



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة البليدة 1

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB BLIDA 1

كلية العلوم الطبيعية والحياة

FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'un master académique

Option : Biochimie

Thème

*Contribution à l'étude phytochimique des extraits de *Sapindus mukorossi* : évaluation des activités biologiques et formulation d'une crème anti-acnéique enrichie en gel d'*aloe vera* et huile essentielle de la lavande*

*Présenté par
FETTAL FELLA
BOUTERRA AMIRA*

Devant le jury

Pr SAIDI F.	PROFESSEUR	USDB1	Présidente
Mme EL MAHDI I.	MAA	USDB1	Examinateuse
Dr AMOKRANE A.	MCB	USDB1	Promotrice
Mme BOUDINA A.	PHARMACIENNE	PARNET	Co promotrice

Promotion 2024/2025

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier et en premier lieu ALLAH, le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour mener à fin ce travail.

Nous remercions les membres de jury Pr SAIDI F. la présidente et Mme EL MAHDI I. l'examinatrice qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre promotrice Dr AMOKRANE A. et notre co-promotrice Mme BOUDINA A. pour leur patience, leur disponibilité et surtout leurs conseils pour aboutir aux meilleurs résultats présentés sur ce mémoire.

Nous adressons un remerciement spécial à Dr AMOKRANE Afaf, Pr BEN SARSA, Pr ZERROUKI Ali et tous les membres de laboratoire de l'hôpital militaire de Ain Naadja.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous nos professeurs pour leurs conseils, dévouements et encadrements.



Dédicaces

Je remercie tout d'abord DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

Je dédie mon travail à :

Ma chère mère, Mon cher père

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

Mon frère Hacine et sa femme Houyem Ma sœur Meriem et son mari Fares

Pour leurs soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

Ma chère grand-mère

A Qui je souhaite une bonne santé et longue vie.

Ma tante Amel, Hachemi, Nihal et Miral A toutes mes chères amies Manel, Iness

Fella Fettal



Dédicaces

Je remercie tout d'abord DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, pour leur présence constante,

leur soutien et leurs sacrifices durant toutes ces années d'études, Qu'ils

trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

À mes frères et sœurs, pour leur encouragement et leur accompagnement

tout au long de ce parcours.

Et à mon mari Mohamed, pour sa patience, son appui et sa présence à mes

côtés dans les moments difficiles comme dans les moments de réussite.

Bouteraa Amira

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche de valorisation de plantes médicinales à travers l'étude biologique de *Sapindus mukorossi*, une espèce reconnue pour sa richesse en saponines et autres composés bioactifs. L'objectif principal est d'évaluer les activités biologiques (antibactérienne, antioxydante et antifongique) des extraits de cette plante, tout en développant une formulation cosmétique naturelle à visée thérapeutique.

Les extraits obtenus à partir des feuilles et des fruits ont été analysés et testés in vitro. L'activité antioxydante a été évaluée par le test DPPH, révélant une forte capacité de piégeage des radicaux libres, avec un IC₅₀ proche de celui de la vitamine C (0.34 mg/mL). L'activité antibactérienne et antifongique ont été testée par la méthode des disques, mettant en évidence une inhibition significative contre plusieurs souches pathogènes, des bactéries comme *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis*, et des champignons comme *Candida albicans* et *Candida glabrata*.

Sur la base de ces résultats, une crème anti-acnéique a été formulée en incorporant l'extrait actif de *Sapindus mukorossi*, du gel d'*Aloe barbadensis* pour ses propriétés cicatrisantes et hydratantes, ainsi que de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* connue pour ses effets aromatiques, antiseptiques, anti-inflammatoires et apaisants. Le produit final, 100 % naturel et bio, présente un potentiel prometteur en cosmétique dermatologique, notamment dans le traitement de l'acné.

Mots clés : *Sapindus mukorossi*, extraction, crème anti-acné, activités biologiques, activité antibactérienne, activité antioxydante, activité antifongique.

ملخص

هذه الرسالة جزء من نهج يهدف إلى الترويج للنباتات الطبيعية من خلال الدراسة البيولوجية لنبات سابندوس موکوروسي، وهو نوع معروف بغناه بالصابونينات ومركبات حيوية أخرى. الهدف الرئيسي هو تقييم الأنشطة البيولوجية (مضادة للبكتيريا، ومضادة للأكسدة، ومضادة للفطريات) لمستخلصات هذا النبات، مع تطوير تركيبة تجميلية طبيعية لأغراض علاجية.

حُللت المستخلصات المستخلصة من الأوراق والثمار وأختبرت في المختبر. قُيّم النشاط المضاد للأكسدة C قريبة من فيتامين IC_{50} ، كاشفًا عن قدرة قوية على إزالة الجذور الحرة، مع DPPH باستخدام اختبار اختبر النشاط المضاد للبكتيريا والفطريات باستخدام طريقة القرص، مما أظهر تثبيطًا كبيرًا 0.34 mg/mL ضد العديد من السلالات المسئبة للأمراض، والبكتيريا مثل المكورات العنقودية الذهبية والمكورات العنقودية البشرية، والفطريات مثل المبيضنة البيضاء والمبيضنة الجلبراتا. بناءً على هذه النتائج، صُمم كريم مضاد لحب الشباب بدمج المستخلص النشط من نبات السابيندوس موکوروسي، وجل الصبار لخصائصه العلاجية والترطيبية، بالإضافة إلى زيت الخزامي العطري المعروف بتأثيراته العطرية والمطهرة والمضادة للالتهابات والمهدئة. المنتج النهائي، وهو طبيعي وعضووي 100%， يُظهر إمكانات واعدة في مجال مستحضرات التجميل الجلدية، وخاصةً في علاج حب الشباب سابندوس موکوروسي، الاستخلاص، كريم مضاد لحب الشباب، الأنشطة: **الكلمات المفتاحية** البيولوجية، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للفطريات

Abstract

This thesis is part of an approach to promoting medicinal plants through the biological study of *Sapindus mukorossi*, a species known for its richness in saponins and other bioactive compounds. The main objective is to evaluate the biological activities (antibacterial, antioxidant, and antifungal) of this plant's extracts, while developing a natural cosmetic formulation for therapeutic purposes.

Extracts obtained from the leaves and fruits were analyzed and tested in vitro. Antioxidant activity was assessed using the DPPH assay, revealing a strong free radical scavenging capacity, with an IC₅₀ close to that of vitamin C (0.34 mg/mL). Antibacterial and antifungal activity were tested using the disc method, demonstrating significant inhibition against several pathogenic strains, bacteria such as *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*, and fungi such as *Candida albicans* and *Candida glabrata*.

Based on these results, an anti-acne cream was formulated incorporating the active extract of *Sapindus mukorossi*, *Aloe barbadensis* gel for its healing and moisturizing properties, and *Lavandula officinalis* essential oil, known for its aromatic, antiseptic, anti-inflammatory, and soothing effects. The final product, 100% natural and organic, shows promising potential in dermatological cosmetics, particularly in the treatment of acne.

Keywords: *Sapindus mukorossi*, extraction, anti-acne cream, biological activities, antibacterial activity, antioxidant activity, antifungal activity.

Acétate de linalyle : L'acétate de linalyle est un constituant majeur de plusieurs huiles essentielles. C'est un liquide incolore à jaune pâle avec une odeur douce, florale, fruitée (lavande typique), Insoluble dans l'eau, soluble dans les solvants organiques (éthanol, huiles). Il possède une activité antibactérienne, antioxydante, anti-inflammatoire, antifongique, il possède aussi un effet relaxant. L'acétate de linalyle, avec le linalol, constitue une des bases de l'activité biologique de l'huile essentielle de lavande

APG IV : signifie "Angiosperm Phylogeny Group IV", c'est-à-dire le quatrième système de classification phylogénétique des angiospermes (plantes à fleurs), publié en **2016**.

Linalol : est l'un des principaux composés actifs présents dans l'huile essentielle de lavande (*Lavandula officinalis*) car représente 25 à 45 % de la composition total. Il joue un rôle fondamental dans ses propriétés thérapeutiques selon la variété et les conditions de culture. Il possède une activité antibactérienne, antifongique, antioxydante et anti-inflammatoire.

C	D
CTK30 disque antibiotique contenant 30 µg de céftazidime	DMSO diméthylsulfoxyde
	DPPH 2,2- diphenyl 1 picryhydrazyl
E	F
E/H/E émulsion eau dans huile dans eau	FOX30 Cefoxitine
H	I
H/E/H huile dans eau dans huile	IC50 Concentration Inhibitrice à 50 %
M	
mPa.s Millipascal·seconde (unité de viscosité)	

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Saponine	11
Figure 2	Figure originale des fruits de <i>Sapindus mukorossi</i>	11
Figure 3	Figure originale des feuilles fraîches de <i>Sapindus mukorossi</i>	11
Figure 4	<i>Aloe barbadensis</i>	11
Figure 5	Evaluation de l'activité antibactérienne	27
Figure 6	Histogramme représente l'effet antifongique aqueux et alcoolique des feuilles	29
Figure 7	Résultats de l'activité antifongique sur <i>Candida albicans</i>	30
Figure 8	Résultats de l'activité antifongique sur <i>Candida glabrata</i>	30
Figure 9	Courbe d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait et de la vitamine c	32
Figure 10	Crème a base d'extrait de feuilles	34
Figure 11	Résultat de mesure de pH de la crème	35
Figure 12	Résultat du test microbiologique de la crème	36
Figure 13	Aspect de la peau avant et après l'utilisation de la crème	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I	Microorganismes	12
Tableau II	Souches bactériennes	15
Tableau III	Liste des constituants utilisés et leur rôle	21
Tableau IV	Evaluation des rendements	24
Tableau V	Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait alcoolique	25
Tableau VI	Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux	25
Tableau VII	Activité antifongique de l'extrait alcoolique	28
Tableau VIII	Activité antifongique de l'extrait aqueux	28
Tableau IX	Résultats d'IC ₅₀ de l'extrait de feuilles et l'acide ascorbique	32
Tableau X	Propriétés physicochimiques	33

Sommaire

- Résumé
- Liste des abréviations
- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Sommaire
- Introduction générale

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I1.	<i>Sapindus mukorossi</i>	3
I1.1	L'espèce de <i>Sapindus mukorossi</i>	3
I1.2	Historique de la plante	3
I1.3	Description botanique	3
I1.4	Composition phytochimique	4
I1.5	Propriétés physico-chimiques de <i>Sapindus mukorossi</i>	6
I1.6	Propriétés biologiques de <i>Sapindus mukorossi</i>	6
I2.	Aloe Vera	7
I3.	Lavande officinale	7
I4.	Peau	8
I5.	Acné	9
I6	Les crèmes	9
I6.1	Classification des crèmes	10
I6.2	Composition générale des crèmes	11
I7.	Types d'absorption des molécules	11

Chapitre II : Matériel et méthodes

II1. Matériel	12
II1.1. Matériel non biologique	12
II1.2 Matériel biologique	
A/ plantes	
II1.2.1 <i>Sapindus Mukorossi</i>	12
II1.2.2 <i>Aloe barbadensis</i>	12
II1.2.3 <i>Lavandula officinalis</i>	12

B/ microorganismes

II2.	Méthodes	12
II2.1	Méthode d'extraction	12
II2.1.1	Méthode d'extraction des composés bioactifs présents dans les fruits et les feuilles de <i>Sapindus mukorossi</i>	13
II2.1.2	Extraction de l'huile essentielle de la lavande par hydrodistillation	14
II2.1.3	Extraction du gel d'Aloe Vera	15
II3.	Activités biologiques	15
II3.1	Activité antibactérienne	15
II3.1.1	Méthode de diffusion sur disque	18
II3.2	Activité antifongique	18
II3.3	Activité antioxydante	19
II4.	Formulation de la crème à base d'extrait de feuilles de <i>Sapindus mukorossi</i>	20
II4.1	Protocole de fabrication de la crème anti-acné	21
II4.2	Contrôle du produit fini	21

Chapitre III : Résultats et Discussion

III1	Rendements de l'extraction et évaluation des activités biologiques	24
III1.1	Evaluation des rendements de l'extraction	24
III1.2	Evaluation de l'activité antibactérienne	25
III1.3	Evaluation de l'activité antifongique	28
III1.4	Evaluation de l'activité antioxydante	31
III2	Formulation de la crème à base d'extrait de feuilles	34
III3	Résultat de contrôle du produit fini	35
III4	Test de la crème sur la peau	37

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

L'arbre à savon (*Sapindus Mukorossi*), appartient à la famille des Sapindaceae, il est souvent désigné sous le terme de famille des savonniers, qui englobe une diversité d'espèces végétales, incluant des fruits ainsi que des plantes médicinales revêtant une importance économique significative. Cette famille est largement répandue dans les zones tropicales et subtropicales, englobant environ 145 genres et 1925 espèces (**Hossain, 2024**). La famille des Sapindaceae, se caractérise par ses propriétés phytochimiques, comprenant de nombreuses espèces renfermant des composés bioactifs susceptibles de procurer divers bienfaits pour la santé (**Sundar et al., 2024**).

Depuis longtemps, les fruits de *Sapindus mukorossi* ont trouvé leur place dans les usages traditionnels, en particulier chez nos grand-mères qui les employaient comme produit de nettoyage naturel pour le linge, grâce à leur propriété de générer une mousse légère et performante. Actuellement, l'intérêt est mis sur la valorisation scientifique de cette plante, en examinant ses potentiels antibactériens, antioxydants et dermatologiques, particulièrement dans les domaines pharmaceutiques et cosmétique.

Ce modeste travail fait partie d'une initiative visant à promouvoir des solutions naturelles, sûres et respectant la santé humaine ainsi que l'environnement. L'extrait de *Sapindus mukorossi*, additionné par de l'aloe vera (reconnue pour ses vertus hydratantes et cicatrisantes) et de l'huile essentielle de lavande (dotée d'actions antioxydante et antibactérienne démontrées), nous permet de concevoir un produit entièrement 100% bio et naturel, sans conservateurs ou d'agents synthétiques irritants.

De nombreuses recherches ont déjà mis en évidence les bienfaits des extraits de *Sapindus mukorossi* dans le traitement des affections cutanées, y compris l'acné, les inflammations ou les infections bactériennes (**Patel et al., 2021 ; Ghosh et al., 2022**). Toutefois, rares sont les recherches qui ont suggéré une formulation unifiée associant cet extrait à des ingrédients naturels additionnels tels que l'aloe vera et la lavande dans un produit cosmétique stable et adapté à une application cutanée.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres, le premier chapitre correspond à une synthèse bibliographique, le second chapitre présente le matériel et les méthodes utilisées dans ce mémoire et le troisième chapitre traitent les résultats obtenus et leur discussion à la lumière de la bibliographie. Une conclusion générale achèvera ce travail de fin d'étude.



SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



I Généralités

1. *Sapindus mukorossi*

1.1 Espèce *Sapindus mukorossi*

Sapindus mukorossi, communément appelée noix de savon, est une espèce d'arbre qui génère des fruits et des feuilles renfermant des saponines, lesquelles sont exploitées en tant qu'agents nettoyants naturels (Liu, 2024). Il est reconnu pour ses caractéristiques économiques et thérapeutiques. Il constitue une matière première de haute qualité utilisée dans les domaines de l'énergie, de la médecine traditionnelle chinoise et de l'aménagement paysager, en particulier dans le cas de variétés sélectionnées avec soin (Song et al., 2023).

1.2 Historique de la plante

L'espèce *Sapindus mukorossi* a été implantée en Algérie par les colonisateurs français en 1845. Cet arbre spécifique démontre une capacité d'adaptation exceptionnelle aux conditions climatiques prédominantes, avec des observations suggérant que la récolte peut produire de 100 jusqu'à 1500 kg de noisettes par arbre par an (Orwa et al., 2009).

1.3 Description botanique

Sapindus mukorossi est un arbre à feuilles caduques de grande taille, caractérisé par un tronc droit pouvant atteindre 12 mètres de hauteur, parfois même 20 mètres de hauteur et 1,8 mètre de circonférence. Il présente une couronne globuleuse et un feuillage coriace et fin. Son écorce, allant du jaune foncé au jaune pâle, présente une texture relativement lisse, ornée de nombreuses lignes verticales de lenticelles ainsi que de fines fissures qui s'exfolient en écailles irrégulières. La sève, de texture dure et non fibreuse, ayant une largeur comprise entre 0,8 et 1,3 cm, présente une couleur brun orangé pâle, une consistance cassante et granuleuse. Feuilles mesurent de 30 à 50 cm de long, alternes, paripennées, le pétiole commun est très étroitement bordé et glabre, folioles de 5 à 10 paires, opposées ou alternes, de 5 à 18 sur 2,5 à 5 cm, lancéolées, acuminées, entières, glabres, souvent légèrement falciformes ou obliques. Les pétioles quant à eux mesurent de 2 à 5 m de long. L'inflorescence se présente sous la forme d'une panicule terminale composée, mesurant 30 cm ou plus de long, et caractérisée par des branches pubescentes. Les fleurs, d'un diamètre d'environ 5 mm, se caractérisent par leur petite taille, leur disposition terminale, leur caractère polygame, leur couleur blanc verdâtre, leur

absence de pédoncule, leur abondance, et pour la plupart, leur caractère bisexué. Il y a cinq sépales, chacun étant pourvu d'une écaille laineuse de chaque côté au-dessus de la griffe. Les fruits se présentent sous la forme de drupes globuleuses, charnues, contenant une graine, parfois deux drupes réunies, et mesurant environ 1,8 à 2,5 cm de diamètre. Les graines ont un diamètre compris entre 0,8 et 1,3 cm, elles sont de forme globuleuse, lisses, de couleur noire et sont disposées de façon lâche à l'intérieur des fruits secs. Selon (**Upadhy et al., 2012**)

1.4. Composition phytochimique

Sapindus mukurossi se compose de mucilage et saponines

1.4.1 mucilages

Un mucilage présente principalement de polysaccharides, parmi lesquels figurent le myo-inositol, le galactose, le glucose et le fructose. Ce mucilage offre de multiples applications potentielles en raison de ses propriétés chimiques singulières et de ses activités biologiques (**Liu et al., 2018**).

1.4.2 Saponines

Les saponines présentent essentiellement de nature triterpénoïdale, possèdent une composition chimique complexe englobant des types oléanane, dammarane et tirucullane. Ces composés sont réputés pour leurs propriétés tensioactives ainsi que pour leurs diverses activités biologiques, ce qui les rend précieux dans une multitude d'applications. Les techniques d'extraction exercent une influence considérable sur le rendement et la pureté de ces saponines (**Chen et al., 2021**).

Les saponines constituent une classe variée de glycosides que l'on trouve dans de nombreuses espèces végétales, et elles sont principalement classées en deux catégories principales selon leur structure aglyconique : les saponines de nature stéroïdienne et triterpénoïdale (**Abdelrahman & Jogaiah, 2020**).

Saponines stéroïdiennes

- On les trouve principalement chez les monocotylédones, notamment au sein de l'ordre des Corollifères.
- Ils sont également présents dans certaines familles de dicotylédones, telles que les solanacées et les scrophulariacées, bien que des variations structurelles soient

observées.

- Ils sont reconnus pour leur rôle dans la défense des plantes ainsi que pour leurs applications thérapeutiques potentielles, en particulier en ce qui concerne la santé cardiovasculaire (**Abdelrahman & Jogaiah, 2020 ; Kundu & Gupta, 2024**).

Saponines triterpénoïdales

- Fréquemment observé au sein des dicotylédones, notamment dans des ordres tels que les Euphorbiales et les Rosales.
- Démontre une diversité d'activités biologiques, englobant des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires. La diversité structurelle qui les caractérise est associée à plusieurs applications industrielles, en particulier dans les domaines des produits pharmaceutiques et cosmétiques (**Moses *et al.*, 2014 ; Abdelrahman & Jogaiah, 2020**).

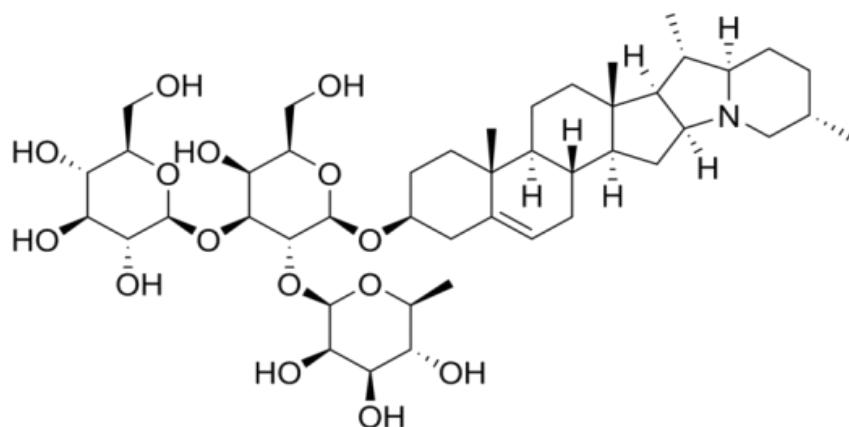


Figure 1 : solanine, type de saponine (**Madhu, 2022**).

1.5 Propriétés physico-chimiques de *Sapindus mukurossi*

Activité tensioactive : La saponine a une haute activité tensioactive, ce qui lui permet de diminuer la tension superficielle et de stabiliser les émulsions, ce qui est important dans les formulations alimentaires et cosmétiques (**Güçlü-Üstündağ & Mazza, 2007 ; Butova et al., 2018**).

Capacité moussante : Elles sont capables de former des mousse stables dans des solutions aqueuses, un trait qui a de nombreuses applications industrielles (**Butova et al., 2018**).

Émulsifiant : Les saponines améliorent les propriétés émulsifiantes des huiles, augmentant ainsi la stabilité et la durée de conservation des produits à base d'huile (**Liu et al., 2023**).

Effet purifiant naturel : les saponines exercent une action tensioactive légère, contribuant à la suppression de l'excès de sébum, des impuretés et des cellules mortes sans agresser à la peau. (**Dimitriou & Gouliaris, 2014**).

1.6 Propriétés biologiques de *Sapindus mukorossi*

Activité antibactérienne : présente une activité antibactérienne notable contre plusieurs souches pathogènes, notamment les bactéries Gram-positives et Gram-négatives (**Kumar et al., 2023**). Des tests ont révélé des zones d'inhibition de 4,0 mm pour *Bacillus subtilis* et 12,5 mm pour *Micrococcus luteus* (**Kora, 2020**), indiquant une action antibactérienne mesurable (**Kora, 2020**).

Activité antioxydante : *Sapindus mukorossi* possède un potentiel antioxydant puissant, notamment grâce à la richesse en polyphénols et flavonoïdes. (**Singh et al., 2016 ; Shah et al., 2017**).

Activité fongicide : L'activité antifongique de *Sapindus mukorossi* est principalement attribuée à sa richesse en saponines, Les extraits de l'épicarpe des fruits ont démontré une efficacité significative contre plusieurs champignons pathogènes. Des études confirment le potentiel fongicide naturel de *Sapindus mukorossi*, ouvrant la voie à des applications en dermocosmétique antifongique (**Porsche & Kollar, 2013 ; Porsche et al., 2017**).

2. Aloe vera

L'aloë verra (Aloe barbadensis) est une plante succulente aux multiples usages, qui fait partie de la famille des Asphodelaceae. Le terme « aloès » trouve son origine dans l'arabe « alloeh » ou dans l'hébreu « halal », signifiant substance amère et brillante (**Karkala et al., 2014**), et est reconnu pour ses multiples applications tant médicinales que cosmétiques. Son gel, enrichi en composés bioactifs, présente des propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et cicatrisantes significatives, ce qui en fait un élément essentiel tant dans la médecine traditionnelle que dans la médecine moderne. Le potentiel thérapeutique de cette plante est par ailleurs accentué par sa capacité à favoriser la production de collagène et à optimiser la vascularisation des tissus, ce qui contribue à faciliter les processus de cicatrisation (**Han et al., 2023 ; Teles et al., 2024**).

3. Lavande officinale

Lavande officinale (*Lavandula officinalis*), désignée couramment sous le nom de lavande, est un arbuste vivace de la famille des Lamiacées, reconnu pour ses propriétés aromatiques ainsi que pour sa capacité à produire des huiles essentielles. Cette plante est principalement cultivée en raison de ses huiles essentielles (**Ihsan, 2007**), qui renferment plus de cent composés, parmi lesquels les principaux éléments constitutifs sont le linalol, représentant entre 20 et 35 %, ainsi que l'acétate de linalyle, dont la proportion varie de 30 à 55 %, et grâce à ses deux composés l'huile essentielle de la lavande possède une activité antibactérienne et antioxydante bien établie (**Ihsan, 2007 ; Malakar, 2024**). Les rendements en huile varient en fonction des conditions environnementales ainsi que des méthodes d'extraction, les fleurs fraîches générant environ 1,35 % et les fleurs séchées atteignant jusqu'à 3,8 % (**Ihsan, 2007 ; Khalajee et al., 2017**). Ces huiles essentielles sont riches en divers composés phytochimiques et possèdent de nombreuses applications thérapeutiques et elles sont employées aussi dans le cadre de l'aromathérapie ainsi que dans les soins cutanés (**Ihsan, 2007**).

Les saponines exercent une action tensioactive légère, contribuant à la suppression de l'excès de sébum, des impuretés et des cellules mortes sans agresser à la peau. (**Dimitriou & Gouliaris, 2014**)

Le potentiel thérapeutique de cette plante est par ailleurs accentué par sa capacité à favoriser la production de collagène et à optimiser la vascularisation des tissus, ce qui contribue à faciliter les processus de cicatrisation (**Han et al., 2023 ; Teles et al., 2024**).

Ces huiles essentielles sont riches en divers composés phytochimiques et possèdent de nombreuses applications thérapeutiques et elles sont employées aussi dans le cadre de l'aromathérapie ainsi que dans les soins cutanés (**Ihsan, 2007**).

En résumé, les trois plantes (*Sapindus mukorossi*, *Aloe barbadensis* et *Lavandula officinalis*) possèdent des qualités médicinales, permettant des actions bénéfiques sur la peau.

4. Peau

La peau est le plus grand organe du corps humain, elle assure plusieurs fonctions vitales, notamment la protection, la perception sensorielle et les processus de thermorégulation, représente environ 15 % de la masse corporelle globale d'un adulte, et comprend trois couches fondamentales : l'épiderme, le derme et la couche sous-cutanée (**Balaguer et al., 2009**)

a) Epiderme

La couche la plus externe, principalement constituée de kératinocytes, qui se renouvelant en permanence. Contient également des mélanocytes, qui produisent la mélanine, influençant la couleur de la peau, ainsi que des cellules de Langerhans, impliquée dans la réponse immunitaire et les cellules de Merkel pour la sensation tactile (**Dréno, 2009**).

b) Derme

Situé sous l'épiderme, le derme riche en vaisseaux sanguins, en vaisseaux lymphatiques et en nerfs, il facilite l'apport en nutriments et la perception des sensations. Il contient également des glandes sébacées et sudoripares, qui contribuent à la thermorégulation et à l'hydratation de la peau (**Monteiro-Riviere, 2010**).

c) Couche sous-cutanée

L'hypoderme est une couche spécifique de tissu adipeux sous-cutané dont l'épaisseur varie selon l'individu et la région anatomique d'un millimètre (1 mm) à plusieurs dizaines de millimètres. Sept types distincts de tissu conjonctif délimitent les lobules adipeux, constitués d'adipocytes responsables du stockage de l'énergie. Ces adipocytes s'agrègent pour former une masse importante semblable à un oreiller. Cette couche sert de barrière mécanique et thermique contre les influences environnementales, en plus de fonctionner comme réservoir d'énergie du corps (**Ferraq, 2007**).

5. Acné

La composition anatomique de la peau facilite sa fonction de barrière protectrice contre une pléthora d'adversités externes, englobant des entités mécaniques, chimiques et biologiques. Dans certains cas, la peau peut être sujette à plusieurs pathologies, dont la plus courante est l'acné. L'acné est une maladie de la peau caractérisée par l'apparition de comédons, de papules, de nodules et des kystes. Elle se manifeste généralement chez les adolescents, mais peut également toucher les adultes. Les causes de l'acné sont multiples, incluant des facteurs génétiques, hormonaux, environnementaux et liés à l'hygiène. Cette affection cutanée peut avoir un impact significatif sur la qualité de vie en raison des symptômes physiques et des conséquences psychologiques qui en découlent. (**Eichenfield et al., 2021**)

6. Crèmes

Les progrès réalisés dans le domaine des produits de traitement dermatologique ont abouti à l'émergence de techniques de stimulation tactile personnalisées et de nouvelles formulations cosmétiques qui améliorent l'efficacité des méthodologies de soins de la peau (**Berry, 2003** ; **Eknoian et al., 2006**)

Crèmes, selon **More et al., (2024)**, est une forme posologique semi-solide destinée à être appliquée sur la peau, habituellement composée d'une ou plusieurs substances actives qui sont soit dissoutes, soit dispersées dans un support approprié.

Les crèmes sont des préparations dermatologiques multiphasiques qui se composent d'au moins deux phases liquides non miscibles, une phase hydrophile ou aqueuse et une phase lipophile ou huileuse (**Tuarez et Paruta, 2010**).

Les crèmes sont des émulsions, c'est-à-dire un mélange où une phase liquide est divisée en fines gouttelettes (1 à 100 micromètres) et uniformément réparties dans une autre phase liquide. La première est la phase interne (ou dispersée), et la seconde, la phase externe (ou dispersante) (**Brochette, 2013**).

Les crèmes sans principes actifs, selon la 6ème directive européenne, sont considérées comme des produits cosmétiques (**Tuarez et Paruta, 2010**).

La catégorisation des crèmes peut être abordée de manière systématique en examinant divers critères, qui incluent le type spécifique d'émulsion utilisé, la composition chimique inhérente

des ingrédients impliqués, ainsi que la distinction entre les caractéristiques ioniques et non ioniques. Dans ce cadre, on peut identifier deux catégories prédominantes d'émulsions communément reconnues dans le domaine des formulations dermatologiques : les émulsions simples, caractérisées par leur système de phase unique, et les émulsions multiples plus complexes, constituées de structures complexes encapsulant une émulsion dans une autre (**Canselier et Poux, 1999**)

6.1 Classification des crèmes

A-Emulsions simples

1- Emulsions huile dans l'eau (H/E)

Sont les plus répandues, l'huile est dispersée dans l'eau, ce qui donne un mélange opaque, blanc, conducteur d'électricité, facile à rincer et non gras sur la peau.

On distingue :

- **Crèmes anioniques** : Elles peuvent être plus irritantes et incompatibles avec les actifs cationiques.
 - **Crèmes non ioniques** : plus douces et compatibles avec tous les principes actifs, ce qui en fait une option universelle pour les soins de la peau (**Brochette, 1999**).
- 2- **Emulsions eau dans huile (E/H)** : ont l'eau comme phase interne et l'huile comme phase externe. Elles sont opaques, non conductrices, et laissent une sensation grasse sur la peau, ce qui les rend idéales pour les crèmes nourrissantes ou les peaux très sèches (**Canselier & Poux, 1999**).
- 3- **Micro-émulsions** : sont caractérisées par des particules ultra-fines (10 à 100 nm) qui leur donnent un aspect transparent. Elles permettent une excellente pénétration des actifs à travers la couche cornée de la peau, augmentant ainsi leur efficacité (**Friberg & Venable, 1983**).

B- Emulsions multiples

Elles sont divisées en deux catégories : E/H/E (émulsion eau dans huile dans eau) ou H/E/H (huile dans eau dans huile), sont des structures complexes permettant d'encapsuler des actifs pour les protéger et les libérer de manière contrôlée, améliorant leur stabilité et leur efficacité. (**Canselier & Poux, 1999**).

6.2 Composition générale des crèmes

D'après **Toé et Martine (2004)**, la formulation standard des crèmes comprend :

- 1- **Facteur de consistance** tel que l'acide stéarique, des alcools gras ou des cires.
- 2 - **Phase grasse** composée d'huiles végétales ou de beurres, ne dépassant généralement pas 40 % du poids total de l'émulsion H/E, facteur de consistance inclus.
- 3- **Tensioactifs**, sélectionnés en fonction du type d'émulsion et de la nature chimique du principe actif, avec des concentrations habituelles de 10 à 15 % m/m pour les anioniques et de 15 à 25 % m/m pour les non ioniques.
- 4- **Agents humectant** comme le glycérol, le propylène glycol ou le sorbitol, utilisés entre 5 et 10 % m/m.
- 5- **Conservateurs antimicrobiens**, indispensables à la formulation.
- 6- **Conservateurs antioxydants**, utilisés de manière occasionnelle.
- 7- **Agents viscosifiants**, employés selon la consistance souhaitée.
- 8- **Eau purifiée**, représentant généralement entre 60 et 85 % m/m de la préparation.
- 9- **Aromatisants** (souvent).
- 10- **Colorants** (parfois).

7. Type d'absorption des molécules

Le processus par lequel les molécules interagissent avec la peau se décompose en trois étapes successives :

- a. **Mise en contact avec la surface cutanée** : Lors de l'application d'une crème ou d'un soin, les molécules présentes dans le produit se déposent à la surface de la peau, en particulier sur la couche la plus externe de l'épiderme appelée couche cornée (stratum corneum).
- b. **Pénétration dans la couche cornée** : Après ce premier contact, les molécules commencent à s'infiltrer dans la couche cornée. Elles s'y diffusent progressivement, en direction des couches plus profondes de la peau.
- c. **Absorption par les tissus vivants** : Une fois la couche cornée traversée, les molécules atteignent les tissus vivants de l'épiderme. Elles sont alors absorbées et transportées vers les

zones superficielles du derme, où elles subissent des transformations métaboliques. Ce processus leur permet d'agir biologiquement, notamment en participant au renouvellement
Martini, 200

MATERIEL ET METHODES

Le travail est effectué à l'hôpital central militaire de Ain Naadja pendant 4 mois et demi afin d'évaluer les activités biologiques de *Sapindus mukorossi* et de produire une crème anti acné. On a réalisé différentes méthodes en commençant par extraction des extraits de fruits et feuilles de *Sapindus mukorossi* au laboratoire Biotechnologie, Environnement et Santé de l'Université de Saad Dahlab Blida 1 et l'extraction de l'huile essentielle de la lavande par hydrodistillation au niveau du laboratoire BIO.EXTRAPAMAL situé à Oued El Alleug (Blida). Ensuite, on a entamé les activités biologiques, la méthode de diffusion sur disque est effectuée dans l'activité antibactérienne au niveau du laboratoire du microbiologie de l'hôpital militaire de Ain Naadja et l'activité antifongique niveau du laboratoire de parasitologie, par contre, l'activité antioxydante est effectuée par la méthode de DPPH au niveau de laboratoire de toxicologie. Et en dernier, on a formulé la crème anti acné dans laboratoire galénique de la pharmacie centrale

1/Matériel

1.1. Matériel non biologique (placé en annexe)

1.2. Matériel biologique

Échantillon biologique

A/ Plantes

Nous avons utilisé principalement la plante *Sapindus mukorossi*. De plus, nous avons utilisé *Aloe barbadensis* et *Lavandula officinalis*.

1.2.1 *Sapindus mukorossi*

Le travail a été effectué sur les organes du *Sapindus mukorossi*. La récolte des fruits et des feuilles a été réalisée le début de février à 6h du soir, au Jardin d'Essai d'El Hamma (Alger). Les échantillons ont été mis dans des sachets zip étiqueté, fermé et ramené au laboratoire.

La Classification botanique de *Sapindus mukorossi* selon le système **APG IV** est la suivante (**Anjali et Divya, 2018**) :

Règne : Plantae

Sous-royaume : Tracheobionta

Super division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Sapindaceae

Genre : Sapindus

Espèce : *Sapindus mukorossi*



Figure 2 : figure originale des fruits de *sapindus mukorossi*

1 : écorce
2 : graine



Figure 3 : figure originale des Feuilles fraîches de *Sapindus mukorossi*

1 : feuilles
2 : fruit

1.2.2. *Aloe barbadensis*

L’Aloe vera (*Aloe barbadensis*) est intégrée dans la formulation d’une crème anti-acnéique en raison de ses propriétés biologiques : hydratante, anti-inflammatoire, cicatrisante et antimicrobienne. Son gel est utilisé dans la phase aqueuse de la formulation. La plante a été achetée au marché de plantes ornementales Bab El Sibt (Blida).



Figure 4 : figure originale d’*Aloe barbadensis*

1.2.3 *Lavandula officinalis*

L’huile essentielle de *Lavandula officinalis* est employée pour ses propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires, cicatrisantes et calmantes, qui en font un ingrédient idéal pour le soin des peaux acnéiques. La plante a été achetée au marché de plantes ornementales Bab El sabt (Blida).

B/Microorganismes

Les souches microbiennes choisies sont issues du **laboratoire microbiologique et du laboratoire de parasitologie de l'hôpital militaire d'Ain Naadja**, présentées dans le tableau suivant :

Tableau I : Microorganismes utilisés

Microorganismes	Souches		Agent de
Champignons	<i>Candidia</i>	<i>albicans</i> <i>glabrata</i>	Infections systémiques nosocomiales
Bactéries	<i>Staphylococcus epidermidis</i>		Infection de la peau
	<i>Staphylococcus aureus</i>		Infections cutanées (Les plaies)
	<i>Escherichia coli</i> (ATTC 25922)		Infection gastro intestinales

2. Méthodes

2-1- Méthodes d'extractions

2-1-1- Extraction des composés bioactifs présent dans les fruits (épicarpe) et les feuilles de *Sapindus mukorossi*

Nous avons commencé par la séparation des épicarpes des fruits. Ensuite, nous avons procédé au lavage des épicarpes et des feuilles à l'eau de robinet et la désinfection avec quelques gouttes d'alcool.

Le séchage des épicarpes et des feuilles est effectué par leur dépôt sur papier absorbant à l'ombre pendant deux semaines, ensuite ils sont broyés en poudres fines.

La Macération des deux poudres (épicarpes et feuilles) est réalisée sur deux solvants différents pendant 24 heures avec agitation :

Une partie de la poudre (50g) est mis dans l'eau distillée (500ml). Et une partie dans l'éthanol 70% (500ml).

La filtration des macérats afin de séparer le liquide du résidu solide permet d'obtenir deux macérats : macérât alcoolique et macérat aqueux.

Les deux macérats ont été mis dans un évaporateur rotatif pour éliminer l'eau et l'alcool afin d'obtenir des extraits bruts.

Le rendement d'extraits est défini comme le rapport entre la masse d'extrait sec obtenue après le processus d'extraction et la masse de la matière végétale sèche utilisée, exprimées dans la même unité, puis multiplié par 100. Il permet d'évaluer l'efficacité du procédé d'extraction en fonction des conditions opératoires (**Alekseev et al., 2022**).

Le rendement est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante :

$$R = (M' \text{extrait} / M_v) \times 100$$

Où :

R : rendement d'extraction (%)

M extract : masse de l'extrait récupérée (g)

M_v : masse de la matière végétale sèche (g)

2-1-2- Extraction de l'huile essentielle de lavande par hydrodistillation

L'huile essentielle de lavande est largement reconnue pour ses propriétés aromatiques et thérapeutiques. L'extraction est réalisée à partir de 5kg de fleurs de lavande (*Lavandula officinalis*) en utilisant la méthode d'hydrodistillation :

- **Préparation de la matière végétale** : Les fleurs de lavande sont préparées (hachées si nécessaire) et placées dans la cuve de distillation.
- **Remplissage de l'alambic** : Placer les fleurs dans la cuve et ajouter de l'eau jusqu'à recouvrir la grille de distillation.
- **Distillation (2–3) heures** : Chauffer doucement jusqu'à ébullition. La vapeur entraîne les composés volatils.
- **Collecte et séparation** : Récupérer le distillat dans l'rlenmeyer, puis transférer dans l'ampoule à décanter pour séparer l'huile de l'hydrolat.
- **Stockage** : L'huile est conservée dans des flacons ambrés hermétiques à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Calcul de rendement de l'extrait

Rendement (%) = (Volume d'huile obtenue (ml) / Masse de plante utilisée (g)) × 100

Hydrodistillation : 65 ml d'huile essentielle pure extraite de 5 kg de fleurs de lavande.

Rendement (%) = (65 ml / 5000 g) × 100 = 1.3 %.

2-1-3 Extraction du gel d'Aloe Vera :

Nous avons sélectionné des feuilles matures et épaisses, prélevées à la base de la plante, nettoyées minutieusement avec de l'eau distillée pour éliminer toute impureté ou saleté.

Les feuilles ont été placées verticalement pendant 15 à 30 minutes afin que le latex jaune puisse s'écouler (Il est déconseillé d'utiliser ce latex dans les formulations cosmétiques en raison de son potentiel irritant).

Nous avons coupé les bouts épineux de chaque côté de la feuille, et à l'aide une cuillère ou une spatule nous avons retiré délicatement le gel transparent qui se trouve à l'intérieur de la feuille.

3 Activités biologiques

3.1 Activité antibactérienne

3.1.1 Méthode de diffusion sur disque

La Méthode de diffusion sur disque est une technique préliminaire largement utilisée pour évaluer l'activité antibactérienne, caractérisée par sa simplicité et son efficacité. Cette méthode consiste à placer des disques de papier imprégnés d'antibiotiques sur une plaque de gélose inoculée avec des bactéries, puis à mesurer le diamètre de la zone d'inhibition après incubation. Les variations de paramètres tels que le volume du disque, l'épaisseur de la gélose et l'utilisation de solvants peuvent influencer de manière significative les résultats, soulignant la nécessité d'une standardisation entre les études (**Manoo et al., 1998 ; Burt, 2004**).

-Souches bactériennes testées :

Ces espèces bactériennes ont été choisi parce qu'elles représentent les espèces à Gram⁺ et Gram-, les plus communes, fréquemment impliquées dans les infections cutanées et nosocomiales, et qu'elles constituent un modèle pertinent pour évaluer l'efficacité antibactérienne des traitements topiques, notamment dans le cadre de l'acné.

Principe

Comme l'ont démontré **Ponce et al. (2003)** et **Hellal (2011)**, ce test repose sur la diffusion d'agents antibactériens dans un milieu solide [la gélose Muller-Hinton] à l'intérieur d'une boîte de Pétri, permettant ainsi de visualiser l'effet inhibiteur de l'extrait de *Sapindus mukorossi*.

Protocole :

1. Préparation de l'inoculum

Les souches bactériennes sont cultivées dans un bouillon nutritif à 37°C pendant 24 heures. Ensuite, la turbidité de la culture est ajustée à 0,5 selon l'échelle de McFarland, en ajoutant de la culture ou en diluant avec du NaCl stérile si nécessaire.

2. Préparation du milieu

La gélose Muller-Hinton est dissoute dans de l'eau bouillante. Une fois bien fondue, elle est versée dans des boîtes de Pétri stériles, puis laissée à température ambiante pour solidifier.

3. Ensemencement

L'inoculum est ensuite réparti uniformément sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un écouvillon stérile, afin d'assurer une répartition homogène des micro-organismes.

4. Préparation des disques

Chaque disque de papier filtre est imprégné de 10 µl d'extrait alcoolique et aqueux, préparés à partir de deux parties de la plante : les feuilles et l'épicarpe du fruit dissous dans DMSO.

Des disques témoins ont également été préparés :

- Témoin négatif : disques imprégnés uniquement de DMSO.
- Témoins positifs : disques imprégnés d'antibiotiques de référence FOX 30
 - FOX 30 : Pour les bactéries à Gram + (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*).

- CTK 30 : Pour la bactérie à Gram - (*Escherichia coli*).

5. Dépôt des disques

Trois disques sont déposés délicatement dans chaque boîte de Pétri à l'aide d'une pince stérile, en veillant à bien les espacer.

6. Diffusion et incubation

Après le dépôt, les boîtes sont laissées à température ambiante pendant 30 minutes pour permettre la diffusion de l'extrait. Ensuite, elles sont incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures.

7. Lecture des résultats

La lecture des antibiogrammes a été réalisée en mesurant le diamètre des halos d'inhibition autour des disques. Les résultats sont exprimés en millimètres et interprétés selon les critères suivants : (**Wayne., 2023**)

- Résistance : diamètre < 8 mm
- Sensible (+) : diamètre entre 9 et 14 mm
- Très sensible (++) : diamètre entre 15 et 19 mm
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm

8. Répétition

Pour assurer la fiabilité et la reproductibilité des résultats, l'expérience est répétée trois fois pour chaque souche et chaque extrait testé

3-2 Activité antifongique

Pour tester l'activité antifongique de l'extrait de plante, nous avons utilisé la méthode de diffusion sur disque, inspirée du protocole de **Bayecha et al. (2022)**, mais avec quelques modifications. Cette méthode permet de déterminer si l'extrait peut inhiber la croissance des champignons par contact direct sur un milieu solide.

Au départ, nous avons versé 18 mL d'Agar Dextrose Sabouraud avec chloramphénicol dans une boîte de Pétri stérile et laissées à solidifier à température ambiante. Le milieu a ensuite été inoculé par étalement de cellules levuriennes actives de *Candida albicans* et *Candida glabrata*, prélevées à partir de colonies âgées de 48 heures.

Des disques de papier stériles de 6 mm de diamètre ont été imprégnés de 10 µL d'extraits aqueux et alcooliques obtenus à partir de l'épicarpe et des feuilles de la plante, puis déposés délicatement à la surface du milieu inoculé.

Pour chaque souche testée, quatre disques imprégnés de miconazole ont été utilisés comme témoins positifs, répartis dans les boîtes de Pétri pour assurer la fiabilité et la répétabilité des résultats.

Afin que les résultats soient fiables, chaque test a été répété trois fois pour chaque souche et chaque extrait testé.

Après avoir mesuré les diamètres des différentes colonies de champignons. Ces mesures ont permis de calculer le pourcentage d'inhibition ((%) I) de la croissance du champignon à l'aide de la formule suivante :

$$I (\%) = 100 \times (dC - dE) / dC$$

Où :

- dC est le diamètre moyen des colonies dans les boîtes témoins (sans extrait),
- dE est le diamètre moyen des colonies dans les boîtes contenant l'extrait.
- Un pourcentage d'inhibition élevé indique une bonne efficacité antifongique de l'extrait.

3-3 Activité antioxydante

Les radicaux libres sont des molécules qui peuvent causer des dommages aux tissus humains à travers un processus connu sous le nom de stress oxydatif. Les antioxydants sont des substances chimiques qui neutralisent ces radicaux, retardant leur action destructrice, ce qui leur confère un effet bénéfique protégeant l'individu de certaines maladies chroniques et cellulaires (**Brand-Williams et al., 1995**).

La justification principale repose sur l'hypothèse que l'extrait a la capacité de réduire le radical DPPH et réduit son absorbance à 517 nm, observé en optimisant le degré d'élimination du DPPH.

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule suivante :

$$\% \text{ d'Inhibition} = [(A_0 - A_e)/A_0] * 100$$

Où,

- A_0 représente l'absorbance du contrôle sans extrait (DPPH et méthanol)
- A_e l'absorbance de l'échantillon (extrait et DPPH)

L'activité antioxydante a été comparée à celle de l'antioxydant de référence, l'acide ascorbique (vitamine C).

La détermination de la concentration inhibitrice 50 (IC50), qui correspond à la concentration de l'extrait induisant une inhibition de 50% du radical DPPH, a été réalisée. Un IC50 inférieur indique une capacité antioxydante supérieure (**Prior et al., 2005**).

Principe :

Dans ce travail, l'activité antioxydante de l'extrait de feuilles du (*Sapindus mukorossi*) a été évaluée en utilisant la méthode DPPH (2,2-diphénol-1-picrylhydrazyle) car c'est un test rapide, facile à exécuter, étant une méthode reproductible (**Prior et al., 2005**). Le test a été réalisé à température ambiante, pour éviter la dégradation thermique de composés sensibles à la chaleur.

Protocole

Une préparation de DPPH a été effectuée en dissolvant 0,004 g dans 100 ml méthanol. Le concentré des feuilles a été mélangé avec le méthanol afin d'obtenir diverses concentrations (1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64). Pour chaque dilution, un millilitre de la solution de DPPH a été incorporé. Suite à une incubation de 30 minutes à température ambiante et dans l'obscurité, les absorbances ont été déterminées à 517 nm selon **Brand-Williams et al. (1995)**

4. Formulation d'une crème à base d'extrait de feuilles de *Sapindus mukorossi*

Tableau III : Liste des constituants utilisés et leur rôle :

Matière première	Rôle	Dosage	Dosage (g)/50 g de pommade
Extrait des feuilles de <i>Sapindus mukorossi</i>	Agent tensioactif naturel, antibactérien, antioxydant, antifongique, hydratant et apaisant	17,5 %	8,75 g
Eau distillée	Solvant, fluidifiant	35 %	17,5 g
Huile essentielle de la lavande	Pour adoucir	1 %	0,5 g
Gel d'aloe vera	Hydratant	15 %	7,5 g
Miel	Emulsifiant naturel	6 %	3g
Vitamine C	Conservateur antioxydant	0,5 %	0,25 g
Vaseline	Excipient gras	20 %	10 g
Lanoline	Emollient, stabilisant de texture	5 %	2,5 g

Cette crème vise à combattre l'acné tout en observant son efficacité hydratante

4-1 Protocole de fabrication de la crème anti-acné

Cette crème anti-acné est fabriquée selon un procédé comprenant deux phases : Huileuse et aqueuse. Dans le premier récipient, on ajoute le miel, la vaseline, la lanoline et l'huile essentielle de lavande, ont été introduites puis fondues au bain-marie à une température comprise entre 65 et 70 °C jusqu'à obtention d'un mélange homogène. Cette phase a été maintenue au chaud. Dans un second récipient, la phase aqueuse a été préparée en mélangeant de l'eau distillée, du gel d'aloe vera, de la vitamine C, ainsi que l'extrait alcoolique de feuilles de *Sapindus mukorossi*. Cette phase a été légèrement chauffée à environ 40 °C pour assurer une meilleure homogénéisation sans altérer les principes actifs. L'émulsification a été réalisée en versant progressivement la phase aqueuse dans la phase huileuse tout en agitant vigoureusement jusqu'à obtention d'une émulsion stable et homogène. Le mélange a ensuite été laissé à refroidir à température ambiante avec agitation douce afin d'éviter toute séparation. Enfin, la crème tiède a été conditionnée dans un pot cosmétique stérile, étiquetée, puis conservée à l'abri de la lumière et de la chaleur.

4-2 Contrôle du produit fini

a. Caractères organoleptiques

Les caractères organoleptiques de la crème (aspect, couleur, odeur) sont contrôlés par observation

b. Contrôle physicochimique

b.1 Mesure de pH

pH évalue l'activité chimique des ions H⁺ dans une solution et le caractère acide ou basique d'une solution. Cette technique d'évaluation détermine l'acidité ionique du produit à examiner. Son principe repose sur l'application de quelques gouttes de crème sur un fragment de papier pH. Après changement de couleur du papier, on compare cette teinte à une palette de couleurs qui fluctue selon le pH. Ainsi, le pH de la crème est défini. Il devrait se situer entre 5.5 et 6.5. Pour modifier le pH, il faut incorporer de l'acide citrique.

b.2 Mesure de viscosité

Viscosité a été mesurée à l'aide d'un viscosimètre de type rotationnel. Le principe repose sur l'immersion d'un rotor (spindle) dans l'échantillon de crème, suivi d'une mise en rotation à une vitesse constante. L'appareil mesure la force nécessaire pour faire tourner le rotor, ce qui permet de déterminer la viscosité dynamique de la crème, exprimée en centipoises (cP) (**Salager, 2002**).

Test microbiologique de la crème

Un contrôle microbiologique permet de vérifier l'absence de contamination microbienne dans la crème formulée. Une petite quantité de crème a été prélevée de manière aseptique et inoculé sur trois milieux de culture distincts :

Une gélose nutritive pour la détection des bactéries aérobies, une gélose pour anaérobies pour la mise en évidence des bactéries anaérobies, et une gélose Sabouraud pour des levures et moisissures.

Les boîtes de pétri ont été incubées dans des conditions spécifique à chaque microorganisme (pour les aérobies : 37 °C, pour les anaérobies : dans une jarre anaérobie, pour les champignons : 25-28 °C). L'absence de croissance après l'incubation traduit une bonne qualité microbiologique du produit et une absence apparente de contamination (**Brown et al., 2018**).

RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous analysons et discutons des résultats obtenus au cours de l'étude portant sur l'évaluation des propriétés bioactives de l'extrait de feuilles et fruits (épicarpe) de *Sapindus mukorossi*, en vue de son incorporation dans une formulation d'un traitement topique.

Pour cela, nous présenterons d'abord, les résultats de l'évaluation des rendements de l'extraction des composés bioactifs à partir des feuilles et fruits (épicarpe) de *Sapindus mukorossi*.

Ensuite seront présentés les résultats des activités biologiques d'extrait de feuilles et fruits (épicarpe) :

- 1- **Activité antibactérienne** contre *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli* par la méthode de diffusion sur disque.
- 2- **Activité antifongique** contre *Candida albicans*, *Candida glabrata* par la méthode de diffusion sur disque.
- 3- **Activité antioxydante** par la méthode de DPPH en comparaison avec l'acide ascorbique

Et enfin seront présenté les résultats du contrôle du produit fini réalisées sur la crème formulée à base d'extrait de feuilles de *Sapindus mukorossi*.

1 – Rendements de l'extraction et évaluation des activités biologiques des composés bioactifs de *Sapindus mukorossi*

1-1 Evaluation des rendements de l'extraction

Dans ce mémoire, la méthode de macération est employée pour extraire les composés bioactifs présents dans les feuilles et les épicarpes du *Sapindus mukorossi* notamment les saponines, les flavonoïdes, et les tanins. Les extraits alcooliques et aqueux sont les deux types d'extraits obtenus.

Tableau IV : Rendement des extraits

	Rendement % des extraits alcooliques	Rendement % des extraits aqueux
Feuilles	6.9	4.6
Epicarpes	5.4	3.1

Selon le tableau, il est évident que les rendements associés aux extraits de feuilles sont significativement élevés (6.9% pour l'éthanol et 4.6 pour l'eau) en comparaison avec l'extrait aqueux.

1-2 Évaluation de l'activité antibactérienne

Concernant les extraits concentrés, des zones d'inhibition sont observées, indiquant que les extraits obtenus par macération ont une activité antibactérienne. Les extraits sont actifs à différents degrés sur l'ensemble des bactéries testées.

Tableau V : Activité antibactérienne de l'extrait alcoolique

	Escherichia coli	Staphylococcus epidermidis	Staphylococcus aureus
Diamètre de la zone d'inhibition (Feuille)	13 mm (+)	14 mm (+)	15 mm (++)
Diamètre de la zone d'inhibition (Épicarpe)	1.2 mm (-)	0,9 mm (-)	1,1 mm (-)

Tableau VI : Activité antibactérienne de l'extrait aqueux

	Escherichia coli	Staphylococcus epidermidis	Staphylococcus aureus
Diamètre de la zone d'inhibition (feuille)	11 mm (+)	12 mm (+)	13 mm (+)
Diamètre de la zone d'inhibition (épicarpe)	0,8 mm (-)	1.0 (-)	1 ,3 mm (-)

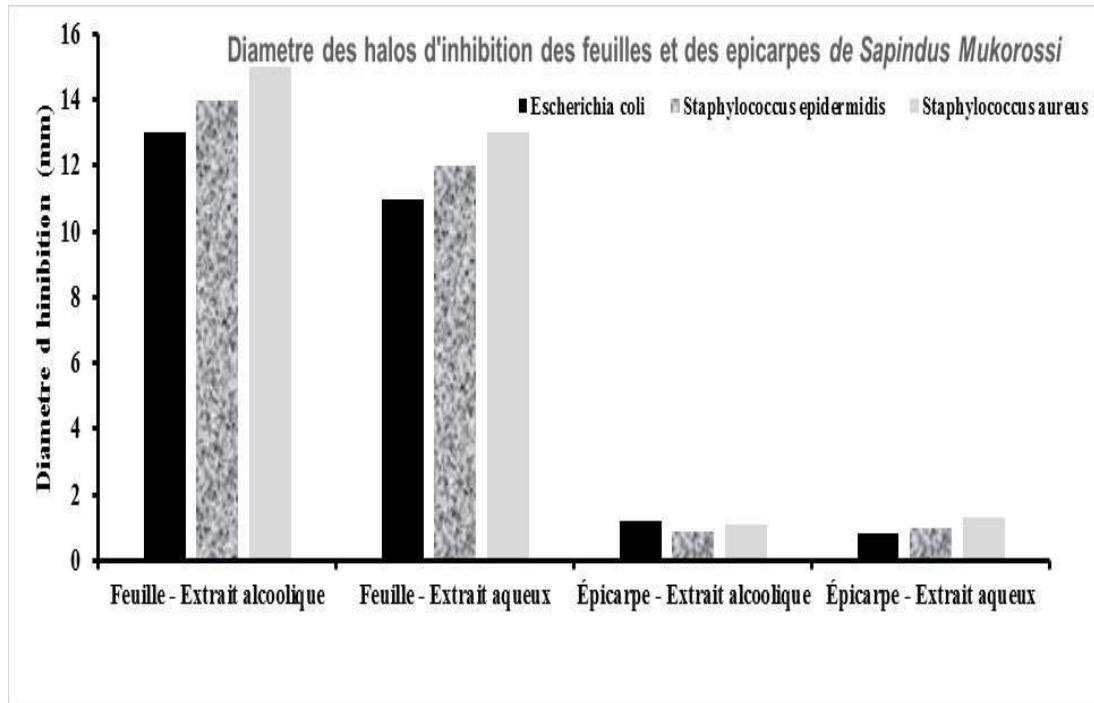


Figure 12 : l'effet antibactérien des extraits aqueux et alcoolique des feuilles de *Sapindus mukorossi*

Interprétation de l'histogramme

Les résultats révèlent des différences notables de sensibilité entre les souches bactériennes testées.

Staphylococcus aureus est la souche la plus sensible, notamment à l'extrait alcoolique des feuilles, avec une zone d'inhibition atteignant 15 mm.

Staphylococcus epidermidis présente une sensibilité intermédiaire, tandis que *Escherichia coli*, bactérie à Gram négatif, est la moins sensible. Cette résistance s'explique par la structure particulière de sa paroi cellulaire, moins perméable aux agents antimicrobiens.

En parallèle, les extraits de l'épicarpe, qu'ils soient aqueux ou alcooliques, ont généré des zones d'inhibition très faibles ($\leq 1,5$ mm) pour toutes les souches, traduisant une activité antibactérienne négligeable. Cela suggère que l'épicarpe contient peu de composés bioactifs à effet antimicrobien.

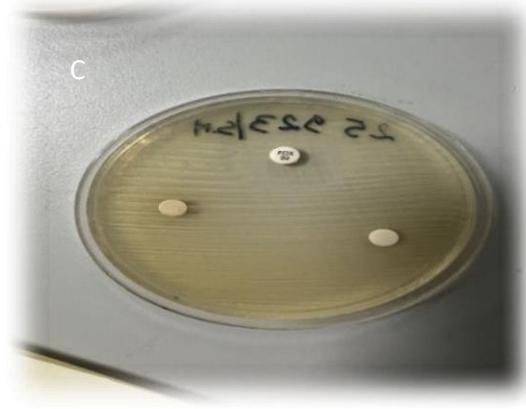




Planche 5 : Activité antibactérienne évaluée par la méthode de diffusion sur gélose

- (A) : l'extrait de feuilles de *Sapindus mukorossi* sur *Escherichia coli*, et *Staphylococcus aureus*.
- (B) : l'**extrait** de feuilles de *Sapindus mukorossi* sur *Staphylococcus epidermidis*.
- (C) : l'extrait d'épicarpe de *Sapindus mukorossi* sur *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*
- (D) : L'extrait d'épicarpe de *Sapindus mukorossi* sur *Escherichia coli*

L'extrait alcoolique des feuilles montre une activité antibactérienne vis-à-vis des trois souches bactériennes testées : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli*, avec des diamètres de zone d'inhibition compris entre 13 et 15 mm. En comparaison, les résultats de l'extrait alcoolique de l'épicarpe ne présentent pas d'inhibition contre ces bactéries.

Pour les extraits aqueux, seules les feuilles ont montré une légère activité antibactérienne, avec des zones d'inhibition allant de 11 à 13 mm, tandis que l'épicarpe n'a montré aucune activité.

Selon l'échelle d'estimation de l'activité antibactérienne proposée par **Meena et Sethi (2016)**, qui classe les diamètres des zones d'inhibition (D) comme suit :

- Fortement inhibitrice : $D \geq 28$ mm
- Modérément inhibitrice : $16 \leq D < 28$ mm
- Légèrement inhibitrice : $10 \leq D < 16$ mm

Les extraits alcooliques et aqueux des feuilles de *Sapindus mukorossi* sont donc légèrement à modérément inhibiteurs contre *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli*. Cette activité antibactérienne encourageante justifie le choix des extraits de feuilles pour les analyses complémentaires.

1-3 Evaluation d'activité antifongique

Tableau VII : Activité antifongique de l'extrait alcoolique

	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida glabrata</i>
Diamètre de la zone d'inhibition (feuille)	13,5 mm (+)	15 mm (++)
Diamètre de la zone d'inhibition (Épicarpe)	1,2 mm (-)	1,0 mm (-)

Tableau VIII : Activité antifongique de l'extrait aqueux

	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida glabrata</i>
Le diamètre de la zone d'inhibition (feuille)	10 mm (+)	11 mm (+)
Le diamètre de la zone d'inhibition (épicarpe)	0,9 mm (-)	1,1 (-)

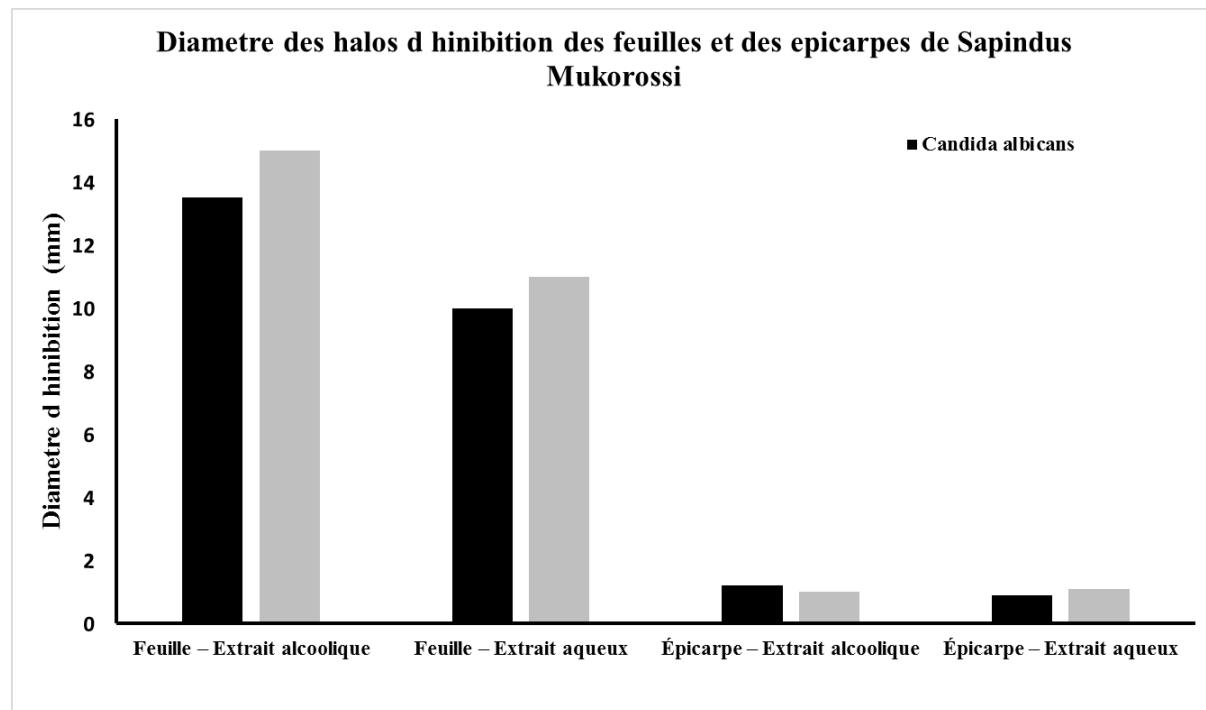


Planche 6 : l'effet antifongique des extraits aqueux et alcoolique des feuilles de *Sapindus mukorossi*

Interprétation de l'histogramme

L'histogramme met en évidence une différence marquée d'activité antifongique entre les extraits de feuilles et d'épicarpe de *Sapindus mukorossi*. Les extraits des feuilles, en particulier l'extrait alcoolique, présentent une activité antifongique significative, avec des zones d'inhibition atteignant jusqu'à 15 mm contre *Candida glabrata*. Ces résultats suggèrent une forte présence de composés bioactifs à effet antifongique, notamment les saponines, flavonoïdes et tanins, connus pour leur capacité à inhiber la croissance des champignons pathogènes. À l'inverse, les extraits de l'épicarpe ont montré des diamètres d'inhibition très faibles (< 2mm), indiquant une activité antifongique quasi nulle.

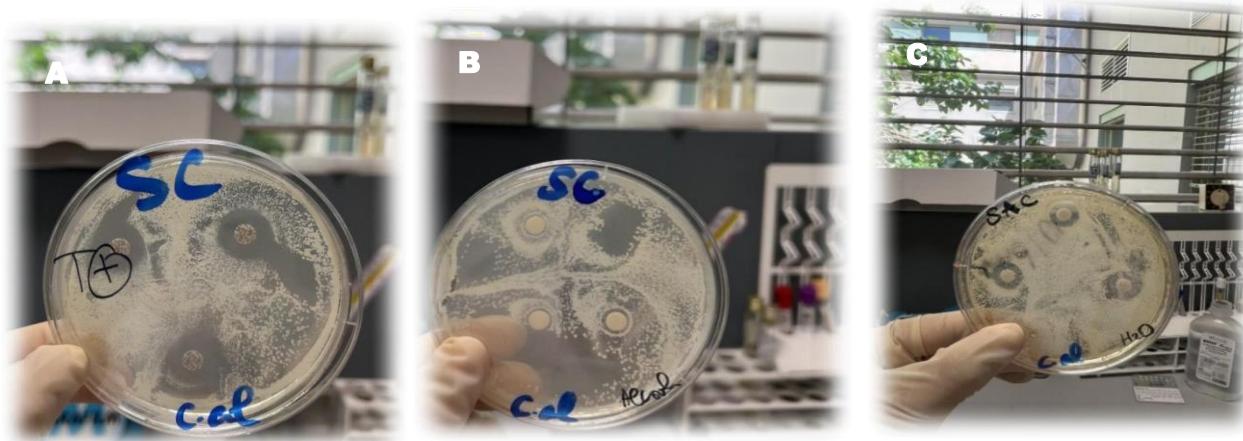


Figure 7 : Activité antifongique sur *Candida albicans*

A : témoin positif (miconazole) **B** : avec extrait alcoolique **C** : avec extrait hydraulique

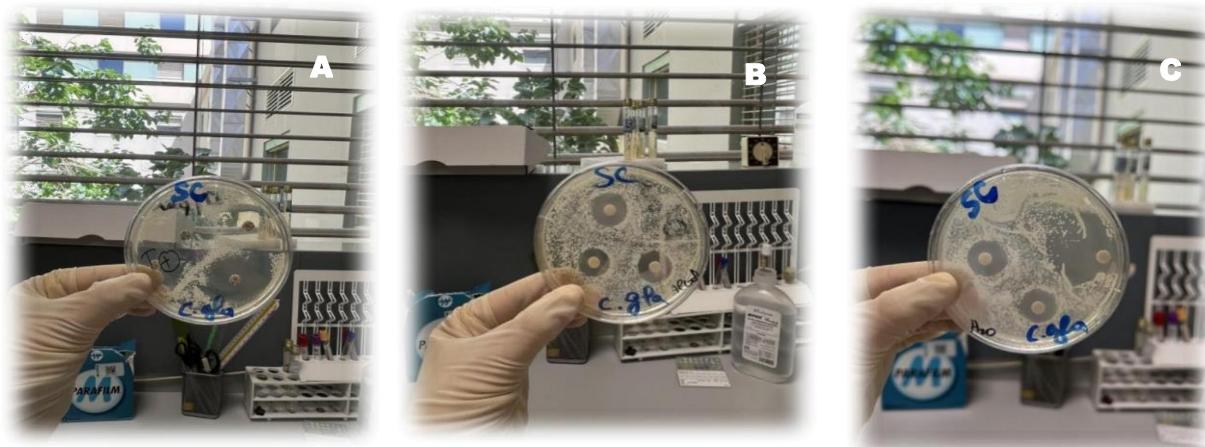


Figure 8 : Activité antifongique sur *Candida glabrata*

A : témoin positif (miconazole) **B** : avec extrait alcoolique **C** : avec extrait hydraulique

Les Extraits aqueux et alcooliques de l'épicarpe des fruits et des feuilles de *Sapindus mukorossi* ont été testés sur deux souches de levures pathogènes : *Candida albicans* et *Candida glabrata*. Les extraits des feuilles ont révélé une activité antifongique notable, avec des halos d'inhibition mesurant 13,5 mm pour l'extrait alcoolique et 10 mm pour l'extrait aqueux contre *Candida albicans*, et respectivement 15 mm pour l'extrait alcoolique et 11 mm pour l'extrait aqueux contre *Candida glabrata*.

Les résultats montrent l'apparition de halos d'inhibition autour des disques imprégnés, indiquant une activité antifongique positive pour les deux extraits alcoolique et aqueux des feuilles.

Les résultats révèlent que les feuilles de *Sapindus mukorossi* possède une activité antifongique notable contre *Candida albicans* et *Candida glabrata*, aussi bien dans l'extrait aqueux que dans l'extrait alcoolique. Cette efficacité peut être attribuée à la présence de composés bioactifs comme les saponines, les tanins, ou les flavonoïdes, bien connus pour leurs propriétés antifongiques.

Ces résultats se distinguent de ceux rapportés par **Benbouzid et al. (2021)**, qui démontrent que les feuilles et les graines principalement qui ont montré une activité contre des champignons filamentueux comme *Penicillium expansum* et *Umbelopsis ramanniana*, alors que l'épicarpe n'avait présenté aucune activité.

Ainsi, nos observations confirment que les feuilles, bien que rarement étudié comparé à d'autres parties de la plante, peut constituer une source prometteuse de molécules antifongiques naturelles contre les levures du genre *Candida*.

1-4 Evaluation de l'activité antioxydante

La méthode du DPPH a été utilisée pour évaluer l'activité antioxydante de l'extrait des feuilles de *Sapindus mukorossi*. Les antioxydants diminuent le DPPH et atténuent son pouvoir oxydant, ce qui se manifeste par une variation de couleur. Plus l'échantillon passe du violet au jaune, plus son activité antioxydante est élevée. La mesure de l'intensité de la couleur jaune se réalise à l'aide un spectrophotomètre, à une longueur d'onde de 517 nm.

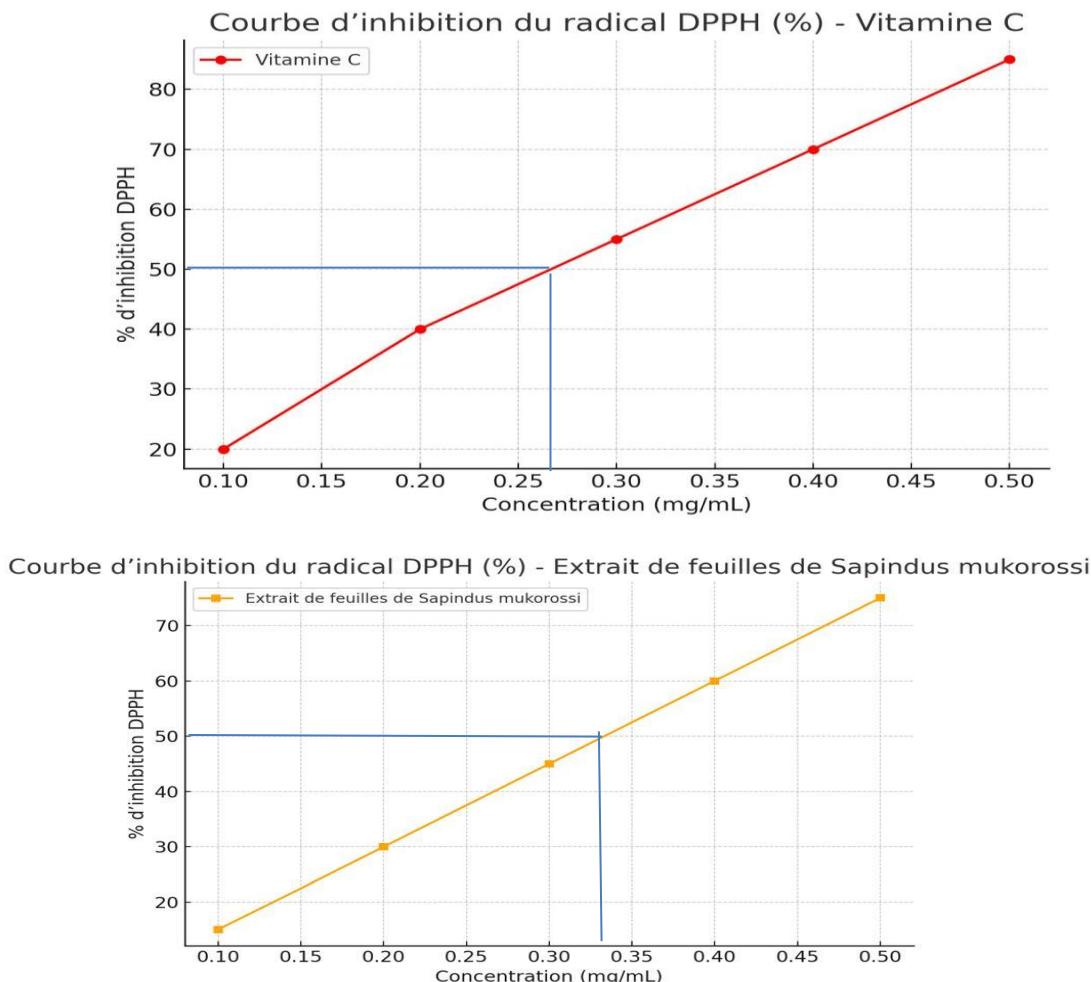


Figure 9 : Courbe d'inhibition du radical DPPH (%) en fonction des concentrations de l'extrait et de la vitamine C

L'IC₅₀ permet d'évaluer l'activité antioxydante d'un échantillon en déterminant la concentration requise pour diminuer de 50% de la quantité initiale de DPPH. Cela facilite la comparaison et l'évaluation de l'efficacité antioxydante de l'extrait.

Singh et al. (2016) ont examiné l'activité antioxydante de divers extraits de *Sapindus mukorossi*, indiquant une inhibition maximale de : 76,64% pour l'extrait aqueux des fruits, 90,82 %. Pour l'extrait méthanolique des feuilles. La supériorité de l'extrait employé dans notre recherche peut être due à divers éléments, y compris : la qualité et la fraîcheur des matières premières (feuilles fraîches provenant de la région), Le genre de solvant employé et les conditions d'extraction (durée, température, proportion solvant/échantillon), Une concentration potentiellement plus élevée en composés phénoliques et flavonoïdes, connus pour leur capacité

à neutraliser les radicaux libres.

Tableau IX : Résultats d'IC50 de l'extrait de feuilles et l'acide ascorbique

Extrait	IC50
Extrait de feuilles	0.34 mg/mL
Extrait d'acide ascorbique	0.268 mg/mL

L'acide ascorbique, aussi connu sous le nom de vitamine C, est un antioxydant standard employé à des fins de comparaison. Il a démontré une forte activité anti-radicaux, avec un IC50 avoisinant 0.268 (mg/mL). Alors que l'extrait que nous avons analysé montre une activité anti radicalaire significative avec une valeur IC50 de 0,34 (mg/mL). L'extrait testé conserve une activité antioxydante considérable. L'activité antioxydante, attribuée à la forte présence de composés phénoliques ou aux groupes hydroxyle présents dans ces composés peuvent servir comme donneur d'électron.

2 Formulation de la crème à base d'extrait des feuilles



Figure 10 : La crème anti-acnéique à base d'extrait des feuilles de *sapindus mukorossi*

Les résultats de la première partie portant sur de l'étude des activités biologiques des feuilles de *Sapindus mukorossi*, montrent que les feuilles de *Sapindus mukorossi* constituent l'ingrédient principal ou idéal dans la formulation de la crème. Notamment, l'extrait alcoolique de ces feuilles a démontré une activité antibactérienne évidente, mise en évidence par l'apparition des halos d'inhibition bien formés lors des tests effectués contre des souches bactériennes impliquées dans les infections cutanées, notamment *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis*, contrairement à l'extrait de l'épicarpe n'a montré aucun effet inhibiteur significatif dans les mêmes conditions expérimentales.

Cet effet est attribué à la richesse des feuilles en composés actifs tels que les saponines, les flavonoïdes et les polyphénols, qui possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires.

Par ailleurs, la crème a montré une bonne compatibilité physique et chimique, avec une texture homogène, une bonne stabilité, et sans séparation de phases ni altération de la couleur ou de l'odeur. Cela confirme l'aptitude de cet extrait à un usage topique dans un produit cosmétique

3. Résultats de contrôle du produit fini (crème)

Propriétés physico-chimiques

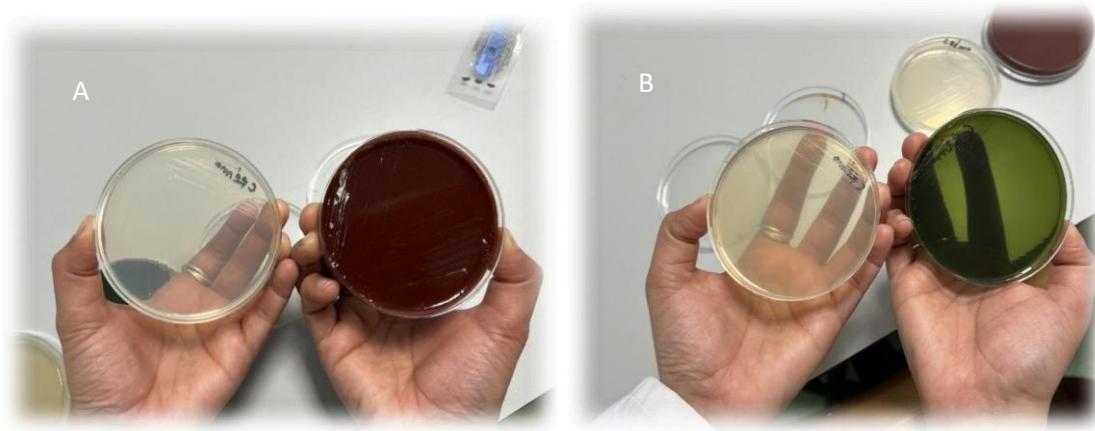
Tableau X : Propriétés physico-chimiques

Propriétés	Crème élaborée
pH	5.5
Viscosité (mPa.s)	10850

La valeur du pH de la crème élaboré est de 5.5 il est inclus dans l'intervalle 5.5-6.5 préconisé pour une formulation d'une crème destinée à la peau et la viscosité de la crème est très acceptable et permet l'étalement homogène de la crème sur la peau.



Figure 11 : résultat de mesure de pH de la crème

Résultat de test microbiologique de la crème**Figure 12 :** Résultat de test microbiologique de la crème

Après incubation, les observations sont les suivantes :

- Pas de croissance bactérienne ou fongique remarquable sur les trois milieux.
- Les boîtes de Pétri présentent une surface homogène, claire et sans colonie ni tache.

Ces résultats indiquent que la crème formulée est microbiologiquement propre. Cela signifie qu'il n'y a aucune contamination microbiologique soit par des bactéries (aérobies ou anaérobies), ou bien par des levures ou moisissures.

4. Test de la crème sur la peau

Après avoir préparé la crème, nous l'avons testée sur le visage des personnes pendant une période d'un mois.

Ces personnes souffraient d'acné, en particulier sur le front. La crème a été appliquée une fois par jour (le soir) de manière régulière. Au fil des semaines, nous avons observé une diminution progressive des boutons et des rougeurs, ce qui peut être attribué à la réduction de l'inflammation et à l'effet antibactérien de la crème. Aucun effet indésirable, comme des irritations ou des réactions allergiques, n'a été constaté chez les personnes testées.



Figure 13 : Aspect de la peau avant et après l'utilisation de la crème

Ces résultats indiquent que la crème possède un potentiel intéressant dans le traitement de l'acné. Cependant, étant donné le petit nombre de participants et la quantité limitée de crème disponible, il serait souhaitable de mener d'autres essais sur un échantillon plus large pour confirmer son efficacité de manière plus rigoureuse.

CONCLUSION

Notre étude sur la valorisation des extraits préparés à base de *Sapindus mukorossi* a fourni des résultats prometteurs.

L'extraction a permis d'obtenir des rendements satisfaisants, (6,9 %) pour l'extrait alcoolique des feuilles et un rendement de (4,6 %) pour l'extrait aqueux.

L'activité antioxydante de l'extrait des feuilles a été évaluée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH. Nous avons observé une forte activité antioxydante de l'extrait alcoolique des feuilles, ce qui suggère un potentiel pour son utilisation en tant qu'agent protecteur contre les dommages oxydatifs. La valeur IC₅₀ de l'extrait a été estimée à 0,34mg/mL, tandis que celle de l'acide ascorbique (vitamine C) est de 0,268 mg/mL.

De plus, ces extraits ont démontré une activité antifongique contre deux champignons pathogènes : *Candida albicans* et *Candida glabrata*, indiquant leur capacité à inhiber la croissance de ces agents indésirables.

En poursuivant notre recherche, nous avons formulé une crème à base de l'extrait alcoolique des feuilles. Les tests organoleptiques, de pH et de viscosité ont révélé des résultats conformes aux normes établies, confirmant la faisabilité de cette formulation.

La crème a été testée sur deux personnes présentant de l'acné. Après une application quotidienne pendant un mois, une amélioration notable de l'état de la peau a été observée, sans apparition d'effets indésirables. Cela met en évidence l'efficacité potentielle de la crème dans le traitement de l'acné.

En conclusion, nos résultats suggèrent que les extraits de *Sapindus mukorossi*, particulièrement l'extrait alcoolique des feuilles, présentent un potentiel élevé comme agents antioxydants, antifongiques et antibactériens. La formulation d'une crème à base de ces extraits a montré des résultats encourageants dans le traitement de l'acné. Ces résultats ouvrent la voie à de nouvelles applications de *Sapindus mukorossi* dans les domaines cosmétique et pharmaceutique, tout en soulignant la nécessité de poursuivre les recherches pour mieux comprendre ses mécanismes d'action et optimiser son utilisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alekseev, G. V., Egorova, O. A., Shanin, V. A., Gaisin, I. A., & Israphilov, I. H. (2022). Optimization of the solution of mass- and heat transfer models in capillary-porous media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1112(1), 012085.
- American Academy of Dermatology. (2016). Acne.
- Bayécha, A., Abay, S. M., Kebede, T., & Feleke, D. G. (2022). In vitro antibacterial and antifungal activities of extracts and fractions from *Ricinus communis* L. leaves. *Veterinary Medicine and Science*, 8(4), 1673–1683.
- Berry, C., & Berry, K. (2003). Skin conditioning article.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Brochette, P. (1999). Émulsification : Élaboration et étude des émulsions. Techniques de l'ingénieur, traité génie des procédés, J2 150, 18 p.
- Brochette, P. (2013). Émulsification : Élaboration et étude des émulsions. Techniques de l'ingénieur, traité génie des procédés, J2 150, 18 p.
- Burt, S. A. (2014). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
- Butova, S. N., Salnikova, V. A., Ivanova, L. A., Schegoleva, I. D., & Churmasova, L. A. (2018). Scientific substantiation and the release of saponins from plant raw material for food and cosmetic cream technology. *International Journal of Engineering and Technology*, 7, 297.
- Canselier, J. P., & Poux, M. (1999). Procédés d'émulsifications : Mécanismes de formation des émulsions. Techniques de l'ingénieur, J2 150, 18 p.
- Dréno, B. (2009). Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. *Annales de Dermatologie et de Vénérérologie*, 136(S247–S251).
- Liu, M., Li, Y., & Liu, X. (2023). *Method for the Separation of Soybean Saponins from Soybean Meal by a Macroporous Adsorbent Resin: Optimization and Property Characterization*.
- Eknoian, M. W., Burwell, D. A., Edwards, E. P., Ip, R., & Lewin, L. A. (2006). Skin treatment article.
- Ferraq, M. Y. (2007). Développement d'un modèle de cicatrisation épidermique après une désépiaermisation laser [Thèse d'ingénierie]. Université Toulouse III - Paul Sabatier.

- Friberg, S. E., & Venable, E. L. (1983). Microemulsions. In P. Becher (Ed.), Encyclopedia of emulsion technology (Vol. 1, pp. 287–336). Marcel Dekker.
- Hellal, A. (2011). Étude de l'activité antibactérienne de quelques extraits de plantes médicinales [Thèse de doctorat]. Université de Constantine.
- Güçlü-Üstündağ, Ö., & Mazza, G. (2007). Saponins: Properties, Applications and Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(3), 231–258.
- Manoo, R. K., Dutta, N. K., Das, P. K., & Sastidar, S. G. (1998). Antibacterial activity of two Indian medicinal plants, Hygrophilia spinosa T. Andres and Cynodon dactylon (L.) Pers. *Indian Journal of Experimental Biology*, 36(3), 246–249.
- Marie-Claude, M. (2006). Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie (2e éd., pp. 41–47, 73–83). Lavoisier.
- Mohamed, T., & Ragaa, S. S. A. P. (2022). Skin managements and diseases: A systematic article review. *The Medical Journal of Cairo University*, 90(9), 1773–1780.
- Monteiro-Riviere, N. A. (2010). Toxicology of the skin (pp. 15–32).
- More, M. M., Govind, S. S., & Hingane, L. D. (2024). Moisturizing cream. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*.
- Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie*, 36(7), 679–684.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302.
- Toé, S. L., & Martine, N. T. (2004). Essais de mises au point de formulation de crèmes et laits corporels à base du beurre de karité du Burkina Faso [Thèse de doctorat]. Université de Ouagadougou.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). Principes d'anatomie et de physiologie (14e éd.). De Boeck Supérieur.
- Tuarez, E. A. P. (2010). Émulsions inverses très concentrées : Formulation, comportement rhéologique et modélisation. Nancy : s.n.
- Ghare, V., Kachare, A., & Bhadale, K. (2023). *Chemistry of Naturally Occurring Saponins* (pp. 189–202).
- Dibong, S. D., Mpondo Mpondo, E., Ngoye, A., Kwin, M. F., & Betti, J. L. (2011). Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun [Ethnobotany and phytomedicine of medicinal plants sold in Douala markets]. *Journal*

- of Medicinal Plants Studies*, 5(1), 12–25Shah, M., Parveen, Z., & Khan, M. R. (2017). Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of the stem bark of *Sapindus mukorossi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1), 526.
- Singh, R., Kumari, N., & Nath, G. (2016). Free radicals scavenging activity and antimicrobial potential of leaf and fruit extracts of *Sapindus mukorossi* Gaertn. against clinical pathogen. *International Journal of Phytomedicine*, 8(1), 22–28.
- Shahadat Hossain 31 Jan 2024 An overview of seven medicinal plants of sapindaceae family in bangladesh with their pharmacological, toxicity, phytochemical propertiesand medicinal evaluation of bioactive compounds [International journal of advanced resear...](#)
- Sundar, S. S. S., Rajamanickam, C., Saraswathy, S., Venkatesan, K., Balakumbahan, R., Vijayasamundeeswari, A., & Sankar, C. (2024). Sapindaceae fruits: A comprehensive overview on phytochemicals, nutraceuticals and health benefits application. *Plant Science Today*, 11(sp4)
- Juntao Liu,Dongnan Wang,Xiaoli Yan,Liming Jia,Na Chen,Jiajia Liu,Ling Zhou,Qiuli Cao 11 Mar 2024 Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization management on soil properties and leaf traits and yield of *Sapindus mukorossi* - [Frontiers in Plant Science](#)
- Peter Martin Rhind - 01 Jan 2010 Plant Formations in the Upper Gangetic Plain BioProvince
- Anjali; Saini, Rita; Juyal, Divya. (May 2018) *The Pharma Innovation* ; New Delhi Vol. 7, N° 5, Part G, : 470-472.)
- Quattrocchi, U. (2012). *CRC world dictionary of medicinal and poisonous plants: Common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology* (5 vols.). CRC Press.
- Min Liu,Yen-Lin Chen,Yao-Haur Kuo,Yao-Haur Kuo,Mei-Kuang Lu,Chia-Ching Liao 19 Mar 2018 Aqueous extract of *Sapindus mukorossi* induced cell death of A549 cells and exhibited antitumor property in vivo [Chinese Culture University,South Korean Ministry for Health, Welfare and Family Affairs](#) - [Scientific Reports](#) (Sci Rep) - Vol. 8, Iss: 1, pp 4831-4831
- Chen, C., Li, R., Li, D., Shen, F., Xiao, G., & Zhou, J. (2021). Extraction and purification of saponins from *Sapindus mukorossi*. *New Journal of Chemistry*, 45(2)
- Abdelrahman, M., & Jogaiah, S. (2020). Isolation and characterization of triterpenoid and steroidal saponins. In *Titre du livre* (pp. 59–78). Springer, Cham.

- Kundu, B. C., & Gupta, B. (2024). Saponin distribution in angiosperms and its bearing on their classification.
- Moses, T., Papadopoulou, K. K., & Osbourn, A. (2014). Metabolic and functional diversity of saponins, biosynthetic intermediates and semi-synthetic derivatives. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 49(6), 439–462.
- Kumar, S., Bhargava, P., Kumari, S., Bharti, R., & Kumar, S. (2023). In-vitro anti-microbial and antioxidant properties: Saponins fraction of *Sapindus mukorossi* against prevalent pathogens. *Global Journal for Research Analysis*, 12(5), 49–53.
- Parcha, V., Dyani, S., & Sati, A. (2020). Study on phytoconstituents and antimicrobial potential of *Sapindus mukorossi* fruit extract. *Journal of Phytochemistry and Ayurveda*, 1(28), 12–19.
- Kora, A. J. (2020). Antibacterial and antioxidant activities of aqueous extract of soapnuts (*Sapindus mukorossi*). *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 14(4), 388–395.
- Blyberg, M. (2011). Determination of Xenopus index and haemolytic index in fruits of *Sapindus mukorossi* Gaertn. (Sapindaceae) and seeds of *Entada scandens* Benth. (Mimosaceae). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 12(4)
- Porsche, F. M., Molitor, D., Beyer, M., Charton, S., Andre, C. M., Kollar, A., & Kühn, J. (2017). Antifungal activity of saponins from the fruit pericarp of *Sapindus mukorossi* against *Venturia inaequalis* and *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 102(5), 991–1000.
- Porsche, F. M., & Kollar, A. (2013). Saponins from *Sapindus mukorossi*: Extraction, purification and biological activity against apple scab. *Journal Name*, 171, 42–42.
- Upadhyay, A., & Singh, D. K. (2012). Pharmacological effects of *Sapindus mukorossi*. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 54(5), 273–280.
- Manvitha, K., & Bidya, B. (2014). Aloe vera: A wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(5), 85–88.
- Teles, M. M., Gama, A. R., Machado, R. C., Mendes, N. S. R., & Nascimento-Silva, N. R. R. (2024). *Aloe vera (Aloe vera L.) in wound healing and cosmetology*. *Foco*, 17(10), e6344–e6344.
- Han, S. S., Kim, I. J., & Lee, S. H. (2023). Current research status and prospect of *Aloe vera*.
- Ghosh, I. (2024). [Titre de l'article]. *African Journal of Biomedical Research*, [volume] ([issue]), 10081–10000
- Mandal, U., Mallick, S. K., Mohapatra, B. K., & Mahalik, G. (2023). An overview on ethnomedicinal uses of *Aloe vera* plant. *The Journal of Plant Science Research*,

- Ihsan, S. A. (2007). Essential oil composition of *Lavandula officinalis* L. grown in Jordan. *Journal of Kerbala University*, 5(1)
- Malakar, M. (2024). *Lavandula spp. (Lavender): A herb more than just a relaxing scent. In [Titre du livre ou de l'ouvrage]* (pp. 315–388). Apple Academic Press.
- Khalajee, M. B., Jaimand, K., Mozaffari, S., & Mirshokraie, S. A. (2017). Comparative study on essential oils of *Lavandula officinalis* L. from three different sites with different methods of distillation *Journal of Medicinal Plants and By-Products*, 6(1), 53–58.
- Dolzhko, D., Melnyk, N., Kruk, A., Granica, S., & Piwowarski, J. P. (2024). Traditional use of polar extracts from lavender flowers – systematic review of literature data. *Bulletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego*, 22(3), 92–101.
- Brown, M., Smith, J., & Lee, A. (2018). Microbial contamination in cosmetics: sources, effects and control. *International Journal of Cosmetic Science*, 40(6), 545-554.
- Orwa, C., Multua, A; Kindt, R., Jamnadass, R. and Simons, A., ‘Agroforestry Database: a tree reference and selection guide’, version 4.0, (2009)
- Alok Patel, Sayali Belsare, Shweta Jajoo, Chetana Jagtap, Sneha Desai, and Preetam Shah (2021) Comparative Evaluation of Antimicrobial Activity and Surface Tension of a Combination of Herbal Extracts in Different Ratios: An In vitro Study *Journal of Applied Dentistry and Oral Sciences*
- Dipankar Ghosh, Shrestha Debnath , Somnath Das (2022) Chapter 14 - Microbial electrochemical platform: A sustainable workhorse for improving wastewater treatment and desalination Scaling Up of Microbial Electrochemical Systems From Reality to ScalabilityAdvances in Green and Sustainable Chemistry (2022), Pages 239-268
- Dimitriou, A., & Gouliaris, K. (2014). Preparation of a cleaning formulation from saponins, olive oil fatty acid soap and alkyl-polyglycocides.
- Benbouzid, Y., Djellouli, A., & Djerrou, Z. (2021). Évaluation de l'activité antifongique des extraits de *Sapindus mukorossi* sur *Penicillium expansum* et *Umbelopsis ramanniana*. Mémoire de fin d'études, Université de Bejaia
- Balaguer, T., Duhamel, P., & Vouillaume, D. (2009). La peau : structure et fonctions. In *Traité de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique* (pp. 3–12). Elsevier Masson.

ANNEXES

Annexes 1

Appellations de la plante

Selon **Quattrochi (2012)**, le fruit de *Sapindus mukorossi* est désigné par divers appellations en fonction des pays. Il est désigné de la manière suivante :

En anglais : soap nut tree

En français : savonier

Au Népal : ritha

En Chine : wu huan zi

En Inde : reetha

Au Japon : mukuro ju En Indonésie :

lerek

En Algérie, ce fruit est désigné par le nom de « Saboune ».

Quelques applications ethnomédecinales et pharmacologiques des parties du *Sapindus mukorossi*

Usages externes (Upadhy et al., 2012)

Fruits

- Traitement des éruptions cutanées
- Eczéma
- Psoriasis

Graines

- Élimination du bronzage
- Atténuation des taches de rousseur
- Nettoyage de la peau grasse
- Shampoing naturel (mousse riche)

Feuilles

- Utilisées en bain pour soulager les douleurs articulaires

Racines

- Traitement de la goutte

- Rhumatismes

Usages internes

Fruits :

- Traitement de la salivation excessive

- Épilepsie

- Chlorose (anémie)

- Migraine

Graines :

- Traitement des caries dentaires

- Arthrite

- Rhume

- Constipation

- Nausées

Effets pharmacologiques de l'aloë vera

Effets internes

Traitement du cancer : Des études récentes indiquent son potentiel en tant que thérapie adjuvante dans la prise en charge du cancer, avec des composés bioactifs révélant une efficacité contre divers types de néoplasies (**Ghosh, 2024**).

régulation du diabète : Les usages traditionnels englobent l'administration par voie orale dans le cadre du traitement du diabète ainsi que des troubles gastro-intestinaux (**Mandal et al., 2023**).

Effets externes

-Soins de la peau : L'aloë vera est couramment employé dans l'industrie cosmétique en raison de ses propriétés bénéfiques pour la peau, notamment ses effets hydratants et anti-âge (**Han et al., 2023**).

-Guérison des blessures : L'aloë vera favorise la guérison des plaies en raison de ses propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes (**Teles et al., 2024**).

Usages médicinaux de la lavande

La lavande est traditionnellement reconnue pour ses propriétés anxiolytiques, antidépressives et anti-inflammatoires (**Dolzhko et al., 2024**).

Ces huiles essentielles sont employées dans le cadre de l'aromathérapie ainsi que dans les soins cutanés, mettant en évidence leurs propriétés antibactériennes, antifongiques et antioxydantes (**Malakar, 2024**) (**Dolzhko et al., 2024**).

Matériel utilisé dans l'extraction de l'huile essentielle de la lavande

- 5 kg de fleurs de lavande fraîches
- Alambic de distillation
- Ballon ou cuve chauffante
- Réfrigérant
- Récipient de collecte (erlenmeyer de 500 ml)
- Ampoule à décanter
- Flacons ambrés pour stockage de l'huile

Matériel utilisé dans la mesure de l'activité antibactérienne

- Milieu de culture : gélose Muller-Hinton
- Disques : papier filtre 6 mm, stérilisés à l'autoclave (121 °C, 15 min)
- Écouvillons : stériles
- Solvant / témoin négatif : DMSO
- Témoin positif : disques d'antibiotique de référence (ciprofloxacine ou pénicilline)
- Incubateur : réglé à 37 °C pour bactéries (18–24 h) ou 28 °C pour levures (24–48 h)

Annexes 2



Figure 1 : Evaporation de macérât par rotavapeur



Figure 2 : Erlenmeyer contenant le distillat après distillation.

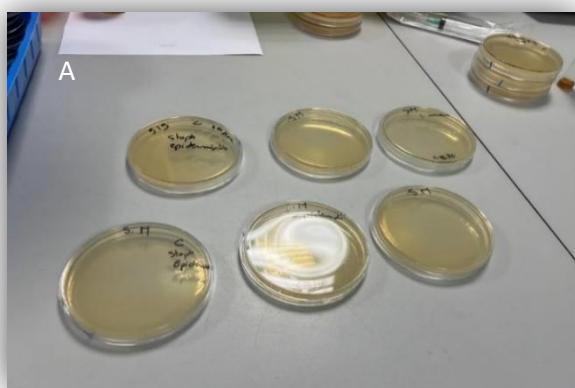


Figure 3 : mesure de l'activité antibactérienne

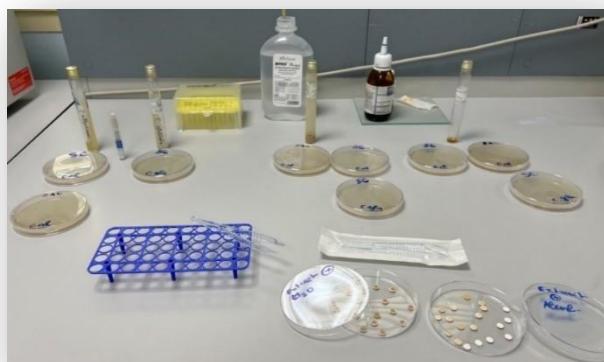


Figure 4 : mesure de l'activité antioxydante

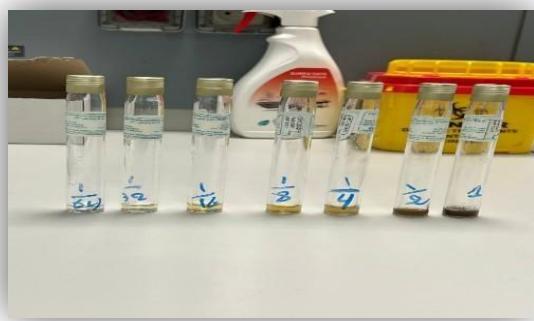


Figure 5 : Mesure activité antifongique



Figure 6 : Préparation d'une crème anti –acnéique à base d'extrait alcoolique des feuilles de *Sapindus mukorossi*.

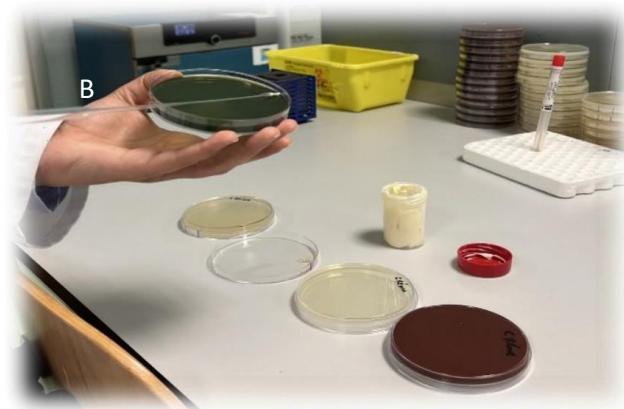


Figure 7: Manipulation aseptique de la crème



Figure 8: Séparation et séchage



Figure 9 : pesage de la poudre broyée



Figure 10: macération dans les deux solvants



Figure 11 : Agitation des macérats



Figure 12 : Filtration des macérats



Figure 13 :
Alambic de
distillation en action



Figure 14 : Séparation des
phases dans l'ampoule à
décanter.



Figure 15 : phase aqueuse



Figure 16: phase huileuse

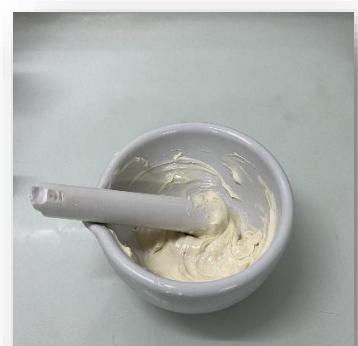


Figure 17: crème



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة البليدة 1
UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB BLIDA 1
كلية العلوم الطبيعية وال唆
FACULTÉ DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'un master académique

Option : Biochimie

Thème

Contribution à l'étude phytochimique des extraits de Sapindus mukorossi : évaluation des activités biologiques et formulation d'une crème anti-acnéique enrichie en gel d'aloe vera et huile essentielle de la lavande

*Présenté par
FETTAL FELLA
BOUTERRA AMIRA*

Devant le jury

Pr SAIDI F.	PROFESSEUR	USDB1	Présidente
Mme EL MAHDI L	MAA	USDB1	Examinateuse
Dr AMOKRANE A.	MCB	USDB1	Promotrice
Mme BOUDINA A.	PHARMACIENNE	PARNET	Co promotrice

Promotion 2024/2025