



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

## Intitulé :

**Activité antioxydante de *Xanthoria parietina***

### Présenté par:

Gueriane Chayma & Rabaa Wissam

Soutenu le 24 / 06/ 2023, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mr Ziad Abdelaziz	MAB	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	Mme Meziti Asma	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	Mme Boumerfeg Sabah	Professeur	Université de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2022/2023

## REMERCIEMENT

Tout d'abord, nous tenons à remercier **Dieu** le Tout-Puissant et Miséricordieux, qui a éclairé notre chemin vers la connaissance et nous a accordé la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

En premier lieu, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail, et tout particulièrement Monsieur **Ziad Abdelaziz**, le président, pour l'honneur qu'il nous fait en présidant le jury de notre mémoire. Nous remercions également Mme **Boumerfeg Sabah** d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante, M<sup>me</sup> **Meziti Asma**, d'avoir accepté de nous encadrer, de nous soutenir et de nous encourager tout au long de notre travail, ainsi que pour ses précieux conseils.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation pendant ces cinq années.

## Dédicace

Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, je dédie ce travail :

À mes très chers parents, sans eux, je n'ai pas pu être ce que je suis, en reconnaissance de leurs efforts, leurs amours et leurs encouragements durant toutes mes études et mes recherches.

À mes frères, ont mes sœurs, a mon fiancé

À ma chère binôme wissem avec qui j'ai partagé les bons et les durs moments.

À mes collègues de promo qui ont cru en moi et qui m'ont toujours encouragé.

À toutes les personnes qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.

**Je dédie ce travail :**

À l'âme pure de mon père, à ma chère mère,

À tous mes frères et sœurs,

À mon binôme Chayma,

et surtout à mon compagnon.

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Matériel et méthodes</b> .....	05
1. Matériel.....	05
1.1 Matériel végétale.....	05
1.2. Appareillage et produits chimiques.....	05
2. Méthodes.....	06
2.1. Identification des lichens récoltés.....	06
2.2. Séchage et broyage .....	07
2.3. Préparation des extraits.....	07
2.3. Analyse des extraits de <i>Xanthoria parietina</i> .....	09
2.3.1. Dosage des composés phénoliques.....	09
2.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	09
2.4. L'activité antiradicalaire du DPPH.....	10
2.5. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène.....	12
3. Analyses statistiques.....	13
<b>Résultat et discussion</b> .....	14
1. Identification de l'espèce.....	14
1.1. Identification macroscopique.....	14
1.2. Identification par des réactions colorimétriques.....	14
2. Préparation des extraits aqueux et méthanolique de <i>Xanthoria parietina</i> .....	16
3. L'analyse quantitative des composés phénoliques des extraits de <i>Xanthoria parietina</i> ..	17
.....	17
4. L'activité antioxydante.....	19
4.1. Effet scavenger du radical DPPH.....	19
4.2. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène.....	22

**Conclusion.....25**

**Références bibliographiques**

**Liste des tableaux :**

**Tableau 1 :** résultats des réactions colorimétriques réalisés sur le lichen *Xanthoria parietina*.....15

**Tableau 2:** rendement des extrait aqueux et méthanolique de lichen *Xanthoria parietina*.....16

**Tableau 3:** La teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Xanthoria parietina*.....18

## Listes des figures :

<b>Figure 1</b> : photo de lichen recolté sur le tronc d'arbre (2023).....	5
<b>Figure 2</b> : les étapes de séchage et broyage pour obtenir une poudre.....	7
<b>Figure 3</b> : procédures d'extractions aqueus et méthanolique.....	8
<b>Figure 4</b> : Réaction entre $AlCl_3+$ et les flavonoïdes.....	10
<b>Figure 5</b> : Réduction de radical DPPH .....	11
<b>Figure 6</b> : <i>Xanthoria parietina</i> sous loupe binoculaire ( $G\times 2$ ).....	14
<b>Figure 7</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne $\pm$ SD de deux essais).....	17
<b>Figure 8</b> : Courbe d'étalonnage de la quercétine (moyenne $\pm$ SD de deux essais).....	18
<b>Figure 9</b> : Activité anti radicalaire de l'extrait aqueux, méthanolique et acide ascorbique.....	20
<b>Figure 10</b> : Les concentrations efficaces à piéger 50% (IC50) du radical DPPH par les extraits étudiés et l'acide ascorbique.....	21
<b>Figure 11</b> : Cinétique de blanchissement du $\beta$ -carotène à 490 nm en absence et en présence des extraits de <i>Xanthoria parietina</i> , et de l' acide ascorbique.....	22
<b>Figure 12</b> : Activité antioxydante relative des extraits de <i>Ceratonia siliqua</i> , de l'acide ascorbique dans le système $\beta$ -carotène/acide linoléique.....	23



## Liste des abréviations :

$^1\text{O}_2$  : Oxygène singulet.

AAR : Activité antioxydante relative

ABS : Absorbance

AG : Acide gallique

$\text{AlCl}_3$  : Trichlorure d'aluminium

ASC : Acide Ascorbique

BHT : Le butylhydroxytolène

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle

EAG : Equivalent d'acide gallique

EAQ : Extrait aqueux

ED : L'eau distillée

EME : Extrait méthanolique

EQ : Equivalents de quercétine

$\text{H}_2\text{O}_2$  : Peroxyde d'hydrogène

IC50 : Concentration inhibitrice à 50 %

MS : Matière sèche

$\text{NaCl}$  : Chlorure de sodium

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  : Carbonate de sodium

$\text{OH}\cdot$  : Radical libre hydroxyle

RL : Radicaux libres

$\text{RO}\cdot$  : Radical alkoxy

$\text{ROO}\cdot$  : Radical peroxy

SOD : Le superoxyde dismutase

UV: Ultra violet.

# **Introduction**

La nature a toujours été une source importante d'agents thérapeutiques, qui sont encore utilisés de nos jours. L'utilisation des plantes à des fins médicinales existe depuis des milliers d'années et une proportion relativement importante a été étudiée jusqu'à présent. En comparaison, les micro-organismes restent une source de métabolites secondaires peu connue et sous-exploitée (**Touré, 2018**). Parmi ces sources peu explorées se trouvent les lichens.

Le terme "lichen" est d'origine grecque, "leikhen" (**Ait Hammou et al., 2014**). On estime que ce petit organisme de 6 lettres, le lichen, couvre 6 % de la surface de la terre (**Sweidan, 2017**). Un lichen est une association indéfinie et durable établie entre un champignon et une algue. Il attache les éléments de substrat et de protection (mycélium du champignon) à des cellules autotrophes (algue), ce qui leur confère une autonomie nutritionnelle (**Jean-Claude et al., 2008**). Cette association sert les champignons en leur fournissant du carbone synthétisé par les algues, capables de convertir, par photosynthèse, la lumière en CO<sub>2</sub> grâce à leur chlorophylle. Tandis que les champignons donnent aux algues un support leur permettant de se développer, se multiplier et se répandre sous des conditions environnementales extrêmes, néfastes à leur survie. Les partenaires photosynthétiseurs appartiennent principalement aux algues vertes (chlorophycées) et aux algues bleues (cyanophycées) (**Kranner et al., 2008 ; Vráblíková et al., 2006**).

En parallèle, le lichen assure sa nutrition, sa continuité et sa croissance par son appareil végétatif, qui est le thalle (**Gregory et Dimijian, 2003**). L'apparence du thalle est principalement déterminée par le mycobionte et peut être répartie en trois grands groupes morphologiques : les types crustacés, foliacés et fruticuleux (**Le Nguyen, 2018**).

- **Les fruticuleux** : ils ressemblent à un buisson, souvent ramifiés dans toutes les directions. Ils ont généralement un point de contact avec le substrat très restreint et le thalle se dresse à partir de cette zone de contact (**Carpentier, 2016**).

- **Les crustacés** : ils forment une écorce intégrée au substrat (**Carpentier, 2016**).

- **Les foliacés** : leur appareil végétatif présente une forme de lame ou de petites feuilles plus ou moins lobées, qui se détachent généralement facilement du substrat. Les lichens foliacés

## Introduction

ombiliqués sont fixés au substrat par un point de fixation central appelé ombilic ; les lichens foliacés non-ombiliqués adhèrent au substrat par toute leur face inférieure grâce à des rhizines ou des rhizohyphes (**Adjiri, 2019**).

Il existe également d'autres types de thalles tels que les thalles complexés, les thalles squamuleux, les thalles gélatineux et les thalles lépreux ( **Parrot, 2014 ; Andraud-Dieu, 2015**).

De même, les domaines d'utilisation des lichens sont nombreux et variés, notamment dans le domaine médical, la pharmacologie et le traitement de diverses maladies (**Yavus, 2012**). Ils sont également utilisés dans l'industrie du parfum, notamment les extraits d'un lichen connu sous le nom de mousse de chêne (*Evernia prunastri*) (**Joulain et Tabacchi, 2009**). De plus, ils sont considérés comme des bio-indicateurs de la pollution de l'environnement et de la santé des écosystèmes. Les lichens constituent également une source de nourriture pour certains animaux, tels que les rennes de Laponie, et sont consommés comme aliment par l'homme dans certaines régions (Japon, Canada) (**Gregory et Dimijian, 2003**).

Parmi les lichens foliacés, *Xanthoria parietina*, appelée aussi **parmélie des murailles** ou lichen encroûtant jaune, est un champignon lichénisé par des algues endosymbiotiques du genre *Trebouxia*, avec un thalle foliacé (application). *X. parietina* est un lichen nitrophile épiphyte qui pousse dans le monde entier (**Pindaru et al., 2013; Bilova et al., 2019**). Il est reconnaissable par son thalle jaune à orange ou vert-gris (forme d'ombre) et sa surface supérieure semble enracinée et est douce au toucher (**Fleischacker, 2011**). On le trouve principalement sur les bâtiments agricoles et le long des côtes, sur les rochers immédiatement au-dessus de la ligne des hautes eaux, mais il se trouve également dans d'autres habitats tels que les arbres, les murs et les clôtures le long des routes et les prairies. Les conditions particulières dans lesquelles vivent les lichens sont à l'origine de la production de nombreux métabolites qui offrent une bonne protection contre divers effets physiques négatifs et les influences biologiques (**Rankovic, 2019**).

Généralement, les métabolites des lichens peuvent être divisés en deux groupes : les métabolites primaires et les métabolites secondaires.

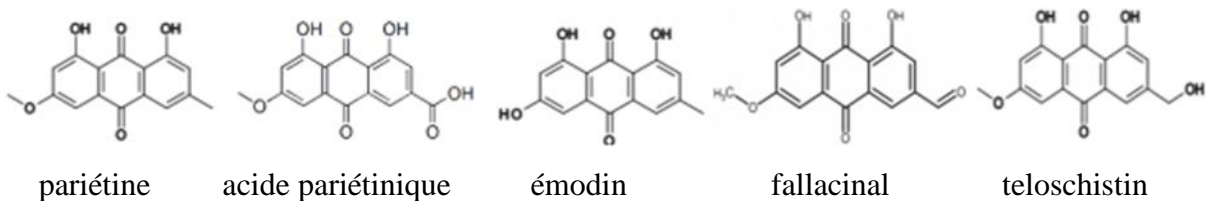
Les métabolites primaires : comprennent des protéines, des lipides, des glucides tels que les polysaccharides et d'autres composés organiques impliqués dans le métabolisme et la structure des lichens (**Mitrovic et al., 2011**). Ils ne sont pas spécifiques aux lichens et sont produits en

## Introduction

quantités importantes. Ces polymères appartiennent principalement aux types structuraux suivants :  $\alpha$  ou  $\beta$ -glucanes linéaires ou peu substitués, galactomannanes, galacto-glucomannanes, et des hétéroglycanes complexes (stocker- worgotter, 2013).

Les métabolites secondaires : L'importance pharmaceutique des lichens réside dans leur capacité à produire une grande variété de métabolites secondaires, dont beaucoup n'apparaissent que dans ces champignons lichénisés (Fernández-Moriano, 2016). Les métabolites secondaires du lichen sont issus de trois voies chimiques: la voie de l'acétate-polymalonate, la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acide mévalonique (Rankovic, 2019).

Les métabolites secondaires sont les composés bioactifs des plantes qui sont synthétisés pendant le métabolisme primaire. Ils n'ont aucun rôle dans le processus de développement, mais sont nécessaires pour la défense et d'autres fins spéciales. Parmi ces métabolites secondaires, on trouve les flavonoïdes, les terpènes, les alcaloïdes, les polyphénols et les caroténoïdes, qui se trouvent dans le genre *Xanthoria* (Pedisius, 2020). *X.parietina* contient les métabolites secondaires pariétine, acide pariétinique, émodine, fallacinal et télischistine (Laska et al., 2016 ; Bilova et al., 2019).



Certaines de ces substances sont des métabolites biologiquement actifs qui présentent une grande variété d'effets et d'applications potentielles. Par exemple, *X.parietina* a montré une activité antibactérienne, agissant de manière synergique avec certains antibiotiques contre les bactéries pathogènes, ainsi qu'une cytotoxicité contre trois lignées cellulaires (Alqahtani et al., 2020 ; Bouchenak et al., 2020). De plus, la pariétine présente une importante activité inhibitrice de la croissance des cellules cancéreuses en phase S ou sous-G du cycle cellulaire (Laska et al., 2016). Elle possède également un effet bénéfique sur le contrôle de la glycémie, ce qui peut contribuer à réduire le développement de complications associées au diabète (Bouchenak et al., 2018). De plus, la pariétine présente une activité anti-amylase et inhibitrice de la glucosidase (Mukemre et al., 2021), qui sont des enzymes. En outre, il a été constaté que *X.parietina* est

## Introduction

mieux protégée contre le stress causé par les métaux lourds que d'autres espèces (**di Toppi et al., 2004**).

Le stress oxydant se définit par un déséquilibre entre la production des radicaux libres et les capacités cellulaires antioxydantes. Les radicaux libres ont longtemps été considérées comme des sous-produits toxiques impliquées dans de nombreuses pathologies (**Migdal et Serres, 2011**), ces radicaux peuvent être dérivés de l'oxygène comme l'anion radicalaire superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ), le radical libre hydroxyle ( $OH\cdot$ ), le radical oxyde nitrique ( $NO\cdot$ ), le radicale alkoxy ( $RO\cdot$ ) et le radicale peroxy ( $ROO\cdot$ ) ainsi que des dérivés non radicalaires tels que le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) et l'oxygène singulet ( $^1O_2$ ) sont appelées espèces réactives oxygénés (ERO), ou d'autres atomes comme l'azote (Les espèces réactives azotés (ERA)) (**Kalam et al., 2012**).

Le stress oxydant et antioxydantes deviennent des termes des plus en plus communs pour les spécialistes de la santé, et même pour les personnes incompetentes (**Athamena, 2009**), , Devant l'augmentation considérable du nombre de pathologies impliquées par le stress oxydant et les effets néfastes des antioxydantes synthétiques, de nombreux chercheurs à travers le monde, se sont orientés vers la recherche de composés naturels d'origine végétale.

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail, dont l'objectif essentiel est l'évaluation de l'activité antioxydante de lichen *Xanthoria parietina*. cette étude englobe deux volets :

- Le premier est d'ordre phytochimique basé principalement sur l'extraction, la détermination de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des différents extraits obtenus à partir de *Xanthoria parietina*.

- Le second est consacré à l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits par le test de DPPH et test de blanchissement de  $\beta$ -carotène.

# **Matériel et Méthodes**

### 1. Matériels :

#### 1.1 Matériel végétale :

Les lichens du genre xanthoria ont été récoltés le 21 février 2023 au niveau de la commune d'Ain Taghrout wilaya de Bordj Bou Arréridj à partir de troncs d'arbres (**figure 1**). Le prélèvement des lichens est réalisé à l'aide d'un couteau en décortiquant soigneusement l'écorce de l'arbre de façon à ne pas détruire le thalle. Les échantillons lichéniques sont conservés dans des enveloppes avec leurs étiquettes pour leur détermination ultérieure.



**Figure 1** : photo de **lichen** récolté du tronc d'arbre (originale 2023).

#### 1.2 Appareillage et produits chimique:

Pour réaliser cette étude, on a utilisé un ensemble d'équipements, de verreries, d'appareillages et de produits chimiques :



### Produits chimiques:

- Trichlorure d'aluminium  $AlCl_3$ .
- Les étalons poly-phénoliques (quercétine, acide gallique).
- Acide ascorbique.
- Méthanol.
- Carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ).
- Folin-ciocalteu.
- DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle).
- $\beta$ -carotène.
- Acide linoléique.
- Chloroforme.
- Tween 40.

### Appareils et verreries :

- Rotavapeur (BUCHI)
- Spectrophotomètre UV-visible (SHIMADZU : UV mini – 1240).
- Etuve.
- Agitateur magnétique.
- Vortex.
- Micropipettes.
- Balance de précision.
- Centrifugeuse de laboratoire.
- La loupe (OPTIKA 2X)
- Différents verreries (ballon, tube, bécher, entonnoirs, erlenmeyer...etc).

## 2. Méthodes :

### 2.1 Identification des lichens récoltés :

L'identification des espèces est d'abord effectuée par observation des caractéristiques morphologiques générales, telles que la forme, la couleur, la hauteur, l'orientation des extrémités

## Matériel et méthode

et le type de ramification sous loupe binoculaire ( $G \times 2$ ). Ces observations sont comparées avec la description des espèces signalée par la littérature (**Clauzade et Rondon, 1966 ; Clauzade *et al.*, 1987 ; Radoslaw et Akira, 2020**).

Puis l'identification est confirmée par des réactions colorimétriques en utilisant les réactifs habituellement employés en lichénologie: la potasse (solution à 10%), l'eau de javel du commerce (**Bouchenak *et al.*, 2020**).

### 2.2 Séchage et broyage :

Les lichens récoltés sont débarrassés d'éventuels contaminants. Ils sont séchés à l'air libre pendant environ 72 heures, et sont réduits en poudre par broyage manuelle. Puis tamisée à l'aide d'un tamiseur.



**Figure 2 :** les étapes de séchage et broyage pour obtenir une poudre.

### 2.3 Préparation des extraits :

Les extraits méthanolique et aqueux sont préparés par la méthode de macération à froid. Le matériel végétal broyé est mise à macérer dans le méthanol ou eau (V/V) à un rapport de 1/10 (P/V), sous agitation douce pendant 24 H. Les extrait sont récupérées après filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre (filtration deux fois), les filtrats obtenus sont ensuite concentrés avec un évaporateur rotatif à 40°C. Les extraits sont séchés dans l'étuve à pendant 2 à 4 jours.

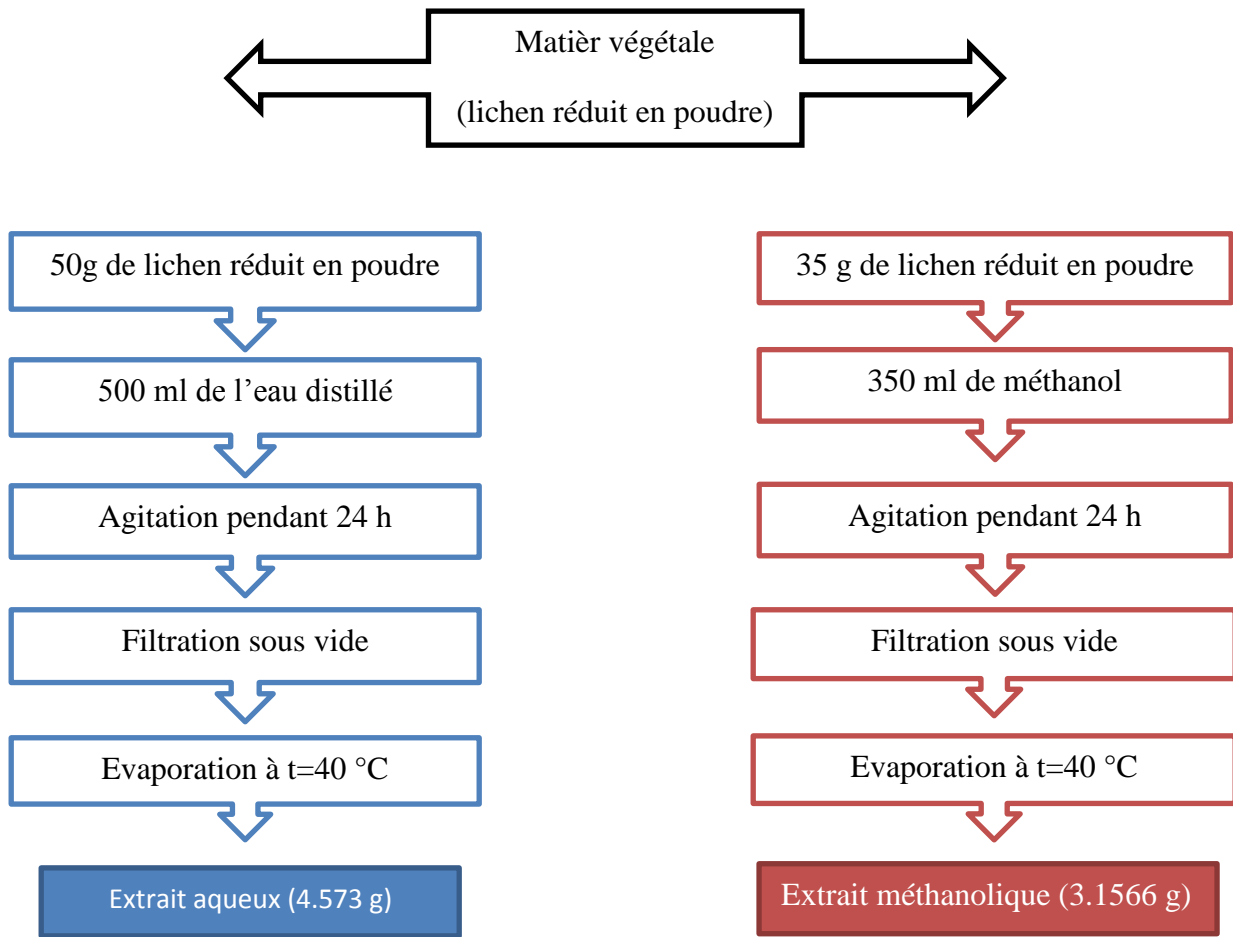


Figure 3 : procédures des extractions.

**Calcul de rendement :**

Le rendement en pourcentage (%), est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait brute et celle de lichen sèche (MS) en poudre.

Il est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{Rdt} = (Pb / PA) \times 100$$

**PB** : poids d'extrait brut

**PA** : poids de lichen sèche en poudre en lever.

### 2.4 Analyse des extraits de *Xanthoria parietina* :

#### 2.4.1 Dosage des composés phénoliques :

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode utilisant le réactif de FolinCiocalteu selon (Skerget *et al.*, 2005), avec quelques modifications.

#### Principe :

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribereau, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum est tolérée entre 725 et 750 nm est relatif à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006).

#### Mode opératoire :

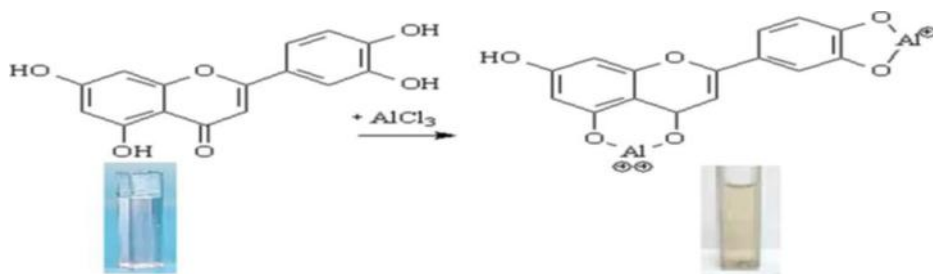
Un volume de 1 ml de réactif de Folin (10 % : 10 fois dilué) est ajouté à 200 µl d'échantillon ou standard (préparés dans le méthanol pour l'extrait méthanolique et dans E.D pour l'extrait aqueux) avec des dilutions convenables, après 4 min, 800 µl d'une solution de carbonate de sodium (75 mg/ml) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 1.5 heure d'incubation à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 765 nm par un spectrophotomètre. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (5-200 µg/ml) et est exprimée en µg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg d'extrait).

#### 2.4.2 Dosage des flavonoïdes :

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits est réalisée par la méthode du trichlorure d'aluminium selon le protocole décrit par Bouyahya *et al* (2017).

### Principe :

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons ( **Mbaebie.,2012**).



**Figure 4** : Réaction entre AlCl<sub>3</sub><sup>+</sup> et les flavonoïdes

### Mode opératoire :

1 ml d'échantillon (préparé dans le méthanol) est ajouté 1 ml de la solution d'AlCl<sub>3</sub> (2 % dans le méthanol). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm. La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (1,5-40 µg/ml) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg d'extrait).

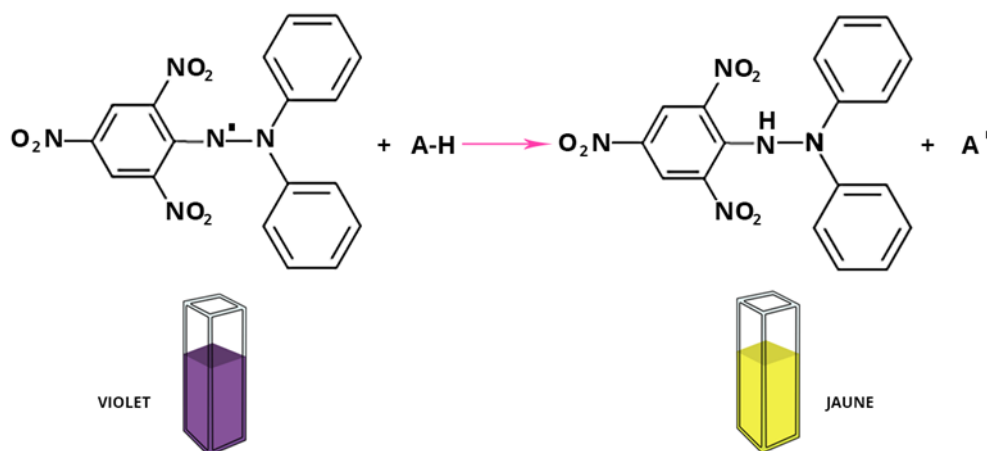
## 2.5 Etude de l'activité antioxydante :

### 2.5.1 Activité antiradicalaire :

La détermination de l'activité antiradicalaire des différents extraits de *Xanthoria parietina* se fait par la méthode qui utilise le DPPH comme un radical libre relativement stable, selon le protocole décrit par **Bouyahya et al ( 2017)** avec quelques modifications.

**Principe :**

Le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl est un radical libre stable. L'activité antiradicalaire des deux extraits de l'espèce a été étudiée sur ce radical se traduit par la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH\*) vers la couleur jaune, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine (DPPH-H) (Bougandoura et Bendimerad, 2013).



**Figure 5:** Réduction de radical DPPH

(<http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe>).

**Mode opératoire :**

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2,4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. 50 µL des solutions d'extraits ou standards (acide ascorbique) sont ajoutés à 1950 µL DPPH, les concentrations des extraits dans le milieu réactionnel sont comprises entre (0-200 mg/ml) pour les extraits méthanolique et aqueux. Alors que celles de l'acide ascorbique sont comprises entre (0-1 mg/ml). Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant uniquement la solution de DPPH est mesurée à 517 nm. L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation ci-dessous :

$$\%d'activit\ antiradicalaire = [(Abs_{517\ contr\le} - Abs\ \acute{e}chantillon_{517}) / Abs\ 517_{contr\le}] \times 100$$

### 2.5.2 Test de blanchissement de $\beta$ -carotène:

Dans ce test, la capacité antioxydante des extraits est déterminée selon la méthode de **Kartal et al (2007)** avec quelques modifications.

#### Principe :

L'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, ces radicaux libres vont par la suite oxyder le  $\beta$  carotène entraînant ainsi la disparition de sa couleur jaune oranger, qui est mesurée à 490 nm. Cependant la présence d'un antioxydante pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du  $\beta$  carotène. (**Tepe et al., 2006 ; Deba et al., 2008**).

#### Mode opératoire :

L'émulsion de  $\beta$ -carotène /acide linoléique est préparée par solubilisation de 4 mg de  $\beta$ -carotène dans 1 ml du chloroforme, 25  $\mu$ l de l'acide linoléique et 200 mg de Tween 40 sont additionnés, le chloroforme est complètement évaporé au rotavapeur, par la suite 100 ml d'eau distillée saturée en oxygène sont ajoutés, l'émulsion résultante est agitée vigoureusement. 350  $\mu$ L des solutions d'extraits ou d'antioxydants de référence (Acide ascorbique) solubilisé dans du méthanol (2 mg/ml) sont additionnés à 2,5 ml de l'émulsion précédente.

La cinétique de décoloration de l'émulsion en présence et en absence d'antioxydante (contrôle négatif dans lequel l'échantillon est remplacé par 350 $\mu$ l de méthanol) est suivie à 490 nm à des intervalles de temps réguliers pendant les 4 premières heures, puis après 24 heures et 48 heures.

L'activité anti-oxydante relative après 48 heures est calculée selon la relation suivant :

$$\mathbf{AAR} = ( \text{Abs}_{\text{echantillon}} / \text{Abs}_{\text{BHT}} ) \times 100$$

Où:

AAR : Activité anti-oxydante relative ;

Abs Echantillon : Absorbance de l'échantillon après 48 heures ;

Abs BHT : Absorbance du BHT après 48 heures ;

### 3. Analyses statistiques :

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne  $\pm$  SD. Les valeurs d'IC50 (concentration inhibitrice à 50 %) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (Concentration)]. Les analyses statistiques sont effectuées par le logiciel (Graph Pad. Prism. V 5.00). La différence entre le contrôle et les différents tests, est déterminée par le test de ANOVA uni variée suivie du test de Dunnett/Tukey pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification. Les valeurs de  $p \leq 0.05$  sont considérées statistiquement significatives.



**Résultats**

**et**

**Discussion**

### 1. Identification de l'espèce:

#### 1.1 Identification macroscopique:

Le lichen récolté a un couleur jaune avec des structures apothécaires, appartient à la classe des lichens foliacés à l'espèce *Xanthoria parietina* (**Figure 12**).






**Figure 6:** *Xanthoria parietina* sous loupe binoculaire (G×2).

#### 1.2 Identification par des réactions colorimétriques:

Les résultats des réactions colorimétriques ont montré la présence de la pariétine (coloration rouge très foncée), et de l'acide barbatique par coloration rouge (**tableau 1**). En effet, la pariétine et l'acide pariétique sont des métabolites secondaires caractéristique de l'espèce *Xanthoria parietina*. Ces résultats sont en concordance avec les travaux de **Bouchenak et son équipe (2020)**.

**Tableau 1:** résultats des réactions colorimétriques réalisés sur le lichen *Xanthoria parietina*.

Test appliqué	Réaction colorimétrique	Coloration
Hypochlorate de sodium		Jaune
Solution de potasse		Rouge très foncés
Solution de potasse + Hypochlorate de sodium		Rouge

En se basant sur les caractéristique morphologiques et les résultats des réactions colorimétrique, on a confirmé, l'espèce étudiée est *Xanthoria parietina*. Sa position systématique est la suivante, **ADJIRI Fatima, 2020** :

**Régne:** Fungi

**Embranchement:** Ascomycota

**Classe:** Lecanoromycetidae

**Ordre:** Teloschistales

**Famille:** Teloschistaceae

**Genre:** Xanthoria

**Espèce:** *Xanthoria parietina*.

### 2. Préparation des extraits méthanoliques et aqueux de *Xanthoria parietina*:

La préparation des extraits bruts à partir de lichen *X.parietina* a été effectuée par macération. En utilisant deux solvants différents, le méthanol et l'eau distillée. Deux différents extraits ont été obtenus : l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux. Les résultats obtenus montrent que le rendement des extraits de l'espèce étudiée varie en fonction du solvant utilisé (**Tableau 2**).

**Tableau 2:** rendement des extraits aqueux et méthanoliques de lichen *Xanthoria parietina*

	Extrait méthanolique de lichen	Extrait aqueux de lichen
RET%	9.02	9.17

## Résultats et discussion

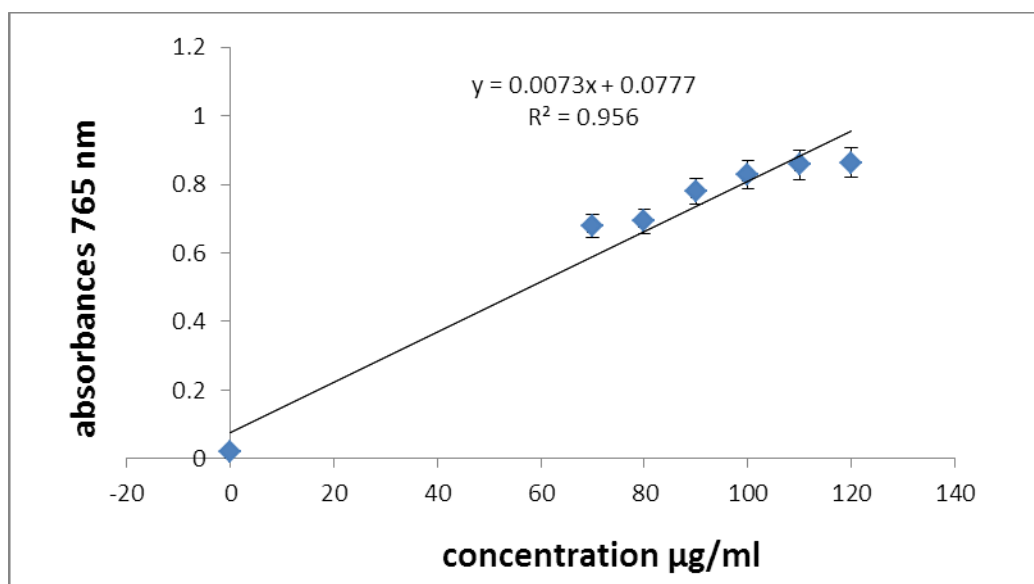
Ainsi, l'extrait aqueux présente un rendement plus élevé (9,17%) par rapport à l'extrait méthanolique (9,02%). Cette différence de rendement s'explique par la solubilité différentiels des molécule du materiel végétal dans l'eau et le méthanol.

Le méthanol peut solubiliser les composés polaires avec un indice de polarité de 5,1. Tandis que l'eau a un indice de polarité double d'environ 10,22,ca veut dire qu'il peut extraire les composés extrememen polaire (Alqahtani *et al.*, 2020).

### 3. L'analyse quantitative des composés phénoliques des extraits aqueux et méthanolique de *Xanthoria parietina*:

La détermination des teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes dans les deux extraits de *X.parietina* a été faite en utilisant respectivement les méthodes colorimétriques (Folin-Ciocalteux et trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>)). La raison principale pour le choix de ces métabolite secondaires réside dans le fait que la majorité des propriétés antioxydants des plantes sont attribuées à ces composés

Les résultats sont représentés dans le **tableau 3** Les gammes d'étalonnage dans **les figures (7et8)**.



**Figure 7:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne ± SD de deux essais).

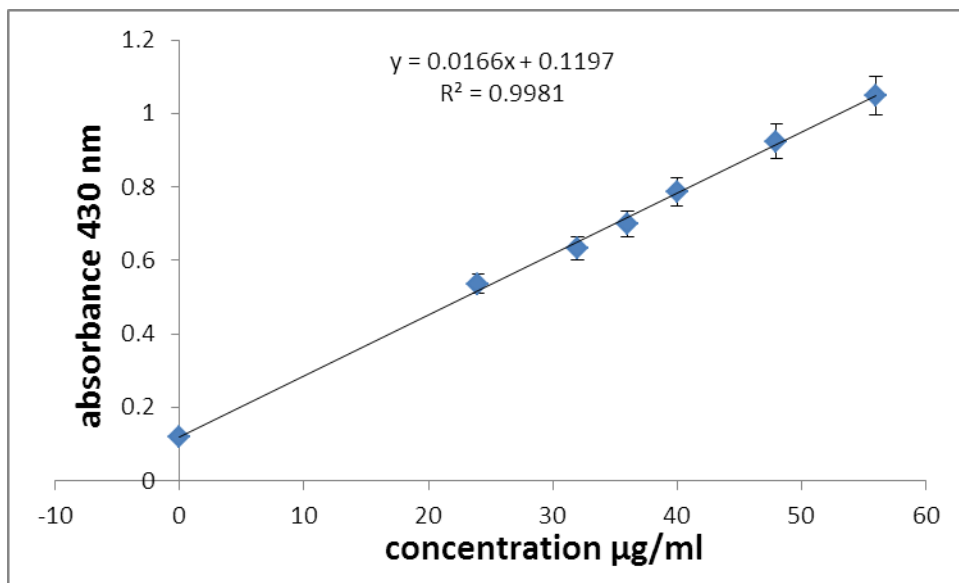


Figure 8: Courbe d'étalonnage de la quercétine (moyenne  $\pm$  SD de deux essais).

Tableau 3: La teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Xanthoria parietina*.

Extrait	Polyphénol <sup>(a)</sup>	Flavonoïdes <sup>(b)</sup>
E ME de <i>Xanthoria parietina</i>	15,36 $\pm$ 6,34	12.68 $\pm$ 9.49
E AQ de <i>Xanthoria parietina</i>	28.21 $\pm$ 13.37	32.44 $\pm$ 16.51

(a) :µg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait.

(b) :µg d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait.

Les valeurs représentent la moyenne de 2 mesures  $\pm$  SD.

Les résultats obtenus révèlent que les extraits méthanolique et aqueux du lichen contiennent des teneurs différentes en polyphénols ( $15,36 \pm 6,34 \mu\text{g EAG/mg}$  et  $28,21 \pm 13,37 \mu\text{g EAG/mg}$  pour EME et EAQ respectivement) et des teneurs différentes en flavonoïdes ( $12,68 \pm 9,49 \mu\text{g EQ/mg}$  et  $32,44 \pm 16,51 \mu\text{g EQ/mg}$  pour l'extrait EME et EAQ respectivement). Mais statistiquement n'existe pas une différence significative entre les deux extraits ( $P < 0,05$ ).

L'étude faite par **Bouchenak et ses collègues (2020)** sur le dosage des polyphénols totaux de *X.parietina* montre que l'extrait méthanolique ( $0,139 \mu\text{gEAG/mg}$ ) et l'extrait acétonique ( $0,126 \mu\text{gEAG/mg}$ ), ces teneurs sont très faibles par rapport aux teneurs obtenues dans notre étude.

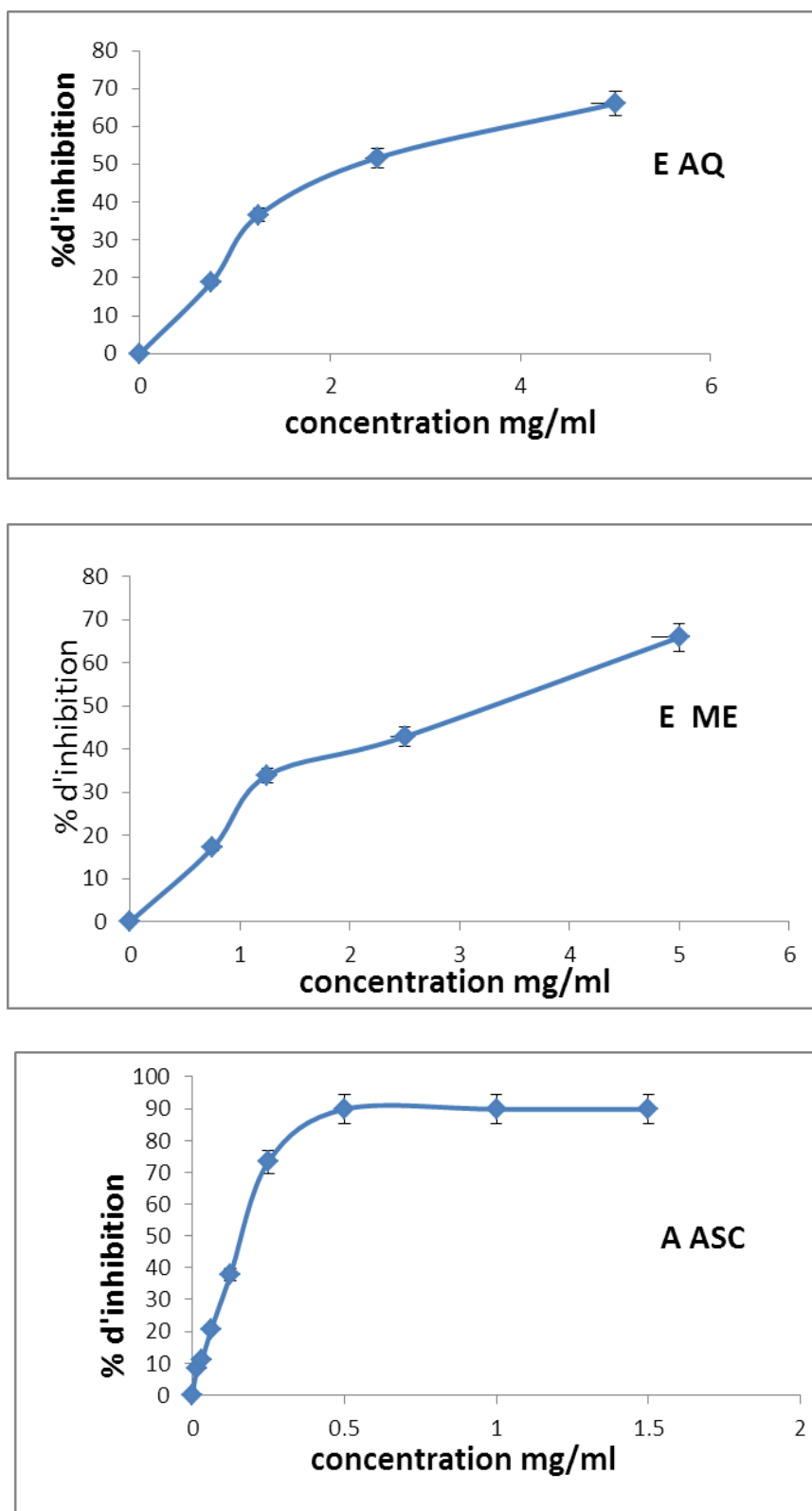
En outre, l'étude réalisée par **Mukemre et son équipe (2021)** sur l'extrait méthanolique de la même espèce montre des teneurs plus élevées en composés phénoliques ( $39 \pm 1 \mu\text{gEAG/mg}$ ).

#### 4. L'activité antioxydante:

##### 4.1 Effet scavenger du radical DPPH:

La méthode de piégeage du radical DPPH offre la première approche utilisée pour évaluer le potentiel antioxydant de n'importe quel composé, c'est une méthode simple, rapide et reproductible (**Kedare et Singh, 2011**). Les profils de l'activité anti-radicalaire sont présentés dans **la figure 9**

D'après ces résultats, le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration. Le taux d'inhibition du DPPH enregistré en présence des deux extraits de la plante est inférieur à celui de l'acide ascorbique.



**Figure 9:** Activité antiradicalaire de l'extrait aqueux, méthanolique et acide ascorbique.

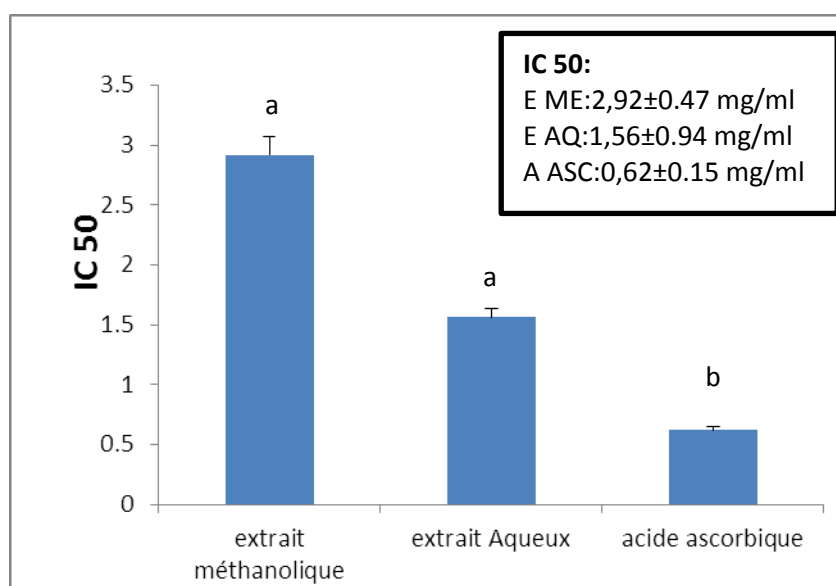


## Résultats et discussion

Pour mieux caractériser le pouvoir antioxydante, le paramètre IC50 est introduit. L'IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydants nécessaires pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus-la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante est élevée (**Bougandoura et Bendimerad, 2012**).

La concentration de l'échantillon essentiel pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, a été calculée par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (concentrations)].

Les valeurs d'IC50 trouvées pour les extraits étudiés sont représentées dans **la figure 10**.



**Figure 10:** Les concentrations efficaces à piéger 50% (IC50) du radical DPPH par les extraits étudiés et l'acide ascorbique. Les barres avec des lettres différentes indiquent des activités significativement différentes ( $P < 0.05$ ).

Les résultats obtenus montrent que les deux extraits de *Xanthoria parietina* possèdent une activité antiradicalaire avec des IC50 faibles de l'ordre de  $2.92 \pm 0.47$  mg/ml et  $1.56 \pm 0.94$  mg/ml pour l'extrait méthanolique et aqueux respectivement, ces deux valeurs sont statistiquement similaires ( $P < 0.05$ ).

A des fins comparatives, un antioxydant standard a été utilisé (l'acide ascorbique). Il a montré une activité antiradicalaire très puissante statistiquement supérieure à celle des extraits étudiés avec une IC50 très faible  $0.62 \pm 0.15$  mg/ml. L'activité de l'acide ascorbique est presque 5 fois supérieure que l'extrait méthanolique et 2.5 fois que l'extrait aqueux de *Xanthoria parietina*.

## Résultats et discussion

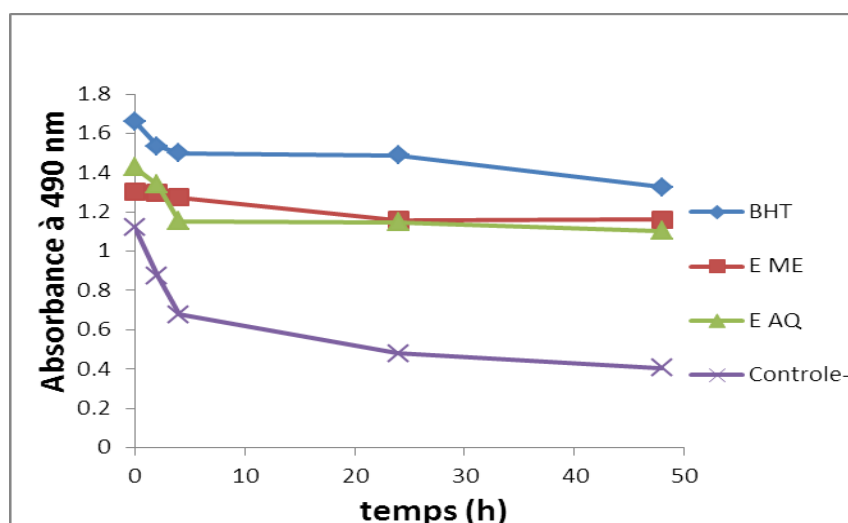
Les résultats obtenus dans notre étude sont en accord avec les travaux de **Mukemre et ses collaborateurs (2021)** qui ont étudié l'effet antioxydante de l'extrait méthanolique de lichen *X.parietina* sur le radical DPPH et ils ont trouvé IC50 similaire ( $2.7\pm 0.6$  mg/ml).

La forte activité antioxydante montrée par certains extraits de lichens peut être attribuée à leur teneur élevée en polyphénols totaux. En effet, une corrélation positive a été observée entre la composition phénolique et l'activité antioxydante. Ces résultats suggèrent que les polyphénols pourraient être les principaux composés antioxydants présents dans les lichens (**Fernández-Moriano, 2016**).

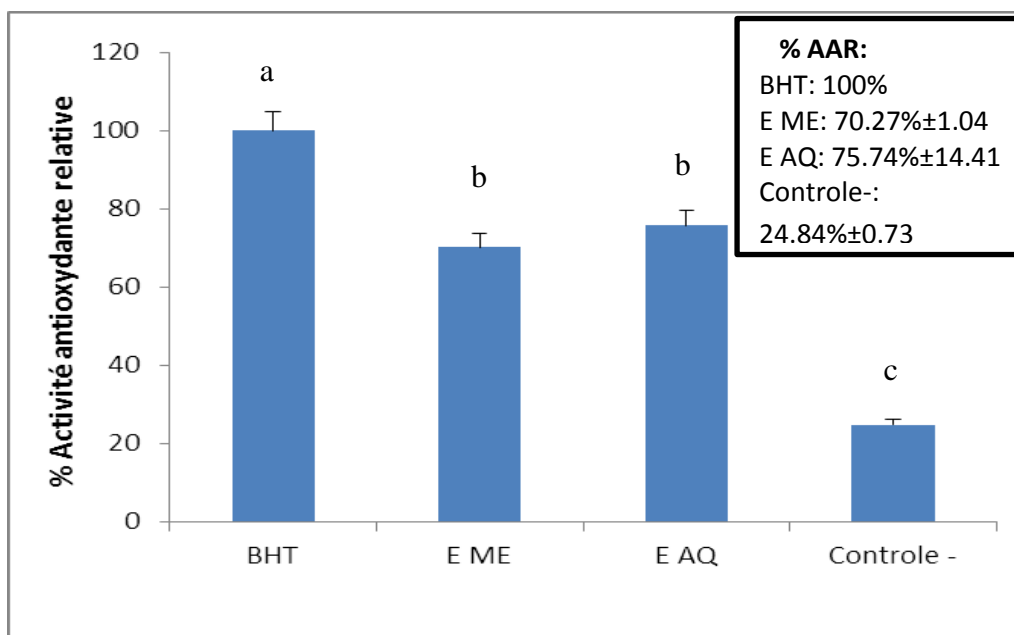
### 4.2 Test de blanchissement du $\beta$ -carotène:

Dans la méthode de blanchissement au  $\beta$ -carotène, le degré de l'oxydation de l'acide linoléique est déterminé en mesurant les produits d'oxydation (hydroperoxydes lipidiques et sous-produits volatiles) d'acide linoléique qui simultanément attaque le  $\beta$ -carotène, entraînant un blanchissement de sa caractéristique de couleur jaune (**Deba et al., 2008**).

Dans ce test, l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique est mesurée en présence du  $\beta$ -carotène, qui est employé comme marqueur. La cinétique de blanchissement du  $\beta$  carotène en absence et en présence des extraits de *Xanthoria parietina*, de l'antioxydant standard (acide ascorbique) et les activités antioxydantes relative sont représentées dans **les figures 11 et 12**.



**Figure 11:** Cinétique de blanchissement du  $\beta$ -carotène à 490 nm en absence et en présence des extraits de *Xanthoria parietina*, et de BHT (chaque valeur représente la moyenne de deux essais).



**Figure 12** : Activité antioxydante relative des extraits de *Xantoria parietina*, de BHT dans le système  $\beta$ -carotène/acide linoléique (les valeurs sont la moyenne de deux mesures  $\pm$  SD). Les barres avec des lettres différentes indiquent des activités significativement différentes ( $P < 0.05$ ).

D'après ces résultats, il est évident que les deux extraits testés inhibent d'une manière efficace et significative ( $p < 0.05$ ) l'oxydation couplée de l'acide linoléique et du  $\beta$ -carotène par rapport au contrôle négatif qui représente 100% de la peroxydation.

Les deux extraits aqueux et méthanolique de *X.parietina* montrent une grande activité antioxydante relative  $75.74 \pm 14.41\%$  et  $70.27 \pm 1.04\%$  respectivement. l'activité de ces deux extraits . est significativement inférieur à celle du control positif BHT.

**Kumar et son équipe (2014)** ont étudié la capacité antioxydante des extrait méthanolique et aqueux de lichen de genre *Xanthoria* et ont montré que la capacité antioxydant la plus élevée en dans le test blanchissement de l'acide  $\beta$ -carotène a été observé dans l'extrait aqueux par rapport au extrait méthanolique avec des  $IC_{50}$  ( $0.08 \pm 0.01$  mg/ml ;  $0.88 \pm 0.1$  mg/ml respectivement). Le BHT a été utilisé comme témoin positif et il a montré une capacité antioxydante significativement plus élevée ( $p < 0.05$ ) ( $IC_{50} 0.04 \pm 0.01$  mg/ml) par rapport aux extraits.

## **Résultats et discussion**

Selon **Deba et ses collaborateurs (2008)**, le test d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique couplée à celle du  $\beta$ -carotène, parait très utile comme un modèle mimétique de la peroxydation des lipides dans les membranes biologiques.

# Conclusion

Dans le but d'identifier et de caractériser le lichen *Xanthoria parietina* riche en métabolites secondaires bioactifs, nous avons procédé à sa récolte à partir de troncs d'arbres, ensuite l'extraction en utilisant deux solvants méthanol et eau, puis nous avons effectué plusieurs analyses quantitatives afin de répondre à notre objectif. Ces analyses comprenaient le dosage des composés phénoliques, le dosage des flavonoïdes, le test DPPH et le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène.

L'identification de *Xanthoria parietina* a été réalisée par des réactions colorimétriques et une identification morphologique. La quantification par la méthode de spectrophotométrie nous a permis de déterminer les teneurs en phénols totaux à l'aide du réactif du Folin-Ciocalteu, révélant des quantités importantes de polyphénols dans les deux extraits. De même, le dosage des flavonoïdes par la méthode de trichlorure d'aluminium a montré la présence de quantité considérable de flavonoïdes dans les deux extraits de *Xanthoria parietina*.

Dans la deuxième partie de notre étude, nous nous sommes intéressés aux propriétés antioxydantes des deux extraits testés. L'activité antioxydante a été évaluée à l'aide de deux tests : l'activité antiradicalaire contre le DPPH, qui est un radical libre relativement stable, et le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène. Les résultats obtenus ont montré une activité antiradicalaire élevée des extraits aqueux et méthanolique. De plus, lors du test de blanchissement du  $\beta$ -carotène, les deux extraits ont présenté une forte activité antioxydante relative. Celle-ci est liée à l'inhibition couplée de  $\beta$ -carotène et acide linoléique.

Pour améliorer l'efficacité de notre étude, plusieurs perspectives peuvent être envisagées :

- Élargir le panel des activités antioxydantes en incluant d'autres tests biologiques *in vivo*
- Caractériser et isoler les principes actifs responsables de ces propriétés en utilisant des techniques d'analyse avancées telles que la chromatographie liquide à haute performance (HPLC), afin d'identifier les molécules à l'origine des effets antioxydants.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE:

### A

ADJIRI, F. (2020). Valorisation de la Flore Lichénique de la Région de BBA et son Application comme Bio-indicatrice de la Pollution Atmosphérique.

Andraud-Dieu, A. (2015). Recherche de molécules antimicrobiennes d'origine lichénique: Etude phytochimique de trois lichens & approche synthétique de deux composés actifs (Doctoral dissertation, Limoges).

Aptroot, A., & Honegger, R. (2006). Lichens in the new botanical garden of the University of Zürich, Switzerland. *Botanica Helvetica*, 116, 135-148.

Alqahtani, M. A., Al Othman, M. R., & Mohammed, A. E. (2020). Bio fabrication of silver nanoparticles with antibacterial and cytotoxic abilities using lichens. *Scientific Reports*, 10(1), 16781.

Athamena, S. (2009). Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).

### B

Biřová, I., Goga, M., & Bačkor, M. (2019). Physiological responses of *Xanthoria parietina* to longterm copper excess: role of the extracellular secondary metabolite parietin. *Botanica Serbica*, 43(2), 133-142.

Boizot, N., & Charpentier, J. P. J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.

Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.)* Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.

Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Lagrouh, F., Dakka, N., & Bakri, Y. (2017). Phytochemical analysis and evaluation of the antioxidant activity of Moroccan honey samples. *Phytothérapie*, 1-5.

### C

Carpentier, C. (2016). Investigations phytochimiques de lichens soumis au stress de la nordicité (Doctoral dissertation, Université Laval).

Clauzade, G., & Rondon, Y. (1966). Types morphologiques et types biologiques chez les lichens. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 113(sup2), 61-71.

Clauzade, G., Roux, C., & Vaille, L. (1987). Généralités sur les lichens et leur détermination. *Société Botanique du Centre-Ouest*.

### D

Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M., & Tawata, S. (2008). Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. var. *Radiata*. *Food control*, 19(4), 346-352.



di Toppi, L. S., Musetti, R., Marabottini, R., Corradi, M. G., Vattuone, Z., Favali, M. A., & Badiani, M. (2004). Responses of *Xanthoria parietina* thalli to environmentally relevant concentrations of hexavalent chromium. *Functional Plant Biology*, 31(4), 329-338.

## F

Fernández-Moriano, C., Gómez-Serranillos, M. P., & Crespo, A. (2016). Antioxidant potential of lichen species and their secondary metabolites. A systematic review. *Pharmaceutical Biology*, 54(1), 1-17.

Fleischhacker, A. (2011). The lichenicolous fungi invading *Xanthoria parietina*.

## G

Goga, M., Elečko, J., Marcinčinová, M., Ručová, D., Bačkorová, M., & Bačkor, M. (2020). Lichen metabolites: an overview of some secondary metabolites and their biological potential. Co-evolution of secondary metabolites, 175-209.

## J

Jayalal, U., Oh, S. O., Park, J. S., Sung, J. H., Kim, S. H., & Hur, J. S. (2016). Evaluation of air quality using lichens in three different types of forest in Korea. *Forest science and technology*, 12(1), 1-8.

Jean-Claude, R., Hayat, E. M. B., et François, B. (2008). Atlas biologie végétale. Tome 1. Edit Dunod, Paris.

Joulain, D., & Tabacchi, R. (2009). Lichen extracts as raw materials in perfumery. Part 1: oakmoss. *Flavour and fragrance journal*, 24(2), 49-61.

## K

Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*, 48, 412-422.

Kalam, S., Singh, R., Mani, A., Patel, J., Naem, K. F., & Pandey, A. (2012). Antioxidants: elixir of life. *International Multidisciplinary Research Journal*, 1: 18-34.

Kumar, J., Dhar, P., Tayade, A. B., Gupta, D., Chaurasia, O. P., Upreti, D. K., ... & Srivastava, R. B. (2014). Antioxidant capacities, phenolic profile and cytotoxic effects of saxicolous lichens from trans-Himalayan cold desert of Ladakh. *PloS one*, 9(6), e98696.

Kranner, I., Beckett, R., Hochman, A., & Nash III, T. H. (2008). Desiccation-tolerance in lichens: a review. *The Bryologist*, 111(4), 576-593.

## L

Łaska, G., Kiercul, S., Piotrowska-Niczyporuk, A., Jacob, M., & Pasco, D. (2016). Secondary metabolites isolated from *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. lichen and their biological activity. *Planta Medica*, 82(S 01), P262.

Le Nguyen, T. B. (2018). Discovery of active secondary metabolites from *Paenibacillus odorifer*, a lichen-associated bacterium (Doctoral dissertation, Université Rennes 1).

## M

Martinez, J. J. I., Raz, R., Mgocheki, N., & Álvarez, R. (2014). Epiphytic lichen is associated with species richness of gall-inducing aphids but not with niche differentiation among them. *Arthropod-Plant Interactions*, 8, 17-24.

Mbaebie B.O., Edeoga H. O. & Afolayan A. J. (2012). Phytochemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of *Schotialatifolia* Jacq. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 118-124.

Migdal, C., & Serres, M. (2011). Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. *médecine/sciences*, 27(4), 405-412.

Mitrović, T., Stamenković, S., Cvetković, V., Tošić, S., Stanković, M., Radojević, I., ... & Marković, S. (2011). Antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of five lichen species. *International journal of molecular sciences*, 12(8), 5428-5448.

Mohamed, A. H., Miara, M. D., Rebbas, K., Slimani, A., Ravera, S., & Hamerlain, A. S. (2014). Mise à jour de l'inventaire des lichens d'Algérie. *Revue Ecologie-Environnement*, 10, 75-103.

MÜKEMRE, M., Zengin, G., TÜRKER, R. S., Aslan, A., & Dalar, A. (2021). Biological activities and chemical composition of *Xanthoria* lichens from Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite*, 8(4), 376-388.

## O

Ouahiba, Bouchenak., Sarah, Boumaza., Karima, Yahiaoui., Narimen, Benhabyles., Razika, Laoufi., Souheyla, Toubal., ... & Karim, Arab. (2020). EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET L'EFFET ANTIMICROBIEN DES COMPOSES PHENOLIQUES EXTRAITS DU LICHEN «*Xanthoria parietina*» DE LA REGION DE BOUMERDES.

## P

Parrot, D. (2014). Etude de quatre lichens marins, maritime ou terrestre et des bactéries associées: Evaluation de la diversité bactérienne et recherche de métabolites d'intérêt (Doctoral dissertation, Rennes, INSA).

Pedišius, V. (2020). UV-B absorbing and bioactive secondary compounds in lichens *Xanthoria elegans* and *Xanthoria parietina*: A review. *Czech Polar Reports*, 10(2), 252-262.

Pindaru, D. M., Tanase, C., Olariu, R. I., & Arsene, C. (2013). Chemical composition and ions concentration in *Xanthoria parietina* and *Phaeophyscia orbicularis* lichenised fungi species from Iasi, North-Eastern Romania. *Revista de Chimie*, 64(8), 808-814.

## R

Radoslaw Walkowiak, Akira Takeuchi. (2020). Short Note of *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. CTC PAPER 2020 [Editor: Marek Nowicki].

Ramdani, M., Adjiri, F., & Lograda, T. (2019). Relationship between lichen diversity and air quality in urban region in Bourdj Bou Arriridj, Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(8).

Ranković, B. (Ed.). (2019). Lichen secondary metabolites: bioactive properties and pharmaceutical potential. Springer.

Ribéreau-Gayon. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Ed Dunod, Paris, p : 5-7 ,10-13, 55-86.

## S

Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food chemistry, 89(2), 191-198.

Stocker-Wörgötter, E., Cordeiro, L. M. C., & Iacomini, M. (2013). Accumulation of potential pharmaceutically relevant lichen metabolites in lichens and cultured lichen symbionts. Studies in natural products chemistry, 39, 337-380.

Sweidan, A. (2017). Antibiofilm activity of lichen secondary metabolites (Doctoral dissertation, Rennes 1).

## T

Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. Food Chemistry, 95(2), 200-204.

Touré, S. (2018). Interactions insectes-micro-organismes entomopathogènes comme source d'inspiration pour la découverte concomitante de bio-insecticides et d'antimicrobiens (Doctoral dissertation, Sorbonne université).

## V

Vráblíková, H., McEvoy, M., Solhaug, K. A., Barták, M., & Gauslaa, Y. (2006). Annual variation in photoacclimation and photoprotection of the photobiont in the foliose lichen *Xanthoria parietina*. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 83(2), 151-162.

## Y

YAVUZ, Mustafa.(2012). Lichens mentioned by pedanios dioscorides. Studies on Ethno-Medicine, vol. 6, no 2, p. 103-109.

### Site internet:

Fascicule\_enseignants\_Projet\_Interreg\_III\_RICSTI<http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe>. Consulté le 08 mai 2023.

<http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe>. Consulté 08 mai 2023.

## Résumé:

Les lichens sont des organismes présents dans le monde entier, ils sont considérés comme des espèces bio-indicatrices de la qualité de leurs écosystèmes, et sont devenus récemment des sources potentielles de substances pharmacologiquement actives.

Nous avons axé notre travail sur *Xanthoria parietina*. L'extraction des polyphénols et des flavonoïdes est effectuée par le méthanol et l'eau distillée suivie d'une quantification des teneurs de ces composés par la méthode de Folin-Ciocalteu et trichlorure d'aluminium. Les résultats montrent que les extraits méthanolique et aqueux de *Xanthoria parietina* sont riches en polyphénols et flavonoïdes.

Dans l'étude de l'activité anti-oxydante, on a utilisé deux tests : le piégeage du radical DPPH et le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène. Les résultats obtenus montrent une activité antiradicalaire considérable dans les deux extraits de *Xanthoria parietina* avec des IC 50 de l'ordre de  $2,92 \pm 0,47$  mg/ml et  $1,56 \pm 0,94$  mg/ml pour l'extrait méthanolique et aqueux respectivement, l'activité de ces deux extraits est statistiquement inférieure à celle d'acide ascorbique ( $0,62 \pm 0,15$  mg/ml). Par ailleurs, dans le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène les deux extraits aqueux et méthanolique montrent une grande activité inhibitrice, 75.74 % et 70.27% respectivement.

**Mots-clés** : lichen, *Xanthoria parietina*, polyphénols, flavonoïdes, DPPH, test de blanchissement du  $\beta$ -carotène.

**Abstract :**

Lichens are organisms present all over the world, they are considered as Bio-indicator species of the quality of their ecosystems, and have recently become potential sources of pharmacologically active substances.

The present study is focused on *Xanthoria parietina*. The extraction of the polyphenols and the flavonoids is carried out with methanol and distilled water followed by a quantification of the contents of these compounds using the Folin-Ciocalteu and aluminum trichloride methods. The results show that the methanolic and aqueous extracts of *Xanthoria parietina* are rich in polyphenols and flavonoids.

In the study of the antioxidant activity, two tests were used: the scavenging of the DPPH radical and the  $\beta$ -carotene bleaching assay. The results obtained demonstrate significant antiradical activity in both extracts of *Xanthoria parietina* with IC 50 values of the order of  $2.92 \pm 0.47$  mg/ml and  $1.56 \pm 0.94$  mg/ml for the methanolic and aqueous extract respectively. The activity of these two extracts is statistically lower than that of ascorbic acid ( $0.62 \pm 0.15$  mg/ml). Furthermore, in the  $\beta$ -carotene bleaching test, both the aqueous and methanol extracts show high inhibitory activity, with percentages of 75.74% and 70.27%, respectively.

**Keywords:** lichens, *Xanthoria parietina*, polyphenols, flavonoids, DPPH,  $\beta$ -carotene bleaching assay.

## ملخص:

الأشنة هي كائنات حية موجودة في جميع أنحاء العالم، ناتجة عن الارتباط بين الفطريات والطحالب وتعتبر من أنواع المؤشرات الحيوية لجودة نظامها البيئي، وأصبحت مؤخرًا تستعمل كمادة فعالة في الصناعة الدوائية.

قمنا بدراسة حول نوع من هذه الكائنات وهو *Xanthoria parietina*. حيث عملنا على استخلاص البوليفينول والفلافونويد الموجود في النوع المذكور بواسطة الميثانول والماء المقطر مع تقدير كميتها. يتم تحديد الجرعات التي تم الحصول عليها، معياراً عنها بالملجم / مل، باستخدام الكواشف التالية Folin-Ciocalteu : و d'aluminium trichloride. حيث أظهرت النتائج أن المستخلص الميثانولي و المائي لـ *Xanthoria parietina* غنيان بالبوليفينول والفلافونويد.

كما قمنا بدراسة نشاط مضادات الأكسدة، باستخدام اختبارين: اختبار الازاحة لجذر DPPH واختبار التبييض-β-caroténe. أظهرت النتائج التي تحصلنا عليها أن النشاط المضاد للاكسدة في مستخلصي *Xanthoria parietina* كبير بقيم IC 50 بترتيب  $2.92 \pm 0.47$  مجم / مل و  $1.56 \pm 0.94$  مجم / مل للمستخلص الميثانولي والمائي على التوالي ومتشابه إحصائياً ولكن ضعيف نسبياً مقارنة بحمض الأسكوربيك الذي تبلغ قيمته  $0.62 \pm 0.15$  مجم / مل علاوة على ذلك، في اختبار التبييض β-caroténe، فقد تبين ان المستخلصان الميثانولي و المائي لهما نشاط نسبي ضد الاكسدة عالي بقيم  $75.74\%$  و  $70.27\%$  على التوالي.

**الكلمات الرئيسية:** الأشنة، *Xanthorai parietina*، البوليفينول، الفلافونويد، النشاط الازاحي، اختبار التبييض.