



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abou Bakr Belkaid -Tlemcen



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de L'Univers  
Département d'Ecologie et Environnement

## Laboratoire



Mémoire de fin d'études inscrit dans le cadre du décret ministériel  
N° 1275 d'un projet innovant « PME »

Présenté par **Nehari Meryem et ALLAM Rania**

En vue de l'obtention du **Diplôme De Master Professionnel**  
**En Ecologie et environnement**  
Option : Toxicologie Industrielle Et Environnementale

**Thème :**

# Formulation d'une crème hydratante à base d'extrait de plante

Soutenu le 21/07/2024 devant le jury composé de :

<b>Président :</b>	Pr CHAOUCHE HADDOUCHI Farah	Pr.	Univ. Tlemcen
<b>Examineur :</b>	Pr RAHMOUN Mohammed Nadjib	Pr.	Univ. Tlemcen
<b>Examinatrice :</b>	Dr BEKKARA SELADJI Meryem	MCA	Univ. Tlemcen
<b>Centre I2E :</b>	DIB Hanane.	MCA	Univ. Tlemcen
<b>Direction de commerce</b>	MIDOUN Maata Allah		Inspecteur divisionnaire
<b>Encadrant :</b>	CHAOUCHE Tarik Mohammed.	MCA	Univ. Tlemcen

Année Universitaire 2023 / 2024

# *Remerciement*

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et le courage d'aller jusqu'au bout de nos études.

Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude envers notre encadrant **Dr. Chaouch Tarik Mohammed**, pour ses précieux conseils et son soutien constant. Merci pour votre confiance, votre disponibilité et vos encouragements constants. Ce fut un honneur de travailler sous votre direction.

Un remerciement spécial à Madame **Pr. Chaouche Haddouchi Farah**, à qui nous tenons vivement à exprimer notre profonde reconnaissance et notre gratitude pour sa disponibilité, sa patience, sa compréhension, et sa gentillesse. Merci pour vos précieux conseils et votre soutien à tous les instants.

Nous exprimons nos sincères reconnaissances aux membres du jury, la présidente **Pr. Chaouche Haddouchi Farah**, l'examineur **Pr. Rahmoun Mohammed Nadjib**, l'examinatrice **Dr. Bekkara Seladji Meryem**, la représentante de I2E **Dr. Dib Hanane** et le représentant de la direction de commerce **Mr. Midoun Maata Allah**, qui ont accepté de discuter et d'évaluer ce travail.

Nous ne pouvons bien sûr oublier tous nos enseignants à qui nous sommes reconnaissants de nous avoir transmis toutes ces connaissances et cette formation tout au long de notre parcours universitaire.

Finalement, un remerciement spécifique pour toute notre famille, nos parents qui, sans eux, nous ne serions pas les personnes que nous sommes aujourd'hui. Ils ont guidé nos pas vers le mieux, ainsi que nos sœurs et nos frères.

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

À mes chers parents pour leurs encouragements, tendresse,  
Affection et soutien durant mes études : vous étiez toujours  
Là pour m'écouter, me sourire, me réconforter et m'encourager  
Dans les moments de doute... Je souhaite que vous trouverais  
Ici le fruit de vos sacrifices. Que dieu vous bénisse et vous  
Accorde une longue vie pleine de sante et de bonheur.

A mes sœurs

A mon frère

A toute ma famille

A tous mes amis (es)

A mon binôme ALLAM Rania

A tous ceux dont l'amitié sincère mes agréable

A tous mes professeurs

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce  
mémoire.

**Meryem**



# *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste Travail à :*

Mes chères parentes : les personnes les plus chère à mon cœur qui m'ont Supportée tout au long de ma vie, aucun mot ne saurait exprimer l'intensité De mon amour et de ma fierté d'être votre fille. Mes chers parents merci. Ce merci vient de plus profond de mon cœur : des personnes courageuses, Combattants, vous avez toujours été devant mes problèmes en plus de Soutiens.

Mon cher binôme NEHARI Meryem qui a travaillé fidèlement pendant toute la durée du travail.

Toute ma famille ALLAM et CHAA merci pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ma petite fille Aya Hafssa.

**Rania**

## ملخص:

شجرة النيم (*Azadirachta indica*) تُعتبر آمنة بشكل عام، لكن زيت النيم النباتي يمكن أن يكون سامًا عند الجرعات العالية بسبب وجود الأزاديراشتين، مما يؤدي إلى آثار جانبية. الزيت معروف بتطبيقاته المتعددة في مجالات مختلفة، مثل الزراعة، الطب التقليدي ومستحضرات التجميل. تهدف هذه الدراسة إلى فحص الخصائص الكيميائية والفيزيائية لزيت النيم، وتحديد نشاطه المضاد للأكسدة وعامل الحماية من الشمس (SPF)، وصياغة كريمين مبتكرين، أحدهما مرطب والأخر مضاد للشمس.

تم استخراج زيت النيم بطريقة سوكلية باستخدام الهكسان كمذيب، بمرود قدره  $46,31 \pm 0,0519$  % . تم إجراء الفحوصات الكيميائية، بما في ذلك الحموضة ( $2,59 \pm 14,2411$  جم/جم)، التصبين ( $21,93 \pm 155,005$  جم/جم)، الإستر ( $19,34 \pm 100,763$  جم/جم)، البيروكسيد (0)، اليود ( $33,1904 \pm 2,90$  جم/جم) والمركبات غير القابلة للتصبين (0,6 %) التي تم استخراجها من الزيت باستخدام الهكسان. كما تم إجراء التحاليل الفيزيائية، مثل الكثافة الظاهرية ( $0,9246$ )، الذوبان في المذيبات العضوية ومعامل الانكسار ( $1,4565$ ). كان عامل الحماية من الشمس (SPF) للزيت 11,31.

تم استخراج المكونات المتبقية بعد استخراج الزيت باستخدام خليط من الإيثانول والأسيتون (30/70) بمرود قدره 3,4 % . تم إجراء قياسات الطيف الضوئي للبوليفينولات (المركب  $1,42 \pm 0,065$  EAG/جم MS ؛ المركبات غير القابلة للتصبين  $0,086 \pm 0,00566$  EAG/جم MS) ، الفلافونويدات (المركب  $1,041 \pm 0,0121$  EC/جم MS ؛ المركبات غير القابلة للتصبين  $0,124 \pm 0,00686$  EC/جم MS) والعفص المكثفة (المركب  $0,418 \pm 0,099$  جم MS/EC ؛ المركبات غير القابلة للتصبين  $0,113 \pm 0,0826$  EC/جم MS). تم قياس النشاط المضاد للأكسدة بواسطة اختبار DPPH للزيت ( $894 \pm 12453,48$  ميكروجرام/مل)، المركب ( $49 \pm 1131$  ميكروجرام/مل) وللمركبات غير القابلة للتصبين (CI50 غير محقق).

تمت صياغة الكريمات باستخدام زيت النيم بنسب تتراوح بين 2 إلى 10%. حقق الكريم المرطب بنسبة 10% نسبة تثبيط لراديكال DPPH بلغت 76,12% وحماية شمسية طفيفة بعامل SPF بلغ 6,97.

أتاحت هذه الدراسة فحص خصائص زيت النيم المستخرج، مما أبرز جودته وإمكانية استخدامه. بفضل هذه النتائج، أصبح من الممكن فهم واستخدام هذه الموارد الطبيعية بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: *Azadirachta indica* : زيت نباتي، نشاط مضاد للأكسدة DPPH ، عامل الحماية من الشمس، كريم مرطب ومضاد للشمس.

## Résumé :

Le Neem (*Azadirachta indica*) est généralement considéré comme sûr, mais son huile végétale peut être toxique à haute dose en raison de la présence d'azadirachtine, provoquant des effets secondaires. Elle est reconnue pour ses multiples applications dans divers domaines, notamment en agriculture, en médecine traditionnelle et en cosmétique. Cette étude vise à examiner les propriétés chimiques et physiques de l'huile de Neem, à déterminer son activité antioxydante et son facteur de protection solaire (SPF), et à formuler deux crèmes innovantes, une hydratante et l'autre anti-solaire.

L'huile de Neem a été extraite par la méthode Soxhlet en utilisant l'hexane comme solvant, avec un rendement de  $46,31 \pm 0,0519$  %. Des indices chimiques ont été réalisés, incluant les indices d'acide ( $14,2411 \pm 2,59$  mg/g), de saponification ( $155,005 \pm 21,93$  mg/g), d'ester ( $100,763 \pm 19,34$  mg/g), de peroxyde (0), d'iode ( $33,1904$  mg/g  $\pm 2,90$ ) et les insaponifiables (0,6 %) qui ont été extraits de l'huile en utilisant de l'hexane. Des analyses physiques ont également été effectuées, notamment la densité apparente (0,9246), la miscibilité dans les solvants organiques et l'indice de réfraction (1,4565). Le facteur de protection solaire (SPF) de l'huile est de 11,31.

Le marc restant après l'extraction de l'huile a été soumis à une extraction avec un mélange d'éthanol et d'acétone (70/30) pour en extraire les composés résiduels avec un rendement de 3,4 %.

Des dosages spectrophotométriques des polyphénols (Marc  $1,42 \pm 0,065$  mg EAG/g MS ; Insaponifiables  $0,086 \pm 0,00566$  EAG/g MS), des flavonoïdes (Marc  $1,041 \pm 0,0121$  mg EC/g MS ; Insaponifiables  $0,124 \pm 0,00686$  mg EC/g MS) et des tanins condensés (Marc  $0,418 \pm 0,099$  mg EC/g MS ; Insaponifiables  $0,113 \pm 0,0826$  mg EC/g MS) ont été réalisés. L'activité antioxydante par le test DPPH a été mesurée pour l'huile ( $12453,48 \pm 894$   $\mu$ g/ml), le marc ( $1131 \pm 49$   $\mu$ g/ml) et pour les insaponifiables ( $CI_{50}$  non atteinte).

La formulation des deux crèmes à base d'huile de Neem a été effectuée à des pourcentages en huile de 2 à 10%. La crème hydratante à 10% à un pourcentage d'inhibition du radical DPPH de 77,17%. La crème anti- solaire à 10% à un pourcentage d'inhibition du radical DPPH de 76,12 % et une protection solaire minimale avec un SPF de 6,97.

Ce travail a permis d'examiner les propriétés de l'huile de Neem extraite, mettant en évidence sa qualité et son potentiel d'utilisation. Grâce à ces résultats, il est possible de mieux comprendre et utiliser cette ressource naturelle.

**Mots clés :** *Azadirachta indica*, Huile végétale, Activité antioxydante DPPH, Facteur de protection solaire, Crème hydratante et antisolaire

## Summary:

Neem (*Azadirachta indica*) is generally considered safe, but its vegetable oil can be toxic at high doses due to the presence of azadirachtin, causing side effects. It is recognized for its multiple applications in various fields, including agriculture, traditional medicine, and cosmetics. This study aims to examine the chemical and physical properties of Neem oil, determine its antioxidant activity and sun protection factor (SPF), and formulate two innovative creams, one moisturizing and the other sunscreen.

Neem oil was extracted using the Soxhlet method with hexane as the solvent, yielding  $46,31 \pm 0,0519\%$ . Chemical indices were determined, including acid index ( $14,2411 \pm 2,59$  mg/g), saponification index ( $155,005 \pm 21,93$  mg/g), ester index ( $100,763 \pm 19,34$  mg/g), peroxide index (0), iodine index ( $33,1904$  mg/g  $\pm 2,90$ ), and unsaponifiables (0,6%) which were extracted from the oil using hexane. Physical analyses were also conducted, including bulk density (0,9246), solubility in organic solvents, and refractive index (1,4565). The sun protection factor (SPF) of the oil is 11,31.

The marc remaining after oil extraction was subjected to extraction with a mixture of ethanol and acetone (70/30) to extract residual compounds, yielding 3,4%.

Spectrophotometric assays of polyphenols (Marc  $1,42 \pm 0,065$  mg GAE/g DM; Unsaponifiables  $0,086 \pm 0,00566$  GAE/g DM), flavonoids (Marc  $1,041 \pm 0,0121$  mg CE/g DM; Unsaponifiables  $0,124 \pm 0,00686$  mg CE/g DM), and condensed tannins (Marc  $0,418 \pm 0,099$  mg CE/g DM; Unsaponifiables  $0,113 \pm 0,0826$  mg CE/g DM) were performed. Antioxidant activity by the DPPH test was measured for the oil ( $12453,48 \pm 894$   $\mu$ g/ml), the marc ( $1131 \pm 49$   $\mu$ g/ml), and for the unsaponifiables (IC<sub>50</sub> not reached).

The formulation of two creams based on Neem oil was carried out at oil percentages of 2 to 10%. The moisturizing cream at 10% showed a DPPH radical inhibition percentage of 77,17%. The sunscreen cream at 10% showed a DPPH radical inhibition percentage of 76,12% and minimal sun protection with an SPF of 6,97.

This work examined the properties of extracted Neem oil, highlighting its quality and potential use. With these results, it is possible to better understand and utilize this natural resource.

**Keywords:** *Azadirachta indica*, Vegetable oil, DPPH antioxidant activity, Sun protection factor, Moisturizing and sunscreen cream

## La liste des tableaux:

<b>Tableau 1:</b> La formulation de la base 1 .....	32
<b>Tableau 2:</b> La formulation de la base 2 .....	33
<b>Tableau 3:</b> Valeurs EE ( $\lambda$ ) et I ( $\lambda$ ) utilisées pour le calcul du SPF. ....	35
<b>Tableau 4:</b> Rendement et propriétés organoleptique de l'huile des graines de Neem .....	38
<b>Tableau 5:</b> Tableau des résultats de l'analyse physico-chimique d'huile de Neem.....	39
<b>Tableau 6:</b> Résultats de la miscibilité .....	40
<b>Tableau 7:</b> Teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés (moyenne $\pm$ écart-type) dans le Marc et les insaponifiables. .....	42
<b>Tableau 8:</b> Les résultats de l'activité antioxydante dans les extrais ..	44
<b>Tableau 9:</b> Résultats des paramètres organoleptiques de crème .....	45
<b>Tableau 10 :</b> Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les deux crèmes contenant l'huile.....	47
<b>Tableau 11:</b> Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les deux crèmes contenant le BHT .....	47
<b>Tableau 12:</b> Résultats de SPF (huile de Neem, crème antisolaire et crème +oxyde de zinc) .....	50

## La liste des figures:

<b>Figure 1:</b> Les 3 régions de la peau .....	5
<b>Figure 2:</b> Les 4 couches de l'épiderme .....	5
<b>Figure 3:</b> Composition d'un produit cosmétique.....	11
<b>Figure 4:</b> Arbre de Neem .....	15
<b>Figure 5:</b> Fleur de Neem.....	15
<b>Figure 6:</b> Fruit de Neem.....	16
<b>Figure 7:</b> Classification des constituants chimiques du Neem .....	17
<b>Figure 8:</b> Graine de Neem .....	23
<b>Figure 9:</b> Schéma représentatif des étapes d'extraction de l'huile de Neem .....	24
<b>Figure 10:</b> Réfractomètre.....	28
<b>Figure 11:</b> Centrifugeuse .....	34
<b>Figure 12:</b> Courbe d'étalonnage (polyphénols totaux, flavonoïdes et tains condensés) .....	42
<b>Figure 13:</b> Activité antioxydante des extraits (insaponifiable, marc, huile de Neem) et du BHT .....	43
<b>Figure 14:</b> Histogrammes des pourcentages d'inhibition des crèmes contenant l'huile .....	48
<b>Figure 15:</b> Histogrammes des pourcentages d'inhibition des crèmes contenant le BHT.....	48

## Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumés

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

1. Introduction à la peau et ces fonctions :.....	5
2. Structure de la peau : .....	5
2.1. Épiderme : .....	5
2.2. Derme :.....	5
2.3. L'hypoderme :.....	6
3. Composition biochimique de la peau :.....	6
4. Différents types de peau : .....	6
5. Fonction de la peau :.....	7
I. Les produits cosmétiques :.....	9
1. Définition de la cosmétologie : .....	9
2. Définition d'un produits cosmétique :.....	9
3. Classification des produits cosmétique : .....	9
4. Caractéristique des cosmétiques : .....	10
5. Les compositions d'un produit cosmétique :.....	10
5.1. Principes actifs :.....	11
5.2. Excipients :.....	12
5.3. Additifs :.....	12
5.4. Conservateurs :.....	12
5.5. Colorants :.....	12
5.6. Antioxydants :.....	12
II. Les produits cosmétiques bios et naturels : .....	12
1. Les produits cosmétiques naturels :.....	12
2. Les produits cosmétiques bios (biologiques) :.....	13
III. Risque toxicologie liée à l'utilisation des produits cosmétiques: .....	13

1.	Toxicité cutanée : .....	13
2.	Autres Toxicité : .....	13
I.	Margousier <i>Azadirachta indica</i> : .....	15
1.	Généralité: .....	15
2.	Classification botanique : .....	15
3.	Les fruits : .....	16
4.	Composition chimique de Neem : .....	16
5.	Propriétés des graines de Neem : .....	16
6.	Utilisations de Neem : .....	18
7.	Toxicité de Neem : .....	18
II.	Généralités sur les huiles végétales : .....	18
1.	Définition de l'huile végétale : .....	18
2.	Utilisation des huiles végétales : .....	19
3.	Classification des huiles végétales : .....	19
4.	L'huile végétale de Neem : .....	19
5.	Utilisations de l'huile de Neem en cosmétique : .....	20
6.	Toxicité d'huile de Neem : .....	20
	Matériel et méthodes .....	22
I.	Extraction de l'huile de Neem : .....	23
1.	Préparation du matériel végétale : .....	23
2.	Extraction : .....	23
2.1.	Extraction d'huile de Neem : .....	23
2.2.	Extraction de Marc : .....	24
3.	Détermination de rendement : .....	25
II.	Test chimique d'huile : .....	25
1.	Indice d'acide (IA) : .....	25
2.	Indice de saponification (IS) : .....	25
3.	Indice d'ester (IE) : .....	26
4.	Indice de peroxyde (IP) : .....	26
5.	Indice d'iode (II) : .....	26
6.	Insaponifiables : .....	27
III.	Propriétés organoleptiques et physiques : .....	27
1.	Propriétés organoleptiques : .....	27

2.	Indices physiques :.....	28
2.1	Indice de réfraction : .....	28
2.2	La miscibilité dans les solvants organique :.....	28
2.3	La densité apparente :.....	28
IV.	Quantification de quelques classes phénoliques dans les extraits(Marc et insaponifiables): .....	29
1.	Dosage de Polyphénol totaux :.....	29
2.	Flavonoïdes totaux :.....	29
3.	Dosage des tanins condensés : .....	30
V.	Estimation de l'activité antioxydant, <i>in vitro</i> : .....	31
VI.	Crèmes à base d'huile de Neem :.....	32
1.	Formulation des crèmes :.....	32
2.	Propriétés organoleptiques des crèmes :.....	34
3.	Le pH (Potentiel hydrogène):.....	34
4.	Test de stabilité de la crème : .....	34
5.	Détermination du facteur de protection solaire (FPS) par la méthode spectrophotométrique : .....	34
VII.	Analyses statistiques :.....	35
	Résultats et discussion .....	37
I.	Détermination des rendements :.....	38
1.	Rendement et propriétés organoleptiques de l'huile des graines Neem :.....	38
2.	Rendement de Marc :.....	38
3.	Rendement en insaponifiables : .....	38
.II	Analyse physico-chimique d'huile de Neem :.....	39
III.	Teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés :.....	41
IV.	Activité antioxydante, <i>in vitro</i> , par piégeage du radical DPPH: .....	43
VI.	Crèmes à base d'huile de Neem:.....	45
1.	Propriétés organoleptiques, stabilité et pH des crèmes :.....	45
2.	Activité antioxydante de crèmes : .....	46
2.1	Crème hydratante : .....	46
2.2	Crème antisolaire : .....	46
3.	Détermination du facteur de protection solaire SPF <i>in vitro</i> :.....	48
3.1	Huile végétale de Neem : .....	49
3.2	Détermination du SPF de la crème antisolaire, <i>in vitro</i> : .....	49

Conclusion générale .....	51
Références bibliographiques.....	54







# **Introduction**

## Introduction générale

La peau, plus grand organe du corps humain, joue un rôle crucial en tant que barrière protectrice contre les agressions extérieures (**Dréno, 2009**). Elle est constituée de trois couches principales : l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Chaque couche a des fonctions spécifiques et essentielles à la santé et à la protection de l'organisme. L'épiderme, la couche la plus externe, agit comme une première ligne de défense tandis que le derme riche en collagène et en élastine confère à la peau sa résistance et son élasticité. Enfin, l'hypoderme principalement constitué de tissu adipeux offre une isolation et un amortissement supplémentaires (**Tachdjian et al., 2016**).

Les produits cosmétiques sont utilisés depuis des milliers d'années pour améliorer l'apparence et la santé de la peau (**Nouri, 2022**). Parmi eux les crèmes hydratantes et les écrans solaires occupent une place de choix en raison de leurs bénéfices spécifiques. Les crèmes hydratantes sont formulées pour maintenir et restaurer l'hydratation de la peau en prévenant la sécheresse et les irritations. Elles contiennent généralement une combinaison de substances hydratantes émollientes et occlusives qui travaillent en synergie pour assurer une hydratation optimale (**Maziane, 2011**).

Les écrans solaires, quant à eux sont essentiels pour protéger la peau contre les effets nocifs des rayons ultraviolets (UV) du soleil. Les UV peuvent causer des dommages immédiats, comme les coups de soleil, ainsi que des effets à long terme, tels que le vieillissement prématuré de la peau et le cancer cutané. Les écrans solaires contiennent des filtres UV qui absorbent ou réfléchissent ces rayons, offrant ainsi une protection efficace (**Maziane, 2011**).

Les huiles végétales sont largement utilisées en cosmétique pour leurs propriétés bénéfiques sur la peau. Elles sont riches en acides gras essentiels, vitamines et antioxydants ce qui les rend précieuses pour les formulations cosmétiques. Parmi ces huiles, l'huile de Neem (*Azadirachta indica*) se distingue par ses multiples vertus (**Lecerf, 2011**). Cette huile est extraite des graines de l'arbre de Neem originaire de l'Inde et largement utilisé dans la médecine traditionnelle ayurvédique (**Butterworth et Morgan, 1971**). Elle est réputée pour ses propriétés antibactériennes, antifongiques, anti-inflammatoires et antioxydantes. Ces caractéristiques en font un ingrédient de choix pour les produits cosmétiques destinés à traiter divers problèmes cutanés, tels que l'acné, les infections et les inflammations (**Thoh et al., 2011 ; Alam et al., 2012**).

Cependant, l'utilisation de l'huile de neem n'est pas sans risques. Elle contient des composés bioactifs, comme l'azadirachtine, qui peuvent être toxiques à des concentrations

## Introduction générale

élevées. Par conséquent, il est essentiel de maîtriser les concentrations utilisées dans les formulations cosmétiques pour garantir la sécurité des utilisateurs tout en bénéficiant de ses propriétés (Patel et al., 2016).

L'objectif de ce travail est d'étudier les propriétés physico-chimiques de l'huile de Neem (*Azadirachta indica*) afin de déterminer son potentiel pour des applications cosmétiques. Plus précisément, cette étude vise à :

- Analyser la qualité de l'huile de Neem obtenue, en termes de rendement d'extraction et de composition chimique.
- Évaluer les propriétés antioxydantes de l'huile de Neem, ainsi que son facteur de protection solaire (SPF).
- Quantifier les concentrations en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins condensés dans le marc et les insaponifiables pour estimer leur contribution à l'activité antioxydante.
- Développer et tester des formulations de crèmes, hydratante et antisolaire, contenant de l'huile de Neem, et mesurer leur efficacité en termes d'activité antioxydante et de protection solaire.

Ce mémoire est divisé en deux parties principales :

- Étude bibliographique
- Étude expérimentale : Cette partie est également divisée en deux parties. La première présente le matériel et les méthodes utilisés dans les différentes étapes de notre travail expérimental. La deuxième est consacrée à la présentation et à la discussion des résultats obtenus.

Enfin, notre étude se conclut par une conclusion générale et des perspectives pour l'avenir.

# **Chapitre I :**

# **Généralités sur la peau**

## 1. Introduction à la peau et ces fonctions :

La peau est l'organe le plus important du corps humain, couvrant environ 2 m<sup>2</sup> et pesant environ 5 kg. Elle agit comme une barrière entre l'environnement externe et le milieu interne de notre corps. Son fonctionnement répond à deux objectifs :

- Premièrement, elle assure la communication entre notre propre organisation et l'environnement autour
- Deuxièmement, elle protège notre corps des agressions extérieures (Dréno, 2009).

## 2. Structure de la peau :

C'est un tissu souple, lisse et imperméable composé de trois couches de tissus (figure01), associé à de nombreuses annexes (poils, ongles et glande exocrines). Chaque couche a des rôles spécifiques

### 2.1. Épiderme :

L'épiderme est un épithélium stratifié composé de plusieurs couches cellulaires en renouvellement constant. La couche basale appelée couche muqueuse de Malpighi, contient des cellules qui se multiplient pour régénérer l'épiderme (figure02). Les cellules plus fines de l'épiderme se déplacent vers la surface se nourrissant de kératine ce qui durcit la surface de la peau. Ces cellules appelées kératinocytes perdent leur noyau au cours du processus (Dréno, 2009).

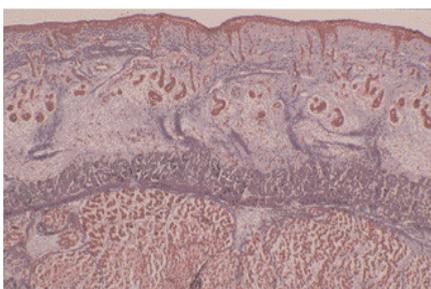


Figure 1: Les 3 régions de la peau

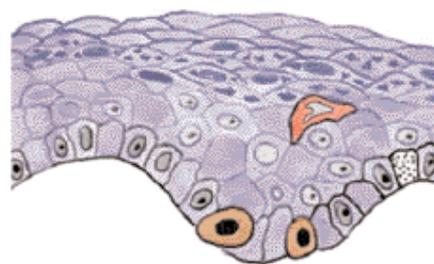


Figure 2: Les 4 couches de l'épiderme

### 2.2. Derme :

La véritable charpente de la peau est constituée de cellules fibroblastes fixes et de cellules mobiles, ainsi que de cellules sanguines. Ces cellules sont associées à des fibres de collagène, d'élastine et de réticuline. La cohésion de l'ensemble est assurée par une substance de base composée principalement de mucopolysaccharides. Le bleu de toluidine permet

d'identifier l'acide hyaluronique. Il existe des vaisseaux sanguins dans le derme qui se terminent à la couche de l'épiderme, qui ne contient pas ces composants (**Dréno, 2009**).

### **2.3. L'hypoderme :**

La couche la plus profonde de la peau, appelée l'hypoderme, est principalement composée de graisse, dont l'épaisseur varie d'un individu à l'autre. Cette graisse est organisée en lobules séparés par des fibres similaires à celles présentes dans le derme. Ces fibres assurent à la fois l'approvisionnement en nutriments et le maintien de la structure de l'hypoderme. Cette couche a pour rôle principal d'amortir les chocs et de protéger contre le froid en isolant la chaleur corporelle. Elle est également la cible des injections de produits de comblement cutané (**Dréno, 2009**).

## **3. Composition biochimique de la peau :**

Au niveau biochimique, la peau est majoritairement constituée de protéines telles que la kératine, présente dans l'épiderme, ainsi que le collagène et d'élastine, qui se trouvent dans le derme. Ces protéines assurent le soutien structurel et l'élasticité de la peau. Parallèlement, les lipides intercellulaires comprenant les céramides et le sébum jouent un rôle crucial en formant une barrière protectrice qui prévient la perte d'eau et protège contre les agressions externes. De surcroît, la mélanine produite par les mélanocytes est responsable de la pigmentation de la peau et agit comme un bouclier contre les rayons ultraviolets du soleil offrant ainsi une protection contre les dommages cutanés (**Hearing et al., 1981 ; Fisher et al., 2002 ; Proksch et al., 2008**).

## **4. Différents types de peau :**

Les types de peau sont classés selon la sécrétion de sébum, la sensibilité, la texture et le niveau d'hydratation (**Lambert, 2007**).

Peau normale à mixte : Équilibrée en sébum et hydratation, douce et sans imperfections. La peau mixte a plus de sébum dans la zone T (front, nez, menton).

Peau grasse : Produisant trop de sébum, elle est luisante, épaisse avec des pores dilatés et sujette à l'acné, mais vieillit plus lentement.

Peau sèche (xérose) : Produit peu de sébum, perd de l'eau et est sujette aux tiraillements, rugosités et vieillissement rapide.

Peau sensible : Réactive aux stimuli externes comme le froid, le vent et certains cosmétiques, provoquant rougeurs et démangeaisons, souvent due à une barrière cutanée altérée.

## 5. Fonction de la peau :

La peau remplit plusieurs fonctions essentielles grâce à sa structure complexe :

**1. Barrière physique** : L'épiderme, particulièrement la couche cornée, agit comme une barrière protectrice contre les rayons UV grâce à l'hyperkératose, un processus de formation excessive de kératine. Les lamelles lipidiques entre les cornéocytes, dérivées de fibres lipidiques des granules lamellaires, renforcent cette protection en restreignant la pénétration des UV (**Mempel et al., 2003**).

**2. Barrière immunitaire** : La peau est un élément clé du système immunitaire, avec des cellules comme les cellules de Langerhans et les kératinocytes exprimant des récepteurs Toll-like qui détectent les pathogènes et déclenchent des réponses immunitaires. Cette réponse commence par une réaction inflammatoire rapide et est suivie par une réponse adaptative plus spécifique (**Mempel et al., 2003**).

**3. Barrière antioxydante** : Exposée aux agents externes comme les polluants et les radiations, la peau produit des espèces réactives de l'oxygène (ROS) qui accélèrent le vieillissement et peuvent causer des cancers. Pour combattre cela, la peau dispose de systèmes antioxydants, tels que des enzymes (superoxyde dismutase, catalase) et des molécules (glutathion, acide ascorbique,  $\alpha$ -tocophérol) (**Simon et al., 2016**).

**4. Régulation de la température corporelle** : La peau régule la température en produisant de la sueur par les glandes sudoripares pour refroidir le corps. En cas de froid, une vasoconstriction cutanée dirige le sang vers les couches profondes, conservant ainsi la chaleur (**Dréno, 2009**).

**5. Perception et sensibilité** : Riche en terminaisons nerveuses et récepteurs, la peau, notamment à l'extrémité des doigts, détecte la température, la pression et la douleur. Ces récepteurs permettent la libération de neuromédiateurs en cas d'agression, alertant le corps (**Dréno, 2009**).

# **Chapitre II :**

# **Les produits cosmétiques**

## **I. Les produits cosmétiques :**

### **1. Définition de la cosmétologie :**

Selon le dictionnaire Larousse, la cosmétologie peut être définie comme l'étude de tout ce qui concerne les produits cosmétiques, leur activité et leur mode d'utilisation, ainsi que les produits de base utilisés pour les préparer. De plus, selon Media dico, elle concerne les soins du corps et les techniques visant à l'embellir (Bogne et al., 2016).

### **2. Définition d'un produits cosmétique :**

Les cosmétiques englobent une variété des produits tels que les crèmes hydratantes, les lotions, les gels, les savons, les shampoings, les rouges à lèvres, les fonds de teint, les vernis à ongles, les déodorants, les parfums, etc. Ils se composent d'une combinaison d'actifs et d'excipients, qui peuvent comprendre des huiles, des cires, des émulsifiants, des agents moussants, des conservateurs, des colorants, des parfums, des filtres UV, etc. (Flavie, L., 2011).

### **3. Classification des produits cosmétique :**

Selon l'arrêté européen du 30 juin 2000, les diverses catégories de produits cosmétiques sont définies :

**Produits de nettoyage et d'hygiène :** Savons, Gels nettoyants, Shampoings, Dentifrices, Lingettes démaquillantes

**Produits de soins de la peau :** Crèmes hydratantes, Sérums, Toniques, Masques faciaux, Produits anti-âges, Écrans solaires

**Produits de maquillage :** Fond de teint ; Correcteurs ; Poudres ; Fards à paupières ; Rouges à lèvres ; Mascara ; Vernis à ongles

**Produits capillaires :** Shampoings ; Après-shampoings ; Masques capillaires ; Produits coiffants (gels, mousses, laques)

**Produits pour les ongles :** Vernis à ongles ; Dissolvants ; Durcisseurs ; Soins pour cuticules

**Produits d'hygiène corporelle :** Déodorants ; Antitranspirants ; Produits dépilatoires ; Crèmes dépilatoires

**Parfums et produits de soins personnels :** Parfums ; Eaux de toilette ; Lotions pour le corps ; Huiles de massage

#### **4. Caractéristique des cosmétiques :**

Quel que soit leur usage (crèmes, gels, émulsions, etc.), les produits de beauté ont en général la même composition (**Jhon, 1994**). Pour désigner un produit comme cosmétique, il faut que :

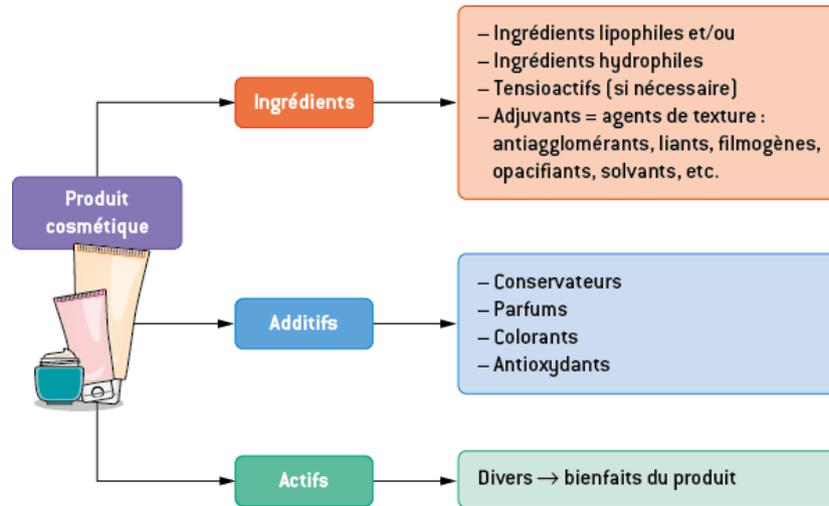
Les substances employées ne devraient pas entrer dans le derme.

La santé ne doit pas être affectée par les produits cosmétiques et la peau lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions normales ou prévisibles, en prenant en considération la présentation du produit et les indications fournies sur l'étiquetage de ces produits.

Les produits cosmétiques sont en constante évolution en raison des progrès successifs de la chimie des solutions, de la chimie de synthèse, de la chimie des polymères et de la chimie des colloïdes (**Nardello rataj et al., 2008**).

#### **5. Les compositions d'un produit cosmétique :**

Les produits cosmétiques, qu'ils soient des crèmes, gels ou émulsions, partagent une composition similaire. C'est une combinaison de principes actifs, excipients, additifs, conservateurs, colorants, et antioxydants, chacun contribuant à l'efficacité, la stabilité, et la sécurité du produit final (figure03). La législation stipule que les substances utilisées dans ces produits ne doivent pas pénétrer le derme ni nuire à la santé lorsqu'ils sont utilisés correctement (**Nouri, 2022**).



**Figure 3:** Composition d'un produit cosmétique

### 5.1. Principes actifs :

Les principes actifs, présents en petites quantités, sont des éléments naturels ou synthétiques qui confèrent au produit sa performance. Exemples de substances actives :

Astringent : renforce les ouvertures des follicules ;

Cicatrisant : favorise la guérison des cellules de la peau ;

Occlusif : assure l'évaporation de l'eau de la peau ;

Agent hydratant : procure un confort à la peau ;

Alimentation : apporte des acides gras à la peau ;

Anti-âge : empêche la peau de vieillir prématurément ;

Kérato-régulateur ou exfoliant permet de réguler la desquamation naturelle ;

Détendu : réduit les irritations ;

Émollient : renforce la texture de la peau ;

Le filtre UV offre une protection contre les rayons UV ;

Anti-séborrhéique ou sébo-régulateur : contrôle la circulation des sébacées ;

Stimulant : apporte de l'hydratation à la peau dans les couches supérieures ;

Illuminant : diminue les efforts de sénescence (Nouri, 2022).

### **5.2. Excipients :**

Les excipients, représentant jusqu'à 90 % du produit final, ne sont pas des ingrédients actifs. Ils facilitent le transport des principes actifs à travers la peau, ajoutent de la texture et assurent la stabilité du produit. Ils déterminent aussi l'utilisation et la structure du produit. Excipients lipophiles incluent les hydrocarbures, cires, et huiles végétales, tandis que les excipients hydrophiles incluent l'eau et l'éthanol (Nouri, 2022).

### **5.3. Additifs :**

Les additifs servent à stabiliser les ingrédients, à les préserver, à les harmoniser, à les parfumer, à les colorer et à les mousser. En général, ils sont optionnels mais indispensables pour certains types de produits de beauté (Nouri, 2022).

### **5.4. Conservateurs :**

Ils jouent un rôle crucial dans la préservation optimale d'un produit, en particulier lorsqu'il est fabriqué à partir d'eau. Selon Nouri (2022), un conservateur désigne toute substance qui permet de prévenir les altérations microbiologiques (bactériologiques ou fongiques) d'un produit.

### **5.5. Colorants :**

Sont des composés qui offrent la possibilité de donner une couleur aux produits cosmétiques en raison de leurs caractéristiques physico-chimiques (Nouri, 2022).

### **5.6. Antioxydants :**

Synthétiques ou naturels, interrompent la peroxydation et évitent la formation de peroxydes et d'hydroperoxydes, notamment à partir des huiles insaturées (Nouri, 2022).

## **II. Les produits cosmétiques bios et naturels :**

### **1. Les produits cosmétiques naturels :**

Les cosmétiques naturels utilisent des matières premières brutes, principalement végétales (plantes, fruits, fleurs) et des substances animales naturelles (miel, cire d'abeille). Ils sont soumis à des procédés simples comme la distillation et l'extraction, produisant peu de résidus et étant biodégradables (Flavie, 2011).

**2. Les produits cosmétiques bios (biologiques) :**

Les cosmétiques biologiques contiennent une haute proportion d'ingrédients naturels, issus de l'agriculture biologique, sans engrais chimiques ni pesticides. Ils excluent les ingrédients potentiellement nuisibles pour la santé et l'environnement (**Flavie, 2011**).

**III. Risque toxicologie liée à l'utilisation des produits cosmétiques:**

**1. Toxicité cutanée :**

La toxicité cutanée des produits cosmétiques est souvent due aux tensioactifs, qui interagissent avec les protéines et les lipides de la peau, pénétrant ces molécules plus facilement. Ces interactions peuvent activer le système immunitaire inné, entraînant des irritations et des inflammations cutanées. L'eczéma allergique de contact, causé par les haptènes, présente des symptômes comme érythème, œdème, sécheresse, fissures, desquamation, démangeaisons et douleurs. Des substances comme le lauryl sulfate de sodium (SLS), fréquemment utilisé dans les cosmétiques, peuvent perturber les membranes cellulaires, altérant leur fonction et provoquant des irritations et des allergies, notamment dans les crèmes hydratantes, les shampooings et le maquillage (**Sedrati et al.,2021**).

**2. Autres Toxicité :**

Les cosmétiques contiennent des substances chimiques pouvant poser divers risques pour la santé humaine (**Sedrati et al.,2021**) dont :

**Mutagénicité/Génotoxicité :**

La capacité à altérer de manière directe le matériel génétique, induisant des mutations.

**Cancérogénicité:**

La capacité d'une substance à induire des tumeurs, à augmenter leur incidence, leur malignité ou à accélérer leur survenue.

**Cancer du sein:**

L'utilisation de cosmétiques contenant des parabènes est associée à un risque accru de cancers du sein.

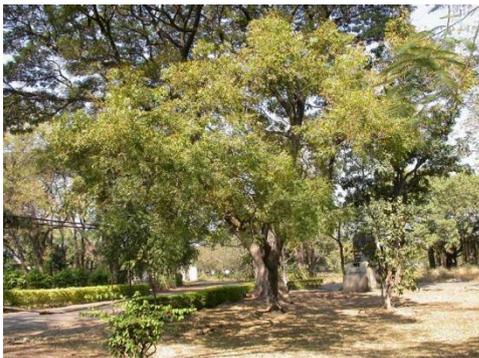
**Chapitre III : Généralités sur  
la plante étudiée le Neem  
(Margousier) (*Azadirachta  
indica*) et les huiles végétales**

## I. Margousier *Azadirachta indica* :

### 1. Généralité:

Le Neem ou le Margousier (*Azadirachta indica* **A. Juss**) est un arbre de la famille des Méliacées originaire d'Inde orientale. L'arbre peut atteindre 20 m de hauteur et 2,5 m de circonférence et peut vivre de 200 à 300 ans, s'adapte bien dans les sols pauvres, tolère les températures élevées et une faible pluviométrie (figures 04 et 05).

Il est considéré comme étant originaire de tout le sous-continent indo-pakistanaï, notamment de l'Asie du Sud-Est (Inde, Birmanie/Myanmar, Sri Lanka, Thaïlande, Malaisie et Indonésie), à partir de l'introduction au Nigeria en 1928 par le Ghana par un homme appelé « Dogon Yaro » et ainsi acquis son nom local dans le nord du Nigeria (**Sara et Folorunso, 2002**). Il a été implanté en Afrique, Australie et s'implante en Amérique du Sud et Centrale, aux Antilles et au Mexique (**Schmutterer, 1990**).



**Figure 4:** Arbre de Neem



**Figure 5:** Fleur de Neem

### 2. Classification botanique :

*Azadirachta indica* est classé comme suit (**Schemtterer, 1990 ; Puri, 1999**) :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Sapindales</i>
Famille	<i>Meliaceae</i>
Genre	<i>Azadirachta</i>

### 3. Les fruits :

Le fruit est lisse et de forme ovale (figure 06). Il a une longueur de 1,4 à 2,8 cm et une largeur de 1,0 à 1,5 cm. Celui-ci est similaire à celui de l'olivier. Il est vert jusqu'à la maturité, puis jaune à jaune verdâtre. Il possède une pulpe qui contient une graine. Elle possède une peau (exocarpe) mince, lisse, aigre et douce. Elle a une profondeur de 0,3 à 0,5 cm. La coquille (endocarpe) se trouve à l'intérieur. Elle est de couleur blanche, assez solide, avec deux noyaux ovales bruns. Parfois, l'arbre donne des fruits dès l'âge de 2 ans, mais le plus souvent après 3 à 5 ans (Schmutterer, 1990).



Figure 6: Fruit de Neem

### 4. Composition chimique de Neem :

Chaque partie de l'arbre de margousier, depuis ses racines jusqu'à ses feuilles, fleurs et fruits, produit une variété de composés phytochimiques distincts. La composition chimique de l'*Azadirachta indica* est extrêmement complexe, avec une diversité remarquable de composés tels que les terpénoïdes, les flavonoïdes, les coumarines, les glucides, les protéines, les acides gras ainsi que leurs esters et hydrocarbures (figure 07). Cependant, la présence de ces produits chimiques varie selon les conditions de croissance, de récolte, de traitement et de stockage.

### 5. Propriétés des graines de Neem :

Les graines de Neem contiennent des limonoïdes comme l'azadirachtine, qui possèdent des propriétés :

- a. Antimicrobiennes : les extraits de graines de Neem ont montré une activité antibactérienne contre diverses bactéries pathogènes comme *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (Almas, 1999).
- b. Anti-inflammatoires : des recherches ont démontré que l'époxyazadiradione a une action anti-inflammatoire contre le facteur inhibiteur de la migration des macrophages aussi ils ont trouvé que l'azadirachtine interagit avec les récepteurs

de l'acide rétinien et inhibe les réponses biologiques médiées par l'acide rétinique (Thoh et al., 2011 ; Alam et al., 2012).

- c. Antioxydante : des études ont examiné les effets antioxydants et protecteurs des fractions de feuilles d'activité contre les dommages oxydatifs induits par le peroxyde d'hydrogène sur l'ADN plasmidique pBR322 et les globules rouges (Manikandan et al., 2009).

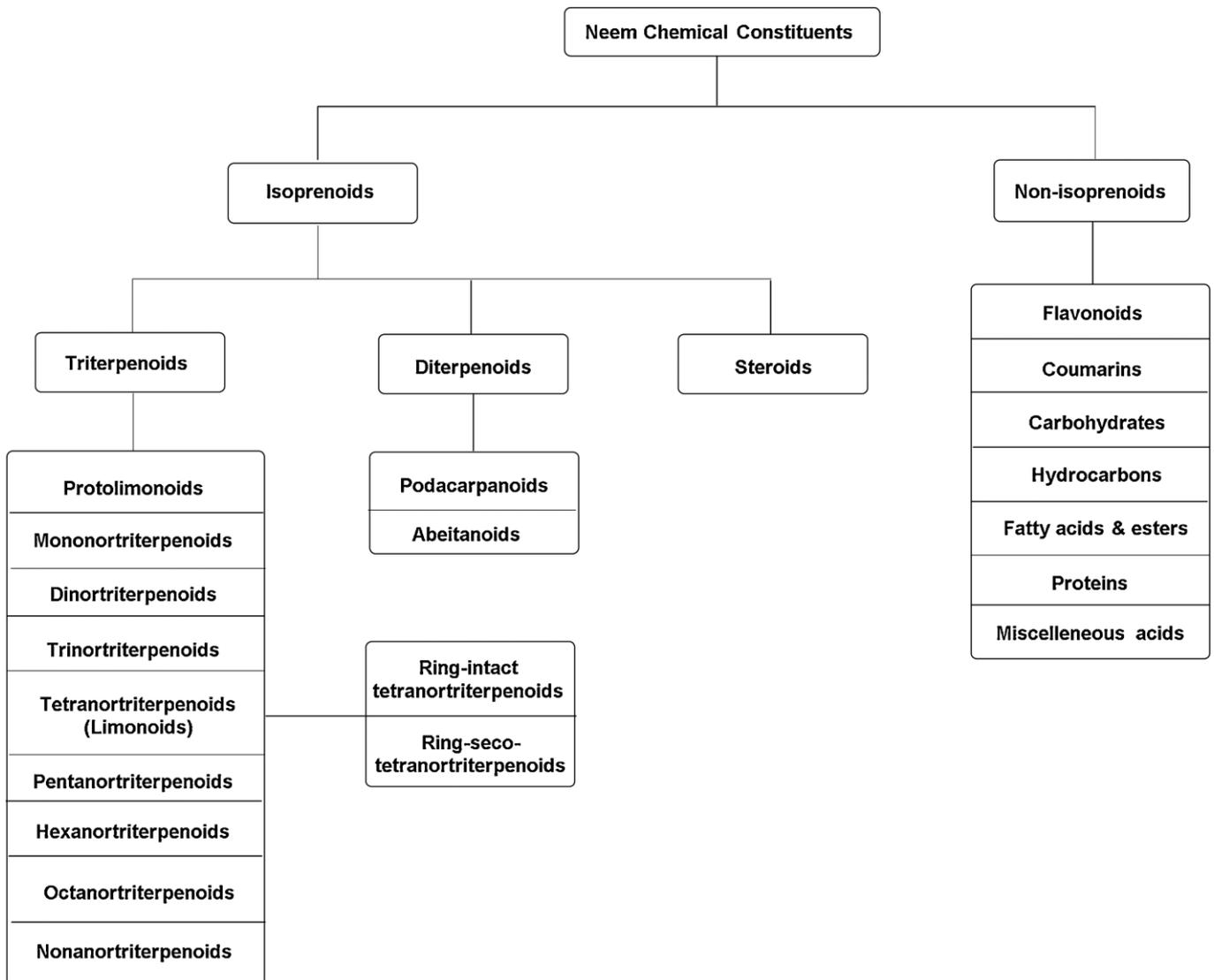


Figure 7: Classification des constituants chimiques du Neem

### **6. Utilisations de Neem :**

Depuis des siècles, les indiens ont vénéré l'arbre sacré du Neem pour ses propriétés médicinales et insecticides. C'est un remède universel, car toutes ses composantes ont des propriétés thérapeutiques. Ses bienfaits sont bien connus par les Indiens et ils les utilisent quotidiennement, comme pour se laver les dents, pour soigner les problèmes de peau et les infections cutanées (**Patel et al., 2016**).

### **7. Toxicité de Neem :**

La toxicité du Neem est très faible et la consommation de ces produits peut être considéré comme absolument sûre. La plante n'est pas mutagène et la DL<sub>50</sub> est supérieure à 5 g/kg pour le rat et même plus de 10 g/kg pour le Margosan-O (**Patel et al., 2016**).

Ils ont découvert que l'extrait aqueux de la feuille de Neem n'est pas toxique pour les souris et ils ont déclaré que la DL<sub>50</sub> était supérieure à 2,5 g/kg de poids corporel. Ils ont démontré qu'il n'y avait pas d'effets néfastes sur la fonction reproductrice ou le développement foetal chez les rats nourris avec des rations contenant équivalent à 5, 25 et 50 mg/kg d'azadirachtine par jour. La DL<sub>50</sub> est similaire pour l'extrait méthanolique de fleurs de Neem chez les rats (**Patel et al., 2016**).

## **II. Généralités sur les huiles végétales :**

### **1. Définition de l'huile végétale :**

Les huiles végétales englobent une grande variété de matières grasses provenant de diverses sources, avec des compositions, des qualités et des saveurs distinctes. Elles sont caractérisées en fonction de leurs propriétés physico-chimiques, de leurs méthodes de production, de leur teneur en acides gras, en vitamines, en composés mineurs, ainsi que de leur valeur nutritionnelle et de leurs utilisations. Les huiles végétales se divisent en deux grandes catégories : les huiles liquides et les huiles solides. Chacune possède des applications variées et présente des avantages spécifiques, soulignant l'importance de les intégrer régulièrement dans notre alimentation. Les huiles végétales remplissent un rôle nutritionnel en fournissant divers acides gras vitamines et autres composés bénéfiques (**Lecerf, 2011**).

## 2. Utilisation des huiles végétales :

Les huiles végétales ont une large gamme d'applications dans divers secteurs tels que l'alimentation, la cosmétique, la pharmacie et l'industrie, en raison de leur teneur en acides gras, vitamines, composés bioactifs et caractéristiques physico-chimiques variées (**Gunstone, 2011**).

En alimentation, elles sont essentielles pour cuisiner et préparer divers plats, comme l'huile d'olive pour ses bienfaits cardiovasculaires et l'huile de canola pour ses acides gras monoinsaturés et oméga-3 (**Gunstone, 2011**).

En cosmétique, elles sont prisées pour leurs propriétés hydratantes, nourrissantes et réparatrices, avec des huiles comme l'amande douce, le jojoba et la coco fréquemment utilisées dans les lotions et produits capillaires (**Gunstone, 2011**).

Dans le domaine pharmaceutique et médical, des huiles comme le Neem sont utilisées pour leurs propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires, tandis que l'huile de ricin est employée comme laxatif et dans la fabrication de médicaments (**Gunstone, 2011**).

Industriellement, elles sont utilisées pour produire des biocarburants, des lubrifiants et des produits chimiques écologiques, avec l'huile de palme étant largement utilisée pour le biodiesel et d'autres huiles dans la production de savons et de détergents (**Ursula Biermann et al., 2011**).

## 3. Classification des huiles végétales :

Les huiles végétales peuvent être classées en quatre groupes en fonction de leur indice d'iode. Les huiles saturées, telles que celles contenant des acides laurique, palmitique et stéarique, ont des indices d'iode compris entre 5 et 50. Les huiles mono-insaturées, également connues sous le nom d'huiles semi-siccatives, ont des indices d'iode allant de 50 à 100, comme les huiles oléiques. Les huiles di-insaturées, aussi semi-siccatives, présentent des indices d'iode entre 100 et 150 exemplifiées par les huiles linoléiques. Enfin, les huiles tri-insaturées, ou siccatives, possèdent des indices d'iode supérieurs à 150, telles que les huiles linoléiques et éléostariques. Cependant, les huiles saturées présentent des températures de solidification élevées, limitant ainsi leur utilisation pratique (**Vaitilingom, 2007**).

## 4. L'huile végétale de Neem :

Depuis des siècles, l'huile d'*Azadirachta indica* est une huile végétale connue pour ses propriétés bénéfiques. L'huile est produite à partir des amandes extraites du noyau du fruit de

cet arbre tropical, qui sont pressées à froid ou utilisées avec des solvants tels que l'hexane. L'huile dégage une forte odeur (**Butterworth et Morgan, 1971**).

La composition de cette huile comprend divers acides gras :

-Acides gras mono-insaturés : acide oléique, oméga 3 ;

-Acides gras polyinsaturés : acide linoléique, acide alpha-linoléique oméga 3 ;

-Acides gras saturés comprennent l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acides arachidonique.

-Teneur en matières insaponifiables (**Butterworth et Morgan, 1971**).

### 5. Utilisations de l'huile de Neem en cosmétique :

L'huile de Neem est couramment employée dans le domaine de la cosmétique en raison de ses vertus hydratantes et régénératrices (**Patel et al., 2016**). Elle est utilisée pour :

- a. Soins anti-âge : L'huile de Neem est riche en antioxydants qui aident à combattre les radicaux libres responsables du vieillissement cutané prématuré (**Upadhyay et al., 1992 ; Almas, 1999**).
- b. Traitement de l'acné : propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes, elle aide à réduire l'inflammation et à éliminer les bactéries responsables des éruptions cutanées (**Thoh et al., 2011 ; Alam et al., 2012**).
- c. Soins hydratants : Cette huile aide à maintenir la peau bien hydratée, en renforçant la barrière cutanée et en prévenant la sécheresse.
- d. Traitement des dermatoses : Cette huile est bénéfique pour le traitement de diverses dermatoses comme l'eczéma, le psoriasis et la dermatite séborrhéique (**Upadhyay et al., 1992**).

### 6. Toxicité d'huile de Neem :

Selon la méthode de Karber, la DL<sub>50</sub> de l'huile de Neem par voie orale était de 31,95 g/kg, tandis que le degré de confiance de 95 % était compris entre 27,73 et 36,06 g/kg (**Yunxia Deng et al., 2013**).

# **Partie expérimentale**

# **Matériel et méthodes**

Notre travail a été réalisé au laboratoire de recherche des Produits Naturels « Laprona » à Bouhanek, et au laboratoire pédagogique de biochimie du département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen.

Notre objectif est de contribuer à l'étude de l'activité antioxydante de l'huile de Neem, de formuler une crème à base de cette huile et de déterminer son efficacité comme écran solaire.

## **I. Extraction de l'huile de Neem :**

### **1. Préparation du matériel végétale :**

Les graines de Neem (*Azadirachta indica*) ont été achetées d'un herboriste dans la wilaya de Tlemcen au mois de Mars 2024 (figure 08).

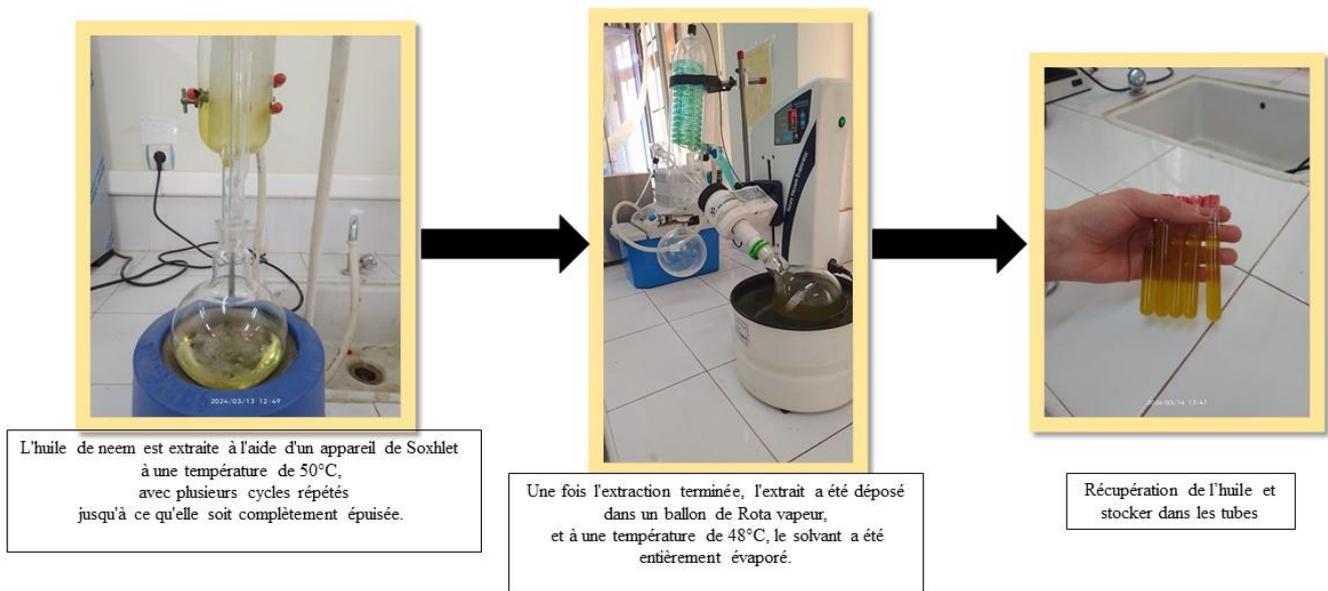


**Figure 8:** Graine de Neem

### **2. Extraction :**

#### **2.1.Extraction d'huile de Neem :**

Nous avons broyé les graines de Neem en une poudre fine à l'aide d'un moulin. Une quantité précise de poudre (77 g pour la première extraction) a été pesée et placée dans le thimble de l'extracteur Soxhlet. Une quantité suffisante d'hexane (500 ml pour 77 g de graines) a été ajoutée dans un ballon à fond rond, lequel a été connecté à l'extracteur Soxhlet (figure 09). Un condenseur a été fixé sur le dessus de l'extracteur, puis le ballon à fond rond a été chauffé pour faire bouillir l'hexane. Les vapeurs d'hexane sont montées dans le condenseur, se sont condensées et sont retombées dans l'extracteur, où elles ont circulé à travers la poudre de graines



**Figure 9:** Schéma représentatif des étapes d'extraction de l'huile de Neem

de Neem, dissolvant ainsi l'huile. L'extracteur Soxhlet s'est rempli lentement jusqu'à siphonner l'extrait huile-solvant dans le ballon à fond rond. Ce cycle a été répété plusieurs fois (pendant 5 à 6 heures) pour garantir une extraction complète de l'huile. Après l'extraction, l'ensemble du système a été refroidi et démonté. Un évaporateur rotatif a été utilisé pour éliminer l'hexane du mélange, laissant derrière l'huile de Neem pure (figure 09). L'huile extraite a été pesée et stockée dans un tube à hémolyse.

### 2.2.Extraction de Marc :

Pour extraire le marc de neem, nous utilisons un mélange de 30 % d'acétone et 70 % de méthanol. Nous avons d'abord installé un extracteur Soxhlet avec un ballon à fond rond et un condenseur à eau. Nous avons ensuite préparé le solvant d'extraction en mélangeant 30 ml d'acétone et 70 ml de méthanol. Nous avons ensuite conditionné 38,31 g de matière sèche de neem dans une boîte en papier filtre et l'avons placé dans un extracteur Soxhlet. Après avoir versé le mélange de solvants dans le ballon nous chauffons le tout à légère ébullition et laissons l'extraction se dérouler pendant quelques heures. Une fois l'extraction terminée, nous filtrons l'extrait pour éliminer les particules solides. Nous avons ensuite concentré l'extrait sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif et l'avons dissous dans 9 ml de DMSO, en agitant doucement pour assurer une dissolution complète. Finalement, nous avons placé le liquide dissous dans un récipient de stockage et les avons maintenus à une température appropriée.

### 3. Détermination de rendement :

On calcule le rendement par la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Masse de l'huile extraite} / \text{masse des graines de Neem utilisées}) \times 100$$

## II. Test chimique d'huile :

### 1. Indice d'acide (IA) :

C'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides contenus dans un gramme de corps gras (Jora, 2012).

#### Mode opératoire :

- On pèse 500 $\mu$ l d'huile et on introduit dans un erlenmeyer
- On ajout 5ml d'éthanol 95%
- Après on a ajouté 5 à 8 gouttes de phénolphtaléine 0.2%
- Ensuite on neutralise en ajoutant grâce à une burette la solution éthanolique de KOH (0.1mole/l) jusqu'à obtention d'une couleur rose

$$\text{Calcul: IA (mg KOH/g)} = 5.61 \times V \times M$$

V : volume en ml de KOH utilisée pour le titrage ; M : masse d'huile (g)

### 2. Indice de saponification (IS) :

C'est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres et pour saponifier les acides gras combinés (les esters) présents dans un gramme de corps gras (Jora, 2011).

#### Mode opératoire:

- Peser 0.5g d'huile dans un Ballon
- On ajouter 25ml de KOH 0.5mol/l
- On a mis le ballon au bain marie pendant 45 à 60 minutes
- Apres on a ajouté 2 à 3goute de phénolphtaléine à 0.2%
- La titration par HCl à 0,5 mol/l a été effectuée en agitant en permanence jusqu'à ce que le PP devienne incolore.
- On effectue les même condition un essai à blanc (Jora, 2011).

$$\text{Méthode de calcul : IS} = 28.05 \times (V_0 \times V_1) / m$$

$V_0$  : volume versé au témoin en ml ;  $V_1$  : volume de l'essai en ml ;  $m$  : masse d'huile exactement pesé en g

### 3. Indice d'ester (IE) :

C'est le nombre de milligramme de KOH nécessaire pour neutraliser les acides libres par l'hydrolyse des ester contenus dans un gramme de corps gras (Jora, 2011).

**Méthode de calcul :**  $IE = IS - IA$

**IS** : indice de saponification

**IA** : indice d'acide

### 4. Indice de peroxyde (IP) :

C'est le nombre de milliéquivalents d'oxygène contenus dans un kilogramme de corps gras et oxydant d'iodure de potassium avec libération d'iode (Jora, 2011).

#### Mode opératoire :

- À l'aide d'une balance analytique on pèse 3g de (huile de Neem)
- Puis on le met dans une fiole de 250 ml.
- Ensuite on ajoute 12 ml de chloroforme, du 18 ml d'acide acétique, et du 1 ml d'iodure de potassium (KI)
- Ensuite on réalise l'agitation avec un agitateur magnétique pendant 1 min et laisser reposer pendant 5 minutes à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C.
- Puis on additionne 75 ml d'eau distillée,
- Ensuite on ajoute quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur suivie d'un titrage avec une solution de thiosulfate de sodium à 0.01 N en agitant vigoureusement jusqu'à disparition de la couleur.
- On a effectué trois déterminations sur le même échantillon pour essai (Jora, 2011).

**Méthode de calcul :**  $IP \text{ (meq d'O}_2\text{/kg)} = ((V_1 - V_0) \times 10) / m$

$V_1$  = volume de thiosulfate N/100 ;  $V_0$  = volume de thiosulfate N/100 de l'essai à blanc ;  
 $m$  = masse d'huile en g.

### 5. Indice d'iode (II) :

C'est le nombre de grammes d'iode fixés par 100 g de corps gras (Jora, 2011).

#### Mode opératoire :

- À l'aide d'une balance analytique on pèse 1g de la prise d'essai (huile de Neem)
- Puis on le met dans une fiole de 250 ml.
- Ensuite on ajoute 15 ml de cyclohexane, du 25ml de réactif de wijs, boucher, agiter et placer le flacon à l'abri de la lumière pendant 1h

- Ensuite on a ajouté 20ml de KI à 10% et 150ml d'eau distillé et on agite
- Après titrer l'iode libéré avec le thiosulfate de sodium 0,1N en présence de l'indicateur amidon.
- On a effectué trois déterminations sur le même échantillon pour essai (Jora, 2011).

**Méthode de calcul :**  $II = ((V_0 - V) \times N / m) \times 12.69$

**V :** volume de thiosulfate 0,1N de l'essai (ml) ; **V<sub>0</sub> :** volume de thiosulfate 0,1N de l'essai à blanc (ml) ; **m :** le poids d'huile (g) ; **N :** normalité de thiosulfate de sodium.

## 6. Insaponifiables :

Les substances insaponifiables désignent tous les composés (naturels) qui ne réagissent pas avec un hydroxyde alcalin pour produire des savons et qui, après saponification, restent solubles dans des solvants classiques de corps gras (hydrocarbures saturés, éthers diéthylique ou diisopropylique, solvants chlorés, etc.).

### Mode opératoire :

- À l'aide d'une balance analytique on pèse 3g de la prise d'essai (huile de Neem)
- Puis on le met dans un ballon de 100 ml.
- Ensuite on ajoute 25 ml d'une solution d'hydroxyde de potassium 2M
- L'échantillon est saponifié par reflux pendant 30 minutes
- L'extraction de l'insaponifiable a été réaliser à l'aide d'hexane
- Ensuite on a lavé la phase organique trois fois avec un mélange eau/éthanol dans une ampoule à décanter
- Ensuite on a évaporé à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif et on a récupéré les insaponifiable

Méthode de calcul :  $IS = ((P_1 - P_0) / m) \times 100$

**P<sub>1</sub> :** poids du ballon + extrait (g) ; **P<sub>0</sub> :** poids du ballon vide (g) ; **m :** poids d'huile (g).

## III. Propriétés organoleptiques et physiques :

### 1. Propriétés organoleptiques :

Des tests organoleptiques ont été effectués : l'odeur, la couleur, l'aspect et le gout

## 2. Indices physiques :

### 2.1 Indice de réfraction :

Le rapport entre la vitesse de la lumière à une longueur d'onde spécifiée dans le vide et sa vitesse dans la substance est connu sous le nom d'indice de réfraction d'une substance.

Dans la réalité, on utilise la vitesse de la lumière dans l'air plutôt que celle dans le vide et la longueur d'onde sélectionnée est, sauf mention contraire, celle de la moyenne des raies D du sodium (Jora, 2012).

#### Mode opératoire :

Pour commencer, il est nécessaire de nettoyer soigneusement la lame de l'appareil de réfractomètre (figure 10) en utilisant de l'eau distillée et du papier absorbant. Ensuite, à l'aide d'une micropipette, on dépose quelques gouttes d'huile de Neem dans le centre de la lame et on réglé la température à 20°C. Ensuite, procéder à la lecture (Jora, 2012).



Figure 10: Réfractomètre

**Méthode de calcul :**  $n_d^{20} = n_d^T + 0,00035 (T-20)$

### 2.2 La miscibilité dans les solvants organique :

La miscibilité d'une huile dans les solvants organiques fait référence à la capacité de l'huile à se mélanger de manière homogène avec ces solvants sans former de phases distinctes. Cette propriété dépend de la nature chimique de l'huile et du solvant, ainsi que de leur polarité (Frederic et al., 2013). On a testé la miscibilité dans les solvants suivants : méthanol, éthanol, hexane, cyclohexane, DMSO (Diméthylsulfoxyde) et Tween 80%.

### 2.3 La densité apparente :

La densité apparente est une mesure de la masse d'un échantillon par unité de volume.

- Remplissez le cylindre gradué avec 1 ml de l'huile de Neem
  - Pesez le cylindre rempli pour obtenir la masse de l'huile
- Calcul :  $\text{Densité apparente} = \frac{\text{Masse du l'huile}}{\text{Volume}}$

#### **IV. Quantification de quelques classes phénoliques dans les extraits (Marc et insaponifiables):**

##### **1. Dosage de Polyphénol totaux :**

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par **Vermeris et al. (2006)**

##### **Principe :**

Le réactif utilisé, le « Folin-Ciocalteu », est un mélange de complexes d'acide phosphotungstique ( $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ ) de couleur jaune. Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif. Cette oxydation entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu qui absorbe à 750 nm. Ce dosage est effectué par la comparaison de la D.O observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue (**Boizot et al., 2006**).

##### **Mode opératoire :**

Une prise de 100 µl de l'extrait est mélangée avec 2 ml d'une solution de carbonate de sodium à 2% fraîchement préparée, le tout est agité par un vortex. Après 5 min, 100 µl du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) sont ajoutés au mélange, le tout est laissé pendant 30 min à la température ambiante et la lecture est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm. Une gamme étalon à base de l'acide gallique est également préparée à des concentrations allant de 0 à 500 µg/ml. Les teneurs en Polyphénols totaux des extraits sont exprimées en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de la matière végétale sèche (mg EAG/g MS).

##### **2. Flavonoïdes totaux :**

La quantification des flavonoïdes est faite selon une méthode colorimétrique décrite par **Dewanto et al. (2002)**.

**Principe :**

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par deux réactifs incolores, le nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) et le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ). Elle entraîne la formation d'un complexe brunâtre qui absorbe à 510 nm. La comparaison de la D.O observée à celle obtenue par un étalon de catéchine de concentration connue permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes.

**Mode opératoire :**

Une prise de 250  $\mu\text{l}$  d'extrait diluée est additionnée de 75  $\mu\text{l}$  d'une solution de  $\text{NaNO}_2$  à 5%. Après 6 mn d'incubation à température ambiante, 150  $\mu\text{l}$  d'une solution fraîchement préparée de chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ , 10%) sont ajoutés au mélange. Après 5 mn de repos à température ambiante, 500  $\mu\text{l}$  de soude ( $\text{NaOH}$ , 1M) sont apportés au mélange, et le volume final est porté à 2.5 ml avec de l'eau distillée. L'absorbance de cette préparation est mesurée contre un blanc à 510 nm. Une gamme étalon à base de catéchine est également préparée à des concentrations allant de 0 à 500  $\mu\text{g/ml}$ . Les teneurs en flavonoïdes des extraits sont calculées en  $\mu\text{g/ml}$  à partir de l'équation de la régression linéaire. Elles sont exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme de la matière sèche (mg EC/g MS).

**3. Dosage des tanins condensés :**

La quantité de tanins condensés a été estimée selon la méthode décrite par **Sun et al. (1998)**.

**Principe :**

En présence d'acide sulfurique, les tanins condensés se dépolymérisent et, par réaction avec la vanilline, se transforment en anthocyanidols de couleur rouge, mesurables par spectrophotométrie à 500 nm

**Mode opératoire :**

Une prise de 50  $\mu\text{l}$  d'extrait est ajoutée à 1.5 ml de vanilline à 4% et 750  $\mu\text{l}$  d'HCL concentré. Après homogénéisation, le mélange est mis en incubation à température ambiante pendant 15 mn. L'absorbance est mesurée contre un blanc à 500 nm. Les teneurs en tanins condensés, déterminées en se référant à une gamme étalon de catéchine (0 à 500  $\mu\text{g/ml}$ ), sont calculées en  $\mu\text{g/ml}$  à partir de l'équation de la régression linéaire. Elles exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme de la matière sèche (mg EC/ gMS).

### V. Estimation de l'activité antioxydant, *in vitro* :

Le protocole expérimental suivi est celui de **Atoui et al. (2005)** mais on utilise l'éthanol à la place du méthanol (**Dieng et al., 2017**).

#### Principe :

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit en acceptant un atome d'hydrogène. Le DPPH est un radical stable et il présente en solution une absorption caractéristique à 517 nm qui lui confère une coloration violette. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit par un capteur de radicaux libres (**Brand-William et al., 1995**).

#### Mode opératoire :

À différentes concentrations, 50 µl de chaque extrait, sont ajoutés à 1950 µl d'une solution éthanolique de DPPH° à  $6.34 \times 10^{-5}$  M (0.0025 g dans 100 ml éthanol). Pour chaque concentration un blanc est préparé. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé, en parallèle, en mélangeant 50 µl d'éthanol avec 1950 µl d'une solution éthanolique de DPPH° à la même concentration utilisée.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à la température ambiante, la réduction du DPPH° s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution. La lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le témoin positif utilisé est le butylhydroxytoluène (BHT). Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, selon la formule :

$$PI = (DO \text{ contrôle} - DO \text{ extrait} / DO \text{ contrôle}) \times 100$$

- *PI* : pourcentage d'inhibition.
- *DO contrôle* : absorbance du témoin négatif.
- *DO extrait* : absorbance de l'extrait.

L'étude de la variation de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition ( $CI_{50}$ ). Une valeur de  $CI_{50}$  faible correspond à une grande efficacité de l'extrait.

## VI. Crèmes à base d'huile de Neem :

### 1. Formulation des crèmes :

#### a. Crème hydratante :

Pour la crème de base1, nous avons préparé une crème de type eau-dans-huile. Cette crème contient deux phases distinctes : une phase aqueuse et une phase huileuse. La phase aqueuse est composée d'eau de rose et de glycérine végétale, tandis que la phase huileuse comprend de l'huile de coco, du beurre de karité, de la cire d'abeille, de la vitamine E et de l'huile essentielle de pamplemousse. Les ingrédients sont indiqués dans le tableau 1.

A base de cette crème on a préparé une crème hydratante avec l'huile de Neem à différentes concentrations (2 à 10%). En parallèle, une crème contenant le BHT a été préparée en respectant la concentration du BHT autorisé (**Commission européenne, 2022**).

**Tableau 1:** La formulation de la base 1

Ingrédients	Rôle de chaque ingrédients
Eau de rose	Agit comme un tonifiant et hydratant de base. Elle apaise et rafraîchit la peau, préparant une base aqueuse pour la crème.
Glycérine végétale	Aide également à améliorer la texture de la crème, la rendant plus lisse et facile à appliquer
Huile de coco	Offre une hydratation profonde et nourrissante. Elle aide à adoucir et lisser la peau tout en renforçant la barrière cutanée pour prévenir la perte d'humidité
Beurre de karité	Apporte une hydratation intense et des propriétés réparatrices. Il aide à protéger la peau contre les agressions environnementales et à réparer les dommages cutanés mineurs
Cire d'abeille	Agit comme un émulsifiant naturel, aidant à stabiliser la crème et à créer une texture crémeuse
Vit E	Un antioxydant puissant qui protège la peau contre les dommages des radicaux libres et contribue à prolonger la durée de conservation de la crème
Huile essentielle de pamplemousse	Ajoute une fragrance rafraîchissante à la crème

### b. Crème anti solaire :

Pour la crème de base<sup>2</sup>, nous avons élaboré une crème de type émulsion eau-dans-huile. Cette crème se compose de deux phases distinctes : une phase aqueuse et une phase huileuse. La phase aqueuse est constituée d'eau de rose et de glycérine végétale. Quant à la phase huileuse, elle inclut de l'huile d'amande douce, du beurre de karité, de la cire d'abeille, de la vitamine E et de l'huile essentielle de lavande. Les ingrédients sont indiqués dans le tableau 2. A base de cette crème on a préparé une crème anti solaire avec l'huile de Neem a différentes concentrations (2 à 10 %). En parallèle, une crème contenant le BHT a été préparé en respectant la concentration du BHT autorisé (**Commission européenne, 2022**). Une crème contenant l'oxyde de zinc a été préparé en respectant la concentration d'oxyde de zinc autorisé (**Beasley et al., 2010**).

**Tableau 2:** La formulation de la base 2

Ingrédients	Rôle de chaque ingrédients
Eau de rose	Agit comme un tonifiant et hydratant de base. Elle apaise et rafraîchit la peau, préparant une base aqueuse pour la crème
Glycérine végétale	Aide également à améliorer la texture de la crème, la rendant plus lisse et facile à appliquer
Huile d'amande douce	Fournit une hydratation en profondeur et nourrit la peau grâce à sa teneur en vitamines et acides gras essentiels. Elle améliore également la souplesse et la douceur de la peau
Beurre de karité	Apporte une hydratation intense et des propriétés réparatrices. Il aide à protéger la peau contre les agressions environnementales et à réparer les dommages cutanés mineurs
Cire d'abeille	Sert d'émulsifiant naturel, aidant à lier les ingrédients aqueux et huileux de la crème. Elle forme également une barrière protectrice sur la peau, retenant l'humidité et protégeant contre les irritants extérieurs
Vit E	Elle aide également à prolonger la durée de conservation de la crème en empêchant l'oxydation des huiles
Huile essentielle de la lavande	Elle ajoute également une touche d'aromathérapie à la crème

## 2. Propriétés organoleptiques des crèmes :

Des tests organoleptiques ont été effectués pour la crème : l'odeur, la couleur, l'aspect et le goût.

## 3. Le pH (Potentiel hydrogène):

Le papier pH est un papier spécial imprégné d'un mélange d'indicateurs colorés qui changent de couleur en fonction de l'acidité ou de l'alcalinité de la solution testée. Lorsque l'on dépose une goutte de solution dont on veut déterminer le pH sur le papier pH, il change de couleur. La couleur obtenue est ensuite comparée à une échelle de teinte inscrite sur l'emballage du papier pH (Kenley et al., 1987).

## 4. Test de stabilité de la crème :

Un essai de centrifugation a été réalisé pour les deux crèmes. Les tests ont été effectués à 5000 rpm pendant 30 minutes, en plaçant 5 g de chaque échantillon dans des tubes de centrifugation (figure11) (Smaoui et al.,2013)



Figure 11: Centrifugeuse

## 5. Détermination du facteur de protection solaire (FPS) par la méthode spectrophotométrique :

L'activité photoprotectrice des extraits a été évaluée en calculant le FPS (SPF, en anglais) à partir des absorbances mesurées à des longueurs d'onde comprises entre 290-320 nm, à 5nm d'intervalle par un spectrophotomètre UV-Visible. Les échantillons ont été dilués à 100mg/ml dans le butanol pour l'huile de Neem, à 5mg/ml dans le butanol pour les différentes préparations de la crème écran solaire avec l'huile de Neem et à 20mg/ml dans le butanol pour la crème écran solaire avec l'oxyde de zinc. Le SPF est calculé en utilisant l'équation de Mansur et al., (1986) suivante :

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Où :

- *CF* : le facteur de correction (10).
- *EE(λ)* : le pouvoir d'absorption érythémale à la longueur d'onde λ.
- *I(λ)* : l'intensité du rayonnement solaire à la longueur d'onde λ.
- *Abs(λ)* : est l'absorbance à la longueur d'onde λ.

Les valeurs de *EE(λ) × I(λ)* sont des constantes déterminées par **Sayre et al. (1979)**.

Elles sont présentées dans le **tableau 3** suivant (tableau3) :

**Tableau 3:** Valeurs *EE(λ)* et *I(λ)* utilisées pour le calcul du SPF.

Wavelength (λ, nm)	EE (λ) x I (λ) (normalisé)
<b>290</b>	0.0150
<b>295</b>	0.0817
<b>300</b>	0.2874
<b>305</b>	0.3278
<b>310</b>	0.1864
<b>315</b>	0.0839
<b>320</b>	0.018

## VII. Analyses statistiques :

Les teneurs en composés phénoliques ont été calculées à partir des équations linéaires des courbes d'étalonnage tracées sur EXCEL (2021). Les valeurs des concentrations *CI*<sub>50</sub> (Piégeage des radicaux DPPH) ont été calculées à partir des équations linéaires des courbes tracées sur EXCEL (2021).

Les valeurs indiquées dans les tableaux sont des moyennes ± écarts-types des trois mesures parallèles en utilisant EXCEL (2021).



# **Résultats et discussion**

## Résultats et discussion

### I. Détermination des rendements :

#### 1. Rendement et propriétés organoleptiques de l'huile des graines Neem :

Le rendement obtenu en huile de neem par rapport à la matière sèche des graines de Neem et les propriétés organoleptiques (tableau 4).

Ces résultats indiquent que l'huile de Neem produite est conforme aux rendements (30 à 52 %) et aux propriétés organoleptiques rapportés dans la littérature, tout en soulignant l'importance des facteurs tels que la variété des graines, la méthode d'extraction, et les conditions de stockage sur la qualité finale de l'huile (Kaura et al., 1998 ; Kaushik et Vir, 2000 ; Kaushik, 2002 ; Sidhu et al., 2003 ; Sidhu et al., 2004 ; Faye, 2010). Cela suggère que la méthode d'extraction utilisée est efficace et que les graines de neem employées sont de haute qualité.

**Tableau 4:** Rendement et propriétés organoleptique de l'huile des graines de Neem

Rendement (%)	Odeur	Couleur	Aspect	Goût
46,31 ± 5,19	Très forte	Varie en couleur du jaune pâle au brun foncé	Visqueuse et épaisse	Goût très amer

#### 2. Rendement de Marc :

L'utilisation d'un mélange de 30 % d'acétone et 70 % de méthanol pour extraire le marc de neem à partir de matière sèche a obtenu un rendement de 3,4 %. Malgré son faible rendement, il est courant pour des extractions qui visent des composés polaires et semi-polaires tels que les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins. L'importance de la composition du solvant et des conditions d'extraction est mise en évidence dans ce résultat afin d'optimiser la récupération des composés bioactifs.

#### 3. Rendement en insaponifiables :

Le rendement en insaponifiables de notre huile de Neem est de 0,6 %, ce qui est bien en dessous de 4 % selon la feuille de certificat d'analyse de l'huile de neem biologique (*Azadirachta indica*). Cette différence pourrait être due à la méthode d'extraction, à la qualité et à la pureté de notre huile. Les insaponifiables jouent un rôle crucial dans les propriétés bénéfiques de l'huile, telles que ses capacités antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes.

## Résultats et discussion

### II. Analyse physico-chimique d'huile de Neem :

Les résultats des indices physicochimiques sont mentionnés dans le tableau 5.

**Tableau 5:** Tableau des résultats de l'analyse physico-chimique d'huile de Neem

Indices	Résultats
Indice d'acide (mg/g)	14,2411 ± 2,59
Indice de saponification (mg/g)	115,005 ± 21,93
Indice d'ester (mg/g)	100,763 ± 19,34
Indice d'iode (g/100g)	33,1904 ± 2,90
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /kg)	0
Densité à 25°C	0,9246
Indice de réfraction à 25°C	1,4565

La teneur en acide de notre huile de neem est de 14,2411 mg/g. L'indice d'acide acceptable est compris entre 10,2 et 15 mg/g (Diedhiou, 2017). Notre résultat, même s'il est proche de la limite supérieure il est acceptable, ce qui témoigne de la qualité de notre huile. Un indice d'acide dans cette plage indique que notre huile contient une quantité limitée d'acides gras libres, ce qui témoigne d'une faible dégradation et d'une stabilité oxydative assez bonne. Afin de préserver la qualité de notre huile, il est primordial de la conserver dans des conditions adéquates, à l'abri de la chaleur, de la lumière et de l'humidité.

Notre huile de Neem présente un indice de saponification de 115,005 mg/g, en dessous de 200 mg/g (Diedhiou, 2017). Cette valeur inférieure indique la présence probable d'acides gras à chaînes plus longues ou une moindre proportion de triglycérides dans notre huile. Pour des applications comme la fabrication de savon, cela pourrait signifier une production de savon inférieure par gramme d'huile. Cependant, cela n'affecte pas nécessairement la qualité globale de l'huile pour d'autres utilisations.

Notre indice d'ester 100,763mg/g est inférieur à la valeur de référence 163,50 mg/g pour l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia* (Novidzro et al., 2019). Cela signifie que notre échantillon d'huile contient une proportion plus faible d'esters, ce qui pourrait indiquer que les triglycérides ont été partiellement hydrolysés en acides gras libres et alcools. Cette hydrolyse peut être due à des conditions de stockage inadéquates, à une exposition prolongée à l'humidité ou à une activité enzymatique. Un indice d'ester inférieur peut affecter les propriétés sensorielles et la qualité de notre huile.

## Résultats et discussion

Notre indice d'iode 33,1904 g/100g est nettement inférieur à la valeur de référence 72,82 g/100g (Diedhiou, **2017**). Cela suggère que notre échantillon a une moindre proportion d'acides gras insaturés par rapport aux normes de référence. Les huiles avec un indice d'iode plus bas sont généralement plus stables à l'oxydation mais peuvent être moins bénéfiques pour la santé en raison de la moindre présence d'acides gras insaturés.

Le taux de peroxyde que nous avons est de 0 ce qui est en dessous de la valeur 1,49meq O<sub>2</sub>/kg de référence (Diedhiou, **2017**). Cela suggère que notre échantillon ne présente aucun peroxyde détectable, ce qui est un indicateur extrêmement encourageant. Cela indique que notre huile n'a pas été fortement oxydée, ce qui la rend fraîche et de qualité supérieure. Un indice de peroxyde de 0 indique que notre huile a été correctement conservée et n'a pas été exposée à des conditions qui pourraient entraîner son oxydation, comme la lumière, la chaleur ou l'air.

Nous avons une densité (0,9246) à 25°C un peu plus élevée que la valeur 0,919 de référence (Diedhiou, **2017**). Cette disparité, bien qu'insignifiante, peut indiquer que notre échantillon renferme des éléments distincts ou additionnels par rapport à l'huile standard.

Notre indice de réfraction 1,4565 est légèrement inférieur à la valeur de référence 1,465 (Diedhiou, **2017**). Cela suggère que notre huile pourrait avoir une composition chimique légèrement différente de celle de l'huile standard. Bien que cette différence soit minime, elle pourrait affecter certaines propriétés physiques de l'huile, comme sa clarté et sa stabilité. Cela pourrait également indiquer une légère variation dans les types ou la proportion d'acides gras présents dans notre échantillon.

Nous avons aussi testé la miscibilité de l'huile de neem dans divers solvants et nous avons observé les résultats suivants (tableau 6) :

**Tableau 6:** Résultats de la miscibilité

<b>Solvant</b>	<b>Miscibilité</b>
Ethanol	Non miscible
Méthanol	Non miscible
Diméthylsulfoxyde (DMSO)	Non miscible
Butanol	Miscible (V/2V jusqu'à 20V)
Hexane	Miscible (V/2V jusqu'à 20V)
Tween 80%	Miscible(V/2V jusqu'à 20V)
Cyclohexane	Miscible (V/2V jusqu'à 20V)

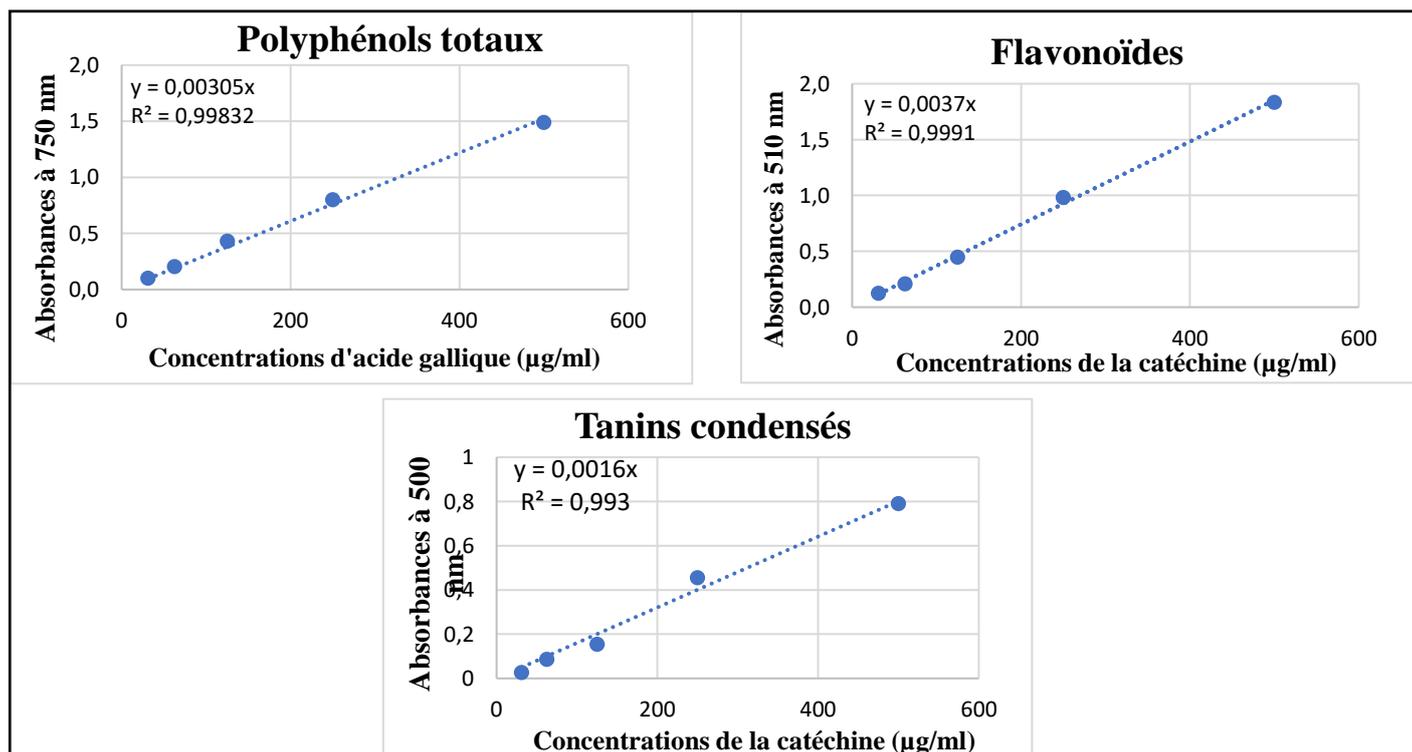
## Résultats et discussion

Il est impossible de mélanger l'huile de neem avec l'éthanol, le méthanol et le DMSO (diméthylsulfoxyde). D'un autre côté, elle se mélange avec de l'hexane, cyclohexane, Tween 80% et dans le butanol. La non-miscibilité de l'huile de neem dans les solvants polaires (éthanol, méthanol) et dans le DMSO signifie que l'huile de neem n'est pas polaire ou est faiblement polaire. Cette non-polarité est confirmée par sa miscibilité avec l'hexane, un solvant non polaire. En outre, la compatibilité de l'huile de neem avec le Tween 80% et le cyclohexane un surfactant qui favorise l'émulsification laisse entendre que l'huile de neem peut être dispersée dans des formulations contenant des tensioactifs ce qui est bénéfique pour différentes applications cosmétiques, industrielles et agricoles nécessitant une dispersion uniforme de l'huile (**Fine et al., 2013**).

### **III. Teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés :**

Nous avons calculé les teneurs de polyphénols totaux, de flavonoïdes et de tanins condensés, dans les extraits du marc et des insaponifiables, en utilisant les équations de régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage (figure 12) :

## Résultats et discussion



**Figure 12:** Courbe d'étalonnage (polyphénols totaux, flavonoïdes et tains condensés)

**Tableau 7:** Teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés (moyenne ± écart-type) dans le Marc et les insaponifiables.

	Teneur en polyphénols (mg EAG/g MS)	Teneur en flavonoïdes (mg EC/g MS)	Teneur en tanins (mg EC/g MS)
Marc	1,42 ± 0,065	1,041 ± 0,0121	0,418 ± 0,099
Insaponifiables	0,086 ± 0,00566	0,124 ± 0,00686	0,113 ± 0,0826

Le marc contient une concentration beaucoup plus élevée de polyphénols par rapport aux insaponifiables. Les polyphénols sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, ce qui suggère que le marc a un potentiel antioxydant plus élevé.

Comme pour les polyphénols, le marc a une concentration de flavonoïdes significativement plus élevée que les insaponifiables. Les flavonoïdes contribuent à l'activité antioxydante globale

Le marc présente également une teneur en tanins plus élevée par rapport aux insaponifiables. Les tanins possèdent diverses activités biologiques, y compris des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.

## Résultats et discussion

Pour conclure le marc est plus abondant en polyphénols, flavonoïdes et tanins, ce qui en fait une source plus puissante de ces composés bioactifs par rapport aux Insaponifiables

### IV. Activité antioxydante, *in vitro*, par piégeage du radical DPPH:

Nous avons étudié l'activité antioxydante des différents extraits (huile, marc et les insaponifiables) afin de localiser l'extrait qui présente le plus d'activité. On calcule les  $CI_{50}$  en utilisant les équations de régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage. Les activités antioxydantes dans le tableau 8 :

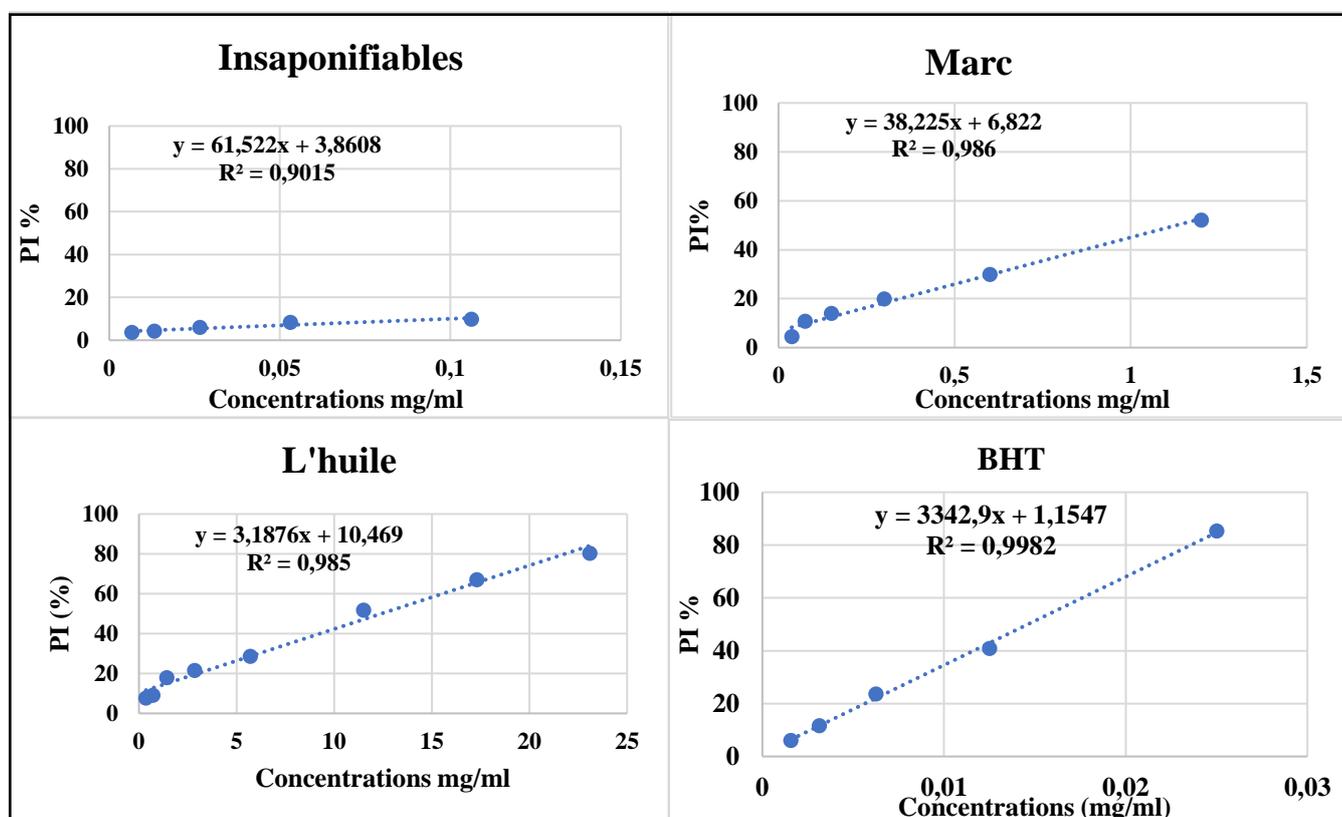


Figure 13: Activité antioxydante des extraits (insaponifiable, marc, huile de Neem) et du BHT

## Résultats et discussion

**Tableau 8:** Les résultats de l'activité antioxydante dans les extrais

Extrais	CI <sub>50</sub> (µg/ml)
Huile	12453,48 ± 894
Marc	1131,2 ± 49,153
Insaponifiables	/
BHT	14 ± 0,841

La valeur de CI<sub>50</sub> de notre huile est de 12453,48 ± 894 µg/ml. Cette valeur se distingue notablement des valeurs de référence rapportées pour différentes parties de la plante (**Sithisarn et al., 2005 ; Nahak et Sahu, 2011 ; Hossain et al., 2014 ; Pandey et al., 2014**). Cette différence pourrait être attribuée à plusieurs facteurs : les conditions environnementales et agricoles spécifiques à nos graines et la variabilité biologique. Le BHT reste significativement efficace que notre huile avec une CI<sub>50</sub> de 14 µg/ml. En conclusion, les résultats de notre étude mettent en évidence que l'huile obtenue à partir des graines est une source modérée en composés antioxydants. Cette découverte ouvre des perspectives prometteuses pour des applications thérapeutiques et pharmacologiques basées sur les propriétés antioxydantes de cette huile.

Les insaponifiables ont une très faible activité et la valeur de CI<sub>50</sub> est non atteinte. Cependant, le marc avec une CI<sub>50</sub> de 1131,2 µg/ml montre une activité antioxydante significativement plus importante suggérant que la majorité des composés antioxydants se trouvent dans cet extrait. Ce résultat est en corrélation avec ceux des teneurs en composés phénoliques.

La différence d'activité antioxydante entre les huiles végétales et les extraits peut en partie être due à leur miscibilité. Les extraits, souvent obtenus à partir de solvants peuvent concentrer les composés antioxydants solubles dans ces solvants. En revanche, dans les huiles végétales, même si elles contiennent naturellement des antioxydants comme la vitamine E, ceux-ci peuvent être moins efficacement disponibles ou présents à des concentrations plus faibles par rapport aux extraits concentrés.

## Résultats et discussion

### VI. Crèmes à base d'huile de Neem:

#### 1. Propriétés organoleptiques, stabilité et pH des crèmes :

Le tableau suivant (tableau 9) décrit les caractéristiques de deux crèmes: une crème hydratante et une crème solaire. Pour l'apparence, les deux crèmes sont décrites comme ayant une couleur blanche légèrement jaunâtre ce qui peut être attribué aux ingrédients actifs et émoullissants présents dans les formules. En ce qui concerne l'odeur, il est mentionné que les crèmes avaient initialement une mauvaise odeur, masquée par l'ajout d'huiles essentielles de pamplemousse et de lavande, souvent utilisées pour leurs propriétés bénéfiques et leur parfum agréable. L'aspect des crèmes est décrit comme crémeux ce qui facilite une application uniforme et assure une bonne absorption typique pour les crèmes hydratantes et solaires. La consistance des crèmes est homogène, garantissant une distribution uniforme des ingrédients actifs pour une efficacité optimale. Le pH des crèmes est spécifié à 6 ce qui est légèrement au-dessus du pH naturel de la peau mais reste dans une plage acceptable pour éviter les irritations. Enfin la stabilité des crèmes est jugée bonne indiquant que les produits restent efficaces et sûrs pour l'utilisation tout au long de leur durée de vie.

**Tableau 9:** Résultats des paramètres organoleptiques de crème

Paramètres	Evaluation pour les deux crème	
	Crème hydratante	Crème antisolaires
Type de crème		
Odeur	Mauvaise odeur masquée par l'odeur d'huile essentielle de pamplemousse	Mauvaise odeur masquée par l'odeur d'huile essentielle de la lavande
Apparence	Crème blanche légèrement jaunâtre	
Aspect	Crémeux	
Stabilité	Bonne	
Homogénéité	Homogènes	
pH	6	

## Résultats et discussion

### 2. Activité antioxydante de crèmes :

Les résultats sont représentés dans les tableaux 10 et 11 et les figures 14 et 15

#### 2.1 Crème hydratante :

Les résultats montrent une relation dose-dépendante entre la concentration d'huile et le pourcentage d'inhibition, avec des valeurs d'inhibition diminuant de 77,17% à 71,7% pour des concentrations d'huile allant de 10% à 2%. Cela indique qu'une augmentation de la concentration d'huile dans la crème conduit à une augmentation de l'activité antioxydante.

La crème de base, sans huile affiche un pourcentage d'inhibition de 76,82%, comparable à celui des crèmes contenant 8% et 10% d'huile. Ceci suggère que d'autres composants de la crème, comme l'huile de coco ou l'huile essentielle de pamplemousse, connues pour leur activité antioxydante remarquable (87,5% pour l'huile essentielle de pamplemousse) (**Denkova et al., 2020**), contribuent également à l'effet inhibiteur .

En comparaison avec les crèmes contenant le BHT, utilisé comme antioxydant de référence, ces crèmes présentent une activité antioxydante plus faible à des concentrations de 0,1% et 0,5% (62,14% et 69,41% respectivement) mais atteint une activité comparable à celle de la crème hydratante à une concentration de 0,8% (76,97%). Cela suggère que l'huile dans la crème hydratante possède une capacité antioxydante intrinsèque efficace surpassant légèrement celle du BHT à des concentrations plus faibles. Ces résultats soulignent le potentiel de l'huile dans la formulation de la crème hydratante comme un antioxydant naturel efficace.

#### 2.2 Crème antisolaire :

Les résultats démontrent une relation directe entre la concentration d'huile et le pourcentage d'inhibition, avec des valeurs d'inhibition augmentant de 58,13% à 76,12% pour des concentrations d'huile allant de 2% à 10%. Cela indique qu'une augmentation de la concentration d'huile dans la crème entraîne une amélioration de l'activité antioxydante, tandis que la crème de base sans huile affiche un pourcentage d'inhibition seulement de 53,42%. Cela indique que les ingrédients utilisés représentent un pourcentage d'inhibition remarquable mais les crèmes contenant l'huile restent plus actives.

En comparaison, le BHT démontre une activité antioxydante constante et élevée à toutes les concentrations testées, comparable avec celles des crèmes contenant 4 à 10%. Cela indique que notre huile est fiable dans les tests d'antioxydants.

## Résultats et discussion

**Tableau 10** : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les deux crèmes contenant l'huile

Pourcentage d'huile dans la crème	10	8	6	4	2	Base
Concentration finale de l'huile dans chaque tube (mg/ml)	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0
Pourcentages d'inhibitions pour la crème antisolaires	76,12 ±1,64	72,59 ±0,02	66,02 ±2,63	64,11 ±0,75	58,13 ±5,66	53,42 ±4,74
Pourcentages d'inhibitions pour la crème hydratante	77,17 ±0,76	76,73 ±0,68	74,56 ±1,37	72,56 ±1,09	71,70 ±1,25	76,82 ±0,91

**Tableau 11**: Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les deux crèmes contenant le BHT

Pourcentage de BHT dans la crème	Crème antisolaires			Crème hydratante		
	0,1	0,5	0,8	0,1	0,5	0,8
Pourcentages d'inhibitions	63,91±4,65	65,74±5,41	75,96±1,33	62,14±0,56	69,41±0,22	76,97±1,42

Pour les deux crèmes, les résultats montrent que des concentrations plus élevées d'huile maximisent l'efficacité inhibitrice. Toutefois, il est recommandé d'utiliser cette huile directement dans la phase huileuse à la place de l'huile de coco ou d'amande douce. Il est cependant essentiel de noter que l'huile présente une odeur désagréable, nécessitant un raffinage préalable avant son incorporation dans la préparation de la crème.

## Résultats et discussion

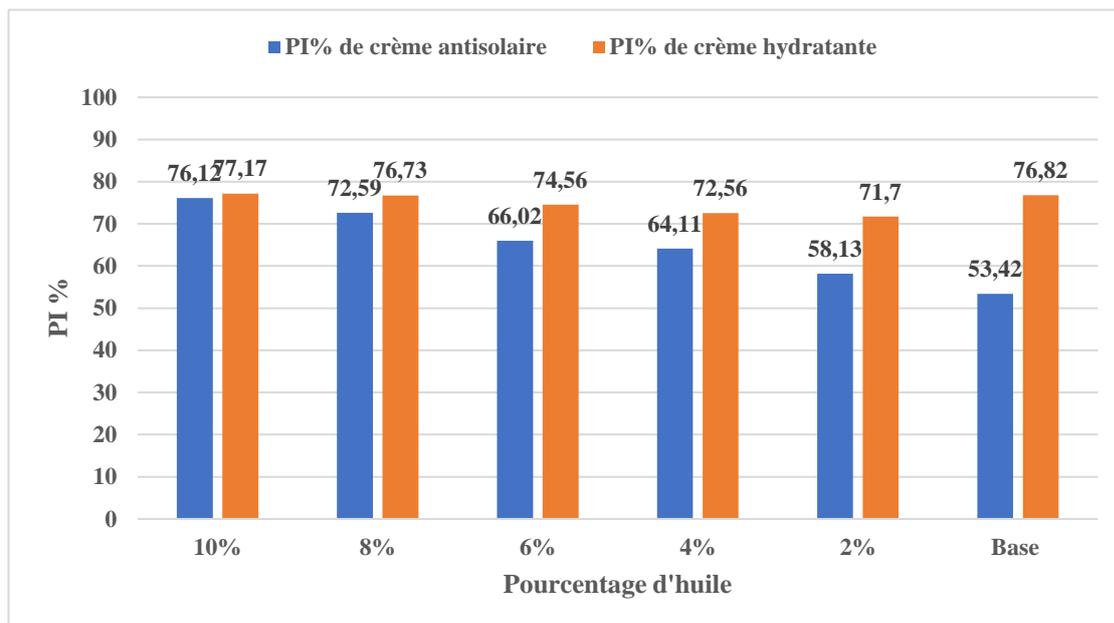


Figure 14: Histogrammes des pourcentages d'inhibition des crèmes contenant l'huile

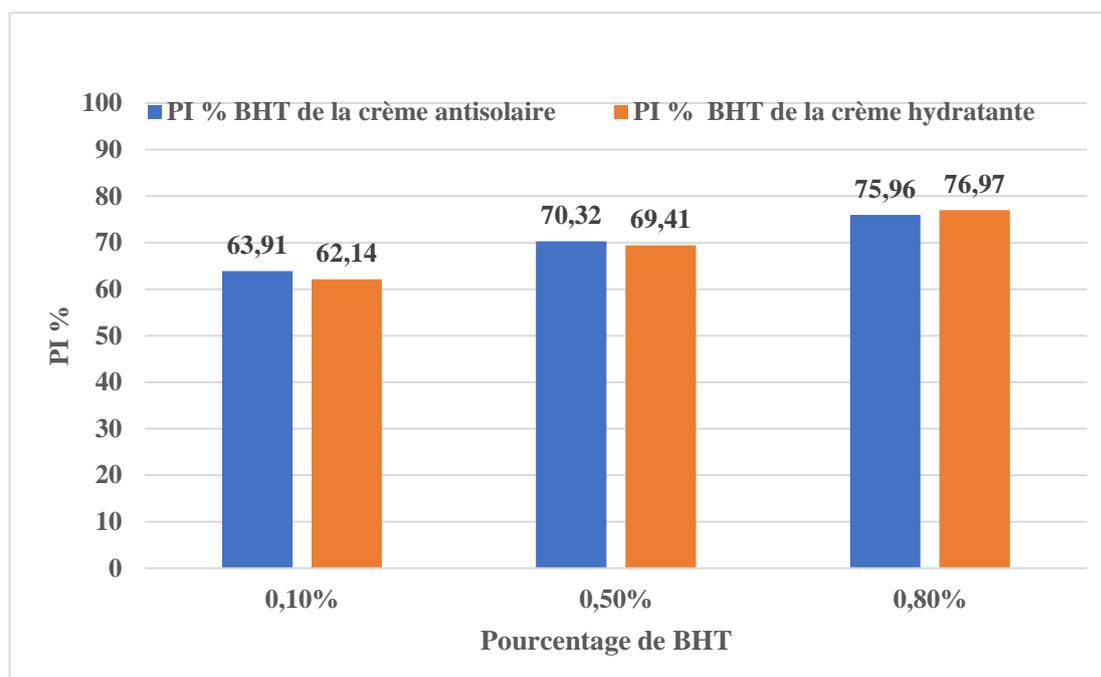


Figure 15: Histogrammes des pourcentages d'inhibition des crèmes contenant le BHT

### 3. Détermination du facteur de protection solaire SPF *in vitro* :

Le facteur de protection solaire (FPS) est une évaluation quantitative de l'efficacité d'une crème solaire. Dans cette étude, on a évalué l'efficacité de protection solaire d'une

## Résultats et discussion

formulation de crème contenant de l'huile végétale de Neem en utilisant la méthode SPF *in vitro*.

Il a été signalé que dans les indices SPF, les valeurs SPF de 6 –10, 15 –25, 30 –50 et >50 sont considérées comme ayant respectivement une activité de protection solaire minimale, modérée, élevée et maximale (**Schalka et VM, 2011**).

### 3.1 Huile végétale de Neem :

L'huile de neem a montré un SPF de 11,31 à 100mg/ml (tableau 12), surpassant l'huile d'olive (SPF = 7,549), l'huile de menthe (SPF = 6,668), et l'huile de ricin (SPF = 5,687), qui présentent des SPF moins élevés en comparaison (**Kaur et Saraf, 2010**).

Selon les critères mentionnés par **Schalka et VM (2011)**, avec un SPF de 11,31, l'huile de neem serait classée entre les catégories d'une protection solaire minimale et modérée. Cela est dû au fait que l'huile a été diluée autant que nécessaire car le spectrophotomètre est limité à une densité optique (DO) maximale de 3.

Cela suggère que l'huile a des composés actifs capables de protéger contre les rayons UV. Cette propriété est particulièrement intéressante pour les applications cosmétiques, car elle peut être utilisée comme ingrédient actif dans des formulations de produits solaires.

### 3.2 Détermination du SPF de la crème antisolaire, *in vitro* :

Selon les résultats démontrés dans le tableau 12 les valeurs de SPF à 5mg/ml augmentent légèrement avec la concentration en huile allant de 5,91 pour le 2% à 6,97 pour le 10%. Ces valeurs sont inférieures à celle de l'huile ce qui est attribuable aux faibles concentrations d'huile dans la crème et à un effet matrice lorsque l'huile est mélangée avec d'autres ingrédients. Selon les critères mentionnés par **Schalka et VM (2011)**, cette crème est classée dans la catégorie d'une protection solaire minimale. Cela est dû au fait que la crème a été diluée autant que nécessaire car le spectrophotomètre est limité à une densité optique (DO) maximale de 3.

En comparaison, l'oxyde de zinc, connu pour ses propriétés protectrices contre les UV présente un SPF de 9,11 à une concentration de 20 mg/ml soulignant son efficacité bien supérieure à celle de la crème antisolaire à 5mg/ml.

## Résultats et discussion

**Tableau 12:** Résultats de SPF (huile de Neem, crème antisolaire et crème +oxyde de zinc)

<b>Huile</b>					
<b>Concentration</b>	<b>spf</b>				
100mg/ml	11,31				
<b>Crème + oxyde de zinc</b>					
<b>Concentration</b>	<b>spf</b>				
20mg/ml	9,115				
<b>Crème antisolaire</b>					
<b>Concentration</b>	<b>spf</b>				
5mg/ml	2%	4%	6%	8%	10%
	5,91	6,04	6,16	6,73	6,97

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Cette étude a révélé les propriétés exceptionnelles de l'huile de Neem (*Azadirachta indica*), mettant en évidence son potentiel pour des applications cosmétiques et médicales. Les analyses physico-chimiques ont démontré une huile de qualité avec un rendement d'extraction important (46,31%) et des propriétés antioxydantes modérée ( $CI_{50} = 12453,48 \mu\text{g/ml}$ ). Le facteur de protection solaire (SPF = 11,31) confirme la valeur de l'huile de Neem comme ingrédient clé dans les formulations de soins de la peau si on augmente sa concentration.

Les dosages des polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés dans le marc et les insaponifiables ont révélé des concentrations remarquables de ces composés bénéfiques renforçant ainsi l'efficacité antioxydante globale du déchet.

La formulation de deux crèmes innovantes une hydratante et une antisolaires, a montré des résultats prometteurs de l'activité antioxydante avec des pourcentages d'inhibition de 71,01 jusqu'à 77,17% pour la crème hydratante et de 58,13 jusqu'à 76,12 % pour la crème antisolaires. Les crèmes solaires, avec diverses concentrations en huile, ont montré une protection minimale qui varie en fonction de la dose. Augmenter la concentration entraînera probablement une protection solaire significative.

Ces résultats soulignent l'importance de l'huile de Neem en cosmétique, offrant des solutions naturelles et efficaces pour l'hydratation et la protection solaire, ce qui nous conduit à recommander son utilisation directe comme ingrédient de la phase huileuse.

Pour l'avenir, il est recommandé de poursuivre les recherches par des :

- Extractions par pression à froid.
- Propriétés antibactériennes, antifongiques et anti-inflammatoires de l'huile de Neem élargissent encore ses possibilités d'utilisation dans le traitement de divers problèmes cutanés.
- Contrôle Microbiologique :
  - Évaluer la présence de bactéries, levures, et moisissures dans la crème.
  - Tester l'efficacité des conservateurs en ajoutant des microorganismes spécifiques et en mesurant leur croissance sur une période donnée.
- Tests de la toxicité *in vivo* et *in vitro*
- Tests de réactions allergiques ou irritantes.
- Tests de la stabilité :
  - Évaluer les changements dans la couleur, l'odeur, la texture, et le pH sur une période déterminée
  - Exposer le produit à différentes températures (chaud, froid, température ambiante) pour vérifier la stabilité.

## **Conclusion générale**

- Tests d'Efficacité : Utiliser des instruments comme le cornéomètre pour mesurer l'hydratation de la peau avant et après l'application de la crème.
- Test d'Évaluation Sensorielle : Soumettre le produit à un panel de testeurs pour évaluer des critères comme l'absorption, la sensation sur la peau, et l'odeur.
- Développement de nouveaux Produits pour soins anti acné anti âge...etc.
- Valorisations du marc issu de l'extraction des graines.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

Alam, A., Haldar, S., Thulasiram, H. V., Kumar, R., Goyal, M., Iqbal, M. S., et al. (2012). Activité anti-inflammatoire novatrice de l'époxyazadiradione contre le facteur inhibiteur de la migration des macrophages : inhibition de l'activité tautomerase et pro-inflammatoire du facteur inhibiteur de la migration des macrophages. *Journal of Biological Chemistry*, 287(29), 24844-24861.

Almas, K. (1999). Les effets antimicrobiens de sept types différents de médecine populaire asiatique. *Indian Journal of Dental Research*, 10(2), 88-94.

Arrêté du 21 Août 2011 relatif à la méthode de détermination de l'indice d'iode dans les corps gras d'origine animale et végétale. (JO n° 9 - 2013)

Arrêté du 27 Juin 2011 relatif à la méthode de détermination de l'indice de réfraction des corps gras d'origine animale et végétale. (JO n° 65 - 2012)

Arrêté du 29 Mai 2011 relatif à la méthode de détermination de l'indice de peroxyde des corps gras d'origine animale et végétale. (JO n° 64 - 2011)

Arrêté européen du 30 juin 2000 fixant la liste des catégories des produits cosmétiques. (2000, 30 juin). SiteLégifrance. Consulté le 14 décembre 2010. URL : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000386766&dateTexte=>

Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, 89(1), 27–36.

Beasley, D.G., Meyer, T.A. Characterization of the UVA Protection Provided by Avobenzone, Zinc Oxide, and Titanium Dioxide in Broad-Spectrum Sunscreen Products. *Am J Clin Dermatol* 11, 413–421 (2010). <https://doi.org/10.2165/11537050-000000000-00000>

Bogne, H. T., & Épouse, S. (2016). Contribution à une meilleure connaissance des produits cosmétiques. Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 124 p.

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

## Références bibliographiques

Brand-Willims, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 25–30.

Butterworth, J. H., & Morgan, E. D. (1971). Investigation de l'inhibition de l'alimentation des criquets par les graines de l'arbre de neem *Azadirachta indica*. *Journal of Insect Physiology*, 17, 969-977.

Commission européenne. (2022). Règlement (UE) 2022/2195 de la Commission du 10 novembre 2022 modifiant le règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'utilisation des substances « Butylated Hydroxytoluene », « Acid Yellow 3 », « Homosalate » et « HAA299 » dans les produits cosmétiques et rectifiant ledit règlement en ce qui concerne l'utilisation de « Resorcinol » dans les produits cosmétiques. *Journal officiel de l'Union européenne*, L291, 52-57.

Conseil oléicole international. (2011). Guide pour la mesure des coefficients d'absorption spécifiques dans l'ultraviolet des huiles.

Dans l'étude des applications cosmétiques de l'huile de neem biologique (*Azadirachta indica*), nous avons utilisé une huile certifiée conforme par la feuille de certificat d'analyse. L'huile, connue sous le nom commercial de Neem Oil Organic (INCI : *Melia Azadirachta Seed Oil*), provient et est fabriquée en Inde. Le lot utilisé pour cette analyse est le numéro 231020-8, conformément aux numéros CAS 8002-65-1 / 90063-92-6 et EINECS 290-052-2.

Deng, Y.-X., Cao, M., Shi, D.-X., Yin, Z.-Q., Jia, R.-Y., Xu, J., Wang, C., Lv, C., Liang, X.-X., He, C.-L., Yang, Z.-R., & Zhao, J. (2013). Évaluation toxicologique de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) : Toxicité aiguë et subaiguë. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 35(2), 240-246. DOI : 10.1016/j.etap.2012.12.015.

Denkova-Kostova, R., Teneva, D., Tomova, T., Goranov, B., Denkova, Z., Shopska, V., Slavchev, A., & Hristova-Ivanova, Y. (2020). Composition chimique, activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de mandarine (*Citrus reticulata* L.), pamplemousse (*Citrus paradisi* L.), citron (*Citrus lemon* L.) et cannelle (*Cinnamomum zeylanicum* Blume). *Zeitschrift für Naturforschung C*, <https://doi.org/10.1515/znc-2020-0126>

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K., Lui, R.H. (2002). Le traitement thermique améliore la valeur nutritionnelle des tomates en augmentant l'activité antioxydante totale. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3010-3014.

## Références bibliographiques

Diedhiou, D. (2017). Sciences des Agroressources. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), Université de Toulouse, France.

Dieng, S. I. M., Fall, A. D., Diatta-Badji, K., Sarr, A., Sene, M., Sene, M., Mbaye, A., Diatta, W., & Bassene, E. (2017). Évaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-éthano-liques des feuilles et écorces de *Piliostigma thonningii* Schumach. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2), 768-776. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631.

Dréno, B. (2009). Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 136, S247-S251.espectrofotometria

Faye, M. (2010). Nouveau procédé de fractionnement de la graine de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sénégalais : production d'un bio pesticide d'huile et de tourteau. Thèse de Doctorat, INP, Toulouse.

Fine, F., Vian, M. A., Fabiano-Tixier, A.-S., Carre, P., Pages, X., & Chemat, F. (2013). Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses.

Fisher, G. J., Kang, S., Varani, J., Bata-Csorgo, Z., Wan, Y., Datta, S., & Voorhees, J. J. (2002). Mécanismes du vieillissement photo-induit et chronologique de la peau. *Archives of Dermatology*, 138(11), 1462-1470. DOI : 10.1001/archderm.138.11.1462.

Flavie, L. (2011). Les produits cosmétiques biologiques : labels, composition et analyse critique de quelques formules. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier, 145 p.

Gunstone, F. D. (2011). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*. Wiley-Blackwell.

Hearing, V. J., et al. (1981). Le mélanosome : rôle dans la pigmentation de la peau. *Journal of Investigative Dermatology*, 76(2), 287-289.

Hossain, M. D., Sarwar, M. S., Dewan, S. M. R., Hossain, M. S., Shahid-Ud-Daula, A., & Islam, M. S. (2014). Investigation du contenu phénolique total et des activités antioxydantes des racines de *Azadirachta indica*. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 4(2), 97-102. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25050306>.

## Références bibliographiques

John, E. M., Savitz, D. A., & Shy, C. M. (1994). Avortements spontanés chez les cosmétologues. *Epidémiologie*, 5(2), 147-155. <https://doi.org/10.1097/00001648-199403000-00004>

JORA 2012 Arrêté du 21 Août 2011 relatif à la méthode de détermination de l'indice d'acide et d'acidité des corps gras d'origine animale et végétale. (JO n° 68 - 2012)

JORA. (2011). Journal officiel de la république algérienne N° 64. La méthode de détermination de l'indice de saponification des corps gras d'origine animale et végétale. P2

Kaur, C. D., & Saraf, S. (2010). Détermination in vitro du facteur de protection solaire des huiles végétales utilisées en cosmétique. *Pharmacognosy Research*, 2(1), 22-25. <https://doi.org/10.4103/0974-8490.60579>

Kaura, S. K., Gupta, S. K. & Chowdhury, J. B. (1998). Morphological and oil content variation in seeds of *Azadirachta indica* A. Juss. (Neem) from northern and western provenances of India. *Plant Foods for Human Nutrition* 52, 293–298.

Kaushik, N. & Vir, S. (2000). Variations in fatty acid composition of neem seeds collected from the Rajasthan state of India. *Biochemical Society Transactions* 28, 880–882.

Kaushik, N. (2002). Determination of azadirachtin and fatty acid methyl esters of *Azadirachta indica* seeds by HPLC and GLC. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 374, 1199–1204.

Kenley, R. A., Lee, M. O., Sukumar, L., & Powell, M. F. (1987). Temperature and pH dependence of fluocinolone acetonide degradation in a topical cream formulation. *Pharmaceutical Research*, 4(4), 342-347. <https://doi.org/10.1023/a:1016457522866>. PMID: 3508541.

Lambert, D. (2007). Phototypes et carnation. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 134, 4S12-4S13.

Lecerf, J. M. (2011). Les huiles végétales : particularités et utilités : Vegetable oils : Particularities and usefulness. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 5(3), 257-262.

Manikandan, P., Anandan, R., & Nagini, S. (2009). Évaluation des fractions de feuilles d'*Azadirachta indica* pour leur potentiel antioxydant in vitro et leurs effets protecteurs contre les dommages oxydatifs induits par H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sur l'ADN pBR322. Département de Biochimie et Biotechnologie, Faculté des Sciences, Université d'Annamalai, Annamalainagar 608 002,

## Références bibliographiques

Tamil Nadu, Inde, et Division de Biochimie et Nutrition, Institut Central de Technologie des Pêches, Matsyapuri, Cochin 682 029, Inde.

Mansur, J. de S., Breder, M. N., Mansur, M. C., & Azulay, R. D. (1986). [Determination of sun protection factor by spectrophotometry] Determinação do fator de proteção solar por

Maziane, A. (2011). Cosmétique et cosméceutiques (Doctoral dissertation).

Mempel, M., Voelcker, V., Kollisch, G., Plank, C., Rad, R., & Gerhard, M. (2003). Expression des récepteurs de type Toll dans les kératinocytes humains : activation génique contrôlée par le facteur nucléaire kappaB par *Staphylococcus aureus* est dépendante du récepteur de type Toll 2 mais pas du récepteur de type Toll 4 ou du récepteur du facteur d'activation plaquettaire. *Journal of Investigative Dermatology*, 121, 1389-1390.

Nahak, G., & Sahu, R. K. (2011). Évaluation de l'activité antioxydante de l'huile de fleur et de graine de *Azadirachta indica* A. Juss. *Journal of Applied and Natural Science*, 3(1), 78-81.

Nardello-Rataj, V., & Bonte, F. (2008). Chimie et cosmétiques. L'actualité chimique, 323-324, 10.

Nouri, M. (2022). Intoxications par les produits cosmétiques (Thèse de doctorat, Université Mohammed V de Rabat, Faculté de Médecine et de Pharmacie).

Novidzro, K. M., Wokpor, K., Amoussou Fagla, B., Koudouvo, K., Dotse, K., Osseyi, E., & Koumaglo, K. H. (2019). Étude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4), 2360-2373. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i4.38>.

Pandey, G., Verma, K., & Singh, M. (2014). Évaluation des propriétés phytochimiques, antibactériennes et de piégeage des radicaux libres des feuilles d'*Azadirachta indica* (neem). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(2), 444-447.

Patel, S. M., Venkata, K. C., Bhattacharyya, P., Sethi, G., & Bishayee, A. (2016). Potential of neem (*Azadirachta indica* L.) for prevention and treatment of oncologic diseases. *Seminars in Cancer Biology*, 40-41, 100-115. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2016.03.002>.

## Références bibliographiques

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Quantification spectrophotométrique de la capacité antioxydante par la formation d'un complexe phosphomolybdène : application spécifique à la détermination de la vitamine E. *Analytical Biochemistry*, 269, 337-341.

Proksch, E., et al. (2008). Fonction barrière de la peau : 'La fonction barrière de la peau dans la santé et la maladie'. *Dermatology*, 217(1), 93-100.

Puri, H. S. (1999). *Neem the divine tree, Azadirachta indica*. 1079 LH Amsterdam.

Smaoui, S., Ben Hlima, H., Ben Chobba, I., & Kadri, A. (2013). Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19(4), 1509-1515. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.02.009>

Sara, S. B., & Folorunso, O. A. (2002). Potentials of utilizing neem tree for desertification control in Nigeria. In Ukwe, C. N., Folorunso, A. O., Ibe, A. C., Z, Z., Lale, N. E. S., & Sieghart, L. (Eds.), *Sustainable industrial utilization of neem tree (Azadirachta indica) in Nigeria* (pp. 45-51). UNIDO Regional Development Centre, Lagos.

Schafer, H. J. (2011). DOI: 10.1002/anie.201002767. *Angewandte Chemie International Edition*, 50, 3854-3871.

Schalka, S., & Reis, V. M. S. (2011). *An bras dermatol. Sun protection factor: Meaning and controversies*, 86(3), 507-715

Schmutterer, H. (1990). Properties and potentials of natural pesticides from the neem tree. *Annual Review of Entomology*, 35, 271-298.

Sedrati, Ch., Boulhout, S., & Touabi, A. (2021). *Risque toxicologique des produits cosmétiques Enquête auprès des consommateurs. Rapport*, 92 p.

Sidhu, O. P., Kumar, V. & Behl, H. M. (2003). Variability in Neem (*Azadirachta indica*) with respect to azadirachtin content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 910–915.

Sidhu, O. P., Kumar, V. & Behl, H. M. (2004). Variability in triterpenoids (nimbin and salanin) composition of neem among different provenances of India. *Industrial Crops and Products* 19, 69–75.

## Références bibliographiques

Simon, M., & Reynier, M. (2016). L'épiderme, une barrière sur tous les fronts [Internet]. Biologie de la Peau. Disponible sur : <https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article84>.

Sithisarn, P., Supabphol, R., & Gritsanapan, W. (2005). Antioxidant activity of Siamese neem tree (VP1209). *Journal of Ethnopharmacology*, 99(1), 109-112.

Sun, B., Richardo-da-Silvia, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4267-4274.

Tachdjian, G., Brisset, S., Courtot, A. M., Schoëvaërt, D., & Tosca, L. (2016). Embryologie et histologie humaines. Elsevier Masson. Embryologie et histologie humaines. Elsevier Masson.

Thoh, M., Babajan, B., Raghavendra, P. B., Sureshkumar, C., & Manna, S. K. (2011). Azadirachtin interacts with retinoic acid receptors and inhibits retinoic acid-mediated biological responses. *Journal of Biological Chemistry*, 286(6), 4690-4702.

Upadhyay, S. N., Dhawan, S., Garg, S., & Talwar, G. P. (1992). Immunomodulatory effects of neem (*Azadirachta indica*) oil. *International Journal of Immunopharmacologie*, 14(7), 1187-1193.

Vaitilingom, G. (2007). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique. Montpellier, France, octobre 2007.

Vermerris, W., & Nicholson, R. (2006). Phenolic compound biochemistry. Springer (2nd ed.), 385 p



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

## Business Model Canvas

# BMC

Date de dépôt : 21/07/2024

N° de projet : FSNV-STU084

Faculté/Institut : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département : Ecologie et environnement

Nom du projet : Extraction et l'étude des caractéristiques de l'huile de Neem puis utilisation dans la formulation de deux crème hydratante et antisolaire

Encadrant 1 : Chaouche Tarik

Etudiants : Nehari Meryem

Année universitaire : 2023/2024

1- **Proposition de valeur (Value Proposition) القيمة المقترحة**

a. Quels problèmes résolvons-nous pour nos clients ?

ما هي المشاكل التي نحلها لعملائنا ؟

**Des problèmes concernant les substances chimiques utilisées dans les cosmétiques classiques:**

Les ingrédients chimiques agressifs et potentiellement nocifs présents dans les cosmétiques classiques, comme les parabènes, les sulfates et les phtalates, suscitent de nombreuses inquiétudes chez de nombreux consommateurs.

Notre entreprise propose une solution naturelle et sans substances chimiques, ce qui répond à cette inquiétude.

**Mise en cause de la sensibilité et des allergies :**

La sensibilité de la peau ou les allergies peuvent entraîner des réactions négatives chez les individus qui utilisent des produits cosmétiques contenant des ingrédients synthétiques.

Les articles de beauté biologiques et naturels que nous offre sont plus agréables pour la peau et moins susceptibles de susciter des réactions allergiques.

**Préoccupations environnementales :**

L'impact environnemental des produits qu'ils achètent est de plus en plus préoccupant pour de nombreux consommateurs, en particulier en ce qui concerne les ingrédients non durables et les emballages non recyclables.

Notre société s'engage à employer des ingrédients durables et des emballages écologiques, ce qui répond aux inquiétudes écologiques de tes clients.

b. Quels besoins de nos clients satisfont nos produits ou services ?

ما هي الاحتياجات التي يلبئها منتجاتنا أو خدماتنا لعملائنا؟



### **Recherche de produits sécurisés et naturels :**

Nos clients recherchent des produits sécurisés à utiliser, dépourvus de substances chimiques néfastes et conçus à partir d'ingrédients naturels et biologiques.

### **Il faut de l'efficacité :**

Notre clients recherchent des produits efficaces, qui présentent des effets visibles sur la peau, comme l'hydratation, la protection et la réparation.

### **Demande de clarté et de confiance :**

Nos clients demandent une totale transparence quant aux ingrédients et aux procédés de fabrication. Notre entreprise répondre à cette exigence en fournissant une information claire sur les origines des ingrédients et les méthodes de fabrication.

c. En quoi notre offre est-elle différente de celle de nos concurrents ?

في ماذا تختلف عروضنا عن تلك التي يقدمها منافسوننا؟

### **Ingrédients haut de gamme :**

Les huiles végétales et les ingrédients bio sont utilisés exclusivement, ce qui assure une qualité et une efficacité supérieures par rapport à certains concurrents qui utilisent des ingrédients de moindre qualité ou non certifiés.

### **Formules originales :**

Formules spécifiques et originales qui sont le fruit de recherches approfondies, ce qui distingue tes produits par leur efficacité et leurs avantages spécifiques.

### **Contribution à l'environnement :**

Des méthodes durables et respectueuses de l'environnement, à la fois dans la



sélection des ingrédients et dans les méthodes d'emballage, peuvent jouer un rôle essentiel dans la distinction par rapport à des concurrents moins consciencieux de l'environnement.

d. Quelles est notre proposition unique de valeur ?

ما هو العرض الفريد للقيمة لدينا؟

-On utilise des plantes toxiques donc valorisation des huiles végétale à base des plantes toxique

#### **Produits cosmétiques bio et naturels de haute qualité :**

Offrir des produits cosmétiques fabriqués à partir d'huiles végétales bio et d'autres ingrédients naturels, garantissant ainsi sécurité, efficacité et respect de l'environnement.

#### **Transparence et engagement :**

Engagement envers la transparence totale concernant les ingrédients et les méthodes de fabrication, ce qui crée un lien de confiance avec nos clients.

#### **Responsabilité environnementale :**

Pratiques éco-responsables et durables, de la sélection des ingrédients à l'emballage des produits, montrant ainsi un véritable engagement envers la protection de l'environnement.

#### **Soins personnalisés et respectueux de la peau :**

Des produits spécialement formulés pour répondre aux besoins des peaux sensibles et allergiques, offrant des solutions douces et naturelles qui apaisent et nourrissent la peau.

## 2- Segments de clients (Customer Segment) انواع العملاء :

a. Quels sont nos clients principaux ?

من هم العملاء او الزبائن الرئيسيون؟

### **Consommateurs soucieux de leur santé :**

Ce groupe est composé de personnes qui recherchent des produits sans produits chimiques nocifs, souvent pour des raisons de santé ou de sensibilités cutanées.

### **Éco-consommateurs :**

Les consommateurs qui privilégient des produits respectueux de l'environnement, fabriqués de manière durable et avec des emballages éco-responsables.

### **Personnes ayant des allergies ou une peau sensible :**

Ceux qui ont des allergies ou une peau sensible qui réagit négativement aux produits cosmétiques conventionnels contenant des ingrédients synthétiques.

### **Consommateurs adeptes des produits naturels et biologiques :**

Ce groupe cherche activement des produits naturels et biologiques pour leur routine de soins personnels, valorisant la pureté des ingrédients.

b. Quels sont les différents segments de clients que nous visons ?

ما هي الفئات المختلفة من العملاء التي تستهدفها؟

### **Jeunes adultes (18-35 ans) :**

Inclut les jeunes adultes, souvent très informés et conscients des produits qu'ils utilisent.

### **Femmes enceintes et jeunes mamans :**

Souvent à la recherche de produits sûrs et naturels pour éviter les risques liés aux produits chimiques pour elles-mêmes et leurs bébés.



**Professionnels de la santé et du bien-être :**

Inclut les naturopathes, les dermatologues et les esthéticiennes qui recommandent ou utilisent des produits naturels et biologiques dans leur pratique.

**Personnes âgées (55+ ans) :**

Souvent à la recherche de produits doux et efficaces pour les peaux matures, qui peuvent être plus sensibles.

c. Quels sont les besoins spécifiques de chaque segment de clients ?

ما هي الاحتياجات الخاصة لكل فئة من العملاء؟

**Jeunes adultes (18-35 ans) :**

Produits tendance et innovants.

Solutions pour les problèmes de peau courants comme l'acné.

Produits multifonctions et pratiques.

**Femmes enceintes et jeunes mamans :**

Produits sûrs et non toxiques.

Solutions pour les changements de peau liés à la grossesse (vergetures, sensibilité accrue).

Produits adaptés pour les bébés (huiles de massage, crèmes douces).

**Professionnels de la santé et du bien-être :**

Produits de haute qualité avec des certifications biologiques.

Informations détaillées sur les ingrédients et leur efficacité.

Produits adaptés aux recommandations professionnelles.



**Personnes âgées (55+ ans) :**

Produits anti-âge et hydratants.

Formulations douces pour les peaux sensibles et matures.

Solutions pour les problèmes spécifiques comme la sécheresse et les rides.

d. Comment pouvons-nous catégoriser nos clients en groupes distincts ?

كيف يمكن تصنيف عملائنا الى مجموعات مختلفة؟

**Par tranche d'âge :**

Jeunes adultes (18-35 ans)

Adultes (35-55 ans)

Personnes âgées (55+ ans)

**Par style de vie :**

Consommateurs écologiques

Consommateurs soucieux de leur santé

Professionnels de la santé et du bien-être

**Par besoins spécifiques :**

Peaux sensibles et allergiques

Soins prénatals et pour bébés

Soins anti-âges

**Par canal de distribution préféré :**

Acheteurs en ligne



Acheteurs en magasins physiques

Abonnés à des services de box beauté

### 3- Relation avec les clients (Consumer Relationships) علاقة مع العملاء :

a. Quel type de relation chaque segment de clients attend il de nous ?

اي نوع من العلاقة يتوقعه كل فئة من العملاء منا؟

#### **Jeunes adultes (18-35 ans) :**

**Interactivité et engagement en ligne :** Ce segment attend des interactions fréquentes via les réseaux sociaux, des contenus engageants comme des tutoriels vidéo, des concours et des collaborations avec des influenceurs.

**Support rapide et efficace :** Ils s'attendent à un service client réactif via les canaux digitaux comme le chat en direct et les réseaux sociaux.

#### **Femmes enceintes et jeunes mamans :**

**Support personnalisé :** Elles recherchent des conseils spécifiques à leurs besoins pendant et après la grossesse. Elles apprécient les consultations personnalisées et les recommandations de produits.

**Communauté et soutien :** Elles aiment se sentir soutenues par une communauté de marque qui partage des conseils, des témoignages et des expériences.

#### **Professionnels de la santé et du bien-être :**

**Informations détaillées et éducatives :** Ce segment attend des informations approfondies sur les ingrédients, les processus de fabrication et les certifications des produits.

**Relation professionnelle :** Ils s'attendent à un support dédié, avec des échantillons de produits, des sessions de formation et des remises pour les achats en gros.



**Personnes âgées (55+ ans) :**

**Assistance et conseils :** Elles recherchent des recommandations claires et un service client accessible par téléphone ou en personne pour répondre à leurs questions.

**Confiance et fidélité :** Elles apprécient les programmes de fidélité, les offres spéciales pour les clients réguliers et une communication régulière via des newsletters ou des appels de suivi.

b. Comment entretenons-nous actuellement les relations avec nos clients ?

كيف نحافظ حاليًا على العلاقات مع عملائنا؟

**Présence sur les réseaux sociaux :**

Publication régulière de contenus informatifs et promotionnels.

Interaction avec les clients via les commentaires et les messages directs.

**Service client réactif :**

Assistance via email, téléphone et chat en direct.

Réponses rapides aux questions et résolution des problèmes.

**Newsletter :**

Envoi régulier de newsletters pour informer les clients des nouveaux produits, des promotions et des conseils de beauté.

**Programme de fidélité :**

Offres spéciales et remises pour les clients réguliers.

Récompenses pour les recommandations et les avis laissés par les clients.



- c. Comment pouvons-nous améliorer ou personnaliser nos interactions avec nos clients ?

كيف يمكننا تحسين أو تخصيص تفاعلاتنا مع عملائنا؟

### **Automatisation et personnalisation des communications :**

Utiliser des systèmes CRM pour segmenter les clients et personnaliser les messages en fonction de leurs achats passés et de leurs préférences.

Envoyer des recommandations de produits personnalisées et des offres spéciales basées sur les comportements d'achat.

### **Créer une communauté en ligne :**

Développer un forum ou un groupe de discussion en ligne où les clients peuvent partager leurs expériences, poser des questions et interagir avec la marque.

Organiser des événements en ligne, comme des webinars ou des sessions live avec des experts en cosmétique naturelle.

### **Programmes de fidélité améliorés :**

Introduire des niveaux de fidélité avec des avantages croissants pour les clients les plus engagés.

Offrir des récompenses exclusives, des avant-premières de nouveaux produits et des invitations à des événements spéciaux.

### **Feedback et co-crédation de produits :**

Encourager les clients à donner leur avis sur les produits et les idées pour de nouveaux développements.

Impliquer les clients dans le processus de création de nouveaux produits par le biais de sondages et de tests bêta.

### **Formation et information :**



Offrir des sessions de formation en ligne et des ateliers sur les soins de la peau naturels et les bienfaits des produits bio.

Fournir des ressources éducatives détaillées sur les ingrédients et les pratiques durables de l'entreprise.

#### **4-Canaux de distribution (Channels) قنوات التوزيع :**

a- Par quels canaux nos clients veulent-ils être atteints ?

من خلال أي قنوات يفضل عملاؤنا أن يتم التواصل معهم؟

##### **Acheteurs en ligne :**

1-Site web e-commerce dédié : Beaucoup de consommateurs préfèrent acheter directement via un site web facile à naviguer avec des informations détaillées sur les produits.

2-Plateformes de commerce électronique : Des plateformes comme marketplaces de Facebook ou notre site internet aussi sur Jumia.

##### **Boutiques physiques :**

1-Magasins bio et naturels : Les clients conscients de l'environnement et de la santé préfèrent souvent acheter leurs produits dans des magasins spécialisés.

2-Pharmacies et parapharmacies : Pour les clients qui recherchent des produits de soins de la peau fiables et recommandés.

##### **Abonnements et box beauté :**

1-Services de box mensuelles : Les clients peuvent aimer recevoir une sélection de produits chaque mois, souvent à un prix réduit et avec des produits nouveaux à essayer.

### **Événements et marchés :**

1-Marchés locaux et foires : Opportunités pour atteindre des clients locaux et promouvoir les produits de manière directe.

2-Salons de beauté et bien-être : Présence dans des événements spécialisés pour toucher une clientèle ciblée.

b- Quels canaux sont les plus efficaces pour atteindre chaque segment de clients ?

ما هي القنوات الأكثر فعالية للوصول إلى كل فئة من العملاء؟

### **Jeunes adultes (18-35 ans) :**

Canaux en ligne : Sites web e-commerce, réseaux sociaux (Instagram, TikTok et Facebook), et plateformes de commerce électronique.

Box beauté : Les jeunes adultes aiment découvrir de nouveaux produits à travers des services d'abonnement.

### **Femmes enceintes et jeunes mamans :**

Pharmacies et parapharmacies : Endroits fiables pour acheter des produits sûrs pendant et après la grossesse.

Boutiques spécialisées pour bébés : Magasins qui vendent des produits pour bébés et jeunes mamans.

### **Professionnels de la santé et du bien-être :**

Vente directe et en gros : Via des partenaires professionnels comme les cabinets de dermatologie, spas et centres de bien-être.

Sites spécialisés : Plateformes en ligne dédiées aux professionnels de la santé.

### **Personnes âgées (55+ ans) :**



Pharmacies et parapharmacies : Préférence pour des endroits fiables et reconnus.

Magasins bio et naturels : Endroits où ils peuvent obtenir des conseils et des produits adaptés à leur peau mature.

c- Comment pouvons-nous intégrer différents canaux pour améliorer l'expérience clients ?

كيف يمكننا دمج مختلف القنوات لتحسين تجربة العملاء؟

### **Omnicanal :**

Synchronisation en ligne et hors ligne : Assurer que les clients ont une expérience cohérente, qu'ils achètent en ligne ou en magasin physique. Par exemple, permettre de commander en ligne et de récupérer en magasin.

Intégration des avis clients : Faciliter la lecture des avis en ligne directement en magasin grâce à des QR codes ou des applications mobiles.

### **Expérience personnalisée :**

CRM et données client : Utiliser un système de gestion de la relation client pour personnaliser l'expérience d'achat en fonction de l'historique et des préférences du client.

Offres ciblées : Envoi de promotions et recommandations personnalisées via email ou notifications d'application basées sur le comportement d'achat.

### **Service après-vente :**

Support client multicanal : Offrir un support client via différents canaux (email, chat en direct, téléphone, réseaux sociaux) pour résoudre rapidement les problèmes et répondre aux questions.

Programme de fidélité : Intégrer un programme de fidélité qui récompense les clients pour leurs achats à travers tous les canaux.

### **Marketing intégré :**

Campagnes de marketing cohérentes : Utiliser des campagnes marketing qui couvrent tous les canaux, en ligne et hors ligne, pour assurer un message uniforme.

Réseaux sociaux : Utiliser les réseaux sociaux pour engager avec les clients, partager des nouveautés, et recueillir des feedbacks en temps réel.

### **5-Partenaires clés (Key Partnerships) : الشراكة الرئيسية :**

a. Qui sont nos partenaires clés ? من هم شركاؤنا الرئيسيون؟

Fournisseurs de matières premières : Entreprises fournissant des ingrédients bio et naturels (huiles essentielles, extraits de plantes, beurres végétaux).

Fabricants d'emballages écologiques : Fournisseurs d'emballages recyclables et réutilisables.

Laboratoires de recherche : Instituts ou laboratoires spécialisés dans le développement de cosmétiques naturels.

Distributeurs et revendeurs : Boutiques bio, pharmacies, salons de beauté et les cosmétiques.

Agences de marketing digital : Entreprises spécialisées dans la publicité en ligne et la gestion des réseaux sociaux.

Influenceurs et ambassadeurs de marque : Personnalités influentes dans le domaine de la beauté bio et du bien-être.

b. Quels sont les partenariats qui nous aident à réduire les coûts, à accéder à de nouvelles ressources ou à améliorer notre proposition de valeur ?

ما هي الشراكات التي تساعدنا على خفض التكاليف أو الوصول إلى موارد جديدة أو تحسين قيمتنا المقترحة؟

Fournisseurs de matières premières : Achat en gros pour réduire les coûts, garantir la qualité et la traçabilité des ingrédients.

Fabricants d'emballages écologiques : Partenariats pour développer des solutions d'emballage innovantes et durables à des prix compétitifs.

Laboratoires de recherche : Collaboration pour développer des formules innovantes, tester l'efficacité et la sécurité des produits.

Distributeurs et revendeurs : Extension de la portée de la marque, accès à de nouveaux marchés et segments de clients.

Agences de marketing digital : Expertise pour des campagnes publicitaires efficaces, optimisation de la présence en ligne.

Influenceurs et ambassadeurs : Promotion de la marque, augmentation de la visibilité et crédibilité auprès de la cible.

c. Comment pouvons-nous aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires ?

كيف يمكننا مزامنة مصالحنا مع تلك لشركائنا؟

Communication claire et transparente : Maintenir une communication ouverte et honnête sur les objectifs, les attentes et les performances.

Contrats et accords équitables : Établir des contrats clairs qui définissent les responsabilités, les avantages et les conditions pour chaque partie.

Objectifs communs : Identifier et poursuivre des objectifs partagés, comme la durabilité, l'innovation produit et la satisfaction client.

Co-développement et innovation : Travailler ensemble sur des projets de recherche et développement pour créer de nouveaux produits ou améliorer les produits existants.

Partage des bénéfices : Mettre en place des systèmes de partage des bénéfices ou des incitations financières basées sur la performance et les résultats.

Programmes de fidélité : Offrir des avantages ou des remises exclusives à long terme pour les partenaires clés afin de renforcer la collaboration et la loyauté.

**6-Activités clés (Key Activities) : الأنشطة الرئيسية**

a. Quelles sont les actions principales que nous devons entreprendre pour livrer notre proposition de valeur ?

ما هي الأنشطة الرئيسية التي يجب علينا القيام بها لتقديم قيمتنا المقترحة؟

Recherche et Développement (R&D) : Développement de nouvelles formules, tests de produits, amélioration continue des produits existants.

Production : Fabrication des produits cosmétiques, gestion de la qualité et du contrôle des processus de production.

Identification des sources : Sélection et approvisionnement en matières premières bio et naturelles de haute qualité.

Marketing et Promotion : Création de campagnes marketing, gestion des réseaux sociaux, publicité en ligne et hors ligne.

Vente et Distribution : Gestion des canaux de vente (en ligne et physiques), partenariat avec les distributeurs et les détaillants.



Service Client : Support et conseil personnalisé aux clients, gestion des retours et des réclamations.

b. Quelles sont les opérations essentielles pour notre entreprise ?

ما هي العمليات الأساسية لشركتنا؟

Gestion de la chaîne d'approvisionnement : Coordination avec les fournisseurs pour assurer un approvisionnement constant et de qualité en matières premières.

Fabrication et Emballage : Processus de production, contrôle de qualité, emballage des produits.

Logistique : Gestion des stocks, préparation des commandes, expédition et suivi des livraisons.

Marketing Digital : Gestion des campagnes publicitaires en ligne, optimisation du site web, engagement sur les réseaux sociaux.

Relation Client : Gestion des interactions avec les clients, fidélisation, résolution des problèmes.

c. Quelles sont les activités qui créent le plus de valeur pour nos clients ?

ما هي الأنشطة التي تخلق أكبر قيمة لعملائنا؟

Développement de Produits Efficaces et Naturels : Création de produits qui répondent aux besoins spécifiques des clients (hydratation, protection, réparation) tout en étant respectueux de la peau et de l'environnement.

Expérience Client : Offrir un service client exceptionnel, des conseils personnalisés et un suivi après-vente pour garantir la satisfaction des clients.

Transparence et Éducation : Informer les clients sur les bienfaits des ingrédients naturels utilisés, la provenance des matières premières, et les pratiques durables.

Accessibilité et Commodité : Disponibilité des produits via plusieurs canaux (en ligne, boutiques physiques) et facilité d'achat.

Innovation et Personnalisation : Développement de nouveaux produits en réponse aux tendances du marché et aux retours des clients, personnalisation des offres pour répondre aux besoins individuels.

**7- Ressources clés (Key resources): الموارد الرئيسية:**

a. Quels sont nos actifs matériels, immatériels et humains essentiels ?

ما هي الأصول المادية وغير المادية والبشرية الأساسية لدينا؟

**Matériels :**

Installations de production : Laboratoires, équipements de fabrication, installations de stockage.

Matières premières : Ingrédients bio et naturels, emballages écologiques.

Points de vente : Boutiques physiques, entrepôts pour la gestion des stocks.

**Immatériels :**

Marque et image de marque : Réputation, notoriété de la marque.

Propriété intellectuelle : Formules exclusives, brevets, marques déposées.

Données client : Informations sur les préférences et comportements des clients.

**Humains :**

Équipe de R&D : Scientifiques, chimistes, et experts en cosmétiques naturels.

Équipe de production : Opérateurs de fabrication, techniciens de contrôle qualité.

Équipe marketing et ventes : Spécialistes en marketing digital, gestionnaires de relations clients.

Service client : Personnel dédié à l'assistance et au support des clients.

- b. Quels sont les outils, les technologies ou les partenariats dont nous avons besoin pour réussir ?

ما هي الأدوات والتكنولوجيا أو الشراكات التي نحتاجها لتحقيق النجاح؟

**Outils et technologies :**

Logiciels de gestion de production : Systèmes ERP pour la gestion des stocks, des commandes et de la logistique.

Technologies de R&D : Équipements de laboratoire pour le développement et le test de nouveaux produits.

Plateformes e-commerce : Solutions pour la vente en ligne, gestion des paiements et des expéditions.

Outils de marketing digital : Logiciels de gestion des réseaux sociaux, outils d'analyse de données, CRM.

**Partenariats :**

Fournisseurs de matières premières : Relations avec des producteurs de matières premières bio et durables.

Laboratoires de test et certification : Partenariats pour assurer la conformité aux normes de sécurité et de qualité.

Agences de marketing : Collaboration avec des experts en publicité et promotion pour accroître la visibilité de la marque.

Distributeurs et détaillants : Partenariats pour étendre la portée de la distribution.

c. Quels sont les principaux avantages concurrentiels de nos ressources ?

ما هي المزايا التنافسية الرئيسية لمواردنا؟

Qualité des produits : Utilisation d'ingrédients bio et naturels de haute qualité, absence de produits chimiques agressifs.

Innovation : Capacité à développer des produits innovants grâce à une solide équipe de R&D et des partenariats avec des laboratoires de recherche.

Image de marque : Réputation d'entreprise éthique et écologique, forte connexion avec les valeurs de durabilité et de bien-être.

Expérience client : Service client personnalisé et attentionné, engagement avec la communauté en ligne.

Distribution : Réseau diversifié de canaux de vente (en ligne, boutiques physiques, distributeurs), facilitant l'accessibilité des produits.

Flexibilité et réactivité : Capacité à s'adapter rapidement aux tendances du marché et aux besoins des clients grâce à une structure organisationnelle agile.

## **8- Charges et coûts (Coste structure) : التكاليف**

a. Quels sont les coûts fixes et variables associés à notre modèle économique ?

ما هي التكاليف الثابتة والمتغيرة المرتبطة بنموذجنا الاقتصادي؟

### **Coûts Fixes :**

Location et équipement : Coût des installations de production, bureaux, et entrepôts.

Salaires et charges sociales : Salaires du personnel permanent, coûts associés aux avantages sociaux.

Frais administratifs : Frais généraux, frais juridiques et comptables.

Marketing et publicité : Coûts fixes liés aux campagnes publicitaires et promotionnelles.

### **Coûts Variables :**

Matières premières : Coût des ingrédients bio et naturels utilisés dans la fabrication.

Production : Coûts variables associés à la fabrication des produits cosmétiques.

Logistique et distribution : Coûts de transport, emballage, et expédition des produits.

Marketing Digital : Dépenses variables en fonction des campagnes en ligne et des promotions.

b. Quels sont les coûts les plus importants pour notre entreprise ?

ما هي التكاليف الأكثر أهمية لشركتنا؟

Matières premières : S'assurer d'avoir des sources durables et de qualité peut être crucial.

Production : Assurer une efficacité et une qualité constantes dans le processus de fabrication.

Marketing et Promotion : Investir dans des stratégies de marketing efficaces pour attirer et fidéliser les clients.

c. Comment pouvons-nous réduire les coûts ou améliorer l'efficacité de nos opérations ?

كيف يمكننا خفض التكاليف أو تحسين كفاءة عملياتنا؟

Optimisation de la chaîne d'approvisionnement : Négociation avec les fournisseurs pour obtenir des prix compétitifs sur les matières premières.

Automatisation des processus : Utilisation de technologies et d'équipements modernes pour améliorer l'efficacité de la production.

Gestion de la logistique : Optimisation des routes de transport, gestion des stocks pour éviter les surstocks et les ruptures de stock.

Marketing ciblé et ROI : Analyse des performances des campagnes marketing pour maximiser le retour sur investissement.

Formation du personnel : Amélioration des compétences et de la productivité du personnel pour réduire les coûts de main-d'œuvre.

Économies d'échelle : Augmentation de la production pour bénéficier d'économies d'échelle sur les coûts fixes et variables.

## 9- Revenus (Revenue) : مصادر الدخل

a. Quels produits ou services nos clients sont-ils prêts à payer ?

ما هي المنتجات أو الخدمات التي يكون عملاؤنا على استعداد لدفع ثمنها؟

Produits de soins pour le visage : Crèmes hydratantes, sérums anti-âge, nettoyants, et masques.

Produits pour les pieds : Crèmes hydratantes, baumes réparateurs, exfoliants.

Baumes à lèvres : Baumes hydratants, baumes teintés, baumes avec protection solaire.

Crèmes hydratantes pour le corps : Laits corporels, lotions légères.

Services personnalisés : Consultations de soins de la peau, ateliers de création de cosmétiques DIY.

b. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?

ما هي الطرق المختلفة التي يمكننا من خلالها تحقيق الدخل؟

Vente directe de produits :

En ligne : Site web de l'entreprise, marketplaces .

Magasins physiques : Boutiques bio, pharmacies, salons de beauté.

Abonnements : Box mensuelles de produits de soins, abonnement à des services de consultation.

Événements et ateliers : Ateliers de création de cosmétiques DIY, événements de bien-être et beauté.

Programmes de fidélité : Offres spéciales et réductions pour les clients réguliers.

Partenariats et collaborations : Collaboration avec des influenceurs, des marques partenaires pour des éditions limitées ou des événements spéciaux.

Formations et séminaires : Séances éducatives sur les soins de la peau et l'utilisation de produits naturels.

c. Quel est notre modèle de tarification ?

ما هو نموذج التسعير لدينا؟

Tarification Premium : Positionner les produits comme des produits haut de gamme, en mettant l'accent sur la qualité des ingrédients, l'efficacité et l'éthique.

Tarification par abonnement : Offrir des réductions pour les abonnements mensuels ou annuels à des box de produits.

Tarification groupée : Proposer des packs de produits à un prix réduit par rapport à l'achat individuel.

Tarification basée sur la valeur : Fixer les prix en fonction des avantages perçus par les clients, tels que les formulations naturelles, l'efficacité prouvée et l'impact environnemental.



Tarification promotionnelle : Offrir des réductions, des soldes saisonniers, et des offres spéciales pour attirer de nouveaux clients et fidéliser les clients existants.



## Business Model Canevas : BM



### Partenaires clés Key Partnerships الشراكة الرئيسية

- Fournisseurs de matière première (grossistes et fournisseurs des plantes, producteurs des huiles végétales)
- Fournisseurs d'emballage
- Boutiques des produits cosmétique
- Salon de beauté
- Grande surface de vente
- Collaboration avec les influenceurs/eusse pour promouvoir nos produits
- Les laboratoires de contrôle de qualité spécialiste pour les

### Activités clés Key Activities الأنشطة الرئيسية

- Innovation constante pour amélioration de notre produit et de créé des nouveaux
- Fabrication des produits de haute qualité
- Marketing et vente
- Assistance et fidélisation de notre clients

### Ressources clés Key resources الموارد الرئيسية

- Formulation de nouvelle recette pour garantir efficacité de nos produits
- Partenariats avec les fournisseurs
- Infrastructure pour les ventes en ligne (Site Web)
- Equipe de production qualifiée pour la fabrication et l'innovation

### Proposition de valeur Value Proposition القيمة المقترحة

- Produits cosmétique 100%bio
- Valoriser l'huile végétale (HV)a base des plantes
- L'efficacité des HV leurs bienfaits pour offrir des solutions efficaces
- Formulation adapté aux tous types de peau (chaque de type et leurs produits)
- Emballages écologiques et respect l'environnement

### Relation clients Consumer Relationship علاقة مع العملاء

- Services client personnalisée (SMS, message par Facebook...etc.)
- Programme de fidélité : offrir des réductions et des produits gratuits
- Communauté en ligne
- Fournir des cours éducatifs

### Canaux de distribution Channels قنوات التوزيع

- Réseaux sociaux
- Site Web
- Boutique et magazines spécialisée
- Salon de beauté
- Cosmétique
- Pharmacie

### Segment client Customer Segment أنواع العملاء

- Femmes entre 20ans jusqu'à 30 ans et plus
- Personnes ayant des problèmes de peau (les adolescents, acné, peau sèche...etc.)
- Consommateurs des produits bio
- Salon de beauté et spas
- Coiffeuses

### Revenus Revenue مصادر الدخل

- Vente de produits sur les réseaux sociaux et site web et les boutiques
- Abonnement mensuelle ou nos clients reçoivent des produits chaque mois
- Evènement et des ateliers sur les produits cosmétique bio

**Coûts**  
**Coste structure**  
**التكاليف**

Pour 300g de crème :

100g huile de coco 220,00 DA

25g beurre de karité 90,00 DA

25g cire d'abeille 40,00 DA

3g Huile essentielle 5,00 DA

3g Vitamine E 5,00 DA

85ml Eau de rose 85,00 DA

Glycérine végétale 85,00 DA

10g huile de Neem 200,00 DA

Emballage de 30 g : 10 boites en verre 10 DA boite : 100,00 DA

Etiquette : 5 DA la pièces 50,00 DA

Charges (assurance, électricité, Eau, etc.) : 220.00DA

Gain : 100,00 DA x 10 Boites = 1000,00 DA

Total de 10 boites= 2100.00 DA

**Prix unitaire 210.00 DA**

Abou Bekr Belkaid University of Tlemcen  
Faculty Of Natural And Life Sciences and Earth and Universe Science  
Laboratory of Genetic applied on agriculture, environment and public health

## CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This certifies that

**Mrs . Nehari Meryem**

Presented a Communication : « *Formulation d'une Crème Hydratante Antioxydante Enrichie à l'Huile de Neem* »

With Co-authors: Allam Rania, Chaouch Tarik Mohammed, Haddouchi Farah, Ghelai Imène, Bouchenafa Ismahane, Dahbi Malek

*In the 5th National Seminar MGBIR between Student and Investor  
That was held in 06<sup>th</sup> Mai 2024 University of Tlemcen, Algeria*

President of organization Committee

Dr MKEDDER Ikram  
Maitre de recherche  
Email : ikram13mk@gmail.com



President of the Seminar

دسين حمادي محمد الأمين  
استاذ محاضر "ب" في علم الوراثة

President of Scientific Committee

HADDAM Hadi Youssouf  
Email: hyh.genetics@gmail.com

