

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 – TLEMCEM
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



« Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique »

MÉMOIRE

Présenté par

SIFOU BOUMEDIENE MONCIF

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Sciences biologiques

Option : Biochimie

Thème

Effet antimicrobien des mucilages de *Arbutus unedo*

Soutenu le 07 Juin 2023, devant le jury composé de :

Président	ADIDA H.	M.C.A	Université de Tlemcen
Encadrant	BOUALI W.	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur	MEDJDOUB H.	M.C.B	Université de Tlemcen

Année Universitaire 2022/2023

ملخص

الصمغ عبارة عن بوليمرات طبيعية ذات طبيعة كربوهيدراتية، وهو يوجد في غالبية النباتات مثل نبات *اللنج* الذي ينتمي إلى عائلة الإيريكاسية (*Ericaceae*).

ويستخدم في الطب التقليدي لعلاج العديد من الأمراض مثل التهابات المسالك البولية تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الفعالية المضادة للبكتيريا لصمغ ثمار أربوتوس أونيدو التي يتم حصادها في منطقة ندرومة بولاية تلمسان. تم استخدام طريقتين للاستخراج. الأول هو نقع الثمار في مذيب أسيتون ، ثم تفكيكها للحصول على الصمغ المنقى. الطريقة الثانية هي إزالة الثمار مباشرة للحصول على الصمغ الخام. ثم تم تجفيف المستخلصات التي تم الحصول عليها بهذه الطريقة واستخدامها لتوصيف وتقييم نشاطها المضاد للبكتيريا.

تم استخدام طريقة انتشار قرص الأجار لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر لمستخلصات الصمغ ضد سبع سلالات و: *Salmonella* و *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 و *Esherichia coli* ATCC 8739 بكتيرية مرجعية *Salmonella*

و *Bacillus cereus* ATCC 10876 و *Klasiella pneumoniae* ATCC 6538 و *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

و *Enterococcus faecalis* ATCC 49452 و *typhimurium* ATCC 13311 ATCC 700603.

تظهر الدراسة الكيميائية النباتية لصمغ *A. unedo* وجود البروتينات والسكريات والأحماض الأمينية في كل من الصمغ الخام والمنقى. ومع ذلك ، تم اكتشاف العفص فقط في المستخلصات الخام

. تشير نتائج الاختبارات المضادة للبكتيريا إلى أن مستخلص الصمغ المنقى لا يظهر أي نشاط ضد جميع السلالات البكتيرية السبعة.

في المقابل ، يظهر الصمغ الخام نشاطا مضادا للبكتيريا ضد المكورات العنقودية الذهبية والمكورات المعوية البرازية والسالمونيلا التيفيموريوم. تم تسجيل أفضل نشاط في السالمونيلا التيفية ، مع منطقة تثبيط 14 ملم.

بناء على النتائج التي تم الحصول عليها ، نستنتج أن ثمار *Arbutus unedo* لها نشاط مضاد للجراثيم مهم للغاية.

الكلمات الدالة : ، *اللنج*، نشاط مضاد للبكتيريا ، الصمغ ، أسيتون

Résumé

Les mucilages sont des polymères de nature glucidique, se trouve dans la majorité des plantes tel que l'*Arbutus unedo*, une plante de la famille des Ericacées, utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies comme les infections urinaires.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne des mucilages des fruits d'*Arbutus unedo* récoltés dans la région de Nedroma de la wilaya de Tlemcen. Deux méthodes d'extraction ont été utilisées. La première consiste à macérer les fruits dans un solvant acétone, puis à les décocter pour obtenir du mucilage purifié. La seconde méthode consiste à décocter directement les fruits pour obtenir du mucilage brut. Les extraits ainsi obtenus ont été ensuite séchés et utilisés pour la caractérisation et l'évaluation de leur activité antibactérienne.

La méthode de diffusion des disques sur gélose a été utilisée pour évaluer l'activité antibactérienne *in vitro* des extraits des mucilages vis-à-vis sept souches bactériennes de référence : *Esherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeroginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Enterococcus faecalis* ATCC 49452 et *Klabsiella pneumoniae* ATCC 700603.

L'étude phytochimique de mucilage de l'*A.unedo*, montre la présence des protéines, Les sucres et des acides aminés dans les deux mucilages brut et purifié. Cependant les tannins ont été détectés seulement dans des extraits bruts.

Les résultats des tests antibactériens indiquent que l'extrait de mucilage purifié ne présente aucune activité contre les sept souches bactériennes. En revanche, le mucilage brut présente une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Salmonella typhimurium*. La meilleure activité a été enregistrée chez *Salmonella typhimurium*, avec une zone d'inhibition de 14 mm.

Sur la base des résultats obtenus, nous concluons que les fruits de l'*Arbutus unedo* présente une activité antibactérienne très importante.

Mots clés : *Arbutus unedo*, activité antibactérienne , mucilages, acétone.

Abstract

Mucilages are carbohydrate polymers found in the majority of plants such as *Arbutus unedo*, a plant in the *Ericaceae* family, used in traditional medicine to treat a number of illnesses such as urinary tract infections. The aim of this study was to assess the antibacterial activity of mucilage from *Arbutus unedo* fruits harvested in the Nedroma region of the Tlemcen wilaya.

Two extraction methods were used. The first involved macerating the fruits in a acetone solvent, then decocting them to obtain purified mucilage. The second method consists of decocting the fruit directly to obtain raw mucilage. The extracts obtained were then dried and used to characterise and assess their antibacterial activity. The agar disk diffusion method was used to assess the in vitro antibacterial activity of the mucilage extracts against seven reference bacterial strains: *Esherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Enterococcus faecalis* ATCC 49452 and *Klabsiella pneumoniae* ATCC 700603. The phytochemical study of *A. unedo* mucilage showed the presence of proteins, sugars and amino acids in both the raw and purified mucilages. However, tannins were only detected in crude extracts. The results of the antibacterial tests indicate that the purified mucilage extract has no activity against the seven bacterial strains. In contrast, raw mucilage showed antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* and *Salmonella typhimurium*. The best activity was recorded against *Salmonella typhimurium*, with a zone of inhibition of 14 mm. On the basis of the results obtained, we conclude that the fruits of *Arbutus unedo* have very significant antibacterial activity.

Keywords: *Arbutus unedo*, Antibacterial activity, Mucilage, acetone

Remerciement

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, Maitre de conférences classe A, à l'Université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et sa patience dans la correction de ce mémoire. Merci de m'avoir guidé avec gentillesse et bienveillance. Votre gentillesse et votre simplicité font de vous une référence de bon sens de compétence.

Mes sincères remerciements à Mme ADIDA Houria, Maitre de conférences classe A, à l'Université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen pour bien vouloir présider le jury, et m'avoir accordé leur temps.

J'adresse ma plus profonde gratitude et remerciement à Mme MEDJDOUB Houria, Maitre de conférences classe B à la faculté des sciences de la nature et de la vie, et sciences de la terre et de l'univers, à l'Université d'Abou Bakr Belkaid Tlemcen, pour l'honneur de bien vouloir examiner ce travail.

Je tiens a remercier aussi la doctorante SAADI Fatima, et le doctorant BENAHMED Abdessalam pour leurs efforts et conseils durant mon étude.

Dédicace

A mes chers parents, vous êtes mes premiers enseignants, les héros silencieux de ma vie, et ma source d'espoir et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Aucune chose ne pourra exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai eu pour vous. A mon agréable frère Adel, et ma jolie sœur Wassila, a ma petite nièce et mon neveu Iheb .

A mon beau frère Abdelatif, et mes chers cousins Ayoub et Youcef.

A tous mes cousins et cousines.

A toutes la famille SIFOU et AMARA.

A tous qui m'ont aidé, Kawther, Oumaima, Manel, Ibrahim, Adel, Sidou et Bachir. Une spéciale dédicace à toute l'équipe BRAZILIA, mes agréables amis du quartier. A une chère personne qui m'a aidé et m'a poussé durant toute ma vie, Youssra Abbas

Liste des Abréviations

ATCC : American Type Culture Collection

OMS : Organisation Mondial de la santé

TP : Tampon

g : Gramme

m : Mètre

mm : Millimètre

ml : Millilitre

mg : Milligramme

min : Minute

C° : Degré Celsius

h : Heure

tr/min : Tour /minute

ul : Microlitre

mg/ml : Milligramme/ Millilitre

g/l : Gramme/ Litre

g/mole : Gramme/Mole

% : Pourcentage

Liste des Figures

Figure 01 : Structure de différentes classes des flavonoïdes.....	09
Figure 02 : Structure chimique des principaux anthocyanes	10
Figure 03 : Structure chimique des tanins condensés	10
Figure04 : Structure des tanins hydrolysables.....	11
Figure 05 : Structure de base de l'isoprène	12
Figure 06 : Structure des alcaloïdes hétérocycliques	14
Figure 07 : Les différents parties d' Arbutus unedo	16
Figure 08 : La répartition géographique d'Arbutus unedo au monde.....	16
Figure 09 : les différentes étapes de la préparation du premier extrait mucilagineux purifié...27	
Figure 10 : Quelques étapes de la première extraction des mucilages bruts.....	28
Figure 11 : Extraits des mucilages	35
Figure 12 : Résultats de dosage des sucres	36
Figure 13 : Résultats de dosage des tannins.....	37
Figure 14 : Les zones d'inhibition (mm) d'extrait mucilagineux par la méthode des disques .40	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Nature et type des souches testées	25
Tableau 02 : Rendement et caractérisation des mucilages des fruits d'Arbutus unedo	35
Tableau 03 : Pourcentage en protéines des extraits d'Arbutus unedo	36
Tableau 04 : Valeurs des sucres des extraits d'Arbutus unedo	36
Tableau 05 : Caractérisation des deux extraits	37
Tableau 06 : Diamètres des zones d'inhibition obtenus de l'extrait des mucilages bruts par la méthode des disques.....	39
Tableau 07 : Diamètre des zones d'inhibition de la Gentamicine pour les sept souches bactériennes.....	42

Tables Des Matières

Résumé	
Remerciment	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Les Plantes médicinales, *Arbutus unedo*

1. Les plantes médicinales	5
1.1. Généralités	5
1.2. Phytothérapie	5
1.3. Mode d'emploi des plantes médicinales	6
1.3.1. Infusion	6
1.3.2. Décoction	6
1.3.3. Macération	7
1.4. Métabolisme et métabolites	7
1.4.1. Métabolites primaires	7
1.4.2. Métabolites secondaires	7
1.4.2.1. Les composés phénoliques	8
1.4.2.1.1. Les acides phénols	8
1.4.2.1.2. Les flavonoïdes	8
1.4.2.1.3. Les anthocyanes	8
1.4.2.1.4. Les tannins	10
1.4.2.2. Les terpénoïdes	12
1.4.2.2.1. Les saponines	13
1.4.2.3. Les Alcaloïdes	13

2. La plantes médicinales <i>Arbutus unedo</i>	14
2.1. Généralités	14
2.2. Position systématique de la plante	15
2.3. Description botanique	15
2.4. Répartition géographique	16
2.4.1. Au monde	16
2.4.2. En Algérie	16
2.5. Nom vernaculaire	16
2.6. Usage thérapeutique	17
2.7. Composition chimique	18
2.7.1. Composition chimique des fleurs d'Arbousier	18
2.7.2. Composition chimique des fruits d'Arbousier	18
2.8. Toxicité de fruit d'Arbousier	18
Chapitre 2 : Les mucilages	19
1. Les polysaccharides	20
2. Les mucilages	20
2.1. Définition des mucilages	20
2.2. Les polysaccharides dérivés du mannose : « mucilage neutre ».....	20
2.2.1. Glucomannanes	20
2.2.2. Galactomannanes	21
2.2.3. Galactoglucomannanes	21
2.3. Composition chimique des mucilages	21
2.4. Propriétés thérapeutiques des mucilages	21
2.4.1. Activité antimicrobienne des mucilages	22
2.5. Application des mucilages	22
2.5.1. Application pharmaceutique	22
2.5.2. Application non pharmaceutique	22

Partie 2 : Etude expérimentale

Matériel et méthodes

1. Objectif	25
2. Matériel végétale	25
3. Matériel biologique	25
4. Extraction des mucilages	26

4.1. Extraction de mucilage purifié	26
4.2. Extraction de mucilage brut	28
4.3. Calcul de rendement	29
5. Caractérisation de mucilage	29
5.1. Dosage des protéines	29
5.2. Dosage des sucres	30
5.3. Tests de mise en évidence des acides aminés et des tanins	30
5.3.1. Acides aminés	30
5.3.2. Tanins	31
6. Evaluation de l'activité antibactérienne de mucilage d' <i>Arbutus unedo</i>	31
6.1. Stérilisation du matériel	31
6.2. Préparation des différentes concentrations des extraits	31
6.3. Préparation des milieux de cultures	31
6.4. Repiquage des souches	31
6.5. Antibiotiques	32
6.6. Préparation de l'inoculum	32
6.7. Ensemencement des boîtes par écouvillonnage	32
6.8. Application de disques sur des boîtes de gélose inoculées	32
Résultats et discussion	
1. Aspect et rendement des mucilages	35
2. Caractérisation des mucilages	36
2.1. Dosage des protéines	36
2.2. Dosage des sucres	36
2.3. Tests de mise en évidence des acides aminés et des tanins.....	37
3. Evaluation de l'activité antibactérienne	38
Conclusion.....	44
Référence bibliographiques	

Introduction

Les plantes médicinales sont reconnues pour leur importance dans le domaine de la santé à travers le monde, et leur demande ne cesse de croître. Dans les pays en développement, cette demande est souvent due à l'inaccessibilité des installations modernes de soins de santé et aux coûts élevés de la médecine conventionnelle, mais également à la médecine traditionnelle qui est considérée comme une méthode de traitement plus adaptée. Ainsi, les plantes médicinales jouent un rôle clé dans la promotion de la santé et la lutte contre les maladies (**Ladoh-Yemeda et al., 2016**).

L'*Arbutus unedo*, également appelé "arbousier", est un arbuste qui pousse principalement dans les régions méditerranéennes (**Chorfi, 2022**). Les fruits de cette plante sont utilisés depuis des siècles pour leurs propriétés médicinales, notamment pour traiter les infections des voies urinaires et respiratoires (**Hacisferoğulları et Özcan, 2007**).

Les mucilages sont des polysaccharides solubles dans l'eau qui forment un gel visqueux au contact de l'eau. Des études récentes ont montré que les mucilages extraits des plantes médicinales ont plusieurs activités biologiques. Ils sont utilisés contre la constipation, mais également pour apaiser les muqueuses enflammées de la bouche et de la gorge surtout sur les inflammations d'origine infectieuses pour lutter contre les bactéries et les autres causes de la maladie (**Hensel, 2008**). L'activité antibactérienne est due aux propriétés des mucilages, notamment leur capacité à former un film protecteur sur les cellules bactériennes, qui empêche leur croissance et leur reproduction.

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait mucilagineux des fruits de l'*Arbutus unedo*.

La présente étude est une contribution dans la valorisation des principes actifs contenus dans la flore algérienne et est présenté comme suit:

- ✓ La première partie comporte une étude bibliographique sur plantes médicinales, des propriétés de la plante *Arbutus unedo* et d'un aperçu des mucilages.
- ✓ La deuxième partie comporte le travail expérimental, les résultats obtenus et la discussion.
- ✓ Enfin, la dernière partie concerne la conclusion finale et les perspectives de ce travail.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre 1 Plantes médicinales,

Arbutus unedo

1. Les plantes médicinales

1.1. Généralités

Les plantes médicinales sont utilisées depuis longtemps pour traiter une variété de maux. Les gens les utilisent depuis longtemps et le font encore aujourd'hui. Environ 35 000 espèces végétales sont utilisées à des fins médicinales dans le monde, ce qui représente la plus grande biodiversité utilisée par l'homme. Il y a vingt ans, l'OMS reconnaissait l'importance de la médecine traditionnelle et proposait son intégration dans les systèmes de santé formels, en particulier dans les pays en développement. En 2000, l'Organisation mondiale de la santé estimait que 80 % des habitants de la planète utilisaient ce médicament pour leurs besoins de santé primaires. Malgré l'influence croissante du système de santé moderne, les plantes médicinales jouent toujours un rôle important. Il semblait que le marché mondial des plantes médicinales est estimé à près de 62 milliards de dollars et la demande continue de croître. Les plantes médicinales ont été utilisées traditionnellement pour traiter de nombreuses maladies dont les maladies cardiovasculaires (diabète, hypertension) (Elqaj *et al.*, 2007).

Selon Charbier (2010), les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Elles ont aussi un usage alimentaire, condimentaire ou hygiénique.

En France, la jurisprudence ont donné une définition officielle des plantes médicinales : “ une plante est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée que son usage est exclusivement médicinale. C'est-à-dire que les plantes sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales.

1.2. Phytothérapie

Le mot “phytothérapie” est d'abord composé de deux racines grecques : *photon* qui signifie “plante”, et *therapeia* qui signifie “ traitement”.

La phytothérapie est donc considérée comme étant une discipline allopathique pour la prévention et le traitement de certains troubles fonctionnels et/ou certains états pathologiques au moyen de plantes, d'extraits de plantes ou de préparations à base de plantes (Wichtl et Anton, 2003).

On distingue deux types de phytothérapie.

D'abord y'a la phytothérapie traditionnelle. C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement (**Charbier, 2010**). Les indications qui s'y rapportent sont de première intention, propres au conseil pharmaceutique. Elles concernent notamment les pathologies saisonnières depuis les troubles psychosomatiques légers jusqu'aux symptômes hépatobiliaires, en passant par les atteintes digestives ou dermatologiques (**Edzard, 2001**)

La deuxième forme qui existe est la phytothérapie clinique. C'est une médecine de terrain dont le malade passé avant la maladie. Une approche globale du patient et de son environnement est nécessaire pour la détermination du traitement, ainsi qu'un examen clinique complet (**Moreau, 2003**).

1.3. Mode d'emplois des plantes médicinales

Il existe trois principales techniques de préparation des plantes médicinales, qui sont: l'infusion, la décoction, et la macération.

1.3.1. Infusion

Cette technique est simple, elle consiste à verser l'eau bouillante sur la drogue fragmentée, puis couvrir le récipient et laisser infuser pendant 5 à 10 minutes.

On l'applique sur les feuilles, les fleurs, les sommités fleuries et les plantes riches en huiles essentielles; elle permet une bonne extraction des principes actifs hydrosolubles. (**Raynaud, 2007**).

1.3.2. Décoction

Il consiste à faire bouillir l'eau dans laquelle est mise la drogue réduite en morceaux pendant 10 minutes à une demi-heure. Ensuite retirer du feu et laisser infuser pendant une heure. Un décocté peut être conservé au réfrigérateur pendant trois jours.

Cette technique concerne les parties dures de la plante (bois, écorce, racine, rhizome) qui libère difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion (**Nogaret et Ehrhart, 2011**).

1.3.3. Macération

La plante se fait macérer dans l'eau à température ambiante pendant quelques heures. La macération consiste aux plantes dont les principales actives sont dégradées par la chaleur **(Fleurentin et Hayon, 2016)**

Laisser tremper les plantes sèches ou fraîches dans l'eau. Le temps de macération peut aller jusqu'à trois jours. Il est nécessaire de faire une filtration avant la consommation **(Bertrand,2010)**

1.4 Métabolisme et métabolites

Le métabolisme c'est l'ensemble des transformations et réactions de diverses substances qui s'effectuent au sein de l'organisme. Il est divisé en deux catégories : le catabolisme avec assimilation et décomposition, et l'anabolisme avec production et accumulation **(Khlef, 2010)**

En ce qui concerne les métabolites, il s'agit d'un composé chimique synthétisé au cours du métabolisme, avec une structure et un état énergétique définis, qui a un effet stimulant ou inhibiteur sur les enzymes **(Bouزيد et al., 2014)**

1.4.1 Métabolites primaires

Tous les organismes, y compris les plantes, ont un métabolisme primaire qui fournit les molécules de base : glucides, lipides et protéines. Les métabolites primaires, c'est-à-dire les métabolites centraux, sont impliqués dans les processus physiologiques de base (essentiels) tels que la croissance, le développement et la reproduction d'un organisme ou d'une cellule. Les métabolites primaires comprennent les acides aminés, qui sont la principale source de protéines, de lipides, de glucides et d'acides nucléiques **(Labbani, 2022)**.

1.4.2 Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont plus spécifiques aux plantes, aux bactéries et aux champignons, et à certains animaux. Ils sont présents dans des compartiments spécifiques et à des moments précis de la vie végétale, et contrairement aux métabolites primaires, ils n'interviennent pas directement dans le développement de la plante. Ils participent à diverses fonctions comme la défense des plantes, ou attirent certaines espèces avec des fonctions biologiques, et ils peuvent également assurer la communication entre les plantes **(Labbani, 2022)**.

1.4.2.1 Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des phytomicro-nutriments organiques hydrosolubles spécialement synthétisés par les végétaux. Ils sont classés en sous-groupes par la structure de leur squelette carboné.

Les composés phénoliques sont connus par plusieurs pouvoirs comme le pouvoir antioxydant, ils sont capables d'interagir avec des cibles protéiques (enzyme, récepteur nucléaires...) donnant ainsi des effets anti-inflammatoires, anti-thrombotique, anti-cancérigènes et anti-athérogènes. Ces antioxydants naturels sont utilisés en cosmétiques ou dans l'industrie agroalimentaire comme aditifs (Falleh *et al.*, 2008).

1.4.2.1.1 Les acides phénols

Connus aussi sous le nom des acides phénoliques, ils portent une fonction acide et plusieurs fonctions phénols. Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature (Haslan *et al.*, 1994).

1.4.2.1.2 Les flavonoïdes

Ce sont des produits distribués dans le règne végétal et sont quotidiennement consommés dans l'alimentation. Retrouvés aussi dans les plantes médicinales. Ce sont des pigments responsables de la coloration des fleurs et parfois des feuilles (Touafek et Ouassila 2010).

Les flavonoïdes sont divisés en plusieurs classes moléculaires selon leur classe structurale (Figure 01), du degré d'hydroxylation et méthylation, des substitutions et des conjugaisons sur le cycle C (Tsao, 2004).

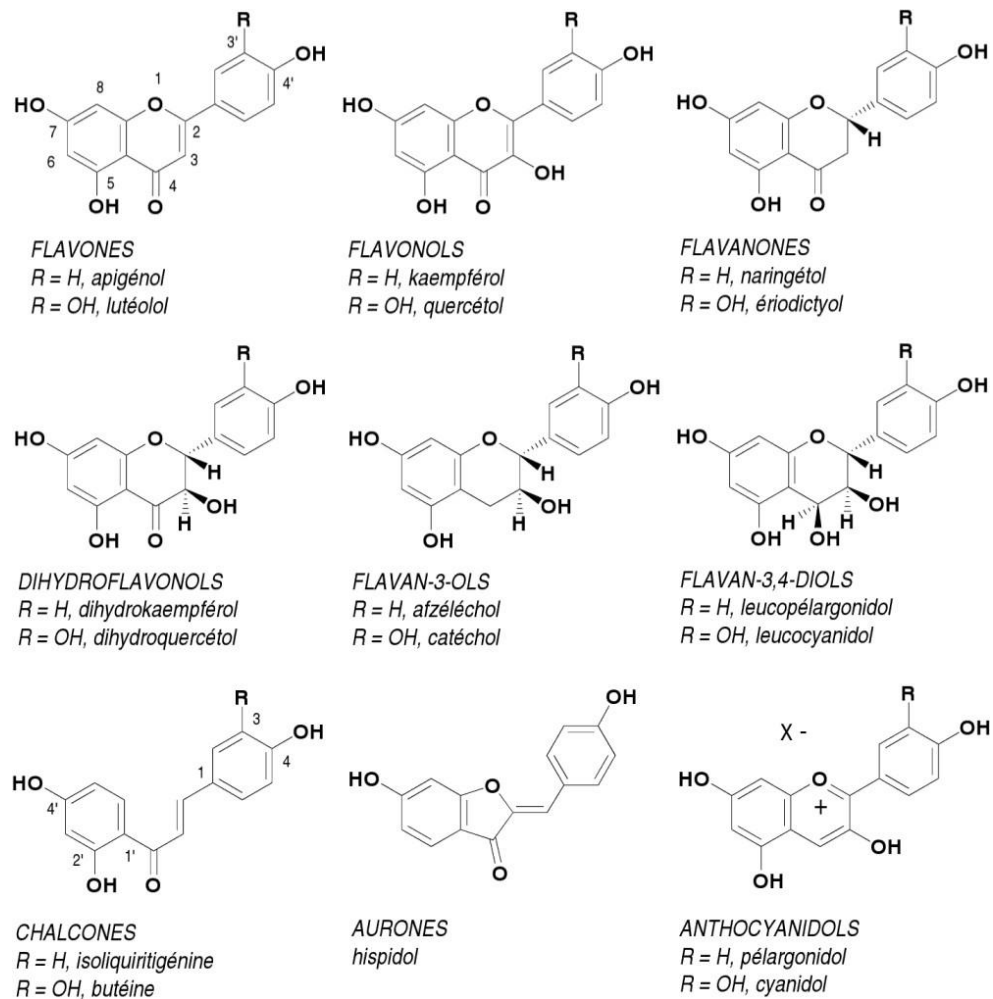
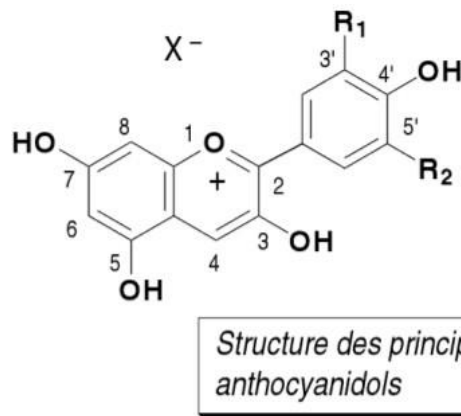


Figure 01 : Structure de différentes classes des flavonoïdes (Bruneton, 2009)

1.4.2.1.3 Les anthocyanes

Ils font partie de la famille des flavonoïdes et capable d'absorber la lumière visible, ce sont des pigments responsable des couleurs bleu, rouge, mauve, rose ou orange. Ce sont à l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues. On les trouve dans les vacuoles des cellules épidermiques, les racines, tiges, feuilles, et grains (Bessas, 2008).

La structure des anthocyanes est présentée dans la **figure 02**.



$R_1 = R_2 = H$: *pélargonidol*

$R_1 = OH, R_2 = H$: *cyanidol*

$R_1 = OCH_3, R_2 = H$: *péonidol*

$R_1 = R_2 = OH$: *delphinidol*

$R_1 = OCH_3, R_2 = OH$: *pétunidol*

$R_1 = R_2 = OCH_3$: *malvidol*

Figure 02 : Structure chimique des principaux anthocyanes (Bruneton, 2009)

1.4.2.1.4 Les tanins

On trouve les tanins dans plusieurs végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, arbousier, date...) (Hemingway et Richard, 1989).

Leur structure chimique est variable (Figure 03) et (Figure 04), mais comporte toujours une partie polyphénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes: les tanins hydrolysables et les tanins condensés. (Paolini, 2003).

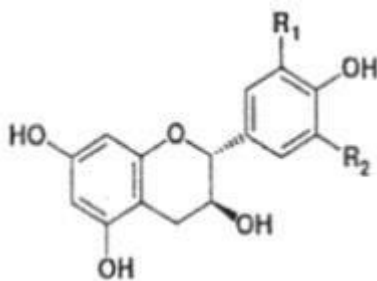


Figure 03 : Structure chimique des tanins condensés (Sebih, 2019)

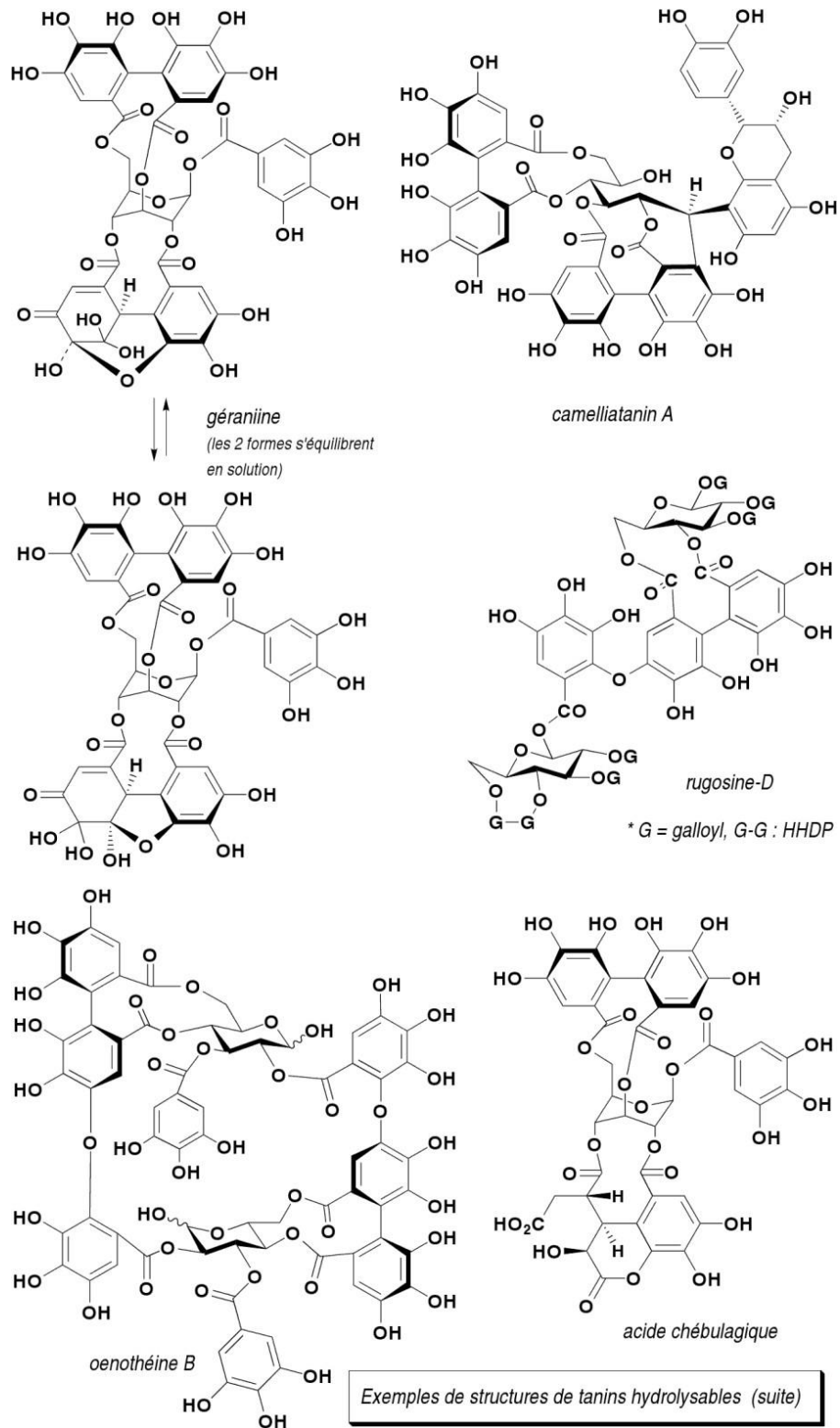


Figure 04 : Structure des tanins hydrolysables (Bruneton, 2009)

1.4.2.2 Les terpénoïdes

Les terpénoïdes représentent la famille de produits naturels la plus diverse structurellement, stéréo chimiquement et fonctionnellement avec plus de 55 000 molécules identifiées dans toutes les formes de vie (Mcguire *et al.*, 2008).

Les terpénoïdes sont utilisés dans les domaines pharmaceutiques comme produit de cancérologie, dans le traitement d'inflammation ou encore des infections bactériennes (Mcguire *et al.*, 2008).

Les terpénoïdes dite aussi isoprénoïdes sont des composés qui provient de la condensation d'unités de base à 5 carbones de types isoprène (Figure 05) l'unité mono terpène correspondant à des molécules à 10 carbones formées à partir de deux unités isoprènes. De façon analogue à la famille des composés phénoliques, les terpénoïdes regroupent des molécules de faibles poids moléculaires, volatiles et composants principaux d'huiles essentielles, et aussi des molécules hautement polymérisées (Gravot, 2008).

La structure carbonée de base des terpénoïdes est constituée d'un assemblage d'un nombre variable d'unités 2-méthylbutane (aussi appelées unités isoprène – C₅). L'ajout ou la soustraction de groupes méthyles ou ajout d'atomes d'oxygène peut modifié ces assemblages (Dudareva *et al.*, 2000).

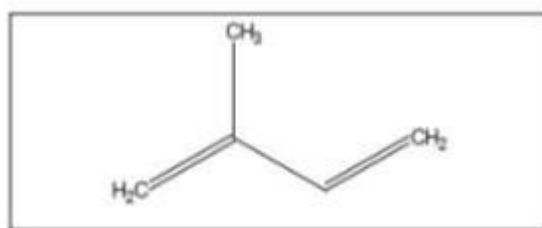


Figure 05 : Structure de base de l'isoprène (Chorfi, 2022)

1.4.2.2.1 Les saponines

Les saponines sont des molécules naturellement produites par des plantes ou des animaux. Ce sont des hétérosides complexes dits *saponosides*, qui appartient aux terpènes cycliques ou aux stéroïdes. Ils ont des propriétés tensioactives, les saponines font mousser leurs solutions et servent de détergent. Elles présentent une toxicité plus ou moins importante, elles provoquent la dissolution (lyse) de cellules ou de tissus sous l'influence d'agents chimiques, physiques ou biologiques des hématies (**Paolini, 2003**).

1.4.2.3 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques, le plus souvent d'origine végétale qui contient au moins un atome d'azote dans leur structure chimique (**Figure 06**) avec un degré variable de caractère basique (**Harbone et Herbet, 1995**).

Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques. Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits. Une plante peut contenir plus de cent alcaloïdes différents, mais en général leur concentration ne dépasse pas 10 du poids sec. L'existence de certaines plantes qui ne contient pas d'alcaloïdes démontre que ces composés ne sont apparemment pas essentiels à leur reproduction. Pourtant, plusieurs alcaloïdes sont très toxiques et offrent, par conséquent, un arsenal chimique de défense des plantes contre l'attaque des herbivores et des micro-organismes (**Mauro, 2006**).

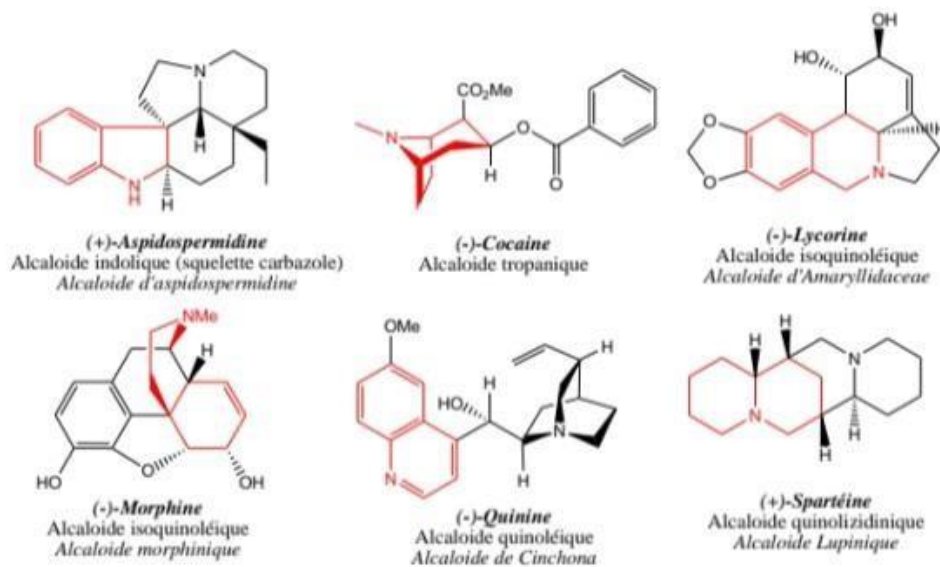


Figure 06 : Structure des alcaloïdes hétérocycliques (Sebih, 2019)

2. La plante médicinale *Arbutus unedo*

2.1. Généralités

Arbutus unedo est une espèce d'arbre qui appartient au genre *Arbutus* et à la famille des éricacées; grande famille cosmopolite qui représente 124 genres dont (*Arbutus* (arbousier), *Calluma*(callume) , *Erica*(bruyère) et *Rhododendron*) et environ 41000 espèces. Les éricacées prédominant en Arctique, dans les régions tempérées et les montagnes tropicales, extratropicales du sud, l'Asie, l'Amérique et avec une forte concentration dans l'Himalaya, en nouvelle Guinée et dans les Andes. En générale, la plus grande densité ainsi que la plus grande diversité des éricacées se retrouve sous les climats méditerranéens (Chorfi, 2022).

2.2. Position systématique de la plante

Selon **Guignard(2001)** et **Spichiger et al. (2002)**, on peut classer la plante *Arbutus unedo* comme suivant:

Règne..... Végétale
 Embranchement..... Spermatophytes
 Sous-embranchement... Angiospermes
 ClasseDicotylédones
 Sous-classeGamopétales
 Ordre..... Ericales
 Genre*Arbutus*
 Espèce..... *Arbutus unedo*

2.3. Description botanique

L'arbousier, arbre aux fraises, connu en arabe locale et en berbère par "Lendj" et "Sisnou". La hauteur de cette plante peut atteindre de 5 jusqu'au 10m, les écorces sont brun- rouge, lisses, puis fissures. Sa tige est rouge brunâtre, divisée en rameaux rouge quand ils sont jeunes, poilus, denses, couverts d'un feuillage serré, avec des feuilles verts, persistantes, alternes, coriaces, de forme lancéolée, finement dentées et portées par un court pétiole (**Bensabeur, 2009**).

Selon **Dupérat (2007)**, les fleurs sont blanchâtres ou légèrement teintées en rouge, disposés au sommet des rameaux en une grappe rameuse et demie inclinée. Le calice est court monophylle partagé très profondément en 5 divisions arrondies.

Les fruits (arbousiers) sont sphériques, d'abord verte, puis rouge foncés (ou rouges oranges), ils prennent la place des fleurs et sortent des fraises rondes comestibles. Cette plante fleurit à la fin d'automne (Octobre à Janvier).



Figure 07 : Les différents parties d'*Arbutus unedo*, **a** : Fruit ; **b** : feuille ; **c** : fleur (**Magnouloux et Macqueron, 2003**) .

2.4. Répartition géographique

2.4.1. Au monde

L'arbousier est repartis dans la région méditerranéenne. Il occupe une frange côtière étroite le long du nord de l'Afrique (de la Tunisie au Maroc) et le long de l'Europe méridionale (de l'Espagne à la Turquie). Cette espèce peut être trouvée sur le long du Nord de l'Europe Atlantique, en entrant dans la région euro sibérienne (**Boumaza et al., 2016**).

2.4.2. En Algérie

En Algérie la plante *Arbutus unedo* est bien représenté dans le tell algérien, surtout dans les forets de chêne liège ‘ des ragions de Jijel, Skikda et El Taraf) (**Ben Ahmed, 2017**).



Figure 08 : La répartition géographique d'*Arbutus unedo* au monde ([Archivo: Arbutus unedo range.svg ResumenyLicencia \(hmong.es\)](#)).

2.5. Nomenclature

Selon **Chorfi (2022)**, la classification de l'*Arbutus unedo* est suivante :

Nom botanique	<i>Arbutus unedo</i>
Nom commun.....	Busserole, raisin d'ours, petit buis
Nom arabe	Mathrounia, Qatilabihia, Acireddob, Lenj, Boujbiba
Nom français.....	Strawberrytree
Nom anglais.....	Strawberrytree
Nom berbère.....	Sisnou, Ticisnou, Bahennou
Nom espagnol.....	Madrono
Nom allemand.....	Erdbeerbaum

2.6. Usage thérapeutique

Cette plante est fréquemment utilisée dans la médecine traditionnelle au Maroc orientale comme un remède naturel pour l'hypertension et le diabète (**El houari, 2007**).

La décoction de racine est utilisée contre l'hypertension. On lui attribue des propriétés anti-inflammatoires, il est également efficace contre les rhumatismes. Ces extraits ont la capacité d'améliorer la sensibilité du barorécepteur artérielle, représentent de très bon hypoglycémiant, mais aussi réduisent le développement de l'hypertension et empêchent l'hypertrophie du myocarde. (**Miganel et al., 2014**). Les racines d'Arbousier sont un bon désinfectant des voies urinaires et soignent les blennorragies (**Boullard, 2001 ; Iserin, 2001**).

Concernant les feuilles, leur décoction est tenue pour un antiseptique, antispasmodiques et astringents (par sa teneur en tanin), aussi les recommande-t-on en cas de diarrhée ou d'engorgement du foie (**Boullard, 2001**). En Turquie, les feuilles sont utilisées sous forme d'infusion pour leur effet diurétique (**Pabuccuoglu, 2003**).

Les fruits de l'*Arbutus unedo* possède des propriétés astringentes, diurétiques et antiseptiques (**Haciseferoğulları et Özcan, 2007**).

Il y'a aussi une certaine activité antimicrobienne de la plante *arbutus unedo* contre différentes souches bactériennes et des champignons pathogènes (**Bendiabdellah, 2007**)

2.7. Composition chimique

2.7.1. Composition chimique des fleurs d'Arbousier

Les fleurs de *l'Arbutus unedo* se caractérisent par la présence de différentes substances photochimiques tels que les tanins, les flavonoïdes, les glycosides phénoliques (quercitrine, isoquercitrine, hyperoside) (**Duraffourd et al., 2002**).

Les fractions phénoliques les plus importantes de cette plante sont l'éthyle gallate, la catéchine, l'arbutine, qui est connue par son puissant pouvoir antiseptique de l'appareil urinaire (**Toualbia, 2018**).

2.7.2. Composition chimique des fruits d'Arbousier

La composition des fruits est beaucoup plus importante que celle des feuilles, contenant plusieurs molécules bioactives, dont les composés phénoliques, comme les anthocyanines, les dérivés d'acide gallique, les tanins et les flavonoïdes, notamment la vitamine C, vitamine E et la caroténoïde (**Lefahal, 2014**).

2.8. Toxicité de fruit d'Arbousier

Il faut noter que les arboises peuvent présenter une certaine toxicité pour certaines personnes dans certaines conditions. Voici quelques points importants à savoir sur la toxicité potentielle des fruits d'*Arbutus unedo* :

- Allergie : comme pour de nombreux autres fruits, certaines personnes peuvent être allergiques aux arboises. Les réactions allergiques peuvent varier en gravité, allant de symptômes bénins tels que des démangeaisons ou des éruptions cutanées, à des réactions plus graves telles que des difficultés respiratoires.
- Teneur en tanins : les arboises sont riches en tanins, qui sont des composés chimiques présents dans de nombreux fruits, légumes et autres plantes. Les tanins sont connus pour leur capacité à provoquer des irritations gastro-intestinales, notamment des maux d'estomac, des nausées et des vomissements.
- Contenu en alcool : lorsque les arboises sont mures, elles peuvent fermenter naturellement, produisant ainsi de l'alcool. Les arboises fermentées peuvent contenir de faibles quantités d'alcool, ce qui peut être toxique pour les enfants, les femmes enceintes, les personnes atteintes de certaines maladies ou les personnes sensibles à l'alcool.

(**Adams et al., 2011**)

Chapitre 2

Les mucilages

1. Les polysaccharides

Les polysaccharides appelés aussi les polyosides ou les glucanes, sont de longues chaînes polymères de monosaccharides liés entre eux par des liaisons glycosidiques pour avoir la configuration α ou β , et une taille moléculaire définie. Ces chaînes peuvent être linéaires ou ramifiées. Ils sont constitués de plus de dix polysaccharides pouvant compter plusieurs milliers d'unités et avoir des poids moléculaires considérables (**Robyt, 1998**).

Ils sont présents dans la plupart des organismes vivants tel que les algues, les animaux et principalement dans les végétaux (**Merghen, 2009**).

Les polysaccharides végétaux sont définis comme des bio polymères de haut poids moléculaire provenant principalement des plantes et d'algues (**Akroun et Tellab, 2020**).

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble trouvés dans toutes les plantes. Les mucilages sont les polysaccharides les plus importants en vue de la phytothérapie (**Iserin, 2001**).

2. Les mucilages

2.1. Définition des mucilages

Les mucilages sont des polymères complexes de nature glucidiques, avec une structure chimique fortement ramifiée. Une matière épaisse et gommeuse qui possède des propriétés tensio-actives unique dans l'eau qui lui donne la capacité de précipiter des particules et des ions à partir de solutions aqueuses (**Saenz et al., 2004**).

2.2. Les polysaccharides dérivés du mannose : « mucilage neutre »

Le mannose est un sucre qui est souvent impliqué dans la constitution de polymères. Le mannose en tant que tel est rarement présent. Ce composé est un polymère constitué d'une chaîne linéaire d'unités de mannose liées par des liaisons β -(1-4) et est strictement insoluble dans l'eau. Cependant, les polysaccharides hétérogènes comprenant du mannose sont plus courants. (**Bruneton, 2009**).

2.2.1. Glucomannanes

Les glucomannanes sont des polymères constitués d'une alternance de résidus de mannose et de glucose liés en β -(1,4). Les glucomannanes de très haute masse moléculaire contiennent une plus grande proportion de résidus de mannose, avec une unité de glucose pour 3 unités de mannose dans le cas des glucomannanes des conifères (**Bruneton, 1993**).

2.2.2. Galactomannanes

Les galactomannanes sont des polymères de mannose neutres et solubles dans l'eau, avec une masse molaire très élevée allant jusqu'à 1 à 2.106g/mole. Ces polymères sont composés d'une chaîne linéaire d'unités de D-mannopyranose liées par des liaisons β -(1-4), avec des ramifications constituées d'une seule unité de D-galactopyranose liée par une liaison α -(1-6)

Les propriétés hydrophiles des galactomannanes leur confèrent la capacité de former des solutions stables et très visqueuses. Leur interaction avec l'eau et d'autres polysaccharides en font des composants utiles dans diverses industries, en particulier l'industrie alimentaire (**Bruneton, 1993**).

2.2.3. Galactoglucomannanes

Les galactoglucomannanes sont des polysaccharides composés d'une chaîne centrale similaire à celle des glucomannanes, avec un nombre variable d'unités de mannose qui sont substituées en position 6 par un résidu D-galactosyl lié en α . Ces polymères font partie des hémicelluloses et peuvent s'accumuler dans les graines. (**Bruneton, 1993**).

2.3. Composition chimique des mucilages

A cause de leur nature polysaccharidique, les mucilages produisent un nombre indéfini de monosaccharides lors de l'hydrolyse. Ils peuvent être classés selon le type de produits d'hydrolyse obtenu, en pentosanes (xylane) et en hexosanes (amidon et cellulose).

Les mucilages en générale sont des esters d'acide sulfurique, le groupe ester étant un polysaccharide complexe. Ils sont liés étroitement aux hémicelluloses, sauf que les sucres produits par ces derniers sont le glucose, le mannose et la xylose, alors que celles produites par les mucilages sont le galactose et l'arabinose (**Vipul et al., 2013**).

2.4. Propriétés thérapeutiques des mucilages

Le mucilage est utilisé pour réduire la sensation de douleur ou, en cas d'inflammation des muqueuses des voies respiratoires ou digestives, pour éloigner les substances irritantes en formant une couche protectrice. En raison de leur nature colloïdale, les mucilages sont dotés de la capacité d'absorber de nombreuses substances et servent également à empêcher l'absorption intestinale des poisons. Ils ont la capacité d'absorber des substances irritantes, et même des bactéries, ce qui reflète leur capacité à résister à la diarrhée. Ils ont également des propriétés

Laxatives, car la substance mucilagineuse retient l'eau, sous laquelle elle gonfle, créant une certaine pression de gonflement. Par conséquent, le volume du bol intestinal augmente la pression exercée sur la paroi intestinale, ce qui provoque une augmentation du péristaltisme, ce qui aide à éliminer facilement les selles (**Raymond, 1952**).

2.4.1. Activité Antimicrobienne des mucilages

Les recherches sur l'activité antibactérienne des mucilages sont relativement limitées, mais certaines études ont examiné cette propriété spécifique. Par exemple, une étude menée par **Benghenima (2020)** a démontré que l'extrait des mucilages de *Rubus ulmifolius* présentait une activité antibactérienne contre certaines souches bactériennes.

De plus, une autre étude réalisée par **Abderrahmane et al. (2022)** a mis en évidence la forte activité antibactérienne des mucilages de la plante *Trigonella foenum-graecum* vis-à-vis de trois souches bactériennes spécifiques, à savoir *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* et *Escherichia coli*.

Il est important de noter que ces deux études représentent des exemples d'études spécifiques sur l'activité antibactérienne des mucilages, mais il existe probablement d'autres recherches en cours dans ce domaine. La compréhension de l'activité antibactérienne des mucilages et de leur potentiel en tant qu'agents antimicrobiens nécessite davantage d'investigations scientifiques.

2.5. Application des mucilages

2.5.1. Applications pharmaceutiques

Le mucilage est appliqué et mélangé à d'autres médicaments pour réduire l'effet irritant de ces derniers, corriger le goût et éviter ainsi une absorption trop rapide. Ils sont également utilisés dans la fabrication de comprimés comme liants et désintégrant, dans la préparation d'émulsions comme stabilisants et comme bases des pommades et les dentifrices (**Youmbai, 2015 ; Ignat, 2012**).

2.5.2. Applications non pharmaceutiques

En bactériologie, on les utilise comme milieux de cultures (Agar Agar, gélatine). Dans l'industrie alimentaire, les mucilages sont appliqués dans la préparation des sauces, gelées, pâtisseries... (**Jani et al., 2009**).

Partie Expérimentale

Chapitre 1

Matériel et méthodes

1. Objectif

Le travail expérimental a été effectué au sein du laboratoire Antibiotique Antifongique : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, durant la période de Février et Mars 2023.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'activité antibactérienne *in vitro* des fruits d'une plante médicinale, *Arbutus unedo* récoltés dans la région de Tlemcen. La plante a été sélectionnée principalement en fonction de leur intérêt et de leur fréquence d'utilisation.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des fruits d'*Arbutus unedo* récoltés au début du mois de janvier 2023 dans la région de Nedroma, au Nord-Ouest de la wilaya de Tlemcen. Le fruit récolté été conservé au réfrigérateur.

3. Matériel biologique

L'activité antibactérienne de l'extrait étudié a été testée sur sept souches bactériennes de références.

Tableau 01 : Nature et type des souches testées

Souches bactériennes	Type de micro-organisme	Origine
<i>Esherichia coli</i> ATCC 8739	Bacille à Gram négatif	Laboratoire Antibiotique Antifongique : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique
<i>Pseudomonas aeroginosa</i> ATCC27853	Bacille à Gram négatif	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	Cocci à Gram positif	
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	Bacille à Gram positif	
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	Bacille à Gram négatif	
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 49452	Cocci à Gram positif	
<i>Klabsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	Bacille à Gram négatif	

4. Extraction des mucilages

L'extraction en phase aqueuse est l'une des techniques les plus communes appliquées pour l'extraction du matériel mucilagineux des plantes.

Nous avons réalisé deux extractions la première pour l'extrait des mucilages purifiés, et la deuxième pour l'extrait des mucilages bruts

L'extraction se fait selon la méthode décrite par **Jasiem *et al.*(2016)** avec certaines modifications.

4.1. Extraction de mucilage purifié

Concernant la première extraction on a :

- ✓ Mélanger 30g de fruit d'arbousier avec 300ml d'acétone et on laisse pendant 48heures.
- ✓ Récupérer l'infiltrat à l'aide d'un papier filtre et le mélanger dans un ballon rodé avec 300ml d'eau distillé.
- ✓ Laisser le mélange bouillir pendant 1heures dans le montage de soxhlet, et se refroidir pendant 2heures.
- ✓ Récupérer le filtrat par l'utilisation d'une mousseline.
- ✓ Ajouter 300ml d'éthanol, puis laisser au réfrigérateur pendant 24heures.
- ✓ Centrifugé le mélange à 4000 tours/min pendant 10 min afin de récupérer et rincer le culot avec l'éthanol.
- ✓ Sécher le culot dans l'étuve à 50°C pendant 24 heures.
- ✓ L'échantillon obtenu est l'extrait des mucilages purifiés.

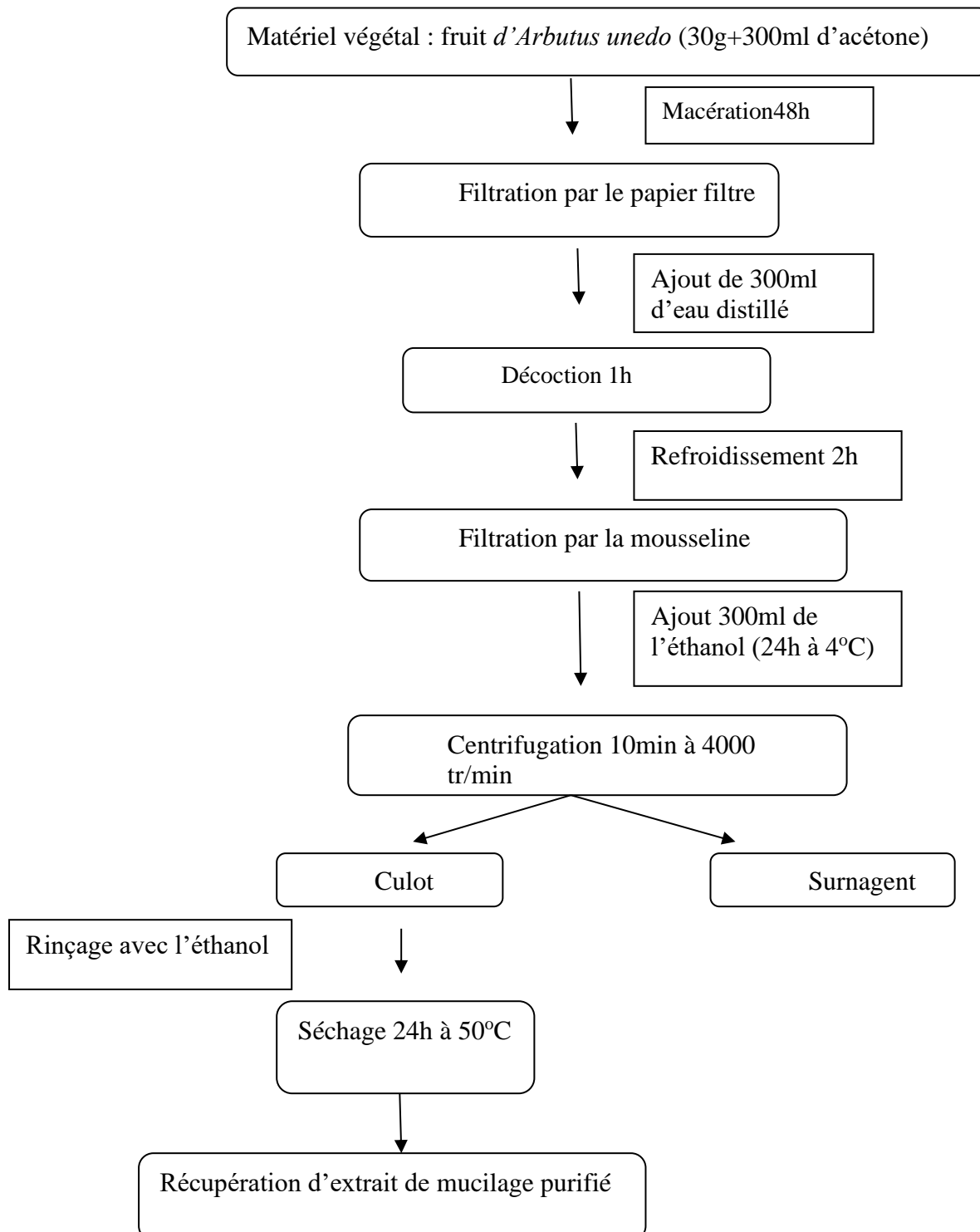


Figure 09 : Les différentes étapes de la préparation du premier extrait mucilagineux purifié

4.2. Extraction de mucilage brut

Concernant la deuxième extraction on a :

- ✓ Mélanger 300g de fruit d'arbousier avec 300ml d'eau distillé dans un ballon rodé.
- ✓ Laisser le mélange bouillir pendant 1heures dans le montage de soxhelt, et se refroidir pendant 2 heures.
- ✓ Récupérer le filtrat par l'utilisation d'une mousseline.
- ✓ Ajouter 300ml d'éthanol, puis laisser au réfrigérateur pendant 24heures.
- ✓ Centrifugé le mélange à 4000 tours/min pendant 10 min afin de récupérer et rincer le culot avec l'éthanol.
- ✓ Sécher le culot dans l'étuve à 50°C pendant 24 heures.
- ✓ L'échantillon obtenu est l'extrait des mucilages bruts.

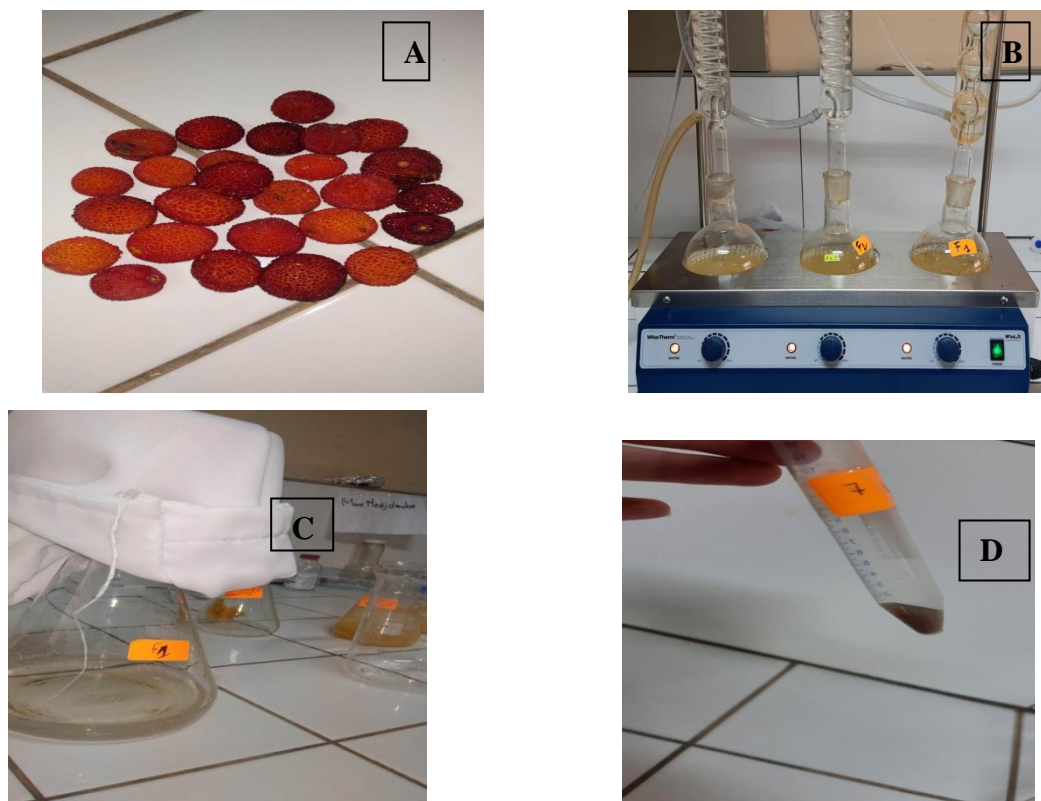


Figure 10 : Quelques étapes de la première extraction des mucilages bruts A : Fruits d'*Arbutus unedo*, B : Décoction, C : Filtration par mousseline, D : extrait de mucilage brut

4.3. Calcul de Rendement

Le rendement (R) en extrait est présenté par le rapport des masses d'extrait obtenus et de la masse de la matière végétale utilisée. Exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (M_{\text{ext}}/M_{\text{éch}}) \cdot 100$$

R : Rendement en extrait (%).

M_{ext} : Masse de l'extrait en gramme (g).

M_{éch} : Masse de la matière végétale utilisée (g).

5. Caractérisation des mucilages

5.1. Dosage des protéines

- **Principe**

Le dosage des protéines se fait par la méthode de Biuret selon **Henry *et al.* (1974)**. En solution alcaline les protéines forment avec les ions cuivriques un complexe coloré d'absorbance mesurable à 540nm. La détermination des différentes concentrations se fait en basant sur une droite d'étalonnage du sérum albumine bovine (SAB).

- **Dosage**

Etape 1 : Préparation du réactif de biuret pour 250ml d'eau distillée.

- Solubiliser 11.5g de NaOH dans 150ml d'eau distillée.
- Ajouter les réactifs suivants successivement au mélange précédent : 0.28g de CuSO₄, 0.25g de KI et 1.48g de tartrate double sodium potassium.
- Ajuster le volume à 250ml par l'eau distillé.

Etape 2 : Préparation de la SAB

- Peser 0.2g de la SAB dans 20ml de tampon
- Réaliser des dilutions en cascade

Etape 3 : Préparation des extraits

- Solubiliser l'extrait (total ; acétone) dans le tampon.

Etape 4 : Dosage

- Préparation d'une série de tubes, extraits, blanc et SAB, prévoir 3 tubes (essais) pour chaque extrait ou pour la SAB.
- Dans les tubes, mettre 100ul de la solution à doser (extrait ou SAB) et 1ml du réactif de biuret.
 - Le tube blanc qui contient (100ul TP+1ml biuret) utilisé pour calibrer le spectrophotomètre.
 - Les tubes sont incubés à l'ombre pendant 30 min puis l'absorbance est lue à 540nm.
 -

- **Expression des résultats**

$$\text{Pr (\%)} = ((C.V)/P).100$$

C : concentration en protéines de l'extrait en « mg/ml » (déterminé graphiquement).

V : volume de l'eau distillée en « ml ».

P : la prise d'essais « mg ».

Pr : taux de protéine.

5.2. Dosage des sucres

- **Principe**

La méthode de **Dobois *et al.* (1956)** permet de doser les sucres en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique est mesurée à 490nm.

- **Dosage**

Les extraits obtenus sont solubilisés dans l'eau à différentes concentrations. Mélanger 1ml de la solution obtenue avec 1ml de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique pure. Laisser agir pendant 30 min et lire l'absorbance à 490nm devant un blanc contenant 1ml d'eau distillée et 1ml de phénol avec 5ml d'acide sulfurique. Une droite d'étalonnage de glucose est tracée afin d'estimer les concentrations des sucres dans les extraits analysés.

5.3. Test de mise en évidence des acides aminés et des tannins**5.3.1. Acides aminés**

- 1ml d'extrait à tester est ajouté sur 2ml de la solution de ninhydrine préparée dans l'acétone dont la concentration est 1%

- Après le chauffage dans un bain marie, un changement de couleur est observé dans les deux extraits.
- La présence des acides aminés donne une couleur violette (**Harbone, 1998**).

5.3.2. Tanins

Ajouter 2 à 3 gouttes de solution de FeCl₃ (2%) à 2ml de chaque solution testée et laisser reposer quelques minutes. La présence des tanins donne une coloration bleu-noire et un précipité (**Karumi et al., 2004**).

6. Evaluation de l'activité antibactérienne de mucilage d'*Arbutus unedo*

La méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé est la méthode utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne

6.1. Stérilisation du matériel

L'eau distillée, l'eau physiologique, embouts de micropipette, le milieu de culture, les tubes à hémolyse et les disques en papier Whatman ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

6.2. Préparation de différentes concentrations d'extrait

L'extrait des mucilages a été dissout dans l'eau distillé pour obtenir une concentration mère de 100mg/ml, quatre dilutions 1/2 ont été préparées en cascade.

6.3. Préparation des milieux de culture

- Préparer les géloses Muller Hinton (MHG), Gélose nutritive (GN), et le bouillon Muller Hinton (MHB) à partir d'une poudre de gélose Muller Hinton déshydratée.
- Immédiatement après l'autoclavage, laisser la gélose refroidir dans un bain d'eau de 45 à 50°C.
- Verser le milieu fraîchement préparé et refroidi dans des boites de Pétri.
- Laisser les plaques d'agar refroidir encore à température ambiante devant les becs.

6.4. Repiquage des souches

Le repiquage des souches est fait par la méthode des stries dans des boites de Pétri qui contiennent la gélose nutritive, puis incubées à 37°C pendant 24h afin d'obtenir des colonies isolées.

6.5. Antibiotiques

L'antibiotique utilisé dans cette étude c'est la Gentamicine. Il est utilisé comme témoin positif de l'antibiogramme vis-à-vis aux souches bactériennes.

6.6. Préparation de l'inoculum

- Réaliser une préculture au préalable des bactéries à tester sur gélose nutritive pendant 24h à 37°C.
- Prélever à l'aide d'une anse de platine une colonie bactérienne bien isolée.
- Transvaser le contenu de l'ose dans un tube contenant 5 ml de eau physiologique stérile.
- Vortexer la suspension pendant 15 secondes et sa turbidité est ajustée avec un colorimètre à 590 nm pour obtenir une turbidité équivalente à 0.5 Mc Farland correspond à une absorbance entre 0.08 et 0.1.

6.7. Ensemencement des boîtes par écouvillonnage

- Trempez un écouvillon stérile dans la suspension ajustée.
- Inoculer la surface séchée d'une boîte MHG en étalent l'écouvillon sur toute la surface de la gélose stérile.
- Répétez cette préculture en stries 3 fois, en tournant la boîte à chaque fois pour assurer une distribution uniforme de l'inoculum.

6.8. Technique de diffusion sur la gélose MH (méthode des disques)

La méthode de diffusion sur gélose (méthode des disques) a été utilisée pour la détermination de l'activité antibactérienne, *in vitro*. Tous les tests ont été répétés trois fois.

- Dans une boîte de Pétri stérile (vide) imbiber un disque par l'extrait (20ul) à différentes concentrations et
- Déposer les disques à l'aide d'une pince stérile dans les boîtes préalablement inoculées par les souches
- Appuyez par la pince sur chaque disque pour assurer un contact complet avec la surface de la gélose.

- Faites attention à la proximité des disques distribués. Si les disques sont placés trop près du bord de la boîte, les zones peuvent ne pas être complètement arrondies.
- Les boîtes sont incubées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures.
- La lecture des résultats est effectuée après incubations par la mesure des zones d'inhibition

Chapitre 2
Résultats
et
discussion

1. Aspect et rendement d'extrait des mucilages

Les résultats des caractéristiques des extraits des mucilages sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Rendement et caractérisation des mucilages des fruits d'*Arbutus unedo*

Caractéristiques	Extrait de mucilage purifié	Extrait de mucilage brut
Rendement de l'extrait (%)	3,6 ± 0,45	1,45 ± 1,101
Aspect	Gélifié	Solide
Couleur	Blanc	Marron

Les résultats de tableau ci-dessus montrent que l'extrait purifié a donné un rendement intéressant en mucilage, qui représente un taux de 3.6%, avec un aspect gélifié de couleur blanche. Par contre l'extrait brut présente un rendement de 1.45% avec un aspect solide et une couleur marron.

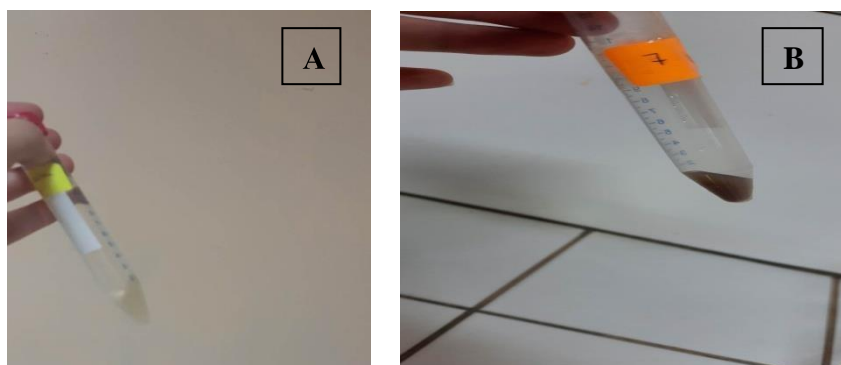


Figure 11 : Extraits des mucilages A : mucilage purifié, B : mucilage brut

Selon les conclusions tirées des résultats, il semble que les fruits de l'*Arbutus unedo* présentent un rendement moyen en termes d'extraction de mucilage brut 1,45%, cependant l'extrait de mucilage purifié montre un bon rendement, atteint 3,6%. Un résultat assez proche de celle de **Benghenima (2020)**, qui a montré un rendement en mucilage de seulement 4,6% à partir des tiges et feuilles de *Rubus ulmifolius*.

Il est possible de conclure que le rendement d'un extrait donné peut varier en fonction de différents facteurs tels que la variété de la plante utilisée, la durée de séchage, la nature et la concentration du solvant, ainsi que la technique et la durée d'extraction employées.

2. Caractérisation des mucilages

2.1. Dosage des protéines

Le tableau 03 représente les résultats des dosages des protéines effectués sur les extraits des mucilages (brut et purifié) de l'arbousier.

Tableau 03 : Pourcentage en protéines des extraits d'*Arbutus unedo*

	Mucilage brut	Mucilage purifié
Protéine (%)	46,49±17,49	2,77±0,24

D'après les résultats, il semble que l'extrait de mucilage brut est beaucoup plus riche en protéine que le mucilage purifié avec un taux de 46,49% contre 2,77%.

Les résultats mentionnés sont cohérents avec ceux de l'étude menée par **Belfeikh et al. (2017)**. Leur recherche met en évidence que les fruits d'*Arbutus unedo* sont riches en protéines, tandis que les tiges et les feuilles de la même plante ne contiennent pas de protéines significatives.

Ces résultats soulignent la variation de composition chimique entre différentes parties d'une plante. Dans le cas d'*Arbutus unedo*, les fruits se distinguent par leur teneur élevée en protéines, ce qui peut avoir des implications sur leur valeur nutritionnelle et leur potentiel d'utilisation dans divers domaines

2.2. Dosage des sucres

Le tableau 04 montre les résultats de dosage des sucres

Tableau 04 : valeurs des sucres des extraits d'*Arbutus unedo*

	Mucilage brut	Mucilage purifié
Sucres (%)	1,14 ± 0,12	0,08± 0,07

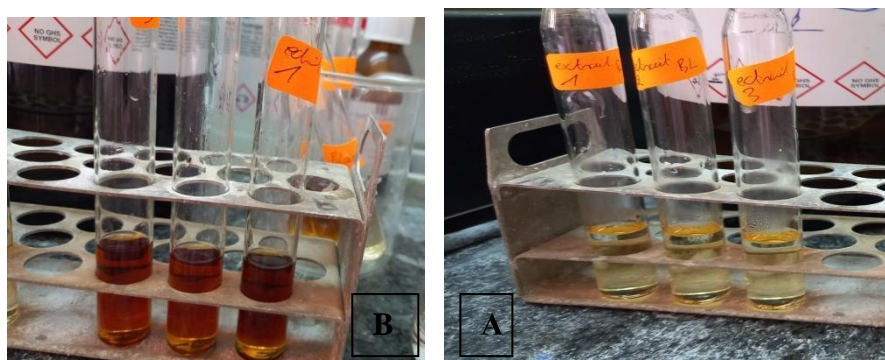


Figure 12 : Résultats de dosage des sucres. A : pour l'extrait de mucilage purifié, B : Pour l'extrait de mucilage brut

Le tableau ci-dessous nous montre que l'extrait de mucilage brut est plus riche en sucres que l'extrait de mucilage purifié avec une valeur de 1,14% contre 0,08%.

Nos résultats sont assez loin à celle trouvé par **Doukani et Tabak (2014)** qui ont trouvé que le fruit d'*Arbutus unedo* récolté à la proximité de Tlemcen est très riche en sucres avec une valeur de 14,012%. Cette variété de valeur peut être liée à l'effet des solvants utilisés pendant l'extraction.

2.3. Test de mise en évidence des acides aminés et les tannins

Le tableau suivant montre les résultats des acides aminés et des tannins des extraits (brut et purifié).

Tableau 05 : caractérisation des deux extraits

Caractérisation	Mucilage brut	Mucilage purifié
Acide aminées	++	+
Tannins	++	-

++ : Moyennement positive / + : Faiblement positive / - : Absence totale

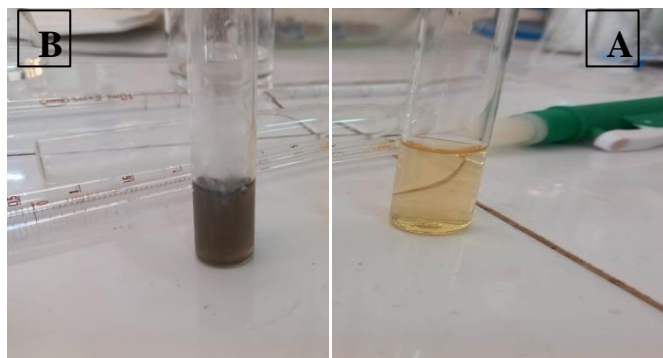


Figure 13 : Résultats de dosage des tannins. A : Absence des tannins dans l'extrait de mucilage purifié, B : Présence des tannins dans l'extrait de mucilage Brut.

Les résultats des tests réalisés ont montré la présence des acides aminés dans les deux extraits de mucilage, mais en quantité supérieure dans l'extrait brut. Les tannins ont été détectés uniquement dans l'extrait brut.

Selon **Belfeikh et al. (2017)**, les tannins sont présents en quantité moyenne dans les fruits d'*Arbutus unedo*, ce résultat est similaire à notre étude qui indique que le mucilage brut du même fruit contient les tannins en quantité moyenne aussi. Les tannins sont absents dans le mucilage purifié, ces résultats peuvent être expliqués par la méthode d'extraction des mucilages plus précisément, la macération avec l'acétone a permis de précipiter les composés

Phénoliques, et par conséquence l'absence des tannins dans l'extrait de mucilage purifié

3. Evaluation de l'activité antibactérienne

Le pouvoir antibactérien de l'extrait de mucilage des fruits de la plante *Arbutus unedo* a été effectué par la méthode de diffusion des disques sur le milieu Muller Hinton gélosé.

L'activité antibactérienne est estimée en fonction de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques qui contient l'extrait à tester vis-à-vis de sept souches de référence utilisées.

Après avoir incubé pendant 24 heures à une température de 37°C, le premier extrait mucilagineux purifié n'a montré aucune activité bactérienne vis-à-vis des sept souches testées. Cependant l'extrait brut possède un pouvoir antibactérien vis-à-vis quelques souches bactériennes.

Les résultats sont présentés dans la figure et le tableau suivants :

Tableau 06 : Diamètres des zones d'inhibition obtenus de l'extrait des mucilages bruts par la méthode des disques.

Souches Bactériennes	Concentration de 100 mg/ml	Concentration de 50mg/ml	Concentration de 25mg/ml	Concentration de 12.5mg/ml	Concentration de 6.25mg/ml
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	8	7	7	0,0	0,0
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Salmonella Typhimurium</i> ATCC 13311	14	11	8	0,0	0,0
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 49452	10	8	7	0,0	0,0
<i>Klasiella pneumoniae</i> ATCC 700603	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

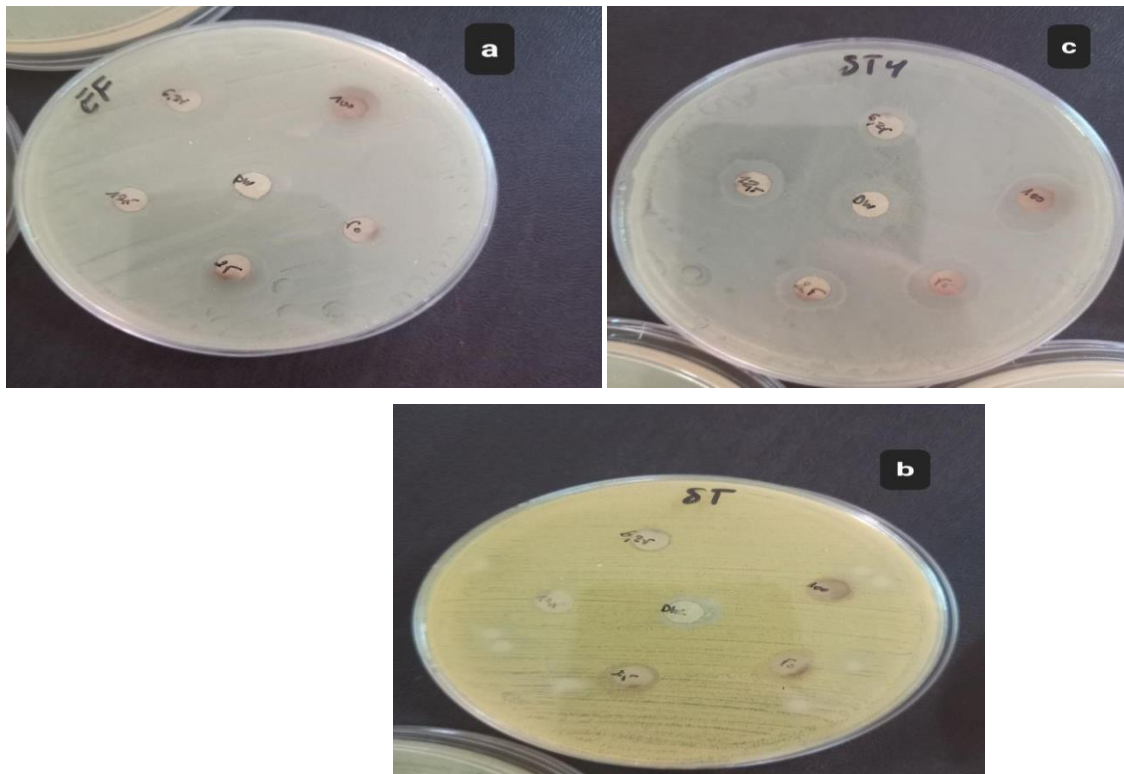


Figure 14 : Les zones d'inhibition (mm) d'extrait mucilagineux par la méthode des disques sur : **a** : *Enterococcus faecalis*, **b** : *Staphylococcus aureus*, **c** : *Salmonella typhimurium*.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait du mucilage brut a une activité antibactérienne pour trois souches bactériennes : *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Salmonella typhimurium* avec des zones d'inhibitions de 8, 10 et 14 mm respectivement.

La zone d'inhibition de la souche *Enterococcus faecalis* est 8 mm pour la concentration 50mg/ml et 12 mm pour la concentration 100mg/ml, enfin les zones d'inhibition de *Salmonella typhimurium* sont 8, 11 et 14mm pour les concentrations 25mg/ml, 50mg/ml et 100mg/ml respectivement.

Les résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait mucilagineux d'*Arbutus unedo* ont montré une inhibition modérée vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus*, La zone d'inhibition est 8 mm pour la concentration 100 mg/ml d'extrait, ces résultats sont similaires aux résultats obtenus pour les mucilages de *Rubus ulmifolius* étudiés par **Benghenima (2020)**. Cependant dans une étude d'**Azzaz (2020)**, les mucilages de la fleur *Malva Sylvestris*, ne présentent aucune activité vis-à-vis *Staphylococcus aureus*,

Les résultats obtenus pour la souche *Escherichia coli* dans notre étude sont en accord avec ceux de **Lahouess et Dehilim (2015)** qui ont montré que l'extrait méthanolique de fruits d'*Arbutus unedo* n'a pas présenté d'activité antibactérienne contre cette souche. Cependant, ces résultats sont différés de ceux obtenus par **Benghenima (2020)** qui ont montré un diamètre de zone d'inhibition de 9mm.

Il apparaît que la souche *Salmonella typhimurium* présente la plus grande zone d'inhibition 14mm par rapport aux autres souches.

En général, les bactéries à Gram positif sont considérées comme étant plus sensibles aux extraits que les bactéries à Gram négatif en raison de la présence de lipopolysaccharides hydrophobes dans la membrane externe de ces dernières qui peuvent les protéger contre différents agents. Cependant, dans notre étude, les résultats montrent que l'extrait testé était plus efficace contre la bactérie à Gram négatif *Salmonella typhimurium* avec un diamètre de 14mm, un résultat assez proche à celle de **Hadim et Ben Aissou (2018)** qui présente une zone de 15mm de l'extrait aqueux de feuilles d'*Arbutus unedo* pour la même souche.

Aucune zone d'inhibition n'a été observée autour des disques pour les souches *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella* dans notre étude, ces résultats sont en accord avec ceux de **Lahouess et Dehilim (2015)** pour l'extrait méthanolique des fruits d'*Arbutus unedo*, ainsi que pour l'extrait mucilagineux de *Rubus ulmifolius* de **Benghenima (2020)** concernant les deux souches *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus cereus*.

Kheddaoui et Kaddour (2022) ont montré que l'extrait eau acétone d'*Arbutus unedo* ne présente aucune activité antibactérienne vis-à-vis les quatre souches de référence *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, les mêmes résultats ont été observé concernant l'extrait de mucilage purifié pour ces souches bactériennes, Cependant Les résultats du pouvoir antibactérien ont montré que *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, et *Salmonella typhimurium* sont sensibles à l'extrait mucilagineux brut d'*Arbutus unedo*. Nous pouvons conclure que l'activité antibactérienne de l'extrait brut est probablement due à l'association des mucilages et les composés phénoliques des fruits d'*Arbutus unedo*. En se basant sur une étude réalisée par **Delamare et al. (2007)** qui ont montré que les effets synergiques des constituants majeurs et mineurs présents dans l'huile essentielle devraient être pris en considération pour tenir compte activité biologique.

Les sept souches testées sont sensibles à la Gentamicine, avec des zones d'inhibition importante.

Les résultats des zones d'inhibition de la Gentamicine pour les sept souches sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 08 : Diamètre des zones d'inhibition de la Gentamicine pour les sept souches bactériennes

Souches	Diamètre des zones (mm)
<i>Escherichia coli</i>	29
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22
<i>Bacillus cereus</i>	21
<i>Klasiella pneumoniae</i>	21
<i>Salmonella typhimurium</i>	26
<i>Staphylococcus aureus</i>	26
<i>Enterococcus faecalis</i>	22

Il est évident que l'inhibition de la croissance bactérienne dépend de deux facteurs : la bactérie utilisée et la nature du produit testé. **Mori et al. (1987)** ont souligné que l'activité antibactérienne des extraits dépend non seulement des composés phénoliques, mais également de la présence de différents métabolites secondaires. En d'autres termes, la composition chimique des extraits peut jouer un rôle important dans leur activité antimicrobienne.

Conclusion

Les plantes médicinales sont depuis longtemps reconnues comme une source fiable de principes actifs connus pour leurs propriétés thérapeutiques. Dans cette étude, nous avons étudié les propriétés antibactériennes des fruits de la plante d'*Arbutus unedo*, largement utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter différents pathologies, l'hypertension, désinfecter les voies urinaires et agir comme antiseptique. Cette plante présente un bon potentiel en tant que source d'agents antibactériens naturels pour le traitement des maladies infectieuses.

Cette étude a été menée afin de caractériser et d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait mucilagineux des fruits d'*Arbutus unedo* vis-à-vis de sept souches bactériennes de référence. La méthode de diffusion sur disque a été utilisée pour déterminer cette activité.

Le rendement de l'extrait brut s'avère très important par rapport à l'extrait purifié, de l'ordre de 3,6% et 1,45% respectivement

Le mucilage brut est beaucoup plus riche en protéine que le mucilage purifié avec un taux de 46,49% contre 2,77%. Les sucres sont présents dans les deux extraits avec un taux de 1,14% pour l'extrait brut et 0,08% pour l'extrait purifié. La présence des acides aminés dans les deux extraits de mucilage a été enregistrée, les tannins sont présents en quantité moyenne dans le mucilage brut, cependant ils sont absents dans le mucilage purifié

L'extrait purifié ne présente aucun effet antibactérien vis-à-vis les sept souches testées. Cependant une activité antibactérienne a été enregistrée vis-à-vis *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Salmonella typhimurium* pour l'extrait brut, ce dernier ne possède aucun pouvoir antibactérien sur *Klasiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Esherichia coli*.

La meilleure activité antibactérienne enregistrée dans cette étude était sur *Salmonella typhimurium* avec une zone d'inhibition de 14mm, cette souche est considérée comme la plus sensible au mucilage brut.

Notre étude représente une première étape dans la recherche sur l'activité antibactérienne des extraits de mucilage de l'*Arbutus unedo*. Cela peut ouvrir la voie à des recherches ultérieures pour identifier les composés actifs dans l'extrait et évaluer leur efficacité dans d'autres domaines tels que la médecine traditionnelle. Cette plante peut offrir des perspectives intéressantes pour de futures recherches en raison de sa richesse en plusieurs composés chimiques importants.

En termes de perspectives, Cette étude nécessite une poursuite par de nouvelles approches à savoir :

- ✓ L'identification exacte des composés actifs de la plante *Arbutus unedo*
- ✓ L'identification des différentes activités biologiques de cette plante.
- ✓ Faire des études sur la toxicité de la plante.
- ✓ Réaliser l'extraction avec d'autres solvants de polarité différente.

*Références
Bibliographiques*

A

- **Abderrahmane, S., Bakhabou, N., Amraoui, F., Hadeif, K., & Ziواني, S. (2022).** Recherche de l'activité antibactérienne des extraits bruts des graines de mucilages de *Trigonella foenum-graecum* L, de la région de Fenoughil (Adrar) (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draia-Adrar).
- **Aelling, R. (1952).** Études sur le dosage pharmacoceutique de quelques drogues à mucilages (Thèse de doctorat, École polytechnique fédérale, Zurich).
- **Akroun, S., & Tellab, L. (2020).** *Extraction, purification et caractérisation des polysaccharides végétaux* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Azzaz, S. (2020).** « Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits apolaires de *Hyscymus niger* de la région de Tlemcen. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers., Département de Biologie. Université Abou-Bakr Belkaid Tlemcen.

B

- **Bensabeur, K. (2009).** Contribution à l'étude chimique des huiles essentielles des feuilles et des tiges d'*Arbutus unedo* L. [Mémoire de Master, Faculté des Sciences, Département de Chimie, Université Abou-Bakr Belkaid Tlemcen].
- **Ben Ahmed, I. (2017).** Activité antioxydante de l'extrait hydroéthanolique et ses fractions des racines de l'*Arbutus unedo* [Mémoire de Master, Université Abou-Bakr Belkaid Tlemcen].
- **Benghenima, S. (2020).** Evaluation de l'activité antimicrobienne de quelques extraits de *Rubus ulmifolius* de la région de Tlemcen. [Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie, Université de Tlemcen].

- **Bertrand, B. (2010).** Les secrets de l'ortie (7^e édition). Collection 4 compagnon végétal, N° 01. Éditions de Terran.
- **Bessas, A., Benmoussa, L., & Kesarma, M. (2008).** Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien. Faculté Djilali Liabes, Sidi Bel-Abbes, 81.
- **Boullard, B. (2001).** Plantes médicinales du monde croyance et réalité. Ed ESTM, Paris, 636p.
- **Bendiabdellah, A. (2007).** *Les polyphenols dans les racines d'arbutus unedo L* (Doctoral dissertation, Tlemcen, Université Abou Bekr Belkaïd. Faculté des Science).
- **Boumaza, C., Khaldi, W., & Idoui, T. (2016).** La biocconservation du beurre traditionnel 'igilait' par ajout d'extrait de fruit d'Arbutus unedo L : Évaluation de la qualité physicochimique au cours du stockage réfrigéré [Mémoire de Master, Université Mohammed Seddik Benyahya-Jijel].
- **Bouzid, K., et al. (2014).** Extraction, identification and quantitative HPLC analysis of flavonoids from fruit extracts of Arbutus unedo L. from Tiaret area (Western Algeria). Vol. 6, No. 4.
- **Bruneton, J. (1993).** Plantes Médicinales : Phytochimie, Pharmacognosie. 2^e émeEd. Lavoisier, New York, 914.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4^eme Edition, lavoisier. Paris. 1234p.

C

- **Chorfi, Z. E. (2022).** Étude de l'activité biologique et inhibitrice de la corrosion d'une plante "Arbutus unedo" [Mémoire de Master, Science de la Matière, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie].

- **Cheblaoui, S. (2015).** Évaluation de quelques activités biologiques et antimicrobiennes du mucilage de fleurs de *Malva sylvestris* L. [Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biotechnologie, Université de Blida 1].
- **Charbier, J.-Y. (2010).** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie (Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré-Nancy 1).

D

- **Duraffourd, C., Jean, C. Y., & Lapraz, C. (2002).** Traité de phytothérapie chimique. Médecine et endobiogénie. Paris, France : Masson.
- **Dudareva, Natalia, and Eran Pichersky. (2000).** "Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents." *Plant Physiology*, 122(3), 627-634.
- **Delamare, A. P. L., Moschen-Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., & Echeverrigaray, S. (2007).** Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food chemistry*, 100(2), 603-608.
- **Dupérat, M., & Polèse, J. M. (2007).** Les arbres. Édition de Borée.
- **DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. t., & Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- **Doukani, N., & Tabak, M. (2014).** Profil physicochimique du fruit 'Lendj' (*Arbutus unedo* L.) [Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret, Algérie].

E

- **El Houari, M., Lopez, J. J., Mekhfi, H., Rosado, A., & Salido, M. G. (2007).** Antiagregant effects of *Arbutus unedo* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(2), 325-331.
- **Edzard, E. (2001).** *The desktop guide to complementary and alternative medicine* (2nd ed.). Grande-Bretagne : Mosby.
- **. Elqaj, M., Ahami, A., & Belghyti, D. (2007).** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Communication présentée à la Journée Scientifique Ressources Naturelles et Antibiotiques, Maroc.

F

- **Toualbia, F. (2018).** Inhibition de la corrosion par un polymère organique conducteur polyaniline : Influence disparaitre opératoires. Mémoire de Master. Université Mohamed chérif Messadia-Souk-Ahras.
- **Fleurentin, J., Hayon, J. C. (2016)** *Du Bon usage des plantes qui soignent*. Edition ouest. France, 370 :358.
- **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes rendus biologiques*, 331(5), 372-379.

G

- **Gravot, A. (2008).** *Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux*. Equipe pédagogique physiologie végétale, UMR 118.

- **Guignard, J-L. (2001).** « Botanique systématique moléculaire. »

H

- **Hadim, A., & Ben Aissou. (2018).** Effet de traitement thermique sur l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne de l'extrait aqueux de l'*Arbutus unedo*
L. Mémoire de Master, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biochimie et Microbiologie, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- **Harborne, A. (1998).** Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis. springer science & business media.
- **Hensel, W. (2008).** 350 plantes Médicinales. Delachaux et Niestlé SA, Paris : pp256.
- **Haslam, E., & Cai, Y. (1994).** Plant polyphenols (vegetable tannins): gallic acid metabolism. Natural product reports, 11, 41-66.
- **Hemingway, R. W. (1989).** Structural variations in proanthocyanidins and their derivatives. Chemistry and significance of condensed tannins, 83-107
- **Henry, R. J. (1964).** Clinical chemistry, principles and technics.
- **Harbone, J. B., and Herbet B. (1995)** Phytochemical dictionary : A handbook of bioactive compounds from Plants Bristol : Taylor & Francis.
- **Haciseferoğulları, H., Gezer, I., Özcan, M. M., & MuratAsma, B. (2007).** Post-harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 364-373.

I

- **Ignat, C. M. (2012).** Comptabilité et co-structuration dans des systèmes contenant des scléroprotéines et des polysaccharides [Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour].
- **Iserin, P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins, 2nd édition, Larousse, Londres.

J

- **Jani, G. K., Shah, D. P., Prajapati, V.D., Jain, V.C. (2009).** Gums and mucilages : versatile excipients for pharmaceutical formation. Asian Journal of Pharmaceutical, 4(5), 308-322.
- **Jassem, T. M., Al-mugdadi, S. F. H., Aljubory, I. S., & Latef, Q. N. (2016).** Phytochemical study and antibacterial activity of *crude alkaloids* and mucilage of *Cordia myxa* in Iraq. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 39(1), 232-236.
- **Jean, B. (2009).** Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales (4e éd.). Paris, France : Lavoisier.

K

- **Karumi, Y. (2004).** Identification of Active Principles of *M. balsamina* (BalsamApple) Leaf Extract Y. Karumi," PA. Onyeyili and "VO Ogugbuaja. Journal of Medical Sciences, 4(3), 179-182.
- **Khlef, G. (2010).** Étude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Lauris nobilis*. Mémoire de magister, Université El Hadj Lakhder Batna.

L

- **Lahoues, S., & Dehilis, S. (2015).** Les fruits d'*Arbutus unedo* L. : Évaluation de qualité et valorisation. Mémoire de Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département Microbiologie Appliquée et Sciences Alimentaires, Université Mohammed Seddik Benyahia-Jijel.

- **Labbani (2022)**. Biochimie végétale. Chapitre 3 : Metabolisme secondaire
- **Ladoh-Yemeda, C. F., Vandi, T., Dibong, S. D., Mpondo, E. M., Wansi, J. D., Betti, J. L., ... & Eyango, M. T. (2016)**. Étude ethnobotanique des plantes médicinales commercialisées dans les marchés de la ville de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 99, 9450-9466.
- **Lefahal, M. (2014)**. Étude photochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales algériennes appartenant aux familles Plumbaginaceae, Tamaricaceae et Apiaceae. Thèse de doctorat, Université de Constantine 1, p. 128.

M

- **Magnouloux, M., & Macqueron, G. (2003)**. Compte rendu du voyage de la section de Botanique dans le Péloponnèse (du 14 au 20 avril 2002). Publications de la Société Linnéenne de Lyon, 72(5), 178-188.
- **Miganel, M. G., Falliro, M. L., Guerreiro, A. C., & Antunes, M. D. (2014)**. *Arbutus unedo L.*: Chemical and Biological Properties. *Molecules*, 19, 15799-15823.
- **Merghen, R. (2009)**. Éléments de biochimie végétale. Biochimie/Microbiologie. Université Mentouri Constantine.
- **Mauro, N. M. (2006)**. Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs: la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Autre. Université Joseph-Fourier-Grenoble I. France.
- **McGuire, M. A., Christianson, A. D., Sefat, A. S., Sales, B. C., Jin, R., Mandrus, D. G., & Sales, B. C. (2008)**. Phase transitions in LaFeAsO: Structural, magnetic, elastic and transport properties, heat capacity and Mössbauer spectra. *Physical Review B*, 78(9), 094517.

- **Moualek, I. (2018).** Activités biologiques de l'extrait aqueux de feuilles d'*Arbutus unedo* de la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri - Tizi- Ouzou.
- **Moreau, B. (2003).** Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie. Nancy, France : Faculté de Pharmacie.

N

- **Nogaret, A., & Ehrhart, S. (2011).** La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Paris, France : Eyrolles Edition.

P

- **Pabuçcuğlu, A., Kivcak, B., BAS, M., & Mert, T. (2023).** Antioxidant activity of *Arbutus unedo* leaves. *Phytotherapy*, 74, 597-599.
- **Paolini, V., Bergeaud, J. P., Grisez, C., Prevot, F., Dorchies, P., & Hoste, H. (2003).** Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary parasitology*, 113(3-4), 253-261.
- **Pavlovic, D. R., Dimitriou, A., Patsilnakos, A., Pavlovic, V., Couladis, M., Niketic, M., ... & Thanou, M. (2018).** Comparative study of spasmolytic properties, antioxidant activity, and Greece. *Phytotherapy Research*, 25(5), 749-754.
- **Prajapati, V. D., Jani, G. K., Moradiya, N. G., & Randeira, N. P. (2013).** Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 1685-1699.

R

- **Raynaud, J. (2007).** Prescription et conseil en phytothérapie. Paris, France : Édition Tec &Doc.
- **Robyt, J. F. (1998).** *Essentials of carbohydrate chemistry*. Springer Science & Business Media.

S

- **Sebih, F. (2019).** Pharmacognosie cours. Cours présenté dans le cadre du programme de Génie Pharmaceutique M1, Département de chimie organique industrielles, Faculté de chimie, Université des sciences et de la technologie d'Oran "Mohammed Boudiaf".
- **Saenz, C., Sépulvéda, E., & Matsuhira, B. (2004).** Opuntia Spp mucilage's: A functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*, 57(2), 275-290
- **Spichiger, R. E., Figeat-Hug, M., & Jeanmonod, D. (2002).** *Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales*. PPUR presses polytechniques.

T

- **Touafek, O. (2010).** Etude phytochimique de plantes médicinales du Nord et du Sud algériens. *Universite Mentouri Constantine, 2010*.
- **Toualbia, F. (2018).** Inhibition de la corrosion par un polymère organique conducteur polyaniline : Influence des paramètres opératoires. Mémoire de Master, Université Mohamed Chérif Messadia-Souk-Ahras.
- **Tsao, J. Y. (2004).** Solid-state lighting: lamps, chips, and materials for tomorrow. *IEEE Circuits and Devices Magazine*, 20(3), 28-37.

W

- **Wichtl, M., & Antor, R. (2003).** Plantes Thérapeutiques: Traditions, pratique officinale, science et thérapeutique (2e édition). TEC&DOC.



- **Youmbai, A. (2015).** Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des Apiceae récoltées dans la région de Ghardaia (Sahara septentrional Algérien) [Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah-Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie].



- **Ziyyat, A., Legssyer, A., Mekhfi, H., Dassouli, A., Serhrouchni, M., Benjelloun, W., ... Fischmeister, R. (1997).** Phytotherapy of hypertension and diabetes in Oriental Morocco. *Journal of Ethnopharmacology*, 58(1), 45-54.
- **Archivo: Arbutus unedo range.svg ResumenyLicencia (hmong.es)**

ملخص

الصمغ عبارة عن بوليمرات طبيعية ذات طبيعة كربوهيدراتية، وهو يوجد في غالبية النباتات مثل نبات *اللنج* الذي ينتمي إلى عائلة الإيريكاسية (*Ericaceae*).

ويستخدم في الطب التقليدي لعلاج العديد من الأمراض مثل التهابات المسالك البولية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الفعالية المضادة للبكتيريا للصمغ ثمار أربوتوس أونيدو التي يتم حصادها في منطقة ندرومة بولاية تلمسان. تم استخدام طريقتين للاستخراج. الأولى هو نقع الثمار في مذيب أسيتون الماء، ثم تفكيكها للحصول على الصمغ المنقى. الطريقة الثانية هي إزالة الثمار مباشرة للحصول على الصمغ الخام. ثم تم تجفيف المستخلصات التي تم الحصول عليها بهذه الطريقة واستخدامها لتوصيف وتقييم نشاطها المضاد للبكتيريا. تم استخدام طريقة انتشار قرص الأجار لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر لمستخلصات الصمغ ضد سبع سلالات و *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 و *Escherichia coli* ATCC 8739 بكتيرية مرجعية *Salmonella typhimurium* ATCC 10876 و *Bacillus cereus* ATCC 10876 و *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 و *Klasiella pneumoniae* ATCC 700603 و *ATCC 13311* ATCC 700603. تظهر الدراسة الكيميائية النباتية لصمغ *A. unedo* وجود البروتينات والسكريات والأحماض الأمينية في كل من الصمغ الخام والمنقى. ومع ذلك، تم اكتشاف العفص فقط في المستخلصات الخام. تشير نتائج الاختبارات المضادة للبكتيريا إلى أن مستخلص الصمغ المنقى لا يظهر أي نشاط ضد جميع السلالات البكتيرية السبعة. في المقابل، يظهر الصمغ الخام نشاطا مضادا للبكتيريا ضد المكورات العنقودية الذهبية والمكورات المعوية البرازية والسالمونيلا التيفيموريوم. تم تسجيل أفضل نشاط في السالمونيلا التيفية، مع منطقة تثبيط 14 ملم. بناء على النتائج التي تم الحصول عليها، نستنتج أن ثمار *Arbutus unedo* لها نشاط مضاد للجراثيم مهم للغاية.

الكلمات الدالة: اللنج، نشاط مضاد للبكتيريا، الصمغ، أسيتون الماء

Résumé

Les mucilages sont des polymères de nature glucidique, se trouve dans la majorité des plantes tel que l'*Arbutus unedo*, une plante de la famille des Ericacées, utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies comme les infections urinaires.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne des mucilages des fruits d'*Arbutus unedo* récoltés dans la région de Nedroma de la wilaya de Tlemcen. Deux méthodes d'extraction ont été utilisées. La première consiste à macérer les fruits dans un solvant eau-acétone, puis à les décocter pour obtenir du mucilage purifié. La seconde méthode consiste à décocter directement les fruits pour obtenir du mucilage brut. Les extraits ainsi obtenus ont été ensuite séchés et utilisés pour la caractérisation et l'évaluation de leur activité antibactérienne.

La méthode de diffusion des disques sur gélose a été utilisée pour évaluer l'activité antibactérienne *in vitro* des extraits des mucilages vis-à-vis sept de souches bactériennes de référence : *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Enterococcus faecalis* ATCC 49452 et *Klasiella pneumoniae* ATCC 700603.

L'étude phytochimique de mucilage de l'*A. unedo*, montre la présence des protéines, Les sucres et des acides aminés dans les deux mucilages brut et purifié. Cependant les tannins ont été détectés seulement dans des extraits bruts.

Les résultats des tests antibactériens indiquent que l'extrait de mucilage purifié ne présente aucune activité contre les sept souches bactériennes. En revanche, le mucilage brut présente une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Salmonella typhimurium*. La meilleure activité a été enregistrée chez *Salmonella typhimurium*, avec une zone d'inhibition de 14 mm.

Sur la base des résultats obtenus, nous concluons que les fruits de l'*Arbutus unedo* présente une activité antibactérienne très importante.

Mots clés: *Arbutus unedo*, activité antibactérienne, mucilages, eau-acétone.

Abstract

Mucilages are carbohydrate polymers found in the majority of plants such as *Arbutus unedo*, a plant in the *Ericaceae* family, used in traditional medicine to treat a number of illnesses such as urinary tract infections. The aim of this study was to assess the antibacterial activity of mucilage from *Arbutus unedo* fruits harvested in the Nedroma region of the Tlemcen wilaya.

Two extraction methods were used. The first involved macerating the fruits in a water-acetone solvent, then decocting them to obtain purified mucilage. The second method consists of decocting the fruit directly to obtain raw mucilage. The extracts obtained were then dried and used to characterise and assess their antibacterial activity. The agar disk diffusion method was used to assess the *in vitro* antibacterial activity of the mucilage extracts against seven reference bacterial strains: *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Enterococcus faecalis* ATCC 49452 and *Klasiella pneumoniae* ATCC 700603. The phytochemical study of *A. unedo* mucilage showed the presence of proteins, sugars and amino acids in both the raw and purified mucilages. However, tannins were only detected in crude extracts. The results of the antibacterial tests indicate that the purified mucilage extract has no activity against the seven bacterial strains. In contrast, raw mucilage showed antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* and *Salmonella typhimurium*. The best activity was recorded against *Salmonella typhimurium*, with a zone of inhibition of 14 mm. On the basis of the results obtained, we conclude that the fruits of *Arbutus unedo* have very significant antibacterial activity.

Keywords: *Arbutus unedo*, Antibacterial activity, Mucilage, water-acetone