le thalle pouvant dépasser les 25 cm de hauteur. (LE GRANCHÉ Stéphane, LE GRANCHÉ Philippe, 2008)

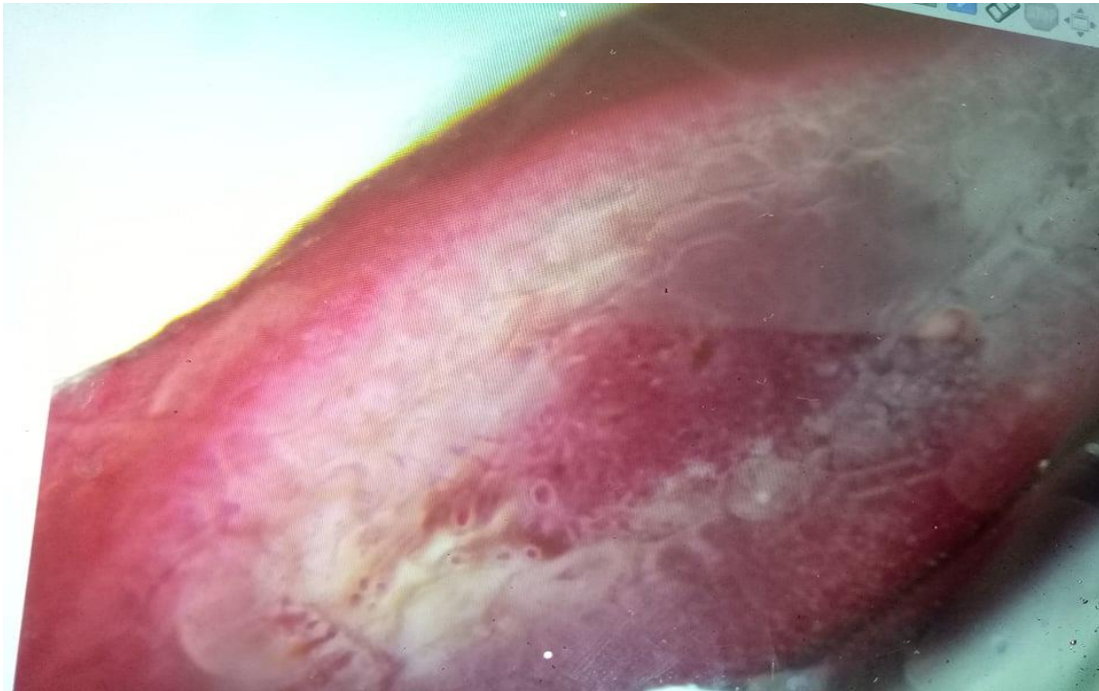


**Figure 06** : Aspect des axes de *Sphaerococcus coronopifolius* (NABI, 2021)



## 5.4/ Structure

En coupe transversale, l'axe central est entouré d'hyphes réfringentes abondantes engendrées par les cellules péricentrales peu discernables (Fischer et *al.*, 1987).



**Figure07:** Coupe transversale de *Sphaerococcus coronopifolius* (NABI, 2021)

## 5.5/ Reproduction

Cycle trigénétique avec gamétophyte et tétra sporophyte isomorphe. Les tétrasporocystes (zonés) sont disséminés dans le cortex du thalle; les cystoscopes, très proéminents, sont portés par de petites proliférations marginales des ramules (Fischer et *al.*, 1987).

## 5.6/Biotope

Elle colonise les substrats durs des étages infra- et circa-littoral, à une profondeur de 1 à 60 m (Fischer et *al.*, 1987). Fond rocheux de l'infralittoral, c'est une espèce sciaphile, vivant indifféremment en mode calme ou battu, elle est aussi visible dans les biotopes photophiles et l'herbier, été comme hiver. (LE GRANCHÉ Stéphane, LE GRANCHÉ Philippe, 2008)

## 5.7/ Récolte et utilisation

Récoltée à la main pour une utilisation potentielle médicale si on se réfère à son exploitation en Chine (Fischer et *al.*, 1987).

**Partie 02: Activités  
antioxydantes et  
antimicrobiennes**



## **1/ Activité antioxydante**

### **1.2/ Antioxydants**

Un antioxydant est défini comme une substance ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air, est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation. Cette définition peut être élargie et le terme "antioxydant" englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation excessive (Shimizu, 2004).

Les antioxydants arrêtent la réaction, la plupart du temps parce que la structure des antioxydants est relativement stable (Haton, 2005). On distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule:

#### **a/ Antioxydants endogènes**

L'organisme humain possède un système enzymatique, constitué principalement de trois enzymes: le superoxydedismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (GPx) (Avissar et *al*, 1989). Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, conduisant finalement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Marfak, 2003).

#### **b/ Antioxydants exogènes**

De nombreuses molécules issues de notre alimentation: vitamines, nutriments, composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes, ...etc. sont considérées comme des antioxydants.

### **1.3/ Radicaux libres**

Un radical libre est défini comme toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés (Jacques et André., 2004), cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité. Une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Martinez-Cayuela, 1995).

Parmi toutes les espèces susceptibles de se produire dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de ces composés qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous

appellerons radicaux primaires tels que l'anion superoxyde ( $O_2^-$ ), le radical hydroxyle (OH), le monoxyde d'azote (NO), le radical peroxyde (ROO) et le radical alkoxyde (RO). Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires tels que l'oxygène singulet ( $O_2$ ), le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) et le nitroperoxyde (ONOOH), se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Favier, 2003).

#### **1.4/ Activité antioxydante in vitro**

Des nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante des composés purs ou des extraits. La plupart de ces méthodes sont basées sur la coloration ou décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Parmi ces techniques, nous citons: la réduction du fer (Oyaizu, 1986), le piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), la quantification de la capacité antioxydante totale (Prieto et al. (1999)., la méthode de décoloration du bêta-carotène (Sun et Ho, 2005)... etc.

### **2/ Les microorganismes**

Les micro-organismes sont des organismes vivants microscopiques et ubiquitaires qui représentent la biomasse la plus importante de la Terre. Ils sont représentés par diverses formes de vies dont les bactéries, certains champignons microscopiques (Rybicki, 1990; Lwoff, 1957).

#### **2.1/ Activité antibactérienne**

##### **2.1.1/ Escherichia coli**

Le genre *Escherichia* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les *Escherichia coli* sont des bacilles à coloration Gram négative, aéro-anaérobies facultatifs qui peuvent fermenter les nitrates. Ces bactéries sont catalase positives et ne possèdent pas d'oxydase (Le Minoret al., 1990). Elles font parties de la flore commensale de l'Homme et des animaux à sang chaud (Euzéby, 2011).

##### **❖ Pouvoir pathogène**

*Escherichia coli* est aussi à l'origine d'infections communautaires et hospitalières. C'est l'un des germes le plus fréquent des infections néonatales (Quinet et al., 2010), et en particulier les

méningites ou les septicémies néonatales. *Escherichia coli* est une cause fréquente, elle provoque 40 à 50% de toutes les infections nosocomiales (Melzer & Petersen, 2007).

### 2.1.2/ *Pseudomonas aeruginosa*

*P. aeruginosa* est plus communément appelé bacille pyocyanique, se présente sous forme de bâtonnets droits, de 1 à 3 µm de long et de 0,5 à 1 µm de large. C'est un bacille à Gram négatif, non sporulé et rendu mobile, surtout anaérobie, par une ciliature polaire. *P. aeruginosa* est une bactérie avec un métabolisme strictement respiratoire, comme accepteur terminal d'électrons, l'oxygène en aérobie et le nitrate en anaérobie (respiration des nitrates). Cette espèce produit de façon habituelle deux pigments : la pyocyanine (caractère spécifique de l'espèce) et la pyoverdine (caractère spécifique du groupe génomique fluorescent). On peut noter également la production d'un voile fragile visqueux et peu épais à la surface des milieux liquides avec une odeur aromatique caractéristique (odeur de seringa) (Percival, 2004).

#### ❖ Pouvoir pathogène

Les infections dues à *Pseudomonas aeruginosa* peuvent toucher n'importe quelle partie du corps :

- L'appareil respiratoire en causant des pneumonies
- Le cœur avec des endocardites
- Le système nerveux central par des méningites
- Les oreilles par des otites
- Les yeux au niveau de la cornée par des kératites, des conjonctivites pouvant aller jusqu'à la perte complète de l'œil
- L'appareil digestif avec des gastro-entérites
- Les infections de l'appareil urinaire sont le plus souvent dues à l'instrumentation en milieu hospitalier
- La peau semble être la plus fréquemment affectée par les infections pseudomonales au travers des dermatites et plus particulièrement les folliculites.

Enfin, *P. aeruginosa* peut aussi être responsable de septicémie généralisée (Van Delden & Iglewski, 1998).

### 2.1.3/ *Klebsella pneumoniae*

Les *Klebsella* sont des bacilles Gram négatif, immobiles et capsulés. Ce sont des bactéries ubiquitaires présentes dans le tube digestif et dans l'appareil respiratoire des hommes et des animaux en tant que bactéries commensales (Lawlor et al., 2005)

#### ❖ Pouvoir pathogène

*K. pneumoniae* est responsable d'infections respiratoires (pneumonies, abcès pulmonaires, pleurésies), intestinales et urinaires. Elle a un effet cytotoxique sur les épithéliums des voies aériennes et peut être responsable d'infections nosocomiales (Victoria Cano et al., 2009)

### 2.1.4/ *Bacillus cereus*

Un grand bacille à Gram positif en forme de bâtonnet de 1 µm de large pour 3 à 4 µm de long, sporulé, mobile et de type respiratoire aéro-anaérobie. Le germe *B. cereus*, retrouvé de manière ubiquitaire dans le sol, est fréquemment responsable d'intoxications alimentaires opportunistes.

#### ❖ Pouvoir pathogène

L'intoxication alimentaire à *B. cereus* revêt deux formes:

- La forme émétique, accompagnée de nausées et de vomissements (durée d'incubation: à 5 heures).
- La forme diarrhéique, accompagnée de douleurs abdominales et d'une diarrhée (durée d'incubation : 6 à 24 heures). (Victoria Cano et al., 2009)

### 2.1.5/ *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont des cocci immobiles, isolés ou groupés en diplocoques ou, le plus souvent, en amas plan de plusieurs éléments (du grec staphylo, grappe de raisin), diamètre moyen 0.8 à 1µm. Après coloration de Gram, ce sont des cocci Gram positif. La grande majorité des souches de *Staphylococcus aureus* sont capsulés, mais les souches peuvent perdre leur capsule après culture. Les principaux caractères biochimiques pris en compte sont la production de catalase, la capacité à métaboliser les sucres et la production d'Arginine DiHydrolase (ADH) (JeanPaul, 2010)

### ❖ Pouvoir pathogène

*Staphylococcus aureus* représente l'agent commun des infections postopératoires de blessures, endocardite aigue et d'intoxications alimentaires (Dworkin&Falkow, 2006).

### 2.1.6/ *Candida albicans*

*Candida albicans* est un organisme vivant à l'état naturel dans les muqueuses de l'être humain. Elle est l'espèce de levure la plus importante et la plus connue du genre *Candida* (Bennett et Johnson, 2005).

### ❖ Pouvoir pathogène

Elle provoque des infections fongiques (candidose) essentiellement au niveau des muqueuses digestive et gynécologique. Les candidoses sont une cause importante de mortalité chez les patients immunodéprimés comme les patients atteints du Sida, les patients cancéreux sous chimiothérapie ou après transplantation de moelle osseuse (Sheppard et *al*, 2004).

# **Partie 03 : Matériel et Méthodes**

## 1) Zone d'échantillonnage

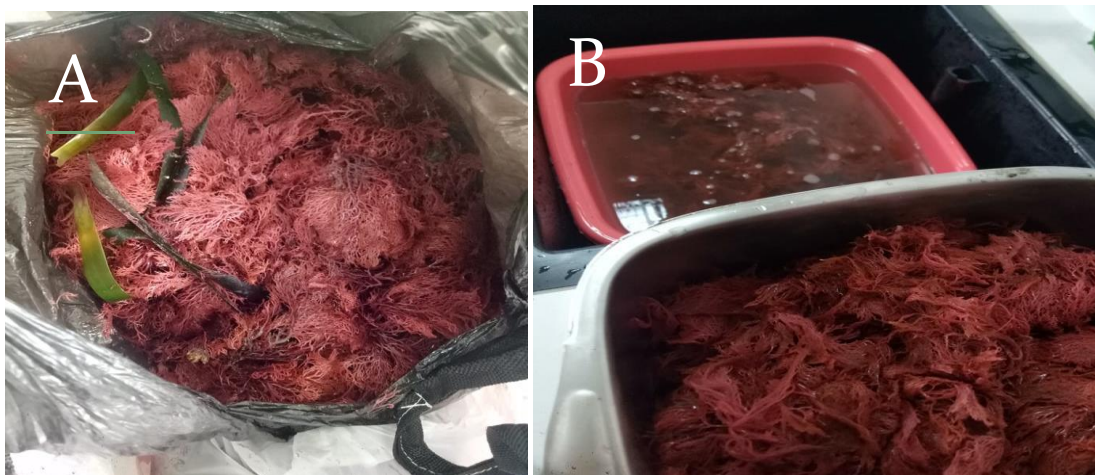
Le matériel végétal utilisé au cours de cette étude est une Algue Rouge *S. coronopifolius* (Figure 05), récoltée en mois de Mars – Avril 2021 sur la côte de Stidia Wilaya de Mostaganem.



**Figure 08** : Localisation géographique du site de l'échantillonnage

**Référence:** <https://asal.dz/?p=568>

Notre travail a été effectué au sein du laboratoire des microorganismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de la santé (LMBAFS) de l'Université Abdelhamid Ibn Badis à Mostaganem. L'échantillon récolté (Figure 09) est triés à la main au laboratoire, afin d'éliminer les plantes épiphytes, les parasites, les petits coquillages et les autres espèces d'algues. Ensuite il est lavés abondamment à l'eau du robinet puis subisse un dernier rinçage à l'eau distillée. L'échantillon d'algue est ensuite étalé à l'ombre dans un endroit aéré à température ambiante pour être séchés, jusqu'à déshydratation complète. Une fois séchée, la matière végétale à été broyée en poudre à l'aide d'un mixeur, et conservé jusqu'aux jours d'extraction.





**Figure 09** : Photographie de *S.coronopifolius*(NABI, 2021)

A : Récolte d'algue, B : Rinçage de l'algue, C : Séchage de l'algue à l'air libre et à l'abri de la lumière

### a) Objectifs de l'étude

L'objectif général de ce travail est de mesurer le pouvoir antioxydant, le dosage des composés phénoliques contenu dans l'extrait d'algue, et étudier l'activité antimicrobienne de l'algue rouge *S.coronopifolius*. Les souches utilisées dans ce travail comportent des souches pathogènes qui proviennent du laboratoire LMBAFS.

### 2) Préparation de l'extrait eau-méthanol d'algues Rouge *S.coronopifolius*

Dans notre travail, nous avons opté pour le méthanol comme solvant d'extraction, car les solvants alcooliques (éthanol, méthanol) donnent de meilleurs taux d'extraction et sont hautement sélectifs pour les polyphénols (*Sipgno et al, 2007*).

Après broyage de l'algue étudié, 100 g du matériel végétale est soumis à une agitation pendant 30 minutes à température ambiante, dans 200 ml du mélange eau-méthanol (75-125 ml) pendant 1 heure. Ensuite l'extrait est filtrés par papier Whatman N°05, puis concentrés au Rotavapeur. La solution récupérée est séchée dans l'étuve à 37°C pendant 72h, pour obtenir l'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge *S.coronopifolius* (*Karumi et al. 2004*). (Figure 10)

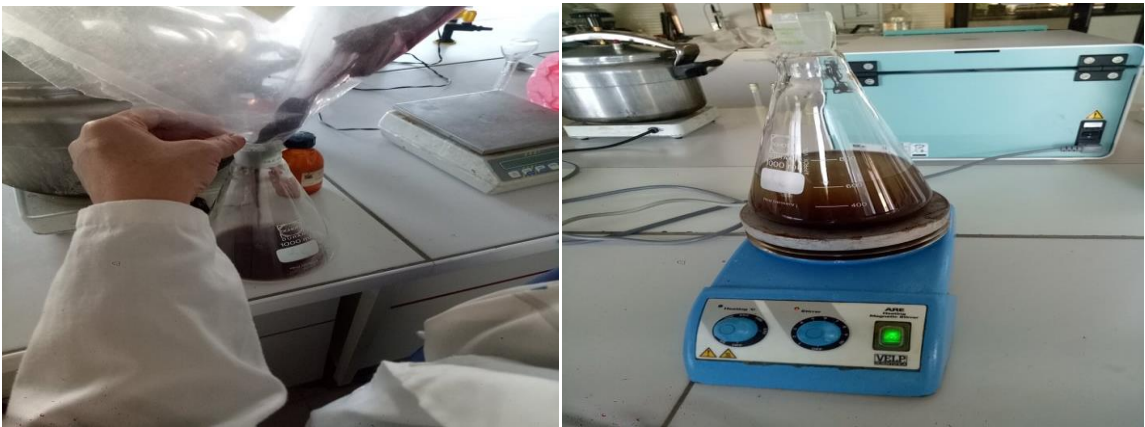




**Séchage et broyage**



**Pesée de l'algue broyée**



**Agitation pendant 30 minutes à température ambiante**



**Filtration et concentration au rotavapeur**



**L'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge  
*S.coronopifolius***

**Figure 10 :** Les étapes pour obtenir l'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge  
*S.coronopifolius*

## 2-1) Le Rendement de l'extrait brut eau-méthanol de l'algue Rouge

Le rendement de l'extraction est déterminé par le rapport entre la masse des Polyphénols extraits et la masse de la matière première d'algue traité. Il exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

**P1:** poids du ballon après évaporation.

**P2:** poids du ballon avant évaporation.

**P3:** poids de la matière sèche algale.

## 3) Evaluation de l'activité antioxydant

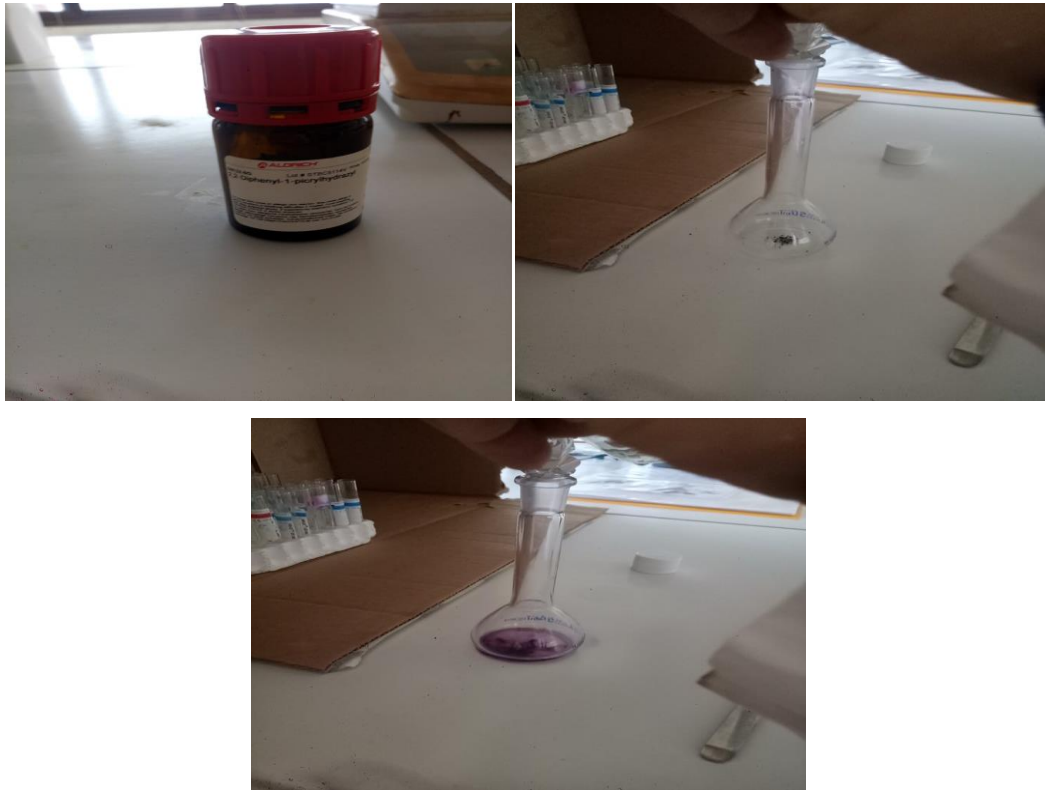
Dans notre étude nous avons utilisé le test chimique qui mesurent la réduction du radical stable le DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) (*Sharma et al. 2009 ; Bourkhiss et al. 2010*).

### 3-1) Piégeage du radical libre DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre stable qui absorbe entre 512 et 517 nm. En présence de composés anti-radicalaires, le DPPH de couleur violette se réduit en 2,2 Diphényl-1-picryl hydrazine de couleur jaune figure (12) (*Maataoui et al, 2006*).

#### 3.1.1) Préparation Du DPPH

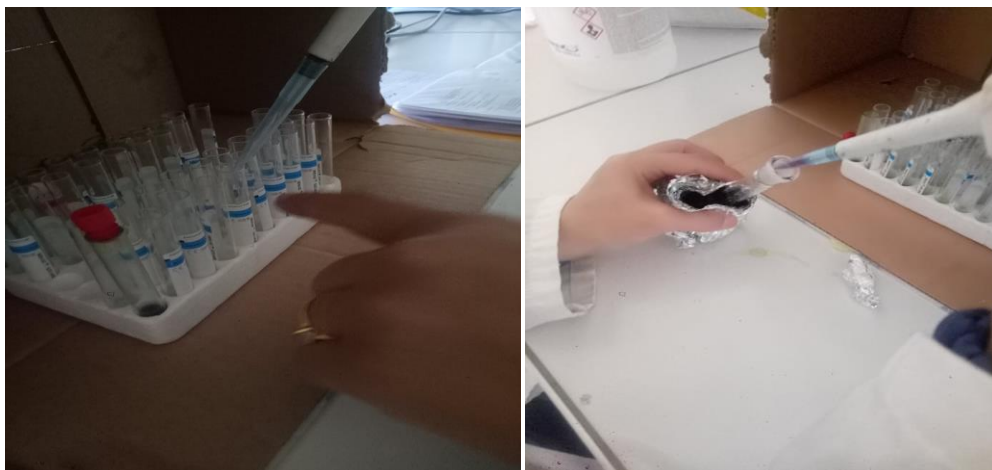
L'effet de l'extrait sur la réduction du DPPH à été réalisé selon le Protocole suivant (*Benariba et al. 2013*), 3,15 mg de DPPH est dissoute dans 50ml du méthanol pure pour obtenir une solution de DPPH.



**Figure 11 : Préparation Du DPPH**

### **3-1-2) Préparation des échantillons**

Un Volume de 1ml de notre extrait est dissout dans 500 $\mu$ l de solution méthanolique de DPPH (0.16mmol/ml), fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 0.1ml du méthanol avec 1ml d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Le mélange obtenu est ensuite agité, puis gardé à l'abri de lumière à température ambiante pendant 30min. Ensuite La lecture ce fait a l'aide d'un Spectrophotométrie de la densité optique à 517nm (Figure 13).







**Figure 12 :** Après incubation de 2h virage de couleur



**Figure 13 :** La lecture se fait à l'aide d'un Spectrophotométrie de la densité optique à 517nm

### 3-1-3) Pourcentage D'inhibition du radical DPPH

$$I\% = \left( \frac{Ac - At}{Ac} \right) \times 100$$

Ac : absorbance du contrôle négatif.

At : absorbance de l'extrait.

La valeur IC<sub>50</sub> est la concentration d'extrait qui assure la réduction de 50% du DPPH, déterminée graphiquement par la régression linéaire, pour chaque extrait à partir de la courbe du pourcentage de réduction en fonction de la concentration (Samarth et *al.* 2008).

### 3-2) Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide ascorbique à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière végétale fraîche.

### 3-3) Dosage des Polyphénols Totaux

#### a) Principe

Les polyphénols sont déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de FolinCiocalteu (Singleton et *al.*, 1965). Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot et Charpentier, 2006).

#### b) Mode opératoire

Une quantité de 0,2 ml de l'extrait brut est introduite dans des tubes à essai, auquel on ajoute 1,5ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois. Après 3 à 5 minutes, on ajoute 1,5 ml de carbonate de sodium à 6%. Les tubes sont agités et incubés pendant 120 minutes.

L'absorbance est mesurée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. L'acide gallique est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalents d'acide gallique par mg d'extrait sec (µg EA/mg d'extrait).

$$\text{Polyphénols} = \frac{a \cdot f}{C}$$

**a** : Concentration de Polyphénols (µg Eq acide gallique/mg d'extrait) déterminée à partir de courbe étalon.

**f**: Facteur de dilution.

**C** : Concentration de l'extrait.

### 3-4) Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière végétale fraîche.

### 3-5) Dosage des Flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes sont quantifiés par une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) 2%. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, qui absorbe dans le visible à 510 nm (Ardestani et Yazdanparast, 2007).

#### a) Mode opératoire

Un volume de 1 ml d'extrait a été additionné à 1 ml de Trichlorure d'aluminium à 2% (AlCl<sub>3</sub>). Le mélange a été placé à température ambiante et à l'obscurité pendant 10 min puis l'absorbance a été mesurée à 430 nm sur un Spectrophotomètre. La Quercétine est utilisée comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalents Quercétine par mg d'extrait sec (µg EQ/mg d'extrait).

$$\text{Flavonoïdes} = a \cdot f / C$$

**a** : Concentration de flavonoïdes (équivalent de catéchine/mg d'extrait) déterminée à partir de la courbe étalon.

**f**: Facteur de dilution.

**C**: Concentration de l'extrait.

### 3-6) Courbe d'étalonnage de la Quercétine

La courbe d'étalonnage est effectuée par Quercétine à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents de Quercétine par gramme de matière végétale fraîche.

#### 4) Réactivation de souches pathogènes

##### 4-1) Les souches pathogènes utilisées

Les germes pathogènes, *E. coli*, *S. aureus*, *p. aeruginosa*, *B. cereus*, *K.pneumoniae* et *C. albicans* ont été réactivées en bouillon MH, et incubées à 37 °C pendant 24 H pour s'assurer de leurs pureté ainsi que les réactiver.



**Figure 14 :** Les souches pathogènes utilisées

##### 4-2) Méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983)

Cette méthode de diffusion est très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongigramme), elle repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu semi solide (gélose molle), l'effet du produit antimicrobien sur la cible, le résultat est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, la souche utilisée sera qualifiée de vue de sa sensibilité: sensible, intermédiaire ou résistante. Des zones d'inhibition apparaissant ; il sera considéré comme positif si le diamètre est supérieur à 2 mm.





**Figure 15 :** Méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983)

# **Partie 04: Résultats et discussions**

## Résultats et discussions

Dans ce présent travail nous avons évalué le taux d'extraction, le taux de composés phénoliques, ainsi que l'activité antimicrobienne d'extrait méthanoliques de l'algue marine *Sphaerococcus coronopifolius* qui est tester vis-à-vis de 6 microorganismes proviennent de la collection du laboratoire LMBAFS, dont deux (2) bactéries Gram positif (+) : *B. cereus*, et *S. aureus*, et trois (3) bactéries Gram négatif (-) *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* et *E. coli* ainsi qu'un champignon: une levure *C. albicans*. (Figure 14)

Le taux d'extraction ainsi que la nature des composés extraits sont influencés par les conditions de l'extraction, à savoir le type de solvant, la taille des particules, l'état du matériel végétal et les conditions thermiques de l'extraction (Chavan et al, 2000; Mukhopadhyay et al., 2005; Naczk et Shahidi, 2006; Lim et Murtijaya, 2007). Le temps de macération et le volume du solvant sont aussi des paramètres qui affectent le taux d'extraction (Eloff, 1998; Hayouni et al, 2007).

### 1-1) Rendement d'extraction d'Algue Rouge *S. coronopifolius*

Le rendement de l'extraction se calcule par le rapport entre la masse de Polyphénols extraits et la masse de la matière première végétale traitée. Après extraction et récupération d'extrait, leur rendement a été déterminé par rapport à 50 g de matière végétale exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation.

P2 : poids du ballon avant évaporation.

P3 : poids de la matière végétale de départ.

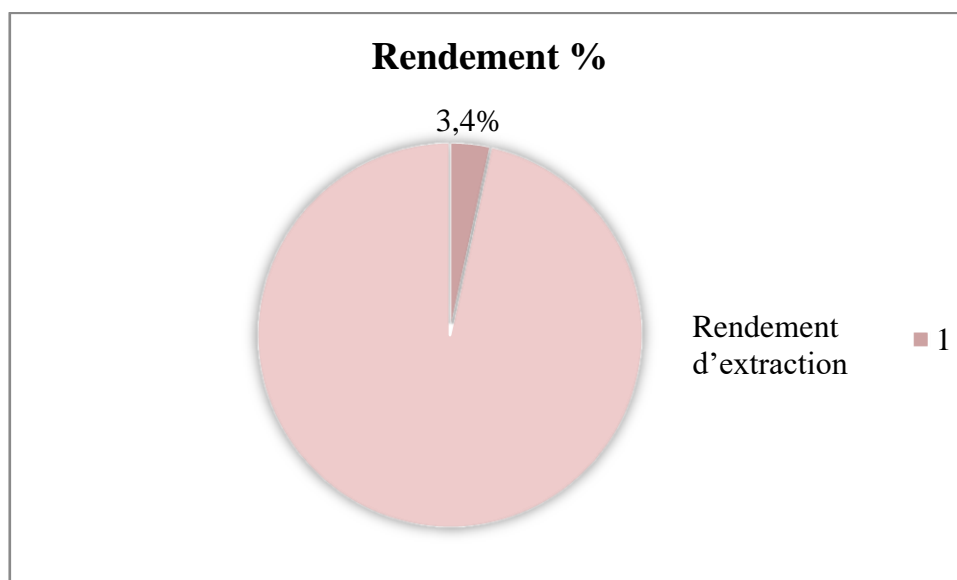
Donc :

P1 :204,8g

P2 :203,1g

P3 :50g

Alors :  $R (\%) = 3,4 \%$



**Figure 16 :** Rendement d'extraction d'Algue Rouge *S. coronopifolius*

Le calcul de la teneur de rendement d'extraction repose sur plusieurs facteurs à savoir température d'extraction, de la matière végétale initiale et l'humidité (Wattiaux, 1994). Selon Michel et al. (2012), le rendement des extractions dépend de la nature du solvant utilisé et des propriétés chimiques des molécules à extraire. De même, la méthode d'extraction (macération, décoction, infusion) joue également un rôle important dans la détermination du rendement ainsi que la composition chimique de l'extrait préparé (Tefiani, 2015).

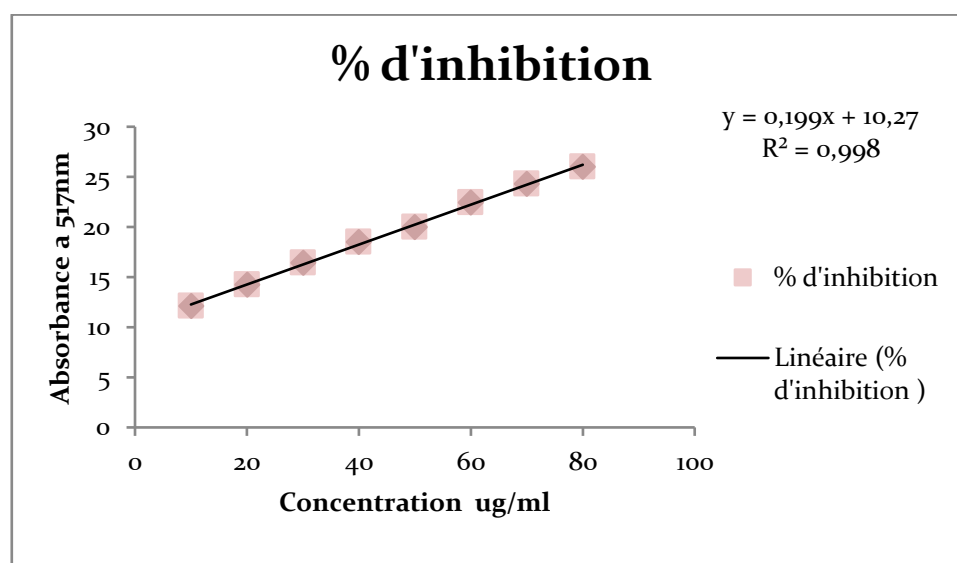
## 1-2) Evaluation du pouvoir antioxydant

L'activité antioxydante de l'extrait d'algue rouge *S.coronopifolius* est évaluée par le test de réduction du radical libre DPPH.

### 1-2-1) Test de réduction du radical libre le DPPH

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical de couleur violacée qui absorbe dans l'UV- visible à la longueur d'onde de 517nm, suivie par spectrophotométrie. Il fut l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier l'activité antioxydante des composés phénolique. Dans ce test, le substrat est un radical libre qui, en réagissant avec une molécule antioxydante, se transforme en DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) avec perte de son absorbance caractéristique à 517 nm. Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu

méthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants. Ce test est très utilisé, car il est rapide et facile, Malgré qu'il soit coûteux.



**Figure 17:** Courbe étalon d'acide ascorbique.

### 1-2-2) Calcul des pourcentages d'inhibitions I%

Les résultats du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de l'algue rouge *S. coronopifolius* sont illustrés dans le Tableau (01). Ces résultats sont comparés aux pourcentages d'inhibition par un puissant antioxydant (acide ascorbique) utilisé dans cette étude comme témoin positif. D'après le Tableau (01) le pourcentage d'inhibition de l'extrait varie entre 27,26% et 14,41%.

**Tableau 02 :** Les pourcentages d'inhibitions

Concentrations testées (µg/ml)	Pourcentage d'inhibition de l'acide ascorbique (%)	Pourcentage d'inhibition de l'extrait méthanolique DPPH(%)
100	12,1	26,42
50	14,2	21,46
25	16,4	22,98
12,5	18,5	14,41
6,25	20	27,26

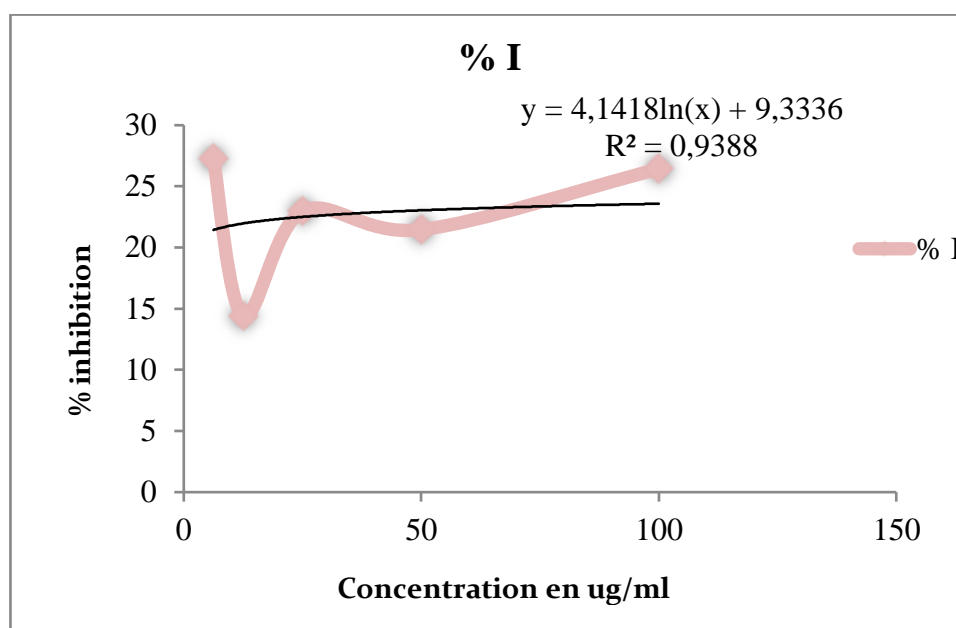
Le pourcentage d'inhibition le plus élevé (27,26%) est enregistré avec la concentration de l'extrait méthanolique (6,25µg /ml). Comparativement à la littérature, les travaux de (Tefiani, 2015), a obtenu le plus grand pourcentage d'inhibition (7%) avec la concentration (1mg/ml).

Nous calculons les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$I\% = ((Ac - At) / Ac) \times 100$$

**Ac:** Absorbance du contrôle négatif.

**At :** Absorbance de l'extrait.

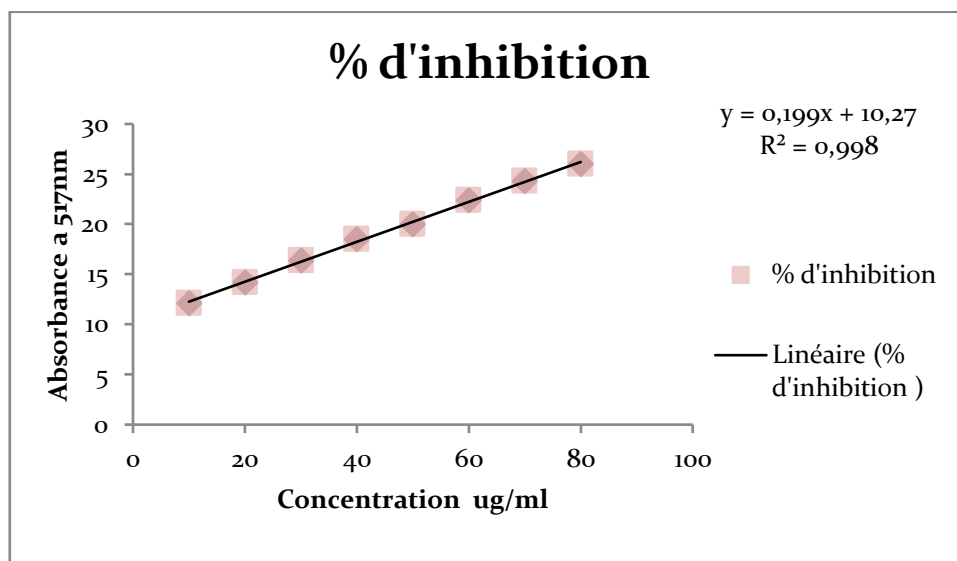


**Figure 18 :** Les pourcentages d'inhibition de l'extrait méthanolique (teste DPPH) et l'acide ascorbique par déduction de la courbe de pourcentage d'inhibition.

### 1-2-3) Evaluation de l'IC50

L'IC50 est inversement liée à la capacité antioxydant d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydant d'un composé est élevée. La concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, est calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition calculés en fonction de différentes concentrations d'extrait préparé.

La concentration de l'acide ascorbique qui inhibe 50% du DPPH (IC50) est évaluée graphiquement. L'acide ascorbique présente donc un faible (IC50), ce qui est en accord avec le pouvoir antiradicalaire élevé obtenu.



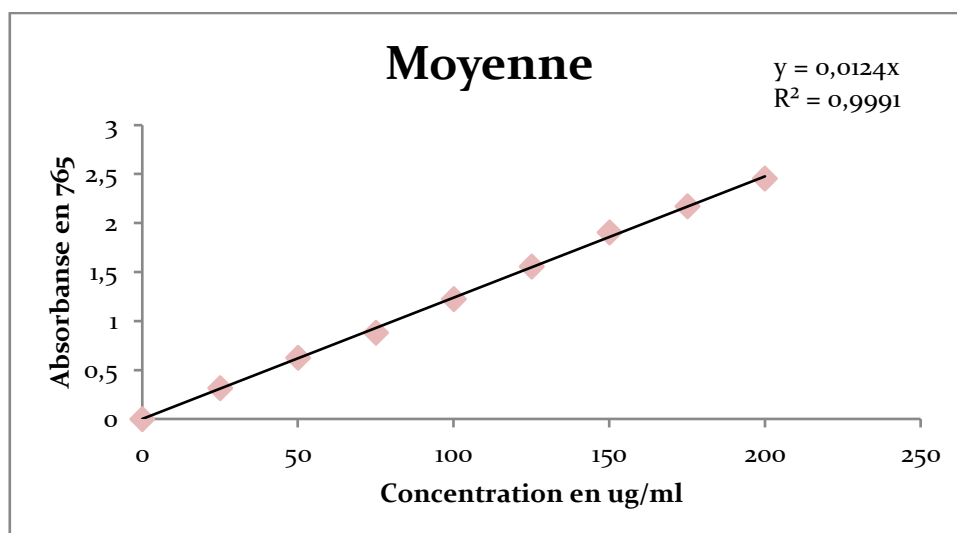
**Figure 19:** Courbe étalon d'acide ascorbique.

L'IC50 est déterminée à partir d'une courbe de pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH enregistrée dans cette étude est 266.9 µg /ml, cette valeur reste nettement supérieur à celle de l'acide ascorbique (199ug/ml).

### 1-3) Dosage des Composés Phénolique

#### 1-3-1) Taux de Polyphénols totaux dans l'extrait d'algue Rouge *S.coronopifolius*

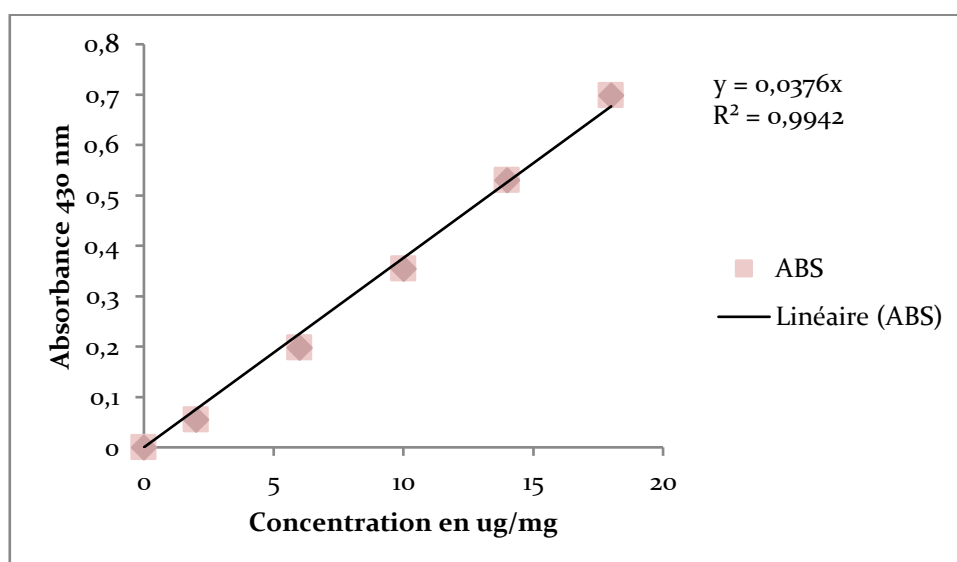
La teneur en Polyphénols totaux dans l'extrait eau-méthanol est déterminée à partir des équations de la régression linéaire de courbe d'étalonnage exprimées en µg. Eq acide gallique par mg d'extrait



**Figure 20:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux

En ce qui concerne notre étude, l'analyse des composés phénoliques montre que la teneur en Polyphénols enregistrée dans cette étude est de 7066 µg. EA par mg d'extrait

Taux de Flavonoïde totaux dans l'extrait d'algue Rouge *S.coronopifolius* Équations de la régression linéaire de courbe d'étalonnage exprimées en µg. Eq Quercétine par mg d'extrait



**Figure 21 :** Courbe d'étalonnage de Quercitine pour le dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïde est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage à la Quercétine. La teneur en flavonoïdes enregistrée dans cette étude est de 10172 µg EQ/mg extrait, ce résultat est en accord avec d'autres travaux où ils ont trouvé qu'il existe seulement peu données concernant le contenu en flavonoïdes dans les algues marines (Meenakshi and Gnanambigai, 2009 ; Sava and Sirbu, 2010 ; Zeng et al., 2001).



**Tableau 03** : Teneurs en Phénols totaux, et en flavonoïdes de l'extrait brut d'algue rouge *S. coronopifolius*.

	Phénols totaux ( $\mu\text{g EA/mg}$ extrait)	Flavonoïdes ( $\mu\text{g EQ/mg}$ extrait)
<b>Extrait brut</b>	7066	10172

L'analyse des composés phénoliques montre que l'extrait méthanolique obtenu à partir de l'algue rouge *S.coronopifolius* possède une teneur élevée en flavonoïdes totaux (10172 $\mu\text{g EQ/mg}$  extrait) par rapport phénols totaux (7066 $\mu\text{g EA/mg}$  extrait). D'après la littérature, il existe peu de travaux sur le contenu en flavonoïdes dans les algues marines (Meenakshi and Gnanambigai, 2009; Sava and Sirbu, 2010; Zeng et al, 2001) mais, il est rapporté que les algues vertes contiennent des teneurs variant entre (8,43 et 33,39 mg/gMS), les algues brunes des teneurs variant entre (20,72 et 32,89 mg/g MS) et les algues rouges des teneurs variant entre (6,03 et 20,91 mg/g MS). Par ailleurs, il est rapporté que les teneurs en flavonoïdes dans les algues marines varient pour plusieurs raisons: l'espèce, la saison et d'autres conditions géographiques (Sarojini et al, 2012).

### 1-3-2) Pourvoir de l'activité antimicrobienne de *S.coronopifolius*

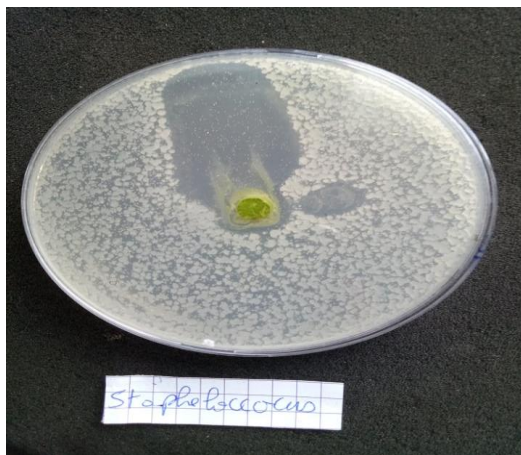
Nous avons étudié in vitro le pouvoir antimicrobienne d'extrait brut de *S. coronopifolius* par la méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983) sur un milieu gélosé solide, Mueller-Hinton, c'est le milieu le plus utilisé pour faire ces tests d'antagonisme.

L'activité antimicrobienne de *S.coronopifolius a* été estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant l'extrait brut de *S.coronopifolius* à tester vis-à-vis de 6 microorganismes testés qui proviennent de la collection du laboratoire LMBAFS, dont deux (2) bactéries Gram positif (+) : *B. cereus*, et *S. aureus*, et trois (3) bactéries Gram négatif (-) *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* et *E. coli* ainsi qu'un champignon : une levure *C. albicans*.

### 1-3-3) La technique de diffusion en puits

C'est la technique de base utilisé pour étudier la capacité substance à exercer un effet antimicrobien. D'après Les résultats obtenus, on remarque que les propriétés antimicrobiennes dans ce test ont montré que l'extrait brut de *S. coronopifolius* influence totalement sur *E. coli*, *S. aureus* et *B. cereus*, mais aucune activité antimicrobienne n'a été enregistrée vis-à-vis de la souche *P. aeruginosa*.

L'extrait brut de *S.coronopifoliu* sa montrée des diamètres d'inhibition compris entre 30 mm à 00 mm vis à vis toutes les souches. Ainsi qu'il possède une activité inhibitrice importante vis à vis la souche *E. coli*, qui obtenu le diamètre d'inhibition 30 mm, cette inhibition est respectivement avec les souches pathogènes. *S. aureus* a enregistré un diamètre d'inhibition de l'ordre de 25 mm et *B. cereus* a marqué à son tour un diamètre de l'ordre de 22,7 mm, *C. albicans* a marqué 17 mm et *K. pneumoniae* a marqué 15mm et *P. aeruginosa* a marqué 0 diamètre d'inhibition (figure 14).



*Staphylococcus aureus*



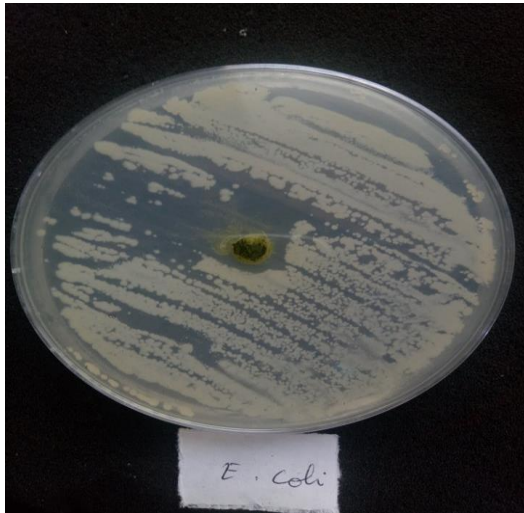
*Bacillus cereus*



*Bacillus cereus*



*Candida albicans*



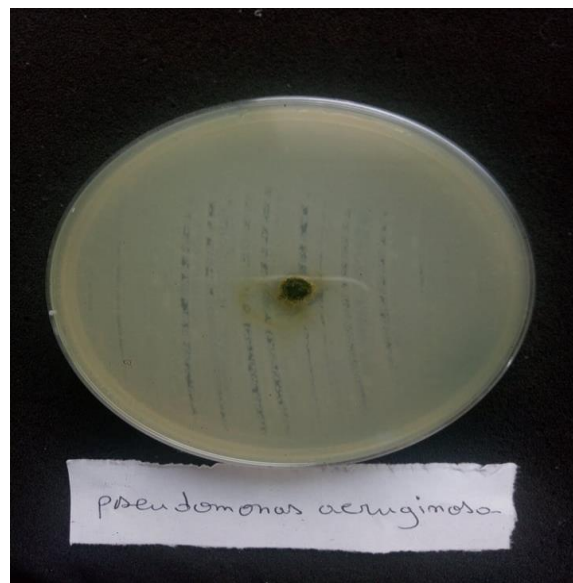
E. coli

*Escherichia coli*



Klebsiella pneumoniae

*Klebsiella pneumoniae*



pseudomonas aeruginosa

*Pseudomonas aeruginosa*

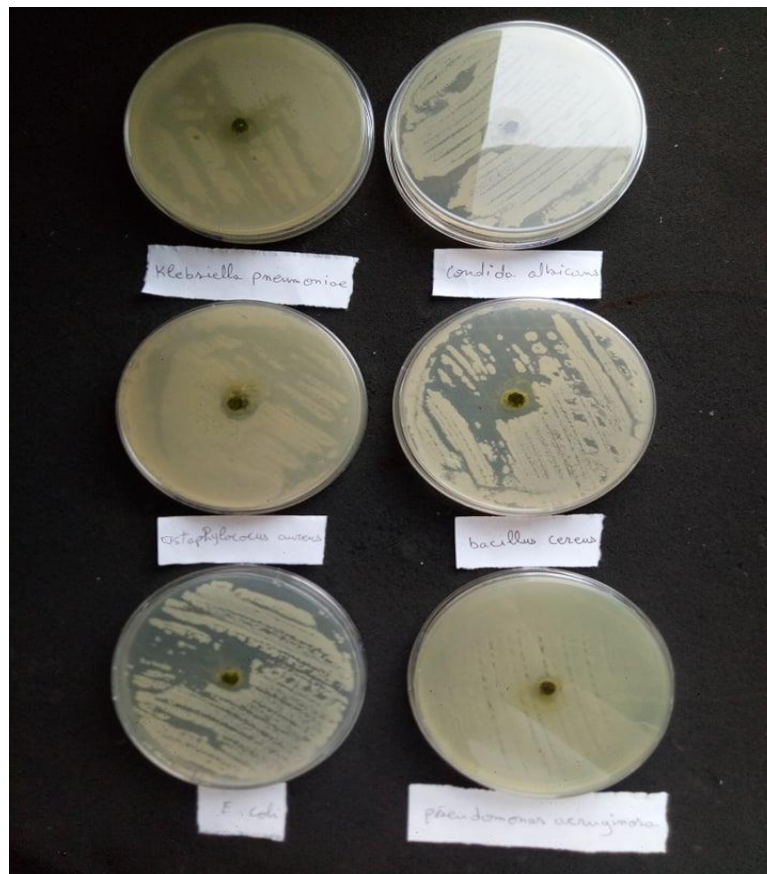


Figure 22 : Teste de l'activité antimicrobienne sur l'extrait de l'algue rouge

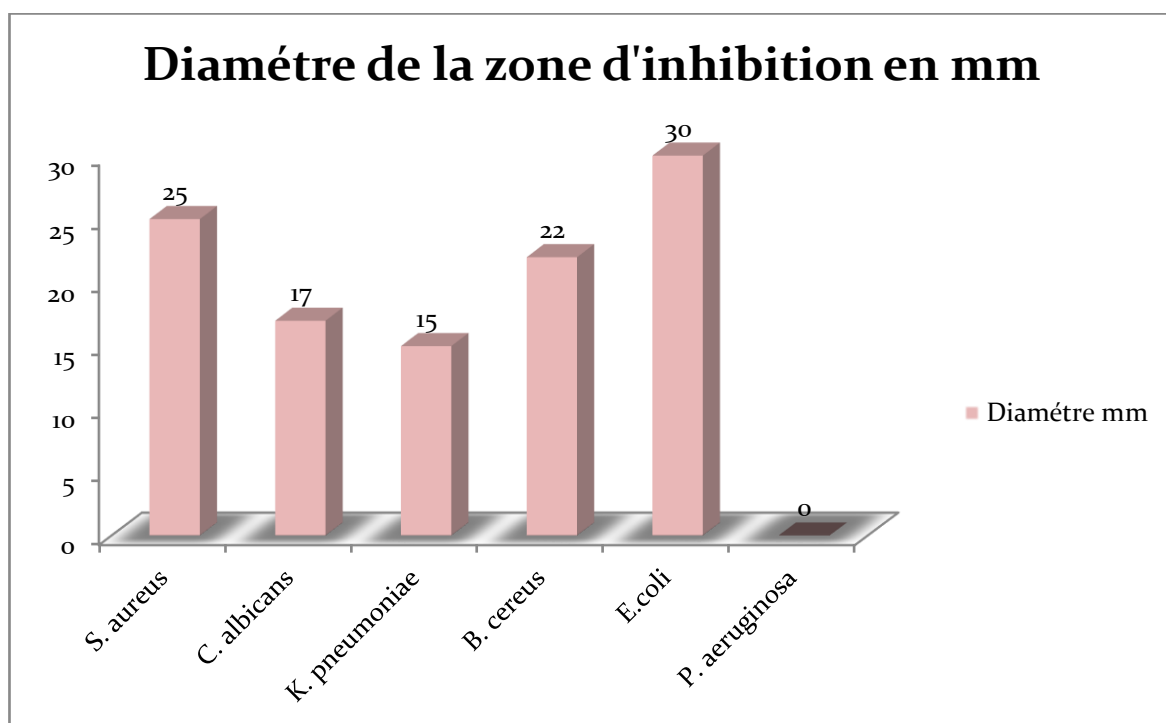


Figure 23 : Diamètre de la zone d'inhibition en mm

L'extrait brut de *S. coronopifolius* a montré un diamètre d'inhibition important vis-à-vis *E. coli* et aucune activité inhibitrice pour *P. aeruginosa*

En général, il est rapporté que l'activité antimicrobienne des algues peut être influencée par l'habitat, le stade de croissance et la saison de la collecte des algues (Zheng et al, 2001 ; Farid et al., 2007).

D'après l'analyse des résultats obtenus, *S. coronopifolius* a enregistré une activité antibactérienne vis-à-vis les cinq souches testées. Cependant, des résultats similaires avec notre étude sont rapportés par (Bansemir et al, 2006) et Salvador et al. (2007), en étudiant l'activité antibactérienne de plusieurs espèces d'algues marines, ont rapporté que les algues rouges exercent de fortes activités antibactériennes.

# **Conclusion et perspective**

## Conclusion

De nos jours, un grand nombre d'algue marine possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les algues représentent une source inépuisable de substances bioactives, et d'autre part les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs qui se retournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme.

Dans la présente étude nous nous sommes intéressés à l'évaluation du pouvoir antioxydant d'extrait d'algue marine de la cote de Mostaganem (STIDIA), ainsi qu'à l'évaluation de l'activité antimicrobienne, vis-à-vis de souches bactériennes Gram positives et Gram négatives et de champignons.

L'extrait brut d'eau méthanol de l'algue rouge *S. coronopifolius* est récupéré avec un rendement de 3,4%, il constitue une source inestimable en divers composés phénoliques dont la teneur en flavonoïdes enregistrée est de 10172 µg EQ/mg extrait et la teneur en Polyphénols enregistrée est de 7066 µg. EA par mg d'extrait,

Concernant l'activité antioxydante, le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH enregistrée dans cette étude le IC50 est de 266.9 µg /ml.

A propos l'activité antimicrobienne de l'extrait brut de l'algue *S. coronopifolius*, on a constaté un effet inhibiteur contre les 5 microorganismes testés de cette étude : *B. cereus*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *E. coli* et une levure *C. albicans*. Cet effet antimicrobien évalué par une zone d'inhibition par contre aucun effet sur *P. aeruginosa*. Donc Nous pouvons conclure que l'extrait possède une activité antimicrobienne intéressante.

Enfin, il ressort de la présente étude que l'algue marine étudiée *S. coronopifolius* récolté de la côte de Mostaganem pouvez être utilisée comme une bonne source naturelle d'agents antibactériens et antioxydants. Ce qui explique et justifie le recours accru de certaines populations vers l'exploitation et l'utilisation de ces végétaux de mer dans leurs habitudes quotidiennes, que se soient diététiques ou thérapeutiques.

Il serait donc essentiel, à l'avenir de :

- Préciser la nature des composés phénoliques, en utilisant des méthodes plus poussées telles que l'HPLC, la GC-MS et la RMN.
- Procéder à une séparation de ces composés, afin de les tester séparément et identifier ceux parmi eux, actifs.

- Etudier d'autres activités, telles que les inhibitions d'enzymes.
- Réaliser des tests in vivo pour évaluer certaines activités thérapeutiques (activités antidiabétique, anti-hypertensive, anti-inflammatoire, antitumorale, etc).
- Réaliser des tests de cytotoxicité pour, éventuellement, éviter les doses toxiques en thérapeutique.



# **Références Bibliographiques**

## Référence bibliographique

### A

- **Ardestani et Yazdanparast, (2007)** : Ardestani, A. and Yazdanparast, R. (2007) Antioxidant and Free Radical Scavenging Potential of AchilleasantolinaExtracts. Food Chemistry, 104, 21-29.
- **Ali El-Gamal, A.,** 2010. Biological importance of marine algae. Journal pharmaceutique saoudien. 18 (1): 1-25.
- **Ahn C.B., Jeon Y.J., Kang D.S., Shin T.S. and Jung B.M.** (2004). Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Scytosiphon lomentaria* by electron spin resonance spectrometry. Food Research International, 37: 253-258
- **Avissar, N., Whitin, J.C., Allen, P.Z.** (1989). Plasma selenium-dependent glutathione peroxidase. Journal. Biologie. Chem, 2: 15850-15855.

### B

- **Bansemir A., Blume M., Schröder S. and Lindequist U.** (2006). Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. Aquaculture, 252: 79-84.
- **Bastide T A.** (2006). Savoir-faire anciens et exploitation des algues en Bretagne. Ed : FRCIVAM. Bretagne .17p.
- **Barefoot, S.F., et Klaenhammer, T.R.** (1983). Determination and activity of lactacin B, bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus*. Appl. Environ. Microbiol. 45(6): 1808- 1815.
- **Boizot N., Charpentier J.P.,** (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques. INR. 79-82.
- **Bruneton, J.** (2008). Pharmacognosie, Phytochimie, Plante médicinales. Lavoisier Technique et Documentation, 3ème édition, Paris, 1120.

**C**

- **Chavan U.D., Shahidi F. and Naczk M.** (2001). Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *Food Chemistry*, 75: 509-512.

**D**

- **Dhargalkar V. K. and Pereira N.** (2005). Seaweed: Promising plant of the millennium. *Science and culture*, 71: 60-66.
- **Dykens J.S., Shick J.M., Benoit C., Buettner G.R. and Winston G.W.** (1992). Oxygen radical production in the sea anemone *Anthopleura elegantissima* and its endosymbiotic algae. *J. exp. Biol.* 168: 219-241.
- **Deslandes E., Pondaven E., Auperin T., Roussakis C., Guézennec J., Stiger V. & Payri C.**, 2000 : Preliminary study of the in vitro anti-proliferative effect of a hydroethanolic extract from the subtropical seaweed *Turbinaria ornata* (Turner J. Agardh) on a human non-small-cell bronchopulmonary carcinoma line. *Journal of Applied Phycology* 6, 257–262

**E**

- **Eloff J.N.** (1998). Which extractants should be used for the screening and isolation of antimicrobial components from plants?. *Journal of Ethnopharmacology*, 60: 1-8.
- **Etahiri S., Bultel-Poncé V., Caux C. & Guyot M.**, 2001 : New bromoditerpenes from the red alga *Sphaerococcus coronopifolius*, *Journal of Natural Products* 64(1). 1024-1027
- **Euzeby, J. P.** (2011). List of Bacterial Names with Standing in Nomenclature. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 47: 13-17.

**F**

- **Fischer W. Schneider M. & Bauchot M. L.**, 1987 : Méditerranée et mer noire. Fiche FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche p 759.
- **Favier, A.** (2003). Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, 108-115
- **FELDMANN (J.)**, 1963. - Les algues in *Botanique* (P. P. Grassé), Masson et Cie, Paris, p. 83-249.

## G

- **Garon-Lardiere, S.**, 2004. Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Université De Bretagne Occidentale.

## H

- **Hayouni E., Abedrabba M., Bouix M. and Hamdi H.** (2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. Food Chemistry. 105 (3): 1126-1134.
- **Haton, C.** (2005). Effets des rayonnements ionisants sur la structure de la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France: 43.

## K

- **Ktari L. & Guyot M.**, 1999: A cytotoxic xysterol from the marine algae *Padinapavonica*, Journal of Applied Phycology 11, 511-513.
- **Kornprobst J.-M.** [2005] Substances naturelles d'origine marine, Tome 2 : Chimiodiversité, pharmacodiversité, biotechnologies. Editions Tec et Doc, Paris

## L

- **LE GRANCHÉ Stéphane, LE GRANCHÉ Philippe, DUPRÉ Catherine** in : DORIS, 08/11/2020 : *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, <https://doris.ffesm.fr/ref/specie/583>
- **Le Minor, L., Popoff, M.Y., Bockemuhl, J.** (1990). Supplement 1989 to the Kauffmann-Whitescheme. Res Microbiol 141(3): 1173-1177.

## M

- **Melzer Mark, Petersen Irene.** (2007). Mortality following bacteraemic infection caused by extended spectrum beta-lactamase (ESBL) producing *E. coli* compared to non-ESBL producing *E. coli*. Journal of Infection ; 55: 254-259.
- **Martinez-Cayuela, M.** (1995). Oxygen free radicals and human disease. Biochem. 77: 147-161.

- **Marfak, A.** (2003). Radiolyse Gamma des flavonoïdes ; Etude de leur réactivité avec des radicaux issus des alcools: formation de depsides. Thèse de doctorat, Université de Limoges, France, 6-7-10
- **Meenakshi S., Gnanambigai D.M., Mozhi S.T., Arumugam M. and Balasubramanian T.** (2009). Total Flavanoid and in vitro Antioxidant Activity of TwoSeaweeds of ameshwaramCoast. Global Journal of Pharmacology, 3 (2): 59-62.
- **Maataoui B.S., Hmeyene A., Hilali S.,** (2006). Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*), Lebanese Science Journal, (1). 3-8.

## N

- **Nahas R., Abatis D., Anagnostopoulou M.A., Kefalas P., Vagias C. and Roussis V.** (2007). Radical-scavengingactivity of AegeanSea marine algae. Food Chemistry, 102: 577-581

## O

- **Oyaizu, M.** (1986). Studies on products of browning reactionpreparedfrom glucose amine. Japanese Journal of Nutrition, 44: 307-3 15.

## P

- **Paris, M., Hurabielle.** (1981). Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Ed Masson. Paris: 102-103-104-107
- **Prieto P., Pineda M., Aguilar M.,** (1999). Spectrophotometricquantitation of antioxidantcapacitythrough the formation of a phosphomolybdenumcomplex:specific application to the determination of vitamin E. Anal Biochem, (269). 337-341.
- **Percival SL.**(2004). Microbiology of waterbornediseases. Ed. Elsevier AcademicPress, Amsterdam; Boston , p. 480.

## Q

- **Quinet B, Mitanchez D, Salauze B, Carbonne A, Bingen E, Fournier S, Moissenet D, VuThien H.** (2010). Description et investigation d'une épidémie nosocomiale de colonisations et d'infections à *Escherichia coli* producteur d'une bêta-lactamase à spectre étendu dans un service de néonatalogie. Archives de Pédiatrie; 17:S145-S149.

## R

- **Ramade, A.**, 2009. *Eléments d'écologie appliquée*, 4ème édition, Edition Dunod, 689 p.

## S

- **Shimizu, H.** (2004). Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: the Hisayama study. *Stroke*, 35 (9) 2072-2077.
- **Sun T., Ho C.H.**, (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chem*, (90). 743-749.
- **Smit A. J.**, (2004). Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: *Journal of applied Psychology*: 254-262.
- **Sirbu R, Constanta S, Doina L G, Nadine A F, Passy M.** (2006). Caractérisation de certains principes actifs de *Ulva lactuca* et *Ulva rigida*-algues vertes du littoral Roumain de la mère noire. (1). ISSN 1582-540 X 193.
- **Spigno G., Tarmelli L. and De Faveri D.M.** (2007). Effect of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 81 (1): 200-208.
- **Singleton V.L., Rossi J.A.**, (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, (16). 144-158.
- **Sarojini y., Lakshminarayana K., Seshagiri P., Rao.**, (2012). Variations in distribution of flavonoids in some seaweed of Visakhapatnam coast of India. *Der Pharma Chemica*, 4 (4). 1481-1484.

## T

- **Tebbal A.**, 2011 : Composition chimique et minérale de quatre algues benthiques de la région de Kouali (Tipaza). Mémoire de magister. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral. Université d'Alger
- **Taskin E., Ozturk M., Taskin E. and Kurt O.** (2007). Antibacterial activities of some marine algae from the Aegean Sea (Turkey). *African journal of biotechnology*, 6 (24): 2746-2751.

## V

- **Van Delden C. and Iglewski B. H.** (1998). Cell-to-cellsignaling and *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Emerg. Infect. Dis*; 4: 551-5

## Z

- **Zheng Y., Chen Y.S., Lu H.S.,** (2001). Screening for antibacterial and antifungalactivities in some marine algaefrom the Fujian coast of China withthreedifferentsolvents. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 19 (4). 327-33.
- **Zubia M., Fabre M.S., Kerjean V., Le Lann K., Stiger-Pouvreau B., Fauchon M. and Deslandes E.** (2009). Antioxidant and antitumouralactivities of somephaeophytafrom Brittany coasts. *Food Chemistry*, 116: 693-701.
- **(Zitouni, 2015) : Zitouni, H.** (2015). Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires (Doctoral dissertation, Université de Liège).

## Webographie

- <https://doris.ffessm.fr/Especes/Sphaerococcus-coronopifolius-Spherocoque-583>
- <http://nature22.com/estran22/vegetaux/rouges/rhodophyta2.html>
- <http://nature22.com/estran22/vegetaux/rouges/rhodophyta2.html>
- <https://www.nature22.com/estran22/vegetaux/autres/cyanophyceae.html>
- [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=583](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=583)

