

## EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET L'EFFET ANTIMICROBIEN DES COMPOSES PHENOLIQUES EXTRAITS DU LICHEN «*Xanthoria parietina*» DE LA REGION DE BOUMERDES

BOUCHENAK Ouahiba<sup>1</sup>, BOUMAZA<sup>2</sup> Sarah, YAHIAOUI Karima<sup>3</sup>, BENHABYLES Narimen<sup>2</sup>, LAOUFI Razika<sup>4</sup>, TOUBAL Souheyla<sup>2</sup>, KHIARI Ouiza<sup>3</sup>, BLIZAK Djanette<sup>1</sup>, ARAB Karim<sup>2</sup>

1- Bio-informatique, Microbiologie Appliquée et Biomolécules

2- Laboratoire Valorisation et Conservation des Ressources biologiques

3- Research Laboratory of Food Technology-yahiaoui

4- Laboratory of Soft Technologies and Valorization of Biological Materials and Biodiversity- Faculty of Science University M'hamed Bougara – Boumerdes

**Résumé:** Les lichens sont des organismes symbiotiques possédant différentes activités biologiques grâce à leurs divers métabolites secondaires. L'objectif de ce travail est d'identifier et caractériser le lichen *Xanthoria parietina* récolté sur deux sites, forêt et agglomération de la Wilaya de Boumerdes, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne de ses extraits méthanolique et acétonique. La caractérisation phytochimique indique la présence de la parietine et l'acide barbatique. Le rendement d'extraction le plus élevé est celui des extraits du site d'agglomération dont les valeurs pour l'extrait méthanolique et acétonique sont respectivement de 43% et 34% alors que pour l'extraits des lichens de forêt c'est de l'ordre de 12% et 11%. Le dosage des ployphenols totaux révèle une teneur élevée pour l'extrait des lichens de forêt. Les valeurs sont de 0.139 mgEAG/g et 0.126 mgEAG/g respectivement pour l'extrait méthanolique et acétonique alors que, l'extraits des lichens d'agglomération présente des valeurs de 0.087 mgEAG/g et 0.044 mgEAG/g. L'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait lichénique du site agglomération a révélé une valeur plus importante pour l'extrait méthanolique (2.06 mgEAA/g), celui de l'acétone (1.38 mgEAA/g). L'évaluation de l'activité antimicrobienne a mis en évidence la sensibilité de 4 souches bactérienne (*Bacillus sp.*, *A.boumannii*, *E.faecalis* et *E.cloacea*) et 5 souches fongiques (*A.fumigatus*, *A.flavus*, la levure de *Malassezia*, *T.glabrum*, *C.parapsilosis*) aux extraits acétonique et méthanoliques des deux sites étudiés. Il ressort de cette étude que les extraits méthanoliques et acétoniques du lichen *Xanthoria parietina* ont un spectre d'action plus important sur les champignons que les bactéries.

**Mots clés :** lichen, *Xanthoria parietina*, ployphenols, activité antimicrobienne, activité antioxydante.

### Evaluation of the antioxidant activity and the antimicrobial effect of phenolic compounds extracted from the lichen "*Xanthoria parietina*" from Boumerdes region

**Abstract:**

Lichens are symbiotic organisms with different biological activities due to their various secondary metabolites. The objective of this work is to identify and characterize the lichen *Xanthoria parietina* harvested from two sites, forest and agglomeration of the Wilaya of Boumerdes, as well as the evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of its methanolic and acetic extracts. Phytochemical characterization indicates the presence of parietin and barbatic acid. The highest extraction yield is that of extracts from the agglomeration site whose values for methanolic and acetic extract are respectively 43% and 34% unlike extracts from forest lichens whose yield is around by 12% and 11%. The determination of total ployphenols reveals a high content for the extract of forest lichens. The values are 0.139 mgEAG / g and 0.126 mgEAG / g respectively for the methanolic and acetic extract whereas, the extract of agglomeration lichens has values of 0.087 mgEAG / g and 0.044 mgEAG / g. The evaluation of the antioxidant activity of the lichenic extract from the agglomeration site revealed a greater value for the methanolic extract (2.06 mgEAA / g) than that of acetone (1.38 mgEAA / g). The evaluation of antimicrobial activity highlighted the sensitivity of 4 bacterial strains (*Bacillus sp.*, *A.boumannii*, *E.faecalis* and *E.cloacea*) and 5 fungal strains (*A.fumigatus*, *A.flavus*, yeast of *Malassezia*, *T.glabrum*, *C. parapsilosis*) with acetic and methanolic extracts from the two sites studied. It emerges from this study that the methanolic and acetic extracts of the lichen *Xanthoria parietina* have a greater spectrum of action on fungi than bacteria.

**Key words:** lichen, *Xanthoria parietina*, ployphenols, antimicrobial activity, antioxidant activity.

## Introduction

L'introduction des antibiotiques en thérapeutique a révolutionné le traitement des maladies infectieuses.

Malheureusement, depuis ces trente dernières années, l'antibiorésistance est devenue la préoccupation majeure de bon nombre de cliniciens [1]. La diminution de l'efficacité des antibiotiques actuels et des médicaments traitant des pathologies telles le cancer font de la recherche de nouveaux remèdes un objectif prioritaire. L'émergence de nouveaux agents pathogènes augmente les besoins de découvrir de nouvelles molécules bioactives [2] [3]. La diversité végétale est très largement exploitée aujourd'hui et quelques molécules sont actuellement utilisées à une échelle industrielle.

Les lichens, résultant d'une association symbiotique entre un champignon et une algue, produisent des métabolites biologiquement actifs avec une grande variété d'effets, y compris des activités antibiotique, anti mycobactériale, antivirales, anti-inflammatoires, analgésiques, antipyrétiques, antiproliférative et cytotoxiques.

Cependant, seulement un nombre très limité de ces substances ont été examinées pour leurs activités biologiques et leur potentiel thérapeutique dans la médecine [4]. Les produits dérivés des lichens et leurs propriétés antibiotiques présentent un

intérêt grandissant pour les chercheurs. En effet, 50% des lichens possèdent des activités antibactériennes [5] [6] et antifongique [7]. L'acide usnique est l'un des dérivés lichéniques les plus fréquemment déclarés avec une forte activité antimicrobienne [8]. Cette caractéristique le propose comme solution alternative aux parabènes, et en fait un candidat de choix en tant que conservateur [9].

Cette étude a pour objectif d'identifier et caractériser le lichen *Xanthoria parietina* récolté sur deux sites, forêt et agglomération de la Wilaya de Boumerdes, et d'évaluer l'activité antioxydante *in vitro* et antimicrobienne de ses extraits méthanoliques et acétoniques.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I. Matériel biologique

#### I.1. Matériel végétal

L'étude est portée sur toutes les parties composant le lichen *Xanthoria parietina*: le thalle et les apothécies.

#### I.2. Microorganismes utilisés

##### I.2.1. Les bactéries

Au total 11 souches bactériennes sont isolées à partir de prélèvements de patients atteints d'infections urinaires, auprès des laboratoires de microbiologie des hôpitaux: Salim Zmirli à Alger, Bahra mohammed de Rouiba et Thénia (Tableau 1).

**Tableau 1** - souches bactériennes testées

Souche	Provenance (Hôpital)
<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Enterococcus sp</i> , <i>Acinitobacter</i>	Bahra mohammed
<i>Proteus mirabilis</i> , <i>Bacillus sp</i>	Thénia
<i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas</i>	Salim Zmirli

### I.2.2. Les champignons

Les 10 souches fongiques testées sont obtenues auprès du laboratoire de parasitologie à l'hôpital de Thénia.

Elles sont issues de différents prélèvements (ongles, squames, peau, oreilles, cheveux...etc.) (Tableau 2).

**Tableau 2:** souches fongiques testées

Dermatophytes (champignons filamenteux)	Organes de prélèvement	Levures	Organes de prélèvement	Moisissures	Organes de prélèvement
<i>Trichophyton rubrum</i>	Les ongles des pieds	<i>Candida albicans</i>	Les ongles	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Oreille
<i>Trichophyton glabrum</i>	Squames de peau	<i>Candida parapsilosis</i>	Les ongles	<i>Aspergillus flavus</i>	Oreille
<i>Microsporum canis</i>	Cheveux	<i>Trichosporon sp</i>	Squames du visage	<i>Aspergillus niger</i>	Oreille
-	-	<i>Malassezia</i>	Oreille	-	-

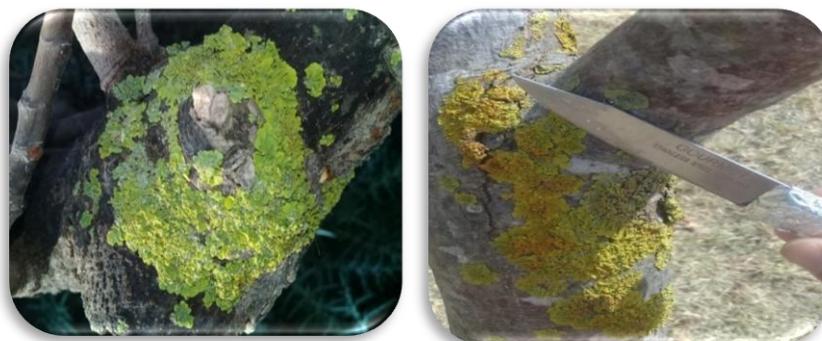
## II. Méthodes

### II.1. Récolte et identification des lichens

#### II. 1.1. Récolte

Les lichens sont récoltés au mois de janvier et février au niveau de deux régions de Khemis El Khechna (agglomération et forêt) située à 27,5km du chef lieu de la wilaya de Boumerdes.

Le premier échantillon a été prélevé sur un arbre de *Pistacea lentiscus* dans une forêt, et le deuxième sur un arbre de *Ficus carica* dans une agglomération dans le village d'Oulad Ali (Figure 1).



**Figure 1 :** récolte du lichen de *Xanthoria parietina*

### II.1.2. Séchage, broyage et conservation des échantillons

Les échantillons sont lavés avec l'eau de robinet pour être débarrasser des particules poussiéreuses, puis séchés à l'air libre à température ambiante. Après cela, les lichens sont broyés à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. La poudre est conservée dans des flacons en verre fermés à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière afin d'éviter toute détérioration.

### II.1.3. Identification et screening phytochimique des lichens

L'identification des espèces est effectuée à l'aide des clés de détermination [10] et [11] par une observation macroscopique des caractéristiques morphologiques générales (forme, couleur, hauteur, orientation des extrémités, type de ramifications), et une observation sous loupe binoculaire (G x4) indiquant la présence ou l'absence du cortex apical et des structures apothicaires. L'identification est par la suite confirmée par le screening phytochimique (réactions colorimétriques), qui donnent selon les espèces des réactions différentes. Les réactifs utilisés, appliqués directement sur le thalle, sont l'hypochlorite de sodium (Noté C), la potasse ou bien l'hydroxyde de potassium (noté K) et la combinaison des deux (C+K) où la potasse est appliqué en premier lieu, suivie de quelques gouttes de la solution C. La présence ou l'absence de changement de couleur est fonction de l'espèce.

## II.2. Extraction des polyphénols

### II.2.1. Extraction par macération

L'extraction des polyphénols est réalisée par macération à température ambiante pour éviter la dégradation

potentielle de certains composés (notamment les depsides, sensibles à la chaleur) [12]. Les solvants utilisés sont le méthanol et l'acétone selon le protocole signalé par [13].

### II.2.2. Calcul du rendement

Le rendement de l'extraction est calculé selon la formule suivante:

$$\text{RET}\% = \frac{M - M_0}{MT} \times 100$$

Avec :

**R %** : taux de la matière extraite ;

**M** : masse du ballon avec l'extrait (g) ;

**M<sub>0</sub>** : masse du ballon vide (g) ;

**MT** : masse végétale totale utilisée (g).

### II.2.3. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage quantitatif des polyphénols totaux donne une estimation globale de la teneur en composés phénoliques contenus au niveau de l'extrait acétonique et méthanolique de l'échantillon testé. Il est réalisé selon la méthode décrite par [14] en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. La concentration des polyphénols totaux a été déterminée en fonction d'une courbe d'étalonnage, réalisée par l'extrait étalon d'acide gallique à différentes concentrations dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme de poudre végétale.

### II.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante

La méthode utilisée est celle de la réduction du fer FRAP (Ferric reducing antioxidant power) qui mesure les pouvoir de réduction des ions de fer selon [15]. Ainsi, le test consiste à incuber au bain Marie à 50°C pendant 20 min un mélange de 1 ml de l'extrait, 1ml d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 1ml d'une solution de ferricyanure de potassium  $K_3Fe(CN)_6$  à 1%. Ensuite et dans le but d'arrêter la réaction, 1 ml d'acide trichloroacétique à

10% est additionné. Les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10 minutes, et 2ml du surnageant sont rajoutés à 2 ml d'eau distillée et 0,4ml d'une solution de chlorure ferrique à 0,1%. L'absorbance du milieu réactionnel est notée à 700 nm contre un blanc préparé dans les mêmes conditions. Parallèlement, un contrôle positif est préparé par une solution d'un antioxydant standard, le BHT.

### II.3. Identification des bactéries

Après avoir isolé les bactéries dans des milieux sélectifs et non sélectifs, l'identification des différentes souches bactériennes est réalisée au laboratoire de microbiologie de l'hôpital de Thenia (Boumerdes) en effectuant plusieurs tests: un Examen macroscopique et microscopique, la recherche des critères biochimiques spécifiques par la mise en évidence de la catalase et de la staphylocoagulase, et l'identification par galeries biochimiques.

### II.4. Description des champignons

L'isolement des champignons est réalisé sur milieux gélosés en adoptant la méthode décrite par [16]. L'identification est basée sur une étude macroscopique et microscopique [17] [18]. La première porte entre autre sur l'aspect de la colonie, la forme des bordures des colonies, la couleur du mycélium, et la production de pigments. La seconde concerne surtout la structure des hyphes (présence ou absence des cloisons), des conidiophores (simples, ramifiés ou absents), des conidies, des organes de fructification, et le types de spores (oospores, zygosporés, ascospores, basidiospores).

### II.5. Antibiogramme

Il s'agit d'une technique qui vise à tester la sensibilité d'une bactérie à un ou à

plusieurs antibiotiques. Le principe consiste à placer la culture des bactéries en présence des antibiotiques, et observer la conséquence sur le développement de celles-ci. Selon le diamètre du cercle qui entoure le disque d'antibiotique on obtient : des souches résistantes ou sensibles [19]. La préparation des antibiogrammes est réalisée par écouvillonnage en utilisant la gélose de Mueller Hinton.

### II.6. Evaluation de l'activité antimicrobienne

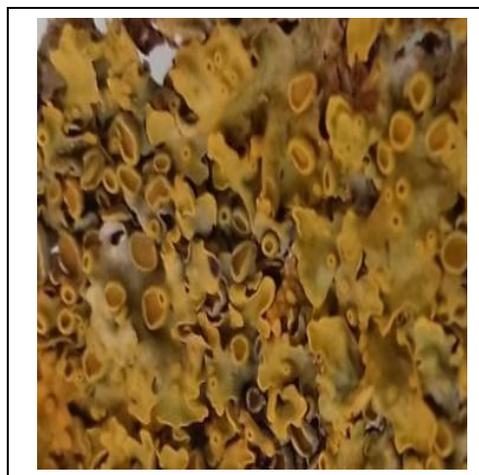
La technique utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne des extraits acétonique et méthanolique des deux échantillons est la méthode de diffusion sur disque en milieu gélosé, selon le Comité National des Normes du Laboratoire Clinique [20]. Cette méthode permet de déterminer l'activité inhibitrice de l'agent antimicrobien, par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour du disque imprégné de l'extrait à tester. Pour cela, des disques de 6 mm de diamètre, imprégnés de 10 µL d'extrait sont déposés à la surface des milieux de culture Mueller Hinton pour les bactéries et Sabouraud, préalablement ensemencés par écouvillonnage d'une suspension microbienne standardisée (0,5 Mc Farland). L'activité antimicrobienne des deux extraits est notée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition, après une incubation à 37 °C pendant 24 h pour les bactéries et à 28 °C pendant 48 h pour les souches fongiques. Pour chaque microorganisme, trois répétitions ont été réalisées.

## RÉSULTATS

### I. Identification de l'échantillon

#### I.1. Identification macroscopique

Le lichen récolté appartient à la classe des lichens foliacés, de couleur jaune avec des apothécies brunes appartenant à l'espèce *Xanthoria parietina* (Figure 2).



**Figure 2.** Photo de *Xanthoria parietina*

#### I.2. Caractérisation phytochimique

Les réactions thallines ont montré la présence de la pariétine (K+++), caractérisée par une coloration rouge

pourpre, de l'acide barbatique (CK++) par coloration rouge. Cependant, les tests C, N et I sont négatifs (Tableau 4).

**Tableau 4:** résultats des réactions thallines réalisées sur le lichen *Xanthoria parietina*

Test appliqué	Hypochlorite de potassium C	Solution de potasse à 10% K	Solution de potasse puis hypochlorite de potassium K+C	Acide nitrique (N)	Iode (I)
Coloration	Jaune	Rouge pourpre	Rouge pourpre	Jaune	Vert
Densité de la couleur	C <sup>-</sup>	K <sup>+++</sup>	C+K <sup>++</sup>	N <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>
Caractérisation phytochimique					

(-) : pas de coloration; (+) : coloration clair; (++) : Coloration foncée; (+++) : Coloration très foncée.

## II. Rendement en polyphénols

Les extraits polyphénoliques obtenus des deux échantillons étudiés présentent selon

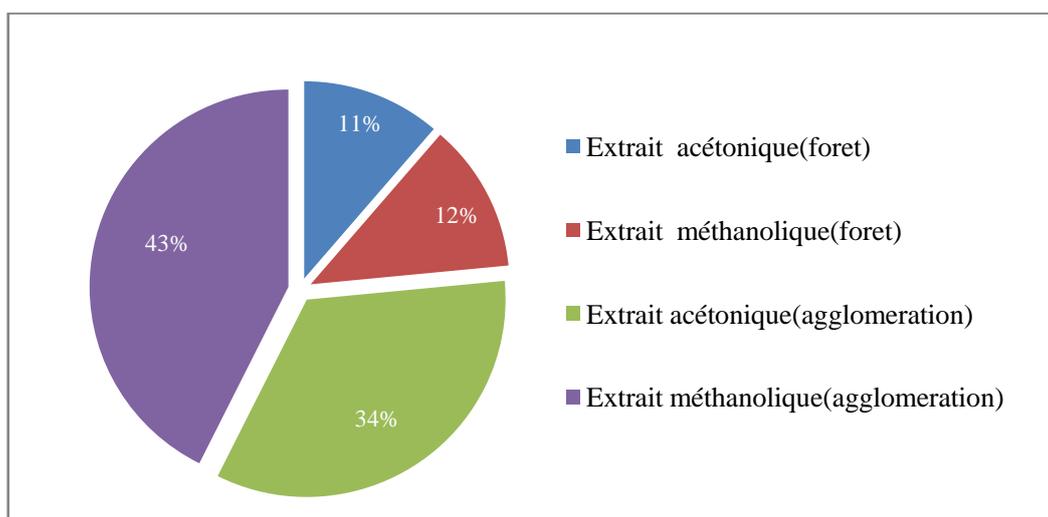
le solvant utilisé un aspect aqueux ou visqueux, et d'une couleur allant du vert claire à foncé, et d'une odeur (Tableau 5).

**Tableau 5.-** Caractéristiques organoleptiques des extraits obtenus des lichens de forêt et d'agglomération

Extrait	Aspect	Couleur
Acétonique des deux sites	Aqueux	Vert claire
Méthanolique des deux sites	Plus au moins visqueux	Vert foncé

Nos résultats montrent que le meilleur rendement est obtenu avec les extraits méthanoliques (43%) et acétoniques (34%)

de lichens récoltés sur le site d'agglomération (Figure 5).

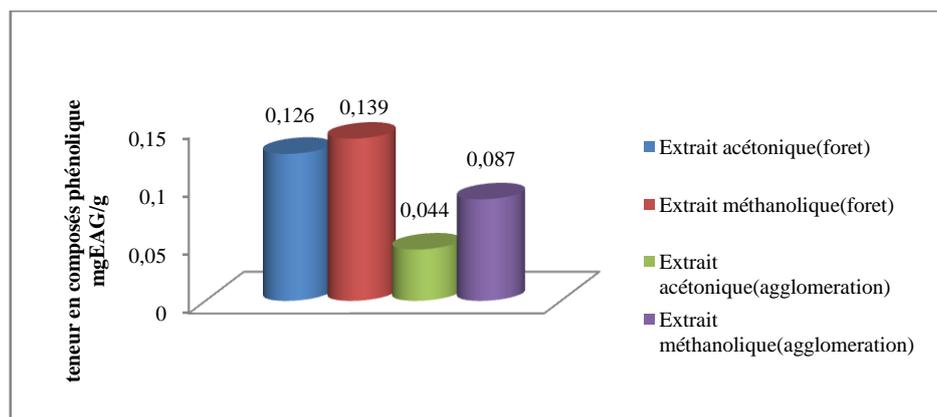


**Figure 3.** Rendement des extraits acétoniques et méthanoliques de lichens

## III. Dosage des polyphénols totaux

Le calcul de la teneur en polyphénols est réalisé à partir des valeurs des absorbances mesurées à une longueur d'onde de 760nm, en se référant à l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique ( $y=6,052x$ ). Les résultats indiquent une

meilleure teneur en composés phénoliques des extraits de lichens de forêt, soit 0,139mgEAG/g (extrait méthanolique) et 0,126mgEAG/g (extrait acétonique) par rapport aux échantillons prélevés en agglomération (0,087mgEAG/g et 0,044mgEAG/g respectivement) (Figure 4).



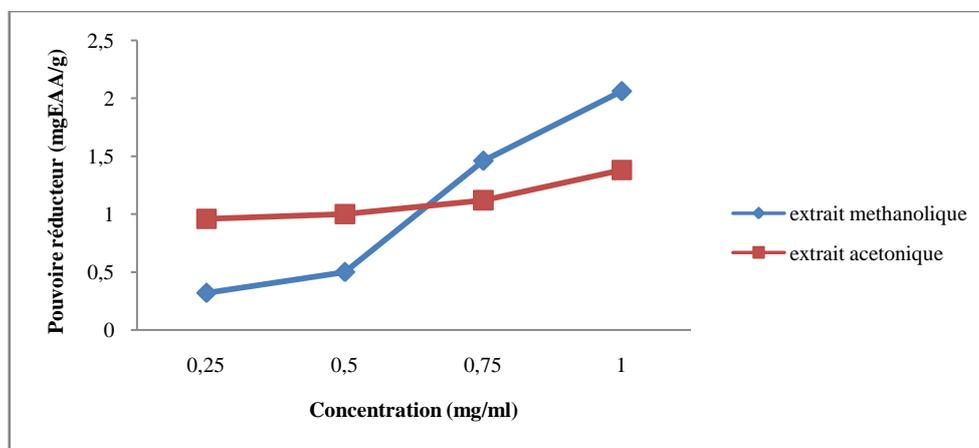
**Figure 5.** - Concentrations en polyphénols des extraits acétoniques et méthanoliques des lichens de forêt et d'agglomération

#### IV. Evaluation de l'activité antioxydante

Le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques et acétoniques des lichens récoltés au niveau de l'agglomération de la région de Khemis El Khechna, est calculé à partir des valeurs des absorbances mesurées à une longueur d'onde de 700 nm en utilisant l'équation de la régression

linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique ( $y=4,579x$ ).

Nos résultats signalent un pouvoir réducteur meilleur et une forte activité de l'extrait méthanolique par rapport à l'extrait acétonique avec respectivement une valeur de 2,06 mgEAA /g et 1,38 à la concentration de 1 mg/ml (Figure 6).

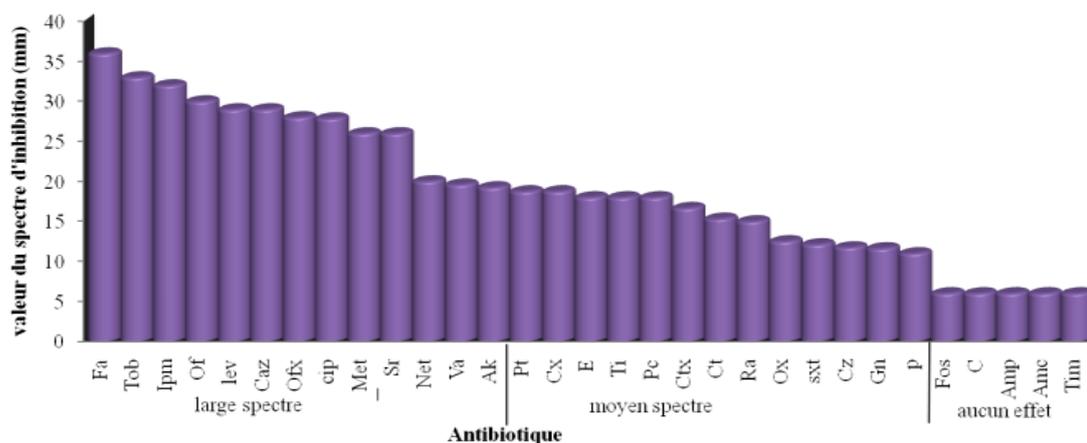


**Figure 6.** - Pouvoir réducteur des extraits méthanoliques et acétoniques des lichens d'agglomération en fonction des concentrations

#### V. Test à l'antibiogramme

Les résultats relatifs aux antibiogrammes classent les différents antibiotiques en trois catégories selon leur spectre d'action sur les micro-organismes testés. Ainsi, 42 %

des antibiotiques utilisés possèdent un large spectre, 42 % ont un moyen spectre et 16 % n'ont aucun effet sur les souches étudiées (Figure 6).



**Figure 8.** Classification des antibiotiques selon leurs spectres d'action

Antibiotiques à large spectre: **Fa** (*Ac. fusidique*), **Tob** (*tobramycine*), **Ipm** (*imipénème*), **Of** (*Ofloxacine*), **lev** (*levofloxacine*), **Caz** (*ceftazidime*), **Ofx** (*ofloxacine*), **cip** (*Ciprofloxacine*), **Met** (*Metronidazole*), **Sr** (*Streptomycine*), **Net** (*Netilmicine*), **Va** (*vancomycine*) et **Ak** (*Amikacine*);

Antibiotiques à spectre Moyen: **Pt** (*pristinamycine*), **Cx** (*Céfotaxime*), **E** (*erythromycine*), **Ti** (*Ticarcilline*), **Pc** (*Piperacilline*), **Ctx** (*Céfotaxime*), **Ct** (*Colistine*), **Ra** (*rifampicine*), **Ox** (*oxacilline*), **sxt** (*Cotrimoxazol*), **Cz** (*Cefazoline*), **Gn** (*Gentamicine*) et **p** (*pénicilline*);

Antibiotiques sans effet: **Fos** (*Fosfomycine*), **C** (*Chloramphenicol*), **Amp** (*Ampicilline*), **Amc** (*Amoxicillin*) et **Tim** (*Triméthoprim*).

## VI. Evaluation de l'activité antimicrobienne

### VI.1. Résultats de l'activité antibactérienne

Nos résultats signalent un effet inhibiteur des extraits méthanoliques obtenus vis à vis de la souche de *Bacillus sp* avec des diamètres d'inhibition de 8mm (0,75mg/ml) et 10 mm (1mg/ml) pour l'extrait de lichens d'agglomération et de 10mm (0,5mg/ml et 0,75mg/ml) et 11mm (1mg/ml) pour les extraits de lichens de forêt. L'effet inhibiteur est rapporté pour l'extrait de lichens d'agglomération sur la souche *Acinetobactère boumanni* avec un diamètre d'inhibition de 10mm (0,75mg/ml). Quant aux extraits acétoniques, nos résultats révèlent un effet inhibiteur vis à vis d'*Enterococcus faecalis* pour les lichens d'agglomération avec des diamètres d'inhibition de 8mm (0,75mg/ml) et 10 mm (1mg/ml).

Cependant, *Proteus mirabilis* et *Enterobactere cloacae* ont montré une sensibilité à l'extrait acétonique du lichen de forêt avec des diamètres d'inhibition de 8mm (0,5mg/ml) et 10 mm (1mg/ml) respectivement.

### VI.2. Résultats de l'activité antifongique

Il ressort du test antifongique une relation étroite entre la nature de l'extrait testé et la souche fongique. En effet, l'extrait méthanolique a montré une forte sensibilité vis à vis de la moisissure *Aspergillus fumigatus* pour les lichens d'agglomération, soit un diamètre d'inhibition de 21 (0,5mg/ml) et 23mm (0,25mg/ml). Elle est cependant moyennement sensible à l'extrait de lichens de forêt, soient des valeurs de 10 mm (1 mg/ml) et 11mm (0,75mg/ml). *Aspergillus flavus* montre une sensibilité pour l'extrait de lichens d'agglomération avec une zone d'inhibition de 8,5mm (0,25mg/ml). Une

forte sensibilité est obtenue sur la levure du genre *Malassezia* de l'extrait de lichens de forêt avec un diamètre d'inhibition de 15mm (1mg/ml). Le champignon *Trichophyton glabrum* est sensible pour les extraits de lichens récoltés sur les sites d'agglomération et de forêt avec des valeurs respectives de 8mm (1mg/ml) et de 9mm à la concentration de 1mg/ml et 0,75mg/ml. Par ailleurs, l'extrait acétonique a également exercé une activité antifongique considérable. En effet, *Aspergillus fumigatus* a montré une sensibilité à l'extrait de lichens récoltés en agglomération, enregistrant un diamètre d'inhibition de 8 mm (0,25mg/ml). Des diamètres plus importants ont été notés pour l'extrait de lichens de forêt, allant de 13,5 à 10,5 mm aux concentrations de 0,5 et 0,25mg/ml respectivement. De plus, les levures *Candida parapsilosis*, *Malassezia* sp. et le champignon *Trichophyton rubrum* sont noté moyennement sensibles à l'extrait de lichens d'agglomération avec des diamètres d'inhibition de 8mm (1mg/ml), 8mm et 7,5mm à la même concentration de 0,75mg/ml.

### Discussion

Les lichens sont une source de composés originaux, et plus particulièrement de métabolites secondaires bioactifs tel que les polyphénols. La présence de la parietine et de l'acide barbatique dans l'extrait de lichen *Xanthoria parietina* est en accord avec les résultats de [9], dont les travaux ont montré la richesse des lichens en polyphénols notamment l'acide thiophanique, la strepsiline, la parietine, la ventosine, l'acide diffractique et l'acide barbatique. Selon cet auteur, la macération consiste à extraire le maximum de molécules chimiques contenues dans les lichens en utilisant des solvants organiques

qui accélèrent l'extraction et augmentent le rendement. Dans notre étude, le meilleur rendement est obtenu avec le méthanol. D'après [21], le méthanol à 60% présente le meilleur pouvoir extractant comparé à l'acétone. De plus, le rendement dépend aussi d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (le climat, la période de récolte et les conditions de stockage) [22] [23]. D'une manière générale, le méthanol est le solvant d'extraction le plus utilisé par excellence dans les extraits végétaux [24]. Quant au pouvoir antioxydant, l'extrait méthanolique a montré une activité réductrice du fer (2,06mg EAA/g) supérieure à celle de l'extrait acétonique (1,38mgEAA/g). Selon [25], les capacités antioxydantes des extraits de lichen sont dépendantes de l'espèce et de la polarité du solvant d'extraction. Des études antérieures ont révélé que le méthanol est le solvant le plus utilisé pour une haute récupération de composés phénoliques et l'obtention d'une meilleure activité antioxydante [26] [27]. Par ailleurs, l'exposition des souches microbiennes aux extraits lichéniques a inhibé leur croissance. En effet, quatre souches bactériennes sur six se sont montrées sensibles aux extraits acétoniques des lichens des deux sites testées, deux souches à Gram positif (*S. aureus* et *E. faecalis*) et deux bactéries à Gram négatif (*E. cloacea* et *P. mirabilis*). L'effet antibactérien de l'extrait acétonique est signalé par [28] sur neuf souches bactériennes représentatives des classes Gram(+) et Gram (-). Ces mêmes auteurs affirment que les composants de l'extrait acétonique inhibent plus la croissance des souches Gram (+). La même constatation a été rapportée par [7] en testant plusieurs extraits méthanoliques de lichens. D'après [29],

l'acide usnique présent dans les lichens possède une activité antibactérienne significative. La comparaison de ces résultats avec ceux des antibiogrammes de synthèse, classe les extraits méthanoliques et acétoniques du lichen *Xanthoria parietina* parmi les antibiotiques ayant un spectre moyen pour les souches: *S.aureus*, *E. faecalis*, *E.cloacea*, *P. mirabilis*, *A.boumannii* et *Bacillus Sp.*

La même constatation a été relevée sur la croissance des champignons filamenteux, des levures et des moisissures. Des résultats similaires ont été décrits par plusieurs travaux sur plusieurs espèces de lichens. En effet, [30] signalent une sensibilité de huit champignons pathogènes des végétaux aux extraits acétoniques de lichens: *P. ultimum*, *P. infestans*, *R. solani*, *B. cinerea*, *C. lindemuthianum*, *F. solani*, *S. nodorum* et *U. maydis*. De même, [28] rapportent une activité antifongique de l'extrait acétonique des lichens contre *R. solani*, *B. cinerea* et *C. albicans*.

Nos résultats rapportent une forte sensibilité des moisissures, *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus flavus* à l'extrait méthanolique des lichens d'agglomération. De plus, *Aspergillus fumigatus* et la levure de *Malassezia* sont notées sensibles à l'extrait méthanolique des lichens de forêt. Enfin, le champignon *Trichophyton*

*glabrum* est marqué sensible pour les extraits méthanoliques des lichens prélevés sur les deux sites étudiés. D'après les travaux de [7], l'extrait méthanolique de lichens a démontré une activité plus élevée sur les champignons filamenteux. Le meilleur effet a été observé sur *Aspergillus niger*. Cette activité est due à la présence de composés fongicides. En effet, les travaux de [31] ont permis d'isoler du lichen *Parmotrema tinctorum* un composé fongitoxique puissant, l'acide lécanorique. D'autres composés antifongiques de la famille des anthraquinones ont pu être isolés par [32], des espèces de lichens du genre *Xanthoria*.

### Conclusion

Les résultats de la caractérisation phytochimique du lichen *Xanthoria parietina* ont permis de mettre en évidence la présence de certains composés phénoliques dotés d'un pouvoir antioxydant et antimicrobiens considérable, représentés par la parietine et l'acide barbatique. Ainsi les lichens sont une source de composés qui peuvent être à l'origine de précurseurs pour des médicaments renforçant l'effet des antibiotiques en industrie pharmaceutique comme antibiotiques et en agriculture en tant que biopesticides.

### Références Bibliographiques

[1] **Aboya MJ. 2013-** Résistance bactérienne et phytomolécule antimicrobienne issues de *Morinda morindoides*. Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 184 p.

[2] **Silver 2011.** Clinical Microbiology Reviews 24, 71–109. –3.

[3] **Fukuda K., 2014-** Antimicrobial resistance Global report on surveillance, World Health Organization, France, 256p.

[4] **Boustie J., & Grube M. 2005-** Lichens a promising source of bioactive secondary metabolites. Plant Genetic Resources, 3(2), 273-287.

- [5] **Sharnoff S. D. 1997-** Lichens: More than meets the eye. *National geographic*, 191(2), 59-70.
- [6] **Lawrey J. D. 1986.** Biological role of lichen substances. *Bryologist*, 111-122.
- [7] **Mitrović T., Stamenković S., Vetkovic V., Tosic S., Stanković M., Radjojević I., Stefanović O., Čomoć L., Đaćić D., Curčić M. et Marković S. 2011.** Antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of five lichen species. *International journal of molecular sciences*. 12:5428-48.
- [8] **Ingolfssdottir K. 2002.** Usnic acid. *Phytochemistry*, 61(7), 729-736.
- [9] **Dieu A. 2015.** Recherche de molécules antimicrobiennes d'origine lichénique: Etude phytochimique de trois lichens et approche synthétique de deux composés actifs. Thèse de Doctorat Chimie des Substances Naturelles. Université de Limoges, France, p.299.
- [10] **MASSON J-C. 2014.** Les lichens, bio-indicateurs de la qualité de l'air. 11 p.
- [11] **Bellenfant S., Vallade J., Beguinot J., Sirugue D et Lemmel G., 2010-** Les lichens : une symbiose exemplaire. *Rev. sci. Bourgogne-Nature*. 12 : 30-45.
- [12] **Vilà M., Espinar JL., Hejda M., Hulme PE, Jarošík V., Maron JL., ... et Pyšek P. 2011-** Impacts écologiques des plantes exotiques envahissantes: une méta-analyse de leurs effets sur les espèces, les communautés et les écosystèmes. *Lettres d'écologie*, 14 (7), 702-708.
- [13] **Oran S., Sahin S., Sahinturk P., Ozturk S., et Demir C. 2016-** Antioxidant and antimicrobial potential, and HPLC analysis of stictic and usnic acids of three *Usnea* species from Uludag mountain (Bursa, Turkey). *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 15(2), 527.
- [14] **Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Rizner Hras A., Simonic M., Knez Z. 2005-** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89, 191–198.
- [15] **Karagözler A. A., Erdağ B., Emek, Y. Ç., & Uygün D. A. 2008-** Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastata*. *Food Chemistry*, 111(2), 400-407.
- [16] **Davet P. et Rouxel F. 1997-** Détection et isolement des champignons du sol. INRA, 208p.
- [17] **Cahagnier B. 1998-** Moisissures des aliments peu hydratés. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 225p.
- [18] **Guillaume V. 2006-** Mycologie (Biologie médicale pratique). Ed. De Boeck, 60p.
- [19] **Ellatifi O. 2011.** Place des fluorquinolones dans le traitement des infections urinaires dans les établissements de santé lorrains (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- [20] **National Committee for Clinical Laboratory Standards. 2000-** Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Approved standard M7-A5. Informational supplement M100-S10. NCCLS, Wayne.
- [21] **Rebey IB., Sriti J., Besbess B., Mkaddmini Hammi K., Hamrouni Sellami I., Marzouk B., Ksouri R. 2016 -** Effet de la provenance et du solvant d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes des graines de fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.) *Journal of New Sciences*.
- [22] **Podsędek A. 2007-** Les antioxydants naturels et la capacité antioxydante des légumes Brassica: une revue. *LWT-Food Science and Technology*, 40 (1), 1-11.

- [23] **Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba, M., & Abdely C. 2008-** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379.
- [24] **Mahmoudi S., Khali M. et Mahmoudi N. 2013-** Etude de l'expression de composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, (9), 35.
- [25] **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.
- [26] **Barros L., Heleno S. A., Carvalho A. M., & Ferreira I. C. 2010-** Lamiaceae often used in Portuguese folk medicine as a source of powerful antioxidants: Vitamins and phenolics. *LWT-Food Science and Technology*, 43(3), 544-550.
- [27] **Bouزيد W., Yahia M., Abdeddaim M., Aberkane M. C., & Ayachi A. 2011-** Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de l'aubépine monogyne. *Lebanese Science Journal*, 12(1), 59-69.
- [28] **Basile A., Rigano D., Loppi S., Di Santi A., Nebbioso A., Sorbo S, Conte B., Paoli L., De Ruberto F., Molinari AM., Altucci L., Bontempo P. 2015-** Antiproliferative, antibacterial and antifungal activity of the lichen *Xanthoria parietina* and its secondary metabolite parietin. *International journal of molecular sciences*, 16(4), 7861-7875.
- [29] **Dias D. A., & Urban S. 2009-** Phytochemical investigation of the Australian lichens *Ramalina glaucescens* and *Xanthoria parietina*. *Natural product communications*, 4(7), 282.
- [30] **Halama P., & Van Haluwin C. 2004-** Antifungal activity of lichen extracts and lichenic acids. *BioControl*, 49(1), 95-107.
- [31] **Gomes AT., Honda NK., Roese FM., Muzzi RM., Marques MR. 2002-** Bioactive derivatives obtained from lecanoric acid, a constituent of the lichen *Parmotrema tinctorum* (Nyl.). *Hale (Parmeliaceae)*. *Rev Bras Farmacogn*, 12, 74-75.
- [32] **Hirschmann G., Tapia A., Lima, B., Pertino M., Sortino M., Zacchino S., & Feresin G. E. 2008-** A new antifungal and antiprotozoal depside from the Andean lichen *Protousnea poeppigii*. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 22(3), 349-355.