

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département de biologie



MÉMOIRE

Présenté par

MOULAI-KHATIR Manel

Et

ZERRIOUH Kamila

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Sciences biologiques

Option : Microbiologie Fondamentale

Thème

Evaluation de l'activité antifongique de l'*Arbutus unedo*

Soutenu le 27/06/2022 devant le jury composé de :

Présidente	MKEDDER Ilham	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	BOUALI waffa	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	KHOLKHAL Wahiba	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Avant toutes choses, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements à Mme BOUALI Waffa, maître de conférences classe A, à l'Université d'Aboubekr Belkaïd, Tlemcen qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour ces encouragements, ses conseils, sa disponibilité et sa

patience dans la correction de ce mémoire. Merci de m'avoir guidé avec gentillesse et bienveillance. Votre modestie et votre simplicité font de vous en plus de vos qualités professionnelles, une référence de bon sens de compétence.

Je remercie également madame Mkedder Ilham maître de conférences A à la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Tlemcen d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire .

Je remercie madame Kholkhal Wahiba maître de conférences B à la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner cette étude.

Dédicace

A ma très chère maman Honorable, aimable: tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

À mon père, aucun dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

À mes sœurs adorables Ines et Yasmine qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille. A mes grands-parents, mes tantes, mes oncles, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A mon cher frère Riyad, qui illumine notre petite famille.

A toute la famille MOULAI-KHATIR et DIB.

A mes amis, tout particulièrement Chaimae et collègues auxquels j'exprime ma sympathie.

Une spéciale dédicace à mon binôme Kamila. Merci beaucoup pour ton soutien plus que précieux et toutes vos qualités qui seraient trop longue à énumérer.

Manel

Dédicace

Avec l'aide d'Allah, le tout puissant, je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, la lumière de ma vie, qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenue, encouragée tout au long de ces années d'études, et qui attendu ce jour avec impatience, vous êtes et vous resterez ma référence.

A mes très chers frères et soeurs: Mustapha, Farah, Doha et le petit Abdrrahim, source de mes efforts, que Dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur.

A ma chère tante et ma 2ème mère Meriem, j'aurais tant aimé que tu sois présente, tu es toujours près du mon coeur. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel, je vous remercie pour tous le soutien et l'amour.

A mes grands-parents, mes oncles, mes tantes et mes cousines

A mes chers petits neveux et mes petites nièces : Sid-Ahmed, Ferial, Yacine et Rafif.

A toute la famille Zerriouh et Abdelli

A tous mes amis, tout particulièrement Chaimae

Une spéciale dédicace à Manel, chère amie avant D'être binôme. Merci beaucoup pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci !

Kamila

ملخص

اللينج هو شجيرة تنمو في مناطق ذات مناخ معتدل. يزرع في الحديقة لصفاته الزينة وثماره الصالحة للأكل، كما يستخدم في الطب التقليدي لعلاج عدة أمراض مثل التهابات المسالك البولية.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الفعالية المضادة للفطريات في المستخلصات: ماء - أسيتون ، ن- بيوتانول ومائي مستخرج من ثمار *Arbutus unedo* ، ينتمي إلى عائلة Ericaceae، نبتة طبية من الأدوية التقليدية الجزائرية.

خلال هذه الدراسة ، قمنا بعدة خطوات للتحقق من ثمار "اللينج" من منطقة ندروما بولاية تلمسان. بعد الجني ، تم نقع الثمار في خليط الماء والأسيتون (70/30) ، متبوعاً باستخلاص سائل-سائل باستخدام ن- بيوتانول.

تم اختبار الفعالية المضادة للفطريات من خلال طريقة الانتشار (طريقة القرص وطريقة الثقب) مما أدى إلى منطقة أكثر أو أقل من تثبيط النمو اعتماداً على حساسية الخمائر المدروسة: *Candida albicans* ATCC 1023 و *Candida albicans* PPI 444.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن سلالة *Candida albicans* ATCC 10231 لها حساسية متغيرة تجاه مستخلصي الأسيتون المائي و ن- بيوتانول من *Arbutus unedo* قطر التثبيط تتراوح من 12 و 16 مم على التوالي بينما لا يوجد تأثير على *Candida albicans* PPI 444 ، و لم يكن للمستخلص المائي أي تأثير على السلالات المسببة للأمراض.

في الختام، النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة تظهر بوضوح أن هذا النبات له نشاط مضاد للفطريات.

كلمات مفتاحية:

Arbutus unedo، اللينج، نشاط مضاد للفطريات، ماء أسيتون، ن- بيوتانول.

Résumé

L'arbousier est un arbuste qui se pousse dans les régions au climat doux. Il est cultivé au jardin pour ses qualités ornementales et pour ses fruits comestibles, aussi il est utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies telles que les infections urinaires.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'activité antifongique des extraits : eau-acétone, n-butanol et aqueux obtenus à partir des fruits d'*Arbutus unedo*, appartient à la famille des Ericaceae, une plante médicinale de la pharmacopée traditionnelle de l'Algérie.

Au cours de cette étude, nous avons entrepris plusieurs étapes pour investiguer les fruits du « Lindj » de la région de Nedroma, wilaya de Tlemcen. Après la récolte, les fruits ont été macérés dans un mélange eau-acétone (30/70), suivie d'une extraction liquide-liquide par le n-butanol.

L'activité antifongique a été testée par la méthode de diffusion (méthode des disques et la méthode des puits) qui se traduit par une zone d'inhibition de croissance plus ou moins importante selon la sensibilité des levures étudiées : *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* IPP 444.

Les résultats obtenus ont montré que la souche *Candida albicans* ATCC 10231 a une sensibilité variable vis-à-vis les deux extraits eau-acétone et n-butanol de l'*Arbutus unedo*, avec des zones d'inhibition de 12 et 16 mm, respectivement alors qu'aucun effet sur *Candida albicans* IPP 444, tandis que, la fraction aqueuse n'a aucun effet sur les deux souches fongiques.

En conclusion, Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent clairement que cette plante présente une activité antifongique intéressante.

Mots clés :

Arbutus unedo, lindj, activité antifongique, eau-acétone, n-butanol

Abstract

The arbutus is a shrub that grows in regions with a mild climate. It is cultivated in the garden for its ornamental qualities and for its edible fruits, also it is used in traditional medicine to treat several diseases such as urinary infections.

The objective of this study is the evaluation of the antifungal activity of the extracts: water-acetone, n-butanol and aqueous obtained from the fruits of *Arbutus unedo*, belongs to the Ericaceae family; a medicinal plant of the traditional pharmacopoeia of Algeria.

During this study, we undertook several steps to investigate the fruits of "Lindj" from the region of Nedroma, wilaya of Tlemcen. After harvesting, the fruits were macerated in a water-acetone (30/70), followed by a liquid-liquid extraction with n-butanol.

The antifungal activity was tested by the diffusion method (disc method and well method) which results in a zone of growth inhibition more or less important depending on the sensitivity of the yeasts studied: *Candida albicans* ATCC 10231 and *Candida albicans* IPP 444.

The results obtained showed that the *Candida albicans* ATCC 10231 strain has a variable sensitivity towards the two water-acetone and n-butanol extracts of *Arbutus unedo*, with inhibition zones of 12 and 16 mm, respectively, while, the aqueous fraction has no effect on the two fungal strains.

In conclusion, the results obtained in this study clearly show that this plant has an interesting antifungal activity.

Key words:

Arbutus unedo, lindj, antifungal activity, water-acetone, n-butanol

Liste des abréviations

ATCC : American Type Culture Collection.

IPP : Inhibiteurs de la Pompe à Proton.

MTR : Médecine Traditionnelle.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

AG : Acide gras.

ERO : Espèces Réactives de L'oxygène.

CLSI : Institut des normes cliniques et de laboratoire.

m : Mètre.

mm : Millimètre.

cm : Centimètre.

km² : Kilomètre carré.

g : Gramme.

mL : Millilitre.

µl : microlitre.

mg/g : Milligramme/gramme.

mg/ml : Milligramme/Millilitre.

v/v : Volume par volume.

% : Pourcentage.

min : Minute.

h : Heure.

C° : Degré Celsius.

T° : Température.

UFC : Unité Formant Colonies.

Liste des figures

Figure 01 : Arbousier	16
Figure 02 : Feuilles et fleurs de l'Arbousier	16
Figure 03 : fruit de l'arbousier	17
Figure 04 : Répartition mondiale d' <i>Abutus unedo</i>	18
Figure 05 : Fruit d'Arbousier frais	24
Figure 06 : Souches fongiques testées	25
Figure 07 : Les étapes de préparation de l'extrait eau-acétone.	26
Figures 08 : Les étapes de l'extraction liquide-liquide	27
Figure 09 : Protocole expérimentale	28
Figure 10 : Préparation des solutions des extraits	29
Figure 11 : Ensemencement et application du test antifongique	31
Figure 12 : Les différents extraits préparés	33
Figure 13 : Résultats des tests antifongiques des extraits	34

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les classes de terpènes	12
Tableau 02 : Nature et origine des souches testées	24
Tableau 03 : Différents appareillages et consommables utilisés.	25
Tableau 04 : Le rendement de l'extrait Eau-acétone <i>d'Arbutus unedo</i>	33
Tableau 05 : Diamètre de zone d'inhibition (mm) des trois extraits	34

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
I. Les plantes médicinales	05
I.1.Définition	05
I.2.Phytothérapie	05
I.2.1.Généralité	06
I.2.2.Intérêt de la phytothérapie	06
I.3.Répartition des plantes médicinales en Algérie	07
I.4. Les formes et modes d'utilisation des plantes médicinales	07
I.4.1.Infusion	07
I.4.2.Décoction	08
I.4.3.Macération	08
I.4.4. Cataplasmes	08
I.4.5.Inhalation	08
I.4.6.Sirops	08
I.4.7.Lotions	09
I.4.8. Poudres	09
I.5.Principes actifs	09
I.5.1.Métabolites primaires	10
I.5.1.1.Les Glucides	10
I.5.1.2.Les lipides	10
I.5.1.3.Les protéines	11
I.5.2.Métabolites secondaires	11
I.5.2.1.Composés phénoliques	11
• Les acides phénols	11
• Les flavonoïdes	12
• Les lignines	12
• Les tanins	12
I.5.2.2. Terpènes	13
I.5.2.3. Alcaloïdes	14
II-Présentation d' <i>Arbutus unedo</i>	14
II.1.La famille des Ericaceae	14
II.2.Le genre <i>Arbutus</i>	14
II.3. <i>Arbutus unedo</i>	15

II.3.1.Place dans la systématique	15
II.3.2.Nomenclature	15
II.3.3.Description botanique	16
II.3.3.1.L'écorce	16
II.3.3.2.Les feuilles et fleurs	
II.3.3.3.Fruits	17
II.3.4.Répartition géographique	17
II.3.5.Composition chimique d' <i>Arbutus unedo</i>	18
II.3.5.1.Les feuilles	18
II.3.5.2.Les racines	18
II.3.5.3.Fruits	19
II.3.6.Propriétés et usages	20
II.3.6.1.Activité antimicrobienne	20
II.3.6.2.Activité antioxydante	20
II.3.6.3.Activité anti-inflammatoire	21
II.3.6.4.Activité anticancéreuse	21
II.3.6.5.Activité antidiabétique	21
II.3.6.6.Activité antihypertensive	22
II.3.6.7.utilisation alimentaire	22
II.3.6.8.Autre utilisation	22
II.3.7.Toxicité	22

Partie 2 : Etude expérimentale

Matériel et méthodes	23
1. Objectif	24
2. Matériel végétal	24
3. Matériel biologique	24
4. Appareillages	25
5. Préparation des extraits de l' <i>Arbutus unedo</i>	26
5.1.Préparation de l'extrait eau-acétone	26
5.2. Extraction liquide-liquide	27
6. Calcul de rendement	29
7. Evaluation de l'activité antifongique des extraits de l' <i>Arbutus unedo</i>	29
7.1. Préparation des solutions des extraits	29
7.2. Préparation des suspensions fongiques	30
7.3. Préparation de milieu de culture	30
7.4. Préparation de l'inoculum	30
7.5. Ensemencement	30
7.6. Application de la méthode des disques	30
7.7. Application de la méthode des puits	31
Résultats et discussion	32
1. Extraction	33
2. Rendement	33
3. Etude de l'activité antifongique	33
Conclusion générale	37
Références bibliographiques	39

Introduction générale

Depuis toujours, l'homme a eu recours aux plantes qu'il avait à sa disposition pour soulager la douleur et traiter différents maux. Les plantes médicinales qui ont toujours été une source importante d'agents thérapeutiques, elles ont une place de plus en plus importante et leur usage a évolué avec le temps **(Muanda, 2010)**.

Selon l'organisation mondiale de la santé, 80% de la population mondiale dans les pays en voie de développement, a recourt à la médecine traditionnelle. Ces dernières décennies, d'une part, il y a de plus en plus recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales et d'autre part une recrudescence de l'intérêt de la recherche scientifique pour les plantes médicinales. Cette tendance s'explique par le manque de médicaments essentiels, le coût élevé, l'insuffisance des soins de santé et les effets indésirables des molécules de synthèse **(Sanago et al., 2006)**.

Etant donné que les plantes utilisées en médecines traditionnelles contiennent des composants antimicrobiens utiles contre les infections et qui peuvent aider dans la lutte contre les maladies infectieuses liées à l'antibiorésistance **(Ngezahayo, 2016)**, de nombreux chercheurs dans le domaine de l'ethnopharmacologie se sont concentrés dans les études de ces composés au cours des dernières décennies **(Benbelaïd et al., 2013)**.

L'Algérie bénéficie d'une diversité phylogénétique importante, parmi les plantes médicinales présentes en Algérie, nous trouvons l'*Arbutus unedo* de la famille des Ericaceae **(Bakchiche et Gherib, 2014)**, communément appelé l'arbousier ou arbre aux fraises, est un arbrisseau sauvage au feuillage persistant originaire de la région méditerranéenne. Il est utilisé en médecine traditionnelle pour ses nombreuses vertus, sa racine en décoction est utilisée contre l'hypertension artérielle, son écorce comme agent diurétique et ses feuilles et fruits comme astringent et antiseptique des voies urinaires.

L'objectif de notre étude vise à l'évaluation de pouvoir antimicrobien des extraits des fruits de l'*Arbutus unedo*, et comparer les résultats pour le but de savoir le solvant le plus efficace de point de vue activité antifongique.

Le travail est structuré en deux grandes parties.

- ✓ La première partie est d'ordre théorique comporte une généralité sur les plantes médicinales, les propriétés et les activités biologiques de l'*Arbutus unedo*.

- ✓ La deuxième partie est d'ordre expérimental, qui repose sur deux volets, le premier concerne l'extraction et la préparation des extraits des fruits de *Arbutus unedo*. Le second volet est consacré à une évaluation de l'activité antifongique par une analyse qualitative: par détermination des zones d'inhibitions.
- ✓ Finalement, la dernière partie consacrée pour une conclusion générale et les perspectives de ce travail.

Partie 1: Synthèse bibliographique

I. Les plantes médicinales

I.1.Définition

Les plantes médicinales sont des drogues végétales utilisées pour la médecine traditionnelle (MTR), dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses, leurs effets proviennent de leurs composés (métabolites primaires ou secondaires) ou synergie entre différents composés présents (**Sanogo, 2006**), et continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Elqaj et al., 2007**). Ces plantes sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différents modes : décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisé, racines, feuilles, fleurs (**Dutertre, 2011**).

I.2.Phytothérapie

1.2.1. Généralité

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques : phuton et therapeia qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (**Wichtel et Anton, 2003**). C'est donc une technique de soins qui utilise les plantes pour venir à bout des causes et symptômes de diverses maladies, en utilisant les plantes sous forme de préparations dites "galéniques" afin de soigner ou de prévenir les maladies et elle est toujours vue comme un remède surtout utilisé par la population rurale à travers le monde (**Pastor, 2006**). Cette médecine est basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels (**Aouadhi, 2010**). On peut distinguer 3 types de la phytothérapie :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne, basée sur l'utilisation de plantes ayant des vertus découvertes empiriquement de la phytothérapie. Selon l'OMS (organisation mondiale de la santé), cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle, c'est le plus souvent une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique (**Aouadhi, 2010**).
- Une pratique basée sur les études scientifiques qui recherchent des extraits actifs dans les plantes (**Kansole, 2009**).
- Une pratique de prophylaxie déjà utilisée dans l'antiquité, une alimentation équilibrée et contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique (**Leduc, 2013**).

I.2.2. Intérêt de la phytothérapie

La phytothérapie peut être utilisée comme un moyen de prévention, elle couvre un très large champ de maladies et l'industrie pharmaceutique utilise de nombreux principes actifs végétaux pour traiter toutes sortes de maladies (**Grunwald et Janick, 2006**).

De plus, l'utilisation des plantes sont beaucoup moins chères que les médicaments de synthèse sont souvent basés sur des observations empiriques et des traditions qui remontent parfois à des milliers d'années (**Iserin, 2001**). La phytothérapie est accessible pour tout le monde et ne nécessite pas d'obtenir une ordonnance (**Grunwald et Janick, 2006**), le corps humain est mieux adapté à un traitement à base de plantes qu'à une thérapie essentiellement chimique, ainsi, que la production des plantes est très peu polluante par rapport aux médicaments chimiques (**Hilinaruthnadia, 2018**). Les effets secondaires sont souvent peu marqués et sont donc généralement mieux connus que les molécules synthétiques (**Arnal, 2004**).

I.3. Répartition des plantes médicinales en Algérie

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique. Elles présentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (**Badiaga, 2011**). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**Tabuti et al., 2003**).

L'Algérie est le plus grand pays riverain de la méditerranée, avec une superficie de 2 381 741 km². Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays (**Mokkadem, 2004**). L'Algérie de part sa grande superficie et la variation du climat en partant du nord au sud et de l'est à l'ouest, la diversité des espèces se trouve confronté à des variations de différentes natures ce qui entraîne une variation même au sein d'une même espèce (**Moualek et al., 2017**).

En Algérie, l'utilisation des plantes médicinales reste néanmoins fortement implanté dans les zones reculées comme le Hoggar où les Touaregs transmettent le secret de cette médication traditionnelle de père en fils (**Reguieg, 2011**). En Kabylie, les montagnards utilisent des plantes médicinales pour se soigner, 98 plantes médicinales identifiées dans la wilaya de Tizi-Ouzou (**Meddour R et Meddour S, 2015**).

Il faut toutefois rappeler que d'autres plantes poussent un peu partout sur le sol algérien sans forcément être répertoriées ou classées dans des zones géographiquement bien déterminées. par exemple, celles qui poussent dans la péninsule de Collo, les monts de Tlemcen, la péninsule d'Arzew, le Cap Falcon, l'Ouarsenis, le Sersou, la région d'Aflou et le Djebel Aissa et/ou dans des domaines où terres privées à petites ou moyennes échelles, dans les zones steppiques et sahariennes et dans des terroirs où les plantes médicinales ne sont pas encore inventoriées (**Yahi et al., 2010**).

Parmi les plantes médicinales qui constituent son couvert végétal, se trouve l'*Arbutus unedo* communément appelé arbousier. Cette plante est largement représentée à l'ouest du territoire national et plus particulièrement en Tlemcen.

I.4. Les formes et modes d'utilisation des plantes médicinales

Dans les plantes médicinales, il y'a des principes actifs qui soignent. Pour obtenir ces principes actifs, il faut faire des préparations spéciales en fonction des parties de la plante (feuilles, fleurs, racines, écorces) afin de les extraire. Les différentes formes d'utilisations sont :(**Secaar, 2018**).

I.4.1. Infusion

L'infusion est le mode de préparation le plus facile et le plus courant. Les propriétés médicinales de la majorité des plantes sont contenues dans leurs huiles essentielles qui s'évaporent, de ce fait pour réaliser l'infusion (**Iserin, 2001**), consiste à verser de l'eau bouillante sur les parties fragiles des plantes (feuilles, fleur et tige) et à laisser au repos pour quelques temps. Peu à peu les substances actives sortent des plantes et on observe une coloration progressive de l'eau (**Grunwald et Janick, 2006**).

I.4.2. Décoction

Cette technique consiste à faire plonger les parties végétales pour extraire les principes actifs (racines, l'écorce) dans l'eau froide et on les mis à ébullition pendant 10 et 20 min, varie selon la partie de la plante utilisé et laisser cuire, ensuite les filtrer (**Grunwald et Janick, 2006**).

I.4.3. Macération

La chaleur détruit les principes actifs de certaines drogues, une macération consiste à immerger les plantes dans un liquide froid à température ambiante pendant plusieurs jours à semaines puis la filtrer. Les macérations varient selon le solvant utilisée (huile, alcool, eau), par exemple on trouve les teintures alcoolique si on utilise l'alcool, et les huiles médicinales en cas de macération dans l'huile. Lorsqu'on presse les fruits et les graines des plantes donnent l'huile végétale, à ne pas confondre avec les huiles essentielles, qui ne sont pas des corps gras, ces dernières peuvent être ajoutées aux huiles médicinales pour renforcer leur efficacité thérapeutique (**Haudret, 2004**).

I.4.4. Cataplasmes

Consiste à appliquer une pâte de plantes fraîches sur la partie malade, la plante peut être broyée hachée à chaud ou à froid ou mélangée à de la farine de lin pour obtenir la bonne consistance (**Iserin, 2001**).

I.4.5. Inhalation

C'est une technique qui consiste à dégager les voies respiratoires (nez, poumons, etc.) en respirant la vapeur chargée de substances actives des plantes. On se penche au-dessus du liquide chaud contenant de l'extrait liquide des plantes, la tête couverte d'une serviette pour respirer la vapeur pendant quelques minutes (**Secaar, 2018**).

I.4.6. Sirops

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des extraits de plantes (infusion, décoction) pour donner des sirops. Ils ont en plus des propriétés adoucissantes, ainsi la saveur sucrée des sirops permet de camouflé le mauvais goût de certaines plantes, pour que les enfants les boire plus volontiers. Comme par exemple un sirop à base de citron et de fenouil (**Grunwald et Janick, 2006**).

I.4.7. Lotions

Les lotions sont des préparations à base d'eau et de plantes (infusions, décoctions) ajoutant quelques gouttes d'huiles essentielles (**Grunwald et Janick, 2006**). On les utilisent en friction, en massage ou encore en compresse ou en tamponnant la peau aux endroits irrités ou enflammés (**Haudret, 2004**).

I.4.8. Poudres

On les fabrique en écrasant les plantes desséchées, ou leurs parties actives, à l'aide d'un moulin ou d'un mortier. Les poudres peuvent être utile à faire des extraits, préparer des gélules, être délayées dans de l'eau ou être mélangées à la nourriture (**Grunwald et Janick, 2006**). On applique sur la peau par exemple du talc ou mélangées avec des teintures, en cataplasme, ou peuvent être mélangés aux onguents pour soigner les hémorroïdes et varices (**Haudret, 2004**).

I.5. Principes actifs

Les principes actifs sont des molécules contenus dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de ces dernières, utilisées pour la fabrication des médicaments, ils présentent un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal (**Herbinet, 2004**).

Des principes actifs se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés (**Aouadhi, 2010**).

Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme. On distingue deux types de métabolites : les métabolites primaires et les métabolites secondaires.

I.5.1.Métabolites primaires

Les métabolites primaires sont connus par leur caractère nécessaire et vital à la survie de la cellule de l'organisme : glucides, lipides, protéines.

C'est à partir de ceux-ci que les métabolites secondaires sont formés, par différentes réactions chimiques. Ils jouent aussi un rôle essentiel dans : la photosynthèse, la respiration, la croissance et le développement de la plante (**Dethloff et al., 2014**).

I.5.1.1. Les glucides

Un glucide est une molécule organique composée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, et se définit comme un aldéhyde ou une cétone. Les glucides représentent l'un des composants importants des organismes vivants. Ils remplissent différentes fonctions aussi bien dans le monde végétal qu'animal, où ils remplissent des rôles structuraux et métaboliques importants. Le glucose est le glucide le plus important. C'est le précurseur pour la synthèse de tous les autres glucides de l'organisme, par exemple : le glycogène (**Ousmaal, 2018**).

I.5.1.2. Les lipides

Les lipides forment un groupe hétérogène de composés comprenant les graisses, les huiles, les stéroïdes et les cires. Ils sont davantage apparentés par leurs propriétés physiques que chimiques. Ils sont des molécules à caractère hydrophobe (à solubilité nulle ou faible dans l'eau) et solubles dans des solvants organiques. (**Venkatramesh et al., 2003**).

- **Lipides simples** : ils sont de structure ternaire (C, H, O), ils sont neutres et classés selon l'alcool qui estérifie l'acide gras :
 - **Glycérolipides** : l'alcool est le glycérol.
 - **Cérides** : les alcools sont à longue chaîne (gras).
 - **Stérides** : l'alcool est un stérol (polycyclique).

- **Lipides complexes** contiennent en plus des précédents du phosphore, de l'azote, du soufre ou des oses.
 - **Phospholipides** : lipides contenant, en plus des AG, d'alcool et un résidu d'acide phosphorique, ex : glycérophospholipides et sphingophospholipide.
 - **Glycolipides** : lipides contenant, en plus des AG, d'alcool et du sucre (**Madoui et Khither, 2021**).

I.5.1.3. Les protéines

Une macromolécule biologique contient au moins 20 acides aminés liée entre eux par des liaisons peptidiques (chaînes polypeptidiques) (**Moussard, 2006**), peuvent jouer un rôle catalytique (les enzymes), la mobilité (comme la myosine), structurel (comme l'actine), etc (**Weinman et Méhul, 2004**).

I.5.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires ont une répartition limitée dans l'organisme de la plante et ne sont pas toujours nécessaires à la survie de celle-ci (**Moualek, 2018**). Elles appartiennent à des groupes chimiques variés, sont classés en trois grands groupes, chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**Mansour, 2009**).

I.5.2.1. Composés phénoliques

La désignation générale «composés phénoliques» concerne les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (fonctions phénols) (**Labrani, 2022**). Les composés phénoliques comportent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles substitués et vont de la molécule phénolique simple à des composés hautement polymérisés. Ils se divisent en sous classes principales : les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins (**Manallah, 2012**).

- **Les acides phénols**

Un acide phénolique, ou acide-phénol, est un composé organique rencontré chez les plantes possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique.

Deux sous-groupes peuvent être distingués (**Barros *et al.*, 2010**).

- Les acides hydroxybenzoïques
- Les acides hydroxycinnamiques

Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (**Iserin *et al.*, 2001**).

- **Les flavonoïdes**

Terme en latin ; flavus = jaune. Ils sont des pigments polyphénoliques à l'origine de la coloration des feuilles, fleur, fruit ainsi que d'autres parties végétales. Les trois groupes principaux sont : les flavonoles, flavonones et flavones (**Kunkele et Lobmeyer, 2007**). Les flavonoïdes sont des antibactériennes (**Wichtl et Anton, 2009**), ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire, et de l'industrie pharmaceutique, comme certains flavonoïdes qui ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (**Iserin *et al.*, 2001**).

- **Les lignines**

Ces composés de haut poids moléculaire (**Saffidine, 2015**) qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires, ils sont le résultat d'association de trois unités phénoliques de base dénommées monolignols de caractère hydrophobe (**Cheyrier et Sarni-manchado, 2006**), entrent dans la composition de certaines graines, céréales, fruits et autres légumes, fortement plus concentrés dans les graines de lins (**Saffidine, 2015**).

- **Les tanins**

Tanin est un terme provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**Hopknis, 2003**), ils donnent un goût amer à la plante, contractent les tissus en liant les protéines et en les précipitant en créant une couche protectrice. Les plantes riches en tanins sont largement utilisées pour traiter les troubles digestifs en cas de diarrhée par exemple (**Grunwaldet Janick, 2006**).

I.5.2.2. Terpènes

Ils sont appelés aussi isoprénoides car leur dégradation thermique libère le gaz isoprène, de façon analogue à la famille des composés phénoliques, les isoprénoides regroupent à la fois des molécules de faibles poids moléculaires, volatiles et composants principaux d'huiles essentielles, et des molécules hautement polymérisées (**Gravot, 2008**). Ils sont classés dans des différentes classes selon le nombre des unités isopréniques qu'ils contiennent (Tableau 01).

Tableau 01 : Les classes de terpènes (**Lusià et Peñuelas, 2000**).

Nom	N° unité 5 C	Exemple de molécule
Emiterpènes	1	Isoprène
Monoterpènes	2	Aromes volatiles, parfums
Sesquiterpènes	3	Phytoalexines
Diterpènes	4	Phytol, gibberellines, Phytoalexines
Triterpènes	6	Brassinostéroïdes, stéroïdes de membranes, certaines toxines
Tétraterpènes	8	Caroténoïdes
Polyterpènes	> 8	Plastoquinones, ubiquinones, polymère (latex)

I.5.2.3. Alcaloïdes

Ce sont des molécules organiques azotées, basiques et hétérocycliques d'origine végétale. **(Wichtel et Anton, 2009)**. Tous les alcaloïdes ont une action physiologique intense, médicamenteuse ou toxique, très actifs, ont donné naissance à de nombreux médicaments **(Dellile, 2013)**, on distingue généralement trois classes : les alcaloïdes vrais, proto-alcaloïdes, pseudo-alcaloïdes **(Moualek, 2018)**.

II. Présentation d'*Arbutus unedo*

II.1. La famille des Ericaceae

Couvrant environ 80 genres dont *Arbutus* (arbousier), *Calluna* (callune), *Erica* (bruyère) et plus de 2000 espèces, principalement des arbustes verts toute l'année, dont un tiers appartient au genre *Erica*, qui donne son nom à la famille. *Arbutus* avec cinq autres genres (*Arctostaphylos*, *Arctous*, *Comarostaphylis*, *Ornithostaphylos* et *Xylococcus*) est inclus dans la sous-famille des *Arbutoideae*, dont la distinction est basée sur la morphologie des fruits et des fleurs, ainsi que dans les caractéristiques anatomiques et phytochimiques (Hileman *et al.*, 2001).

II.2. Le genre *Arbutus*

Comprend 14 espèces, réparties dans les régions tempérées et fraîches de l'hémisphère nord et de l'Amérique tropicale. En Europe continentale, nous distinguons deux espèces d'arbousier : *Arbutus unedo* L et *Arbutus andrachnoides* L. Ce dernier est limité aux zones autour de la mer Égée, en particulier la Grèce et Albanie du Sud. Quant à l' *Arbutus unedo* L, répartie en Méditerranée et en Atlantique (Dib, 2008).

II.3. *Arbutus unedo*

Une espèce très répandues surtout dans les régions tempérées ou froides, ils possèdent plusieurs noms communs comme l'arbousier, l'arbre aux fraises ou le fraisier en arbre (Boullard, 2001).

II.3.1. Place dans la systématique

La classification d'*Arbutus unedo* est comme suit (Guignard, 2001 ; Spichiger *et al.*, 2004).

Règne	:	Végétal
Embranchement	:	Spermatophytes
Sous-embranchement	:	Angiospermes
Classe	:	Dicotylédones
Sous-classe	:	Gamopétales
Ordre	:	Ericales
Famille	:	Ericacées
Genre	:	<i>Arbutus</i>
Espèce	:	<i>Arbutus unedo</i>

II.3.2. Nomenclature

- Nom scientifique : *Arbutus unedo* (Guignard, 2001).
- Nom arabe: Mathronia, Qatelabihia, Acir ed dob, Hennahameur, Lendj (Delille, 2007).
- Nom Français : Arbre aux fraise (Reymand, 2002) Arbousier (Delille, 2007).
- Nom Espagnol : Madrono (Ait-Youssef, 2006).
- Nom Allemand : Westliche erdbeebaum (Bossard, 1984).
- Nom Targuis ou Bérbére : Sisnou, Ticisnou, Bahenou (Beloued, 2001), (Delille, 2007).
- Nom Anglais : Strawberry tree, Apple of Cain (Bossard, 1984).

II.3.3. Description botanique

L'arbousier est un petit arbre à feuilles persistantes avec une hauteur moyenne comprise entre 2 et 10 mètres (Celikel *et al.*, 2008). Le tronc et les branches sont solides et l'écorce est brun rougeâtre, se détachant de manière fibreuse sur les spécimens plus âgés. Le fruit est évident, sphérique, rouge orangé à maturité, jusqu'à 2 cm de diamètre (Soufleros *et al.*, 2005). En automne, paraissent des bouquets de fleurs blanches ou rosées, de 25mm de diamètre, contrastant avec feuillage sombre. Assez rustique, cette espèce est sans exigence mais n'aime ni l'ombre ni un sol humide (Burnie *et al.*, 2005).



Figure 01 : Arbousier

(<https://images.app.goo.gl/BQGfP587SM8ujHcc9>)

II.3.3.1. L'écorce

Le tronc est recouvert d'une écorce écailleuse brun-rouge, marquée de fines gerçures. Les rameaux sont rudes et velus (**Brosse, 2005**).

II.3.3.2. Les Feuilles et fleurs

Les feuilles sont oblongues-lancéolées, aux bordures dentées, sont persistantes sur les rameaux glabres, alternes, coriaces et luisantes sur le dessus (**Ait-youssef, 2006**). Elles peuvent atteindre 5 à 8 cm de longueur sur 3 à 4 cm de largeur (**Boullard, 2001**). Le pétiole mesure 1 cm ou moins (**Maleš et al., 2013**). Les fleurs d'un blanc-verdâtre, en forme de clochettes de 1 cm de long, à 5 petites pointes recourbées, groupées en panicules pendant à l'extrémité des rameaux (**Polese, 2010**).



Figure 02: Feuilles et fleurs de l'Arbousier

(<https://images.app.goo.gl/11dRSXVPu71imGio6>)

II.3.3.3. Fruits

S'appelle arbouze est une baie ronde de 20 mm de diamètre (Silberfeld, 2011), à peau rugueuse couvertes de petites pointes coniques, rouge orangé à maturité à une durée de vie d'un an, sa chair est molle, acidulée et sucrée (Boulard et Iserin, 2001), et elle contient de nombreux petits pépins (Celikel *et al.*, 2008).



Figure03 : Fruit de l'arbousier (Ravel, 2013).

II.3.4. Répartition géographique

Réparties en régions tempérées chaudes de la méditerranée, de l'Europe occidentale et de l'Amérique du nord. L'une des espèces caractéristiques des sols méditerranéens acide ou siliceux, sur lisières boisées et pentes rocheuses dans tout le bassin méditerranéen mais absente dans certaines zones aux sols calcaires, et aussi sur la côte atlantique jusqu'à l'Irlande (Polese, 2010). Plante très abondante en Algérie dans les garrigues, les tells et les forêts, mais aussi en Tunisie et au Maroc (Ait-youssef, 2006). Elle se trouve aussi dans l'ouest, le centre et le sud de l'Europe, au nord-est de l'Afrique, les îles canaries et en Asie occidentale (Torres *et al.*, 2002). Elle se rencontre à des altitudes allant de 0 à 600 m, mais moins fréquemment au-delà de 1000 m (Ferard, 2003). Elle est très résistante en raison de sa tolérance à la sécheresse et sa capacité à se régénérer et recoloniser les forêts incendiées (Doukani et Tabak, 2014).



Figure 04 : Répartition mondiale d'*Abutus unedo* (Moualek, 2018).

II.3.5. Composition chimique d'*Arbutus unedo*

D'après l'étude physicochimique effectuée par plusieurs chercheurs ont montré l'existence de plusieurs composés chimiques dans le fruit, les feuilles, et racines (Pabuçcuoğlu *et al.*, 2003).

II.3.5.1. Les feuilles

Selon Ait-youssef (2006), les feuilles sont très riches en tanins (37%). L'arbutine et les dérivés de l'hydroquinone (Pavlović *et al.*, 2009), ainsi que les flavonoïdes, les glycosides phénoliques (quercitrine, isoquercitrine, hyperoside) sont d'autres composés phénoliques tel que arbutoflavonol A et arbutoflavonol B, étant identifiés et quantifiés dans des extraits de feuilles d'*A.unedo* (Maleš *et al.*, 2006).

II.3.5.2. Les racines

Cette partie est composé principalement de catéchines, considérées comme un puissant antioxydant et anti-inflammatoire.

D'autre part, la racine a une teneur en acide plus faible acide benzoïque, acide gallique, protocatéchique et largement trouvé par la présence d'acide caféique qui est un composé étudié dans le traitement du cancer de la prostate anti-mutagène (Miguel *et al.*, 2014). Les autres composés phénoliques (les anthocyanes et flavonoïdes) possèdent un teneur faible dans les parties aériennes de la racine (Miguel *et al.*, 2014).

II.3.5.3.Fruits

D'après **Miguel *et al.* (2014)**, il renferme plusieurs composés chimiques dont :

✓ **Les composés phénoliques**

Le fruit de l'arbousier contient beaucoup d'acides phénoliques (acide gallique, acide vanillique ...), les flavonols (10,86 mg/100g), les flavan-3-ols (36,30 mg / 100 g), les dérivés de galloyl (24,63 mg / 100 g) et d'anthocyanes (13,77 mg / 100 g) sont identifiés et quantifiés réalisée par la méthode de chromatographie en phase gazeuse couplée à la masse (CPG/SM).

✓ **Vitamines**

La vitamine C (89mg/100g), la vitamine E (55,7mg/100g) et les caroténoïdes M. (**Lefahal, 2014**).

✓ **Les sucres**

Les sucres solubles identifiés et quantifiés dans cette étude étaient : le fructose (27,8%) ,glucose(21,5%) , saccharose (1,80%) et le maltose (1,11%).

La teneur en glucose et fructose augmente avec la maturation du fruit, tandis que le saccharose reste inchangé (**Doukani et Tabak, 2015**).

✓ **Acides gras**

La composition a été évaluée par (**Barros *et al.*, 2010**), 21 acides gras ont été identifiés et quantifiés, l'acide α -linoléique (C18:3n3) (36,51 %), et les acides gras polyinsaturés (58,28 %).

✓ **Les éléments minéraux**

D'après **Doukani et Tabak (2015)**, le fruit de l'arbousier contient 68.18% d'eau, 17.66% des solides solubles (les sucres, les sels, les protéines et les acides carboxyliques...).

L'arboise a montré que les teneurs des sels minéraux dans ce dernier sont très variables, on résulte que l'arboise est très riche en calcium, potassium, magnésium, sodium et phosphore, par contre le cuivre, lithium, manganèse, nickel, plomb, se trouvent sous forme de trace (**Dib, 2008**).

II.3.6. Propriétés et usages

Des études *in vitro* ont montré que les extraits de différentes parties de l'*Arbutus unedo* L., présente un intérêt important en raison de ses usages traditionnels, industriels, chimiques et pharmaceutiques pour traiter de nombreuses maladies. Arbousier possèdent plusieurs propriétés biologiques telles que : l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, antimicrobienne, et anticancéreuse.

II.3.6.1. Activité antimicrobienne

Les espèces microbiennes constituent un danger pour l'homme. Ils peuvent avoir divers effets nocifs sur la santé, entraînant ainsi de graves menaces pour tous les êtres humains, Les antibiotiques réduisent considérablement la mortalité par maladie contagieux. Cependant, leur abus et leur utilisation fréquente ont conduit à l'apparition des bactéries résistantes à ces médicaments. Pour surmonter ce problème, la recherche scientifique s'est tournée vers des extraits de plantes potentiellement riches en biomolécules antimicrobiens. Le mécanisme par lequel les extraits de plantes exercent une activité antimicrobienne pas clair. Certains auteurs ont émis l'hypothèse que les biomolécules présentes dans ces extraits par exemple les polyphénols et plus particulièrement les flavonoïdes agissent sur la membrane cytoplasmique ou paroi cellulaire bactérienne, causant des dommages structurels et fonctionnels (**Heinonen, 2007**).

Les fruits d'arbousier ont des propriétés antiseptiques des voies urinaires, recommandé en cas de la dysenterie (**Alarcao et al., 2001**). Ils peuvent soulager les douleurs de gorge et les débuts d'angine en gargarisme (**Iserin, 2001**). La racine d'Arbousier serait un désinfectant des voies urinaires grâce à l'arbutoside (arbutine) qu'elle renferme (**Boullard, 2001 ; Iserin, 2001**), on utilise la racine pour soigner des blennorragies. Tandis que l'écorce rougeâtre (brun/rouge) est exploité dans le traitement des troubles gastro intestinaux, mais aussi dans le traitement des problèmes urologiques et dermatologiques (**Leonti et al., 2009**). Les feuilles persistantes sont tenues pour antiseptiques urinaire (**Marrioto et al., 2008**), aussi en cas de diarrhée (**Boullard, 2001**). Les fleurs sont antipyrétiques (aident à réduire la fièvre).

II.3.6.2. Activité antioxydante

Dans des conditions physiologiques, l'oxygène est une molécule nécessaire à la vie du l'organisme aérobie. Cependant, il peut former des espèces partiellement réduites et les espèces hautement toxiques sont appelées espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Popovici et**

al., 2009). Le déséquilibre entre la surproduction d'ERO et d'antioxydants endogènes est à l'origine du stress oxydatif impliqué dans de nombreuses pathologies comme le cancer, maladie cardiovasculaire, etc. Cependant, l'alimentation et les plantes médicinales dont *Arbutus unedo* sont d'importantes sources d'antioxydants naturels car principalement à cause de leurs composés phénoliques (Fortalezas *et al.*, 2015).

II.3.6.3. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est la réponse d'un tissu vivant à une agression, c'est un processus normal, le but est de détruire les agents pathogènes et de réparer les lésions tissulaires causées par ce dernier. Cependant, il peut avoir des effets négatifs en raison de son agressivité agents pathogènes, leur persistance, les sites d'inflammation, la dérégulation à travers le processus d'inflammation ou par des changements quantitatifs ou qualitatifs dans les cellules impliquées de l'inflammation. Il est maintenant admis que le rôle des polyphénols ne se limite pas à leurs propriétés antioxydants. Parmi ces nombreuses autres activités, l'effet anti-inflammatoire est encore très recherché (Moualek, 2018).

L'effet anti-inflammatoire d'une solution aqueuse des feuilles d'*Arbutus unedo L.* a été mis en évidence par Mariotto *et al.* (2008).

Cet effet semble être lié avec la réduction de la production d'interleukine et d'autres cytokines pro-inflammatoires comme le facteur de nécrose tumorale (TNF- α), la baisse du recrutement des neutrophiles, de l'expression de l'oxyde nitrique synthétase inducible (INOS), de l'activité de la protéine COX-2, et par conséquent, la réduction des lésions tissulaires (El houari *et al.*, 2007).

II.3.6.4. Activité anticancéreuse

Le développement d'un cancer peut être lié à plusieurs facteurs comme par exemple l'alimentation déséquilibrée, le tabac, la consommation d'alcool, l'exposition solaire, certains médicaments (distilbène), la pollution atmosphérique, le stress, etc (Mocanu, 2015). Les propriétés d'*Arbutus unedo L.* anticancéreuses et anti-tumorales ont été mises en évidence dans de nombreuses études in vitro (Afrin *et al.*, 2017 ; Morgado *et al.*, 2018).

II.3.6.5. Activité antidiabétique

Le diabète est une maladie chronique qui résulte d'une anomalie du métabolisme glucidique. *Arbutus unedo* est la plus utilisées traditionnellement pour traiter le diabète.

L'étude *in vitro* permis d'évaluer l'effet de l'extrait aqueux des racines d'*Arbutus unedo* L. sur des rats à l'aide du test de tolérance au glucose (OGTT) (**Bnouham et al., 2007**).

II.3.6.6. Activité antihypertensive

Une étude réalisée par **Afkir et al. (2008)** prouve que le traitement des rats, pendant une longue durée avec l'extrait de racines d'*Arbutus unedo* L. réduit le développement de l'hypertension, prévient l'hypertrophie myocardique et améliore la réactivité vasculaire.

II.3.6.7. Utilisation alimentaire

L'arbose est comestible crus ou cuits à une saveur fade, il peut être utilisé pour la réalisation de confiture et de pâtisserie puisque frais il n'est pas aussi agréable au goût (**Serçe et al., 2010**). Il sert également à la confection des marmelades et des gelées (**Reynaud, 2002**), des sirops d'agrément, liqueur surfine, sucre, et vinaigre.

II.3.6.8. Autres utilisations

L'utilisation des extraits d'arbousier est recommandée dans les produits (**Choucha et Chabani, 2016**) :

- Des shampoings pour cheveux gras à tendance pelliculaire.
- Des produits d'hygiène corporelle.
- Des crèmes pour peaux grasses à tendance acnéique.
- Des lotions démaquillantes pour peaux mixtes.
- Des produits de massage pour les pieds et les jambes lourdes.

II.3.7. Toxicité

Toutes les parties sont dangereuses mais surtout les feuilles. Ces plantes contiennent une toxine, l'andromédotoxine (diterpène tetracyclique), responsable de vomissements et de baisse de tension et aussi des coliques et des effets proches de l'ébriété pouvant entraîner la mort si elle est absorbée en doses importantes, donc il faut consommer avec modération (**Aouadhi, 2010**).

Le fruit est déconseillé pendant la grossesse et en cas d'affection rénale (**Iserin, 2001**), souligne la nécessité de respecter les doses d'arbouses consommées car : elles sont antidiarrhéiques en petite quantité, et deviennent purgatives en grande quantité (**Boullard, 2001**)

Partie 2 : Etude expérimentale

Matériel et méthodes

1. Objectif

Le travail expérimental que nous avons réalisé a été effectué au sein du laboratoire de Biochimie et de Microbiologie de la faculté des Sciences de la nature et de vie de l'université de Abou-Bekr Belkaid Tlemcen.

L'objectif de cette étude est de tester l'activité antifongique *in vitro* de trois extraits : eau-acétone, n-butanol et aqueux des fruits d'*Arbutus unedo* récoltés dans la région de Tlemcen vis-à-vis de deux levures *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* IPP444

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué des fruits d'*Arbutus unedo* récoltés au début du mois de Décembre 2021 dans la région de Nedroma, située au nord-ouest de Tlemcen à proximité de la frontière marocaine.



Figure 05 : Fruit d'Arbousier frais

3. Matériel biologique

L'activité antifongique des extraits étudiés a été testée sur deux souches pathogènes (Tableau02)

Tableau 02 : Nature et origine des souches testées.

Souches	Type de microorganisme	Origine
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	Levures	Laboratoire de recherche Microbiologie, Université de Tlemcen, Algérie.
<i>Candida albicans</i> IPP444		

*Candida albicans* ATCC 10231*Candida albicans* IPP 444**Figure 06** : Souches fongiques testées

4. Appareillages

Le tableau suivant récapitule les différents appareillages et consommables utilisés dans notre étude.

Tableau N°03 : Différents appareillages et consommables utilisés.

Verrerie	Eprouvettes, erlenmeyer, béchers, entonnoir, fioles, tubes à essai, pipette pasteur.
Autres matériels	Boîtes de Pétri, papier filtre stérile, anse de platine, écouvillons, disques en papier stériles, bec benzène, micropipette réglable.
Appareillage	Balance de précision, agitateur magnétique, centrifugeuse, vortex, rota vapeur, étuve, autoclave, plaque chauffante.
Milieux de culture utilisés	Gélose Sabouraud
Solvants	Eau distillée, eau-acétone, n-butanol

5. Préparation des extraits de l'*Arbutus unedo*

5.1. Préparation de l'extrait eau-acétone

Dans un premier temps, les fruits sont découpés en très petits morceaux et mis dans un mélange eau-acétone. Ce dernier subit une extraction liquide-liquide par deux solvants différents: eau-acétone, et n-butanol.

-10g des fruits sont macérés dans 100ml du mélange eau-acétone dans une proportion volumique (30ml d'eau /70ml acétone), à température ambiante pendant 24h.

Après filtration une partie du filtrat est séchée à l'étuve à 50°C pendant 24h pour donner l'extrait brut, et l'autre subit une extraction liquide-liquide (V/V) par le n-butanol pour donner deux fractions organique et aqueuse.



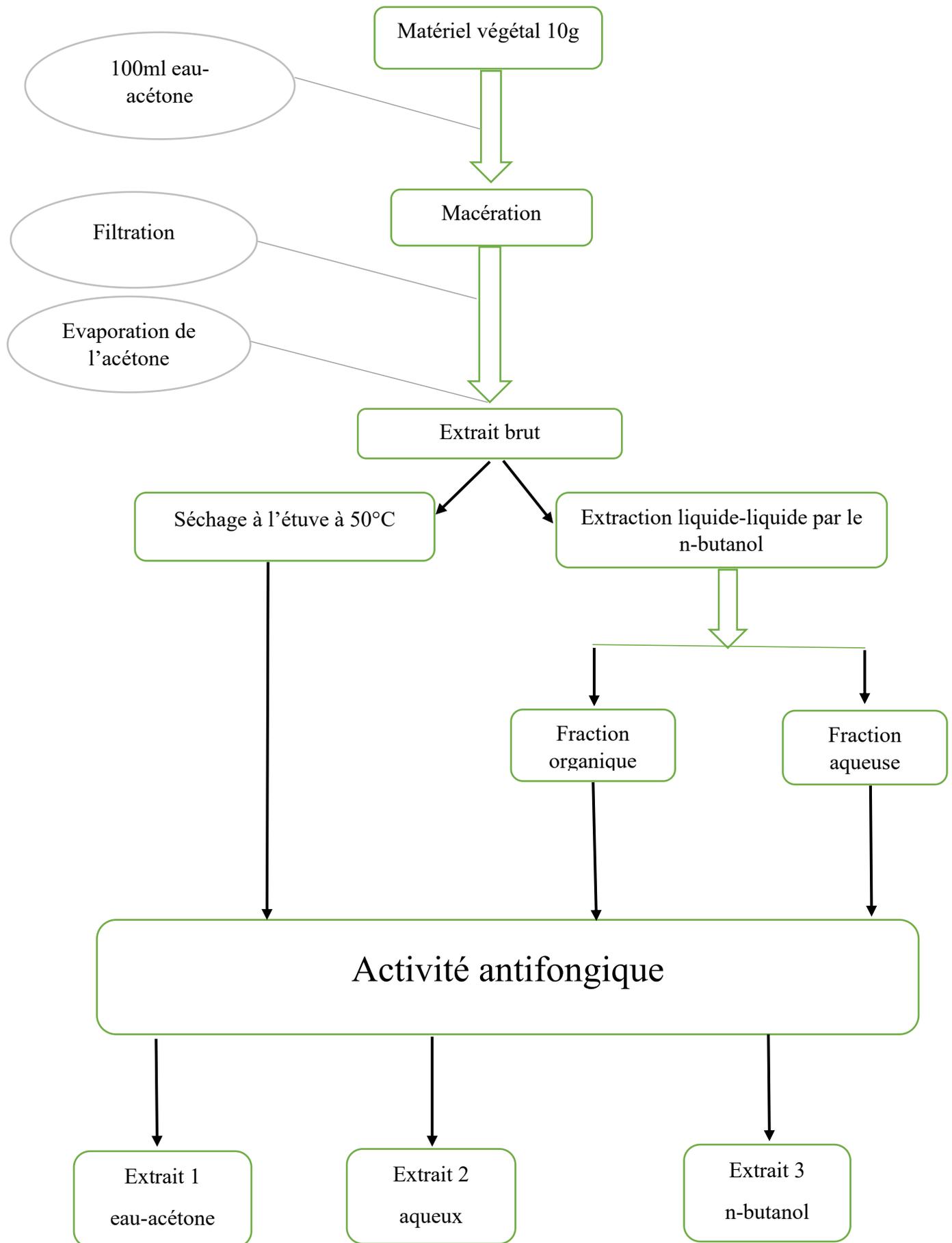
Figure 07 : Les étapes de préparation de l'extrait eau-acétone.

5.2. Extraction liquide-liquide

- Après filtration la deuxième partie du filtrat subit une extraction liquide-liquide (V/V) par le n-butanol pour donner deux fractions organique et aqueuse.
- Fraction organique évaporée l'aide de rota-vapor à 50°C
- La fraction aqueuse séchée à l'étuve dans les mêmes conditions.



Figures 08 : Les étapes de l'extraction liquide-liquide

**Figure 09** : Protocole expérimentale

6. Calcul de rendement

Après l'extraction, les extraits séchés sont récupérés et le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$R = [(M2-M1)/P] \times 100$$

R : Rendement exprimé en %.

M2 : La masse de la boîte Pétri vide en gramme

M1 : La masse de la boîte Pétri après séchage (contient l'extrait) en gramme

P : 2g (poids de matériel végétal pris d'essai)

7. Evaluation de l'activité antifongique des extraits de l'*Arbutus unedo*

L'activité antifongique des extraits des fruits de l'*Arbutus unedo* vis-à-vis les levures a été évaluée par :

- ✓ Méthode de diffusion sur gélose (méthode des disques)
- ✓ Méthode des puits

Tous les tests ont été répétés trois fois.

7.1. Préparation des solutions des extraits

Les trois extraits ont été dissous dans l'eau distillée pour obtenir une solution mère de 200 mg/ml.



Figure 10 : Préparation des solutions des extraits

7.2. Préparation des suspensions fongiques

Les tests antifongiques sont effectués à partir de colonies jeunes de 18 à 24 h en phase de croissance exponentielle.

7.3. Préparation de milieu de culture

La gélose de Sabouraud est préparé à partir d'un milieu de culture déshydraté, on ajoute la quantité nécessaire de milieu (poudre) dans erlenmeyer contenant de l'eau distillé, puis agiter et déposer le tout sur plaque chauffant. Après il est coulé et réparti dans des boîtes de pétri stériles. Ces dernières sont séchées pendant 30 min à une température ambiante avant leur emploi.

7.4. Préparation de l'inoculum

Des colonies bien séparées des souches fongiques étudiées ont été prélevées à l'aide d'une anse de platine dans un tube à essai contenant de l'eau physiologique. Les densités optiques sont ajustées à l'aide d'un colorimètre à une longueur d'onde de 520 nm pour les levures où la densité optique doit être comprise entre 0.12 à 0.15 l'équivalent de 10^6 UFC/ml (Clci, 2006). Ajuster la suspension en ajoutant du milieu si la valeur est supérieure à la limite minimale ou en ajoutant des colonies si elle est inférieure à la limite maximale (Gachkar *et al.*, 2007; Houekou *et al.*, 2016).

7.5. Ensemencement

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage en stries serrées, en tournant la boîte d'environnant 60°C, l'ensemencement s'effectue de telle sorte à assurer une distribution homogène des champignons sur les boites (Figure 11).

7.6. Application de la méthode des disques

A partir de l'inoculum préparé, une suspension a été utilisée pour ensemer des boîtes de pétri par écouvillonnage (afin d'obtenir un tapis), après on laisse les boîtes sécher pendant quelques minutes, un disque de papier Whatman stérile de 6 mm de diamètre imbibé avec 10 µL des extraits : eau -acétone, n-butanol et aqueux sont déposés, un disque imbibé de 10µL d'eau distillée stérile est utilisé comme témoin négatif, un antifongique Amphotéricine B est utilisé comme témoin positif sur la même boîte.

Les boîtes sont laissées une heure à température ambiante pour permettre la diffusion des extraits, puis elles sont incubées à 37°C pendant 48 h. Après incubation, le diamètre

d'inhibition est mesuré en millimètres à l'aide d'une règle, disque inclus (Chebaibi *et al.*, 2016; Haddouchi *et al.*, 2016).

7.7. Application de la méthode des puits

La méthode de diffusion très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongigrame), repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide. Après séchage des boîtes ensemencées et suivant le protocole décrit par (Hazzit *et al.*, 2009), la gélose est perforée à l'aide de la partie supérieure d'une pipette pasteur (de 6 mm de diamètre). Les cavités ainsi formées sont remplies de la solution d'extrait (20 μ L de l'extrait dans chaque puits) (Figure 11).

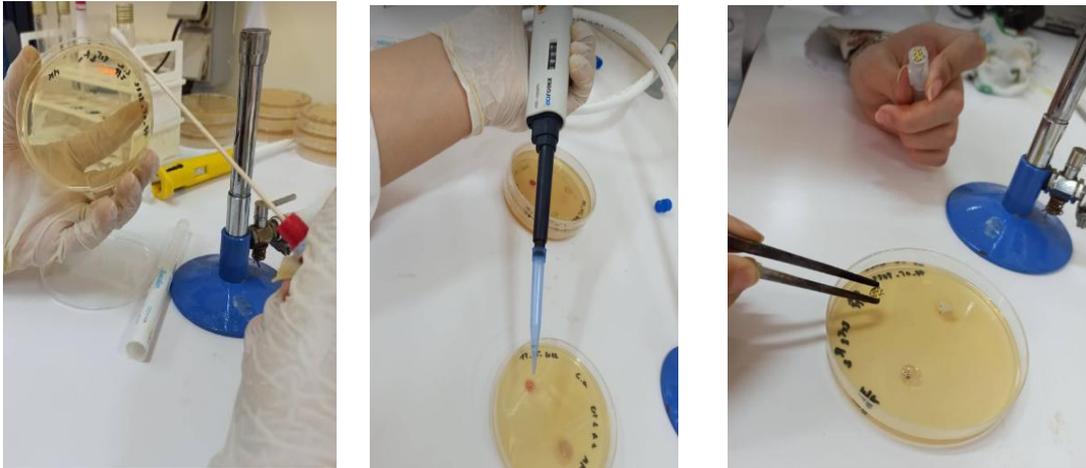


Figure 11 : Ensemencement et application du test antifongique

Résultats et discussion

I. Extraction

La figure ci-dessous montre les aspects des extraits obtenus :

L'extrait eau-acétone est d'une couleur brune et d'un aspect pâteux alors que la fraction organique est rougeâtre légèrement pâteuse. La fraction aqueuse est de couleur marron claire ayant un aspect pâteux (Figure 12).

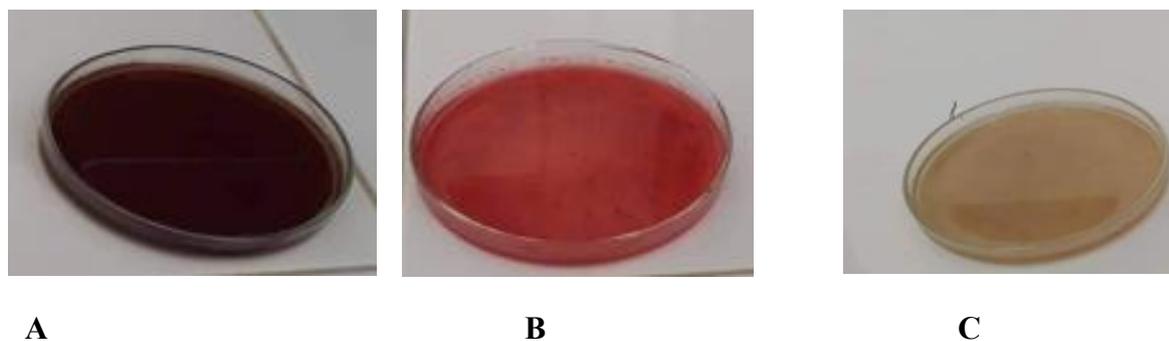


Figure 12 : Les différents extraits préparés. (A) Extrait brut, (B) Fraction organique (n-butanol), (C) Fraction aqueuse

2. Rendement

Après extraction et élimination de toute trace de solvant, le rendement de l'extrait eau-acétone est calculé par la formule précédente.

Tableau 04 : Le rendement de l'extrait eau-acétone d'*Arbutus unedo*

Extrait	eau-acétone
Le rendement %	29,93%

Ce résultat obtenu montre que l'extrait eau-acétone a donné un bon rendement de 29,93%

3. Etude de l'activité antifongique

La méthode de diffusion des disques et des puits sur gélose Sabouraud a été utilisée pour la mise en évidence de l'activité antifongique.

L'activité antifongique est estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques et des puits contenant les extraits à tester vis-à-vis de deux souches pathogènes : *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* IPP 444. Le résultat est positif si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieure de 8 mm (puits de 6 mm est incluse après 48 h d'incubation à une température de 37°C) (Tabak, 2007).

La méthode de diffusion sur disque n'a donné aucun résultat, cela probablement due à la faible diffusion de l'extrait. Les résultats sont présentés dans la figure et le tableau suivants.

Tableau 05 : Diamètre de zone d'inhibition (mm) des trois extraits vis-à-vis des souches testés.

Les champignons testés	Diamètres des zones d'inhibition (mm) à 200 mg/ml			Amphotéricine B (mm)
	Eau-acétone	Aqueux	n-butanol	
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	12	/	16	26
<i>Candida albicans</i> IPP 444	/	/	/	27



Figure 13 : Résultats des tests antifongiques des extraits vis-à-vis les deux levures

Il a été observé que la levure *Candida albicans* ATCC 10231 présente la grande zone d'inhibition de 16 mm avec l'extrait n-butanol par rapport l'extrait eau-acétone avec une zone d'inhibition de 12 mm. Les résultats obtenus ont montré que la souche *Candida albicans* IPP 444 a une résistance vis-à-vis les trois extraits : eau-acétone, n-butanol et aqueux des fruits de l'*Arbutus unedo*,

Ces souches fongiques sont extrêmement sensibles à l'Amphotéricine B avec des zones d'inhibition remarquable de 26 et 27 mm.

La fraction n-butanol présente une activité antifongique très efficace contre la souche *Candida albicans* ATCC 10231 par rapport à celle de l'extrait eau-acétone, la sensibilité

variable de cette souche est peut être expliquée par la variation de la composition chimique des extraits testés des fruits de l'*Arbutus unedo*. Cependant la fraction aqueuse, n'a aucun effet sur les souches fongiques

En général, les deux extraits testés brut et organique témoignent l'activité antifongique seulement pour la souche *Candida albicans* ATCC 10231. Cette activité peut être indicative de la présence des métabolites ou des composés végétaux de la plante en citant les alcaloïdes, les withanolides et les flavonoïdes.

On peut déduire que la fraction organique a une meilleure activité que les autres extraits : brut et aqueux.

La comparaison de nos résultats, en termes de l'activité antifongique, avec ceux rapportés par la littérature reste difficile car à notre connaissance les études similaires à notre objectif réalisées sur le fruit d'*Arbutus unedo* est quasi-inexistant.

Gheraibia et Lahcene (2020), ont montré que les quatre extraits : Dichlorométhane, d'acétate d'éthyle, n-butanol et aqueux exercent une activité inhibitrice sur deux types de souches de références (*Candida albicans* L24 et *Candida albicans* L36). Une activité inhibitrice plus intense pour la souche *Candida albicans* L36 appliquée aux extraits eau-acétone et n-butanol, avec une zone d'inhibition de 21,33 mm et 21 mm, respectivement contre des diamètres d'inhibition de 20,33 mm et 19,37 pour la souche *Candida albicans* L24, ces résultats ont montré une activité antifongique proche de nos résultats.

Certains auteurs ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de cette plante avait une bonne activité antimicrobienne sur des souches testés telles que *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* (**Moualek, 2018**). Par contre, **Ferreira et al., (2012)** ont évalué *in vitro* l'activité antifongique des extraits bruts d'arbousier contre la souche fongique : *Candida albicans*, ils ont utilisé la méthode de diffusion des disques. Les résultats obtenus ont montré que l'extrait brut n'avait aucun effet antifongique sur *Candida albicans*, qui a présenté une grande résistance.

L'activité antifongique des extraits des feuilles d'*Arbutus unedo* est largement traitée dans la littérature scientifique. La fraction insaponifiable de ses feuilles a été active pour inhiber la croissance de *Candida albicans* (**Dib et al., 2010**).

Les fruits d'arbousier ont des propriétés astringentes, diurétiques et antiseptiques des voies urinaires, recommandé en cas de la dysenterie (**Alarcao et al., 2001**).

Il ressort de cette analyse que les fruits de l'arbousier sont efficaces et chaque composé agit différemment sur les champignons. De ce fait, une étude plus approfondie sera nécessaire sur la purification du principe actif de cet extrait, afin d'ouvrir la voie au développement de nouveaux médicaments potentiels pour traiter des infections fongiques opportunistes résistantes.

Conclusion générale

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

Ce présent travail a été mené dans le cadre d'évaluer l'activité antifongique des extraits : eau-acétone, n-butanol et aqueux des fruits de l'*Arbutus unedo*, une plante médicinale de la famille des Ericaceae et qui constitue une source intéressante de substances bioactives. La méthode de diffusion sur gélose des disques et des puits a été effectuée pour déterminer cette activité. Le rendement de l'extrait eau-acétone s'avère très important de l'ordre de 29,93%.

L'extrait eau-acétone et la fraction n-butanol présentent une bonne activité antifongique contre la souche *Candida albicans* ATCC 10231 avec des zones d'inhibition de 12mm et 16mm respectivement. Tandis que, la fraction aqueuse ne possède aucun effet antifongique vis-à-vis *Candida albicans* ATCC 10231.

Les trois extraits ne possèdent aucun effet antifongique sur la souche *Candida albicans* IPP 444.

La meilleure activité antifongique enregistrée dans cette étude était de la fraction n-butanol considérée comme la plus active.

A la lumière de ces résultats, cette étude préliminaire nécessite d'autres recherches qui s'intéressent à :

- Evaluer l'activité antifongique par d'autres méthodes *in vitro*
- Réaliser l'extraction avec d'autres solvants de polarité différente.
- Etudier d'autres activités biologiques : l'activité antibactérienne, antioxydante, etc.
- Evaluer l'activité antimicrobienne par des essais *in-vivo* sur des animaux de laboratoire.
- L'identification exacte des composés actifs de la plante *Arbutus unedo*

Références bibliographiques

A

1. **Afkir S, Nguelefack T. B, Aziz M, Zoheir J, Cuisinaud G, Bnouham M, Mekhfi H, Legssyer A, Lahlou S, Ziyat A (2008).** Arbutus unedo prevents cardiovascular and morphological alterations in L-NAME-induced hypertensive rats. Part I: Cardiovascular and renal hemodynamic effects of Arbutus unedo in L- NAME-inducedhypertensive rats. *J. Ethnopharmacol.* 116: 288-295.
2. **Afrin, S., Forebes-Hernandez, T.Y., Gasparrini, M., Bompader, S.,Guiles, J.L., Sanna, N., Glampieri, F., & Battino, M. (2017).** Strawberry-tree honez induces growth inhibition colon cancer cells and increases ros generation: acomparison with manuk a honey. *International Journal and Molecular Sciences*, 18(3),2-19.
3. **Ait-Youssef, M. (2006).** Les plantes médicinales en Kabylie. Édition Ibispresse,Paris, 349 p.
4. **Alarcao-E-Silva, M. L. C. M. M., Leitão, A. E. B., Azinheira, H. G., & Leitão, M.C. A. (2001).**The arbutus berry: studies on its color and chemical characteristics attwomature stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(1), 27-35.
5. **Aouadhi, S. (2010).** Atlas de risques de la phytothérapie traditionnelle à l'étude de 57plantes recommandées par les herboristes. Mém. Mas. en toxicologie. Faculté demédecine de Tunisie.
6. **Arnal-Schnebelen B (2004).** La place de la phytothérapie dans arsenal des traitements mis en œuvre par les médecins généralistes. Paris : Pierre Fabre.

B

7. **Badiaga M. (2011).** Étude ethnobotanique, phytochimique et activitésbiologiques deNauclea latifolia (smith). Une plante médicinale africainerécoltée au Mali, Thèse deDoctorat, Université de Bamako, 137 p.
8. **Bakchiche B. et Gherib A. (2014).** Activités antioxydantes des polyphénolsextraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 9 No: 167-172.
9. **Barros, L., Carvalho, A. M., Morais, J. S., & Ferreira, I. C. (2010).** Strawberry-tree,blackthorn and rose fruits: Detailed characterisation in nutrients and phytochemicalswith antioxidant properties. *Food chemistry*, 120(1), 247-254.
10. **Beloued A. (2001).** Plantes médicinales d'Algérie. Office des Publications Universitaires, alger.277p.Asesno, Assisnou, Issinssou.
11. **Benbelaïd, F., Khadir, A., Abdoune, M. A., & Bendahou, M. (2013).**Phytochemical screening and in vitro antimicrobial activity of

- Thymus lanceolatus Desf. From Algeria. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 3(6),454-459.
12. **Bnouham, M., Merhfouf, F.Z., Legssyer, A., Mekhfi, H., Maâllem, S., & Ziyat, A. (2007).** Antihyperglycemic activity of *Arbutus unedo*, *Ammoides pusilla* and *Thymelaea hirsuta*. Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences, 62(8), 630-632., M., ME.
 13. **Bossard R. et Cuisance P. (1984).** Arbres et arbusres d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. Ed : Tec & Doc Lavoisier.458p.
 14. **Boullard, B. (2001).** Plantes médicinales du monde Croyance et réalités. Ed ESTM.Paris ,636p.
 15. **Bouزيد, K. (2015).** Contribution à l'étude des options de valorisation de l'espèce *Arbutus unedo* L.dans l'Ouest Algérien. Thèse de Doctorat 3ème Cycle en Science de l'Environnement, option : Gestion,Valorisation des Ressources Natur .
 16. **Brosse J. et Pelt J.M. (2005).**Larousse des arbres. Ed Larousse. Paris.576p.
 17. **Burnie, G., Forrester, S., Greig, S., Guest, S., Harmony, M., Hobley, S., Jackson, G., Lavarack, P., Ledgett, M., McDonald, R., Macoboy, S., Molyneux, B., Moodie, D., Moore, J., Newman, D., North, T., Pienaar, K., Ryan, S., Schien, G. et Silk, J. (2005).**Botanica: Encyclopédie de botanique et dhorticulture. Chine, p.106.
- C
18. **Celikel G, Demirsoy L, Demirsoy H (2008).** The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.)Selection in Turkey. Sci. Hortic. 118:115-119.).
 19. **Chebaibi, A., Marouf, Z., Rhazi-Filali, F., Fahim, M., & Ed-Dra, A. (2016).** Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc.Phytothérapie, 14(6), 355-362.
 20. **Choucha, S ., Chabani, D (2016).**Contribution à l'étude de la répartition et la variabilité des polyphénols en fonction de l'âge des différents organeschez l'arbousier (*Arbutus unedo*) dans la forêt d'Ait Ghobri (wilaya deTiziOuzou).Mémoire de fin d'étude.Université Mouloud Mammeri -TIZI OUZOU.
 21. **CLCI (2006).** Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically;Approved Standard. Seventh Edition. CLSI document M7-A7 (ISBN 1-56238-587-9). 26(2) : 31 pages.

D

22. **Delille L. (2007)** .les plantes médicinales d'Algérie. Édition BERTI, 148p.
23. **Delille L. (2013)**. Les plantes médicinales d'Algérie ; 3ème Ed ; Edition BERTI.240p.
24. **Dethloff, F. et al. (2014)**. Profiling methods to identify cold-regulated primary metabolites using gas chromatography coupled to mass spectrometry, in *Plant Cold Acclimation*. Springer. p. 171-197.
25. **Dib, M. A. (2008)**. Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de quelques polyphénols présents dans l'*Arbutus unedo*. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaïd.
26. **Diba, M. A., Paolini, J., Bendahou, M., Varesi, L., Allali, H., Desjobert, J. M., ...& Costa, J.(2010)**. Chemical composition of fatty acid and unsaponifiable fractions of leaves stems and roots of *Arbutus unedo* and in vitro antimicrobial activity of unsaponifiable extracts. *Natural product communications*, 5(7), 1085-1090.
27. **Doukani, K. et Tabak, S. (2014)**. Profil Physicochimique du fruit & Lendj"(Arbutus unedo L.). *Nature & Technology*, n°12, p. 53-66.
28. **Doukani, K., & Tabak, S. (2015)**. Profil Physicochimique du fruit" Lendj Arbutus unedo L.). *Nature & Technology*, (12), 51.

E

29. **El Hahouari M., Lopez, J.J., Mekhfi H., Rosado J.A.et Salidom.G. (2007)**,Antiagregant effects ofArbutus unedo extracts. *J Ethnopharmacol*, 325–331.

F

30. **Ferard, P. (2003)**.La nature est une source d'inspiration importante dans la pratique photographique. Thème : Végétal,N° 1256 :1-2.
31. **Ferreira, S., Santos, J., Duarte, A., Duarte, A.P., Queiroz, J.A., & Domingues, F.C. (2012)**. Screening of antimicrobial activity of *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* extracts. *Natural Product Research*, 26(16), 1558-1560.
32. **Fortalezas, S., Tavares, L., Pimpão, R., Tyagi, M., Pontes,V.,Alves, P.M., Mcdougall, G., Stewart,D.,Ferreira , R.B. et Santos,C.N.(2010)**. Antioxidant Properties and Neuroprotective Capacity of Strawberry Tree Fruit (*Arbutus unedo*). *Nutrients*, 2(2), 214-229.

G

33. **Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., & Rasooli, I. (2007)**. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and

- Rosmarinus officinalis essential oils. Food chemistry, 102(3), 898-904; Houekou, Y. P., Tchacondo,
34. **Gayet, C.** Guide de poche de phytothérapie. 1ère édition. Paris : éditions Leduc.s, **2013**. 128p.
35. **Gbogbo,T., Agban,A. K., Pissang,A., Atakpama, P., & W., ... Akpagana, K. (2016).**Activités antimicrobiennes de Parquetina nigrescens (Afzel.) Bullock, une plante utilisée en médecine traditionnelle togolaise dans le traitement des infections microbiennes.Afrique Science, 12(5), 182-188.
36. **Gheraibia, M et Lahcene, A. (2020).**Etude biologique de l'Arbouse fruits de l'Arbousier (Arbutus unedo L.) de la région de Souk-Ahras. MEMOIRE DE MASTER.Université Larbi Tébessi-Tébessa.
37. **Gravot, A. (2008).** Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux.
38. Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.
39. **Grunwald J. Janick C.** guide de la phytothérapie. 2ème édition. Italie : marabout ; **2006**.
40. **Guignard J.L. (2001).** Botanique systématique moléculaire. Ed: Masson. Paris. 290p.
- H**
41. **Haddouchi, F., Zerhouni, K., Adel, S. Y., & Chaouche, T. M. (2016).** Évaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits ; Helichrysum stoechas subsp.rupestre. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liege, 85, 152-159.
42. **Haudret J-C.** Bien se soigner par les plantes. 1ère édition. Paris : éd SOLAR ; **2004**.
43. **Herbinet C.** Les compléments alimentaires en phytothérapie [Internet] [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Henri Poincaré ; **2004**. Disponible sur:http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_T_2004_HERBINET_CAROLINE.
44. **Hazzit, M., Baaliouamer, A., Veríssimo, A. R., Faleiro, M. L., & Miguel, M. G. (2009).**Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. Food chemistry, 116(3), 714-721.,
45. **Heinonen, M. (2007).** Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolics—a Finnish perspective. Molecular nutrition & food research, 51(6), 684- 691.
46. **Hileman, L. C., Vasey, M.C., Parker, V.T. (2001).** Phylogeny and biogeography of the Arbutoideae (Ericaceae): implications for the Madrean-Tethyan hypothesis. Systematic Botany, 26(1): p. 131-143.

47. **Hilinaruthnadia**. Les bénéfiques et les inconvénients de la phytothérapie. [en ligne]. [consulté le : 16/02/2018]. Disponible sur : [http:// :hilinaruthnadia.e-monsite.com](http://hilinaruthnadia.e-monsite.com). Arnal-Schnebelen B (2004). La place de la phytothérapie dans ; arsenal des traitements mis en œuvre par les médecins généralistes. Paris : Pierre Fabre.
48. **Hopkins W. G., 2003** _ Physiologie végétale. 2ème édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris: 514.

I

49. **Iserin P. (2001)**. Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2ème Ed, Larousse, Londre. 275p
50. **Iserin P., Masson M., Restellinij. P., Ybert E., De laage De Meux A., Moulard F., Zha E., De La Roque R., De La Roque O., Vican P., Deesalle -Feat T., Blaujeaud M., Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001** _ Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2ème édition de VUEF, Hong Kong: 335.

K

51. **Kansole, M.M.R. (2009)**. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
52. **Kunkele U et Lobmeyer T.R., 2007** _ Plantes médicinales, Identification, Récolte, Propriétés et emplois. Edition parragon Books L tol : 33 _ 318.

L

53. **Labrani, Pr. (2021-2022)**. Chp 4 : Composés phénoliques. Biochimie végétale. L3-BPV-FSNV/UFMC.
54. **Lefahal. (2014)**. Etude phytochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales algériennes appartenant aux familles plumbaginaceae, tamaricaceae et apiaceae. Thèse de doctorat. Université de Constantine 1. P118.
55. **Leonti, M., Casu, L., Sanna, F., & Bonsignore, L. (2009)**. A comparison of medicinal plant use in Sardinia and Sicily—De Material Medical revisited. *Journal of ethnopharmacology*, 121(2), 255-267.
56. **LLusià, J. - Peñuelas, J. (2000)**. Seasonal Patterns of terpene content and emission from seven Mediterranean woody species in field conditions. *American Journal of Botany*, 87, pp. 133-140.

M

57. **Madoui et Khither (2020 /2021)**. Chapitre III : Lipides. 2 ème Agronomie biotechnologie. Université Ferhat Abbas Sétif -1-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
58. **Maleš, Ž., Plazibat, M., BILUŠIĆ VUNDAĆ, V. J. E. R. A., & Žuntar, I. (2006)**. Qualitative and quantitative analysis of flavonoids of the strawberry tree *Arbutus unedo* L.(Ericaceae). *Acta pharmaceutica*, 56(2), 245-250.
59. **Maleš, C., T, D.Š., T, M.B., 2013**. Quantitative Determination of Flavonoids and Chlorogenic Acid in the Leaves of *Arbutus unedo* L. Using Thin Layer Chromatography. *J. Anal. Chem.* 2013, 1–5.
60. **Manallah, A. (2012)**. Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *Olea europaea* L : Pour obtenir le diplôme de magister, Option : Biochimie Appliquée. Université Ferhat Abbas-sétif, 87p.
61. **Mansour A., 2009-** Investigation photochimique de l'extrait n- butanol de l'espèce *centaurea AFricanai*
62. **Mariotto S., Esposito E, Paola R.D., Ciampa A., Mazzon E., Prati A.C. Darra, E., Vincenzi, S., Cucinotta G. et Caminiti R. (2008)**. Protective effect of *Arbutus unedo* aqueous extract in carrageenan-induced lung inflammation in mice. *Pharmacol*, 57 :110–124.
63. **Meddour, R., & Meddour-Sahar, O. (2015)**. Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (Tizi Ouzou, Algeria). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(2), 137-151.
64. **Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Guerreiro, A. C., & Antunes, M. D. (2014)**. *Arbutus unedo* L.: chemical and biological properties. *Molecules*, 19(10), 15799-15823.
65. **Mocanu, M.M., Nagy, P., & Szollosi, J. (2015)**. Chemoprevention of Breast Cancer by Dietary Polyphenols. *Molecules*, 20(12), 22578-22620.
66. **Mokadem, S. (2004)**. Thèse: "Epitaxial laser treatment of single crystal nickel-base superalloys"; Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
67. **Morgado S., Morgado M., Placido A.I., Roque F., & Duarte A.P. (2018)**. *Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy. *Journal of Ethnopharmacology*, 225, 90-102.
68. **Moualek, I. (2018)**. Activités biologiques de l'extrait aqueux de feuilles d'*Arbutus unedo* de la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques,

Option : Biochimie Appliquée et Biotechnologie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 176 p.

69. **Moualek, I., Mouloua, A., Iratniaiche, G., Harrar, A., Achour, N., Zerrouki, C., Mezine, O., & Houali, K., (2017).** In vitro Activity of Arbutus unedo Aqueous Extract against Leishmania infantum Promastigote. Annual Research & Review in Biology, 12(4), 1-5.
70. **Moussard, ch., Biochimie structurale et métabolique, Bruxelles : De Boeck supérieur, 2006, 3e édition, 1 vol. (X-352p.)**
https://ulyse.univlorraine.fr/permalink/33UDL_INST/1ft321i/alma991005429679705596
71. **Muanda Nsemi, F. (2010).** Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de Doctorat en Chimie Organique. Université Paul Verlaine-Metz, France, 160 p.

N

72. **Ngezahayo, J. (2016).** Plantes médicinales du Burundi et maladies infectieuses: enquête ethnobotanique et activités antibactériennes directe et indirecte de composés isolés de *Platostoma rotundifolium* (Briq.) AJ Paton (Lamiaceae). Thèse de Doctorat en Sciences biomédicales et pharmaceutiques. Faculté de Pharmacie. Université libre de Bruxelles.

O

73. **Ousmaal M.F (2018).** cours de biochimie les glucides. Faculté des sciences 2^{ème} année SNV (S3). Université Benyoucef Benkhedda

P

74. **Pabuccuoglu A., Kivkac B., BAS M., and Mert T. (2003).** Antioxydant activity of *Arbutus unedo* leaves, *Fitotherapy*, 74:597–599.
75. **Pastor, G. (2006).** Précis de phytothérapie (Le meilleur de la nature au service de votre santé). Édition Alpen, 100p.
76. **Pavlović, D.R., Lakušić, B., Došlov-Kokoruš, Z. Kovačević, N., 2009.** Arbutin content and antioxidant activity of some Ericaceae species. *Pharmazie* 64, 656–659
77. **Polese J.M. (2010).** Arbres et arbustes de Méditerranée. Ed EDISUD, Imprimé en UE 135p.

78. **Popovici C., Saykova I., Tylkowski B., (2009).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH ; Revue de génie industriel, 4 :25-39.

R

79. **Ravel, D. (2018).** L'arbousier et arbose : Linj en arabe dans [Accueil le : 18 Juin 2013]
80. **Reguieg, L. (2011).** Using medicinal plants in Algeria. Am J Food Nutr, 1(3): p. 126-127.
81. **Reymand J. (2002).** La flore de pharmacien. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris.260p.
82. **Reynaud J. (2002).**La flore du pharmacien, Institut des sciences pharmaceutiques et biologiques Université claud-Bernard- Lyon I Ed : médicales internationales, p 84.

S

83. **Saffidine, K. (2015).** Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de carthamus caeruleus L. et de plantago major L. Thèse de doctorat.
84. **Sanogo, R., Diallo, S., Diarra, S., Ekoumou, C., & Bougoudogo, D. (2006).** Activité antibactérienne et analogique de deux recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et la cystite au Mali. Mali Médical, 21(1), 18-24.
85. **Sarni-Manchado et Cheynier (2006)** Composés Phénoliques Dans La Plante Structure, Biosynthèse, Répartition et Roles, Chap01 ; in : « Les Polyphénols en Agroalimentaire ». Ed Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 389p
86. **Secaar (2018),** Extrait du Recueil de Plantes Médicinales et leurs vertus, expériences des paysans du Togo et du Bénin.
87. **Serçe S, Özgen M, Torun A.A. et Ercisli S. (2010).** Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of Arbutus andrachne L. (Fam. Ericaceae) (The Greek strawberry tree) fruits from Turkey. Journal of Food Composition and Analysis. 23 619 – 623.
88. **Silberfeld T. (2011).** Plante mellifères. Abeilles & Fleurs. N° (723): 29-30.
89. **Soufleros, E. Mygdalia, S. Natskoulis, P, (2005).** Production process and characterization of the traditional Greek fruit distillate Koumaro "by aromatic and mineral composition. Journal of Food Composition and Analysis, 18, pp. 699-716.
90. **Spichiger R.E., Savolainen V.V., Figeat M., et Monod J.D. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleur. 3ème Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. 413 pp.

T

91. **Tabak, S. (2007).** Interactions entre *Helicobacter pylori* responsable de maladies gastroduodénales et Bifidobacteries. Mémoire de magister, Université d'Oran.
92. **Tabuti J.R.S., Lye K.A., Dhillon S.S. (2003)** Traditional herbal drugs of Bulamogi Uganda: plants, use and administration, *Journal of Ethnopharmacology*, 88: 19-44.
93. **Torres, J. A., Valle, F., Pinto, C., García-Fuentes, A., Salazar, C., & Cano, E. (2002).** *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula mountains. *Plant Ecology*, 160(2), 207-223.

V

94. **Venkatramesh, M., Karunanandaa, B., Sun, B., Gunter, C. A., Boddupalli, S., & Kishore, G. M. (2003).** Expression of a *Streptomyces* 3-hydroxysteroid oxidase gene in oilseeds for converting phytosterols to phytostanols. *Phytochemistry*, 62(1), 39-46.

W

95. **Weinman, S. and Méhul, P. (2004)** *Toute la biochimie*. DUNOD, Paris.
96. **Wichtl M., Anton R. (2009).** *Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Édition LAVOISIR, Paris : 38, 41

ملخص

اللنج هو شجيرة تنمو في مناطق ذات مناخ معتدل. يزرع في الحديقة لصفاته الزينة وثماره الصالحة للأكل، كما يستخدم في الطب التقليدي لعلاج عدة أمراض مثل التهابات المسالك البولية. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الفعالية المضادة للفطريات في المستخلصات: ماء - أسيتون ، ن- بيوتانول ومائي مستخرج من ثمار *Arbutus unedo* ، ينتمي إلى عائلة Ericaceae ، نبتة طبية من الأدوية التقليدية الجزائرية. خلال هذه الدراسة ، قمنا بعدة خطوات للتحقق من ثمار "اللنج" من منطقة ندروما بولاية تلمسان. بعد الجني ، تم نقع الثمار في خليط الماء والأسيتون (70/30) ، متبوعًا باستخلاص سائل-سائل باستخدام ن- بيوتانول. تم اختبار الفعالية المضادة للفطريات من خلال طريقة الانتشار (طريقة القرص وطريقة الثقب) مما أدى إلى منطقة أكثر أو أقل من تثبيط النمو اعتمادًا على حساسية الخمائر المدروسة: *Candida albicans* ATCC 10231 و *Candida albicans* PPI 444. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن سلالة *Candida albicans* ATCC 10231 لها حساسية متغيرة تجاه مستخلصي الأسيتون المائي و ن- بيوتانول من *Arbutus unedo* قطر التثبيط تتراوح من 12 و 16 مم على التوالي بينما لا يوجد تأثير على *Candida albicans* PPI 444 ، ولم يكن للمستخلص المائي أي تأثير على السلالات المسببة للأمراض. في الختام، النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة تظهر بوضوح أن هذا النبات له نشاط مضاد للفطريات.

كلمات مفتاحية:

Arbutus unedo، اللنج، نشاط مضاد للفطريات، ماء أسيتون، ن- بيوتانول.

Résumé

L'arbousier est un arbuste qui se pousse dans les régions au climat doux. Il est cultivé au jardin pour ses qualités ornementales et pour ses fruits comestibles, aussi il est utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies telles que les infections urinaires.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'activité antifongique des extraits : eau-acétone, n-butanol et aqueux obtenus à partir des fruits d'*Arbutus unedo*, appartient à la famille des Ericaceae, une plante médicinale de la pharmacopée traditionnelle de l'Algérie.

Au cours de cette étude, nous avons entrepris plusieurs étapes pour investiguer les fruits du « Lindj » de la région de Nedroma, wilaya de Tlemcen. Après la récolte, les fruits ont été macérés dans un mélange eau-acétone (30/70), suivie d'une extraction liquide-liquide par le n-butanol.

L'activité antifongique a été testée par la méthode de diffusion (méthode des disques et la méthode des puits) qui se traduit par une zone d'inhibition de croissance plus ou moins importante selon la sensibilité des levures étudiées : *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* IPP 444.

Les résultats obtenus ont montré que la souche *Candida albicans* ATCC 10231 a une sensibilité variable vis-à-vis les deux extraits eau-acétone et n-butanol de l'*Arbutus unedo*, avec des zones d'inhibition de 12 et 16 mm, respectivement alors qu'aucun effet sur *Candida albicans* IPP 444, tandis que, la fraction aqueuse n'a aucun effet sur les deux souches fongiques.

En conclusion, Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent clairement que cette plante présente une activité antifongique intéressante.

Mots clés :

Arbutus unedo, lindj, activité antifongique, eau-acétone, n-butanol

Abstract

The arbutus is a shrub that grows in regions with a mild climate. It is cultivated in the garden for its ornamental qualities and for its edible fruits, also it is used in traditional medicine to treat several diseases such as urinary infections.

The objective of this study is the evaluation of the antifungal activity of the extracts: water-acetone, n-butanol and aqueous obtained from the fruits of *Arbutus unedo*, belongs to the Ericaceae family; a medicinal plant of the traditional pharmacopoeia of Algeria.

During this study, we undertook several steps to investigate the fruits of "Lindj" from the region of Nedroma, wilaya of Tlemcen. After harvesting, the fruits were macerated in a water-acetone (30/70), followed by a liquid-liquid extraction with n-butanol.

The antifungal activity was tested by the diffusion method (disc method and well method) which results in a zone of growth inhibition more or less important depending on the sensitivity of the yeasts studied: *Candida albicans* ATCC 10231 and *Candida albicans* IPP 444.

The results obtained showed that the *Candida albicans* ATCC 10231 strain has a variable sensitivity towards the two water-acetone and n-butanol extracts of *Arbutus unedo*, with inhibition zones of 12 and 16 mm, respectively, while, the aqueous fraction has no effect on the two fungal strains.

In conclusion, the results obtained in this study clearly show that this plant has an interesting antifungal activity.

Key words: *Arbutus unedo*, lindj, antifungal activity, water-acetone, n-butanol