



République Algérienne Démocratique et Populaire

N série: .....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

**Effet thérapeutique des huiles de Jojoba  
*Simmondsia chinensis* et des nanoparticules de  
l'oxyde de zinc contre les plaies**

Présentés Par :

M<sup>me</sup> Ahnani Ikram

M<sup>me</sup> Chaouki Nada Yasmine

Devant le jury composé de :

Président : Dr.Medjour Abdelhak Université d'El Oued.

Promoteur : Pr. Djahra Ali Boutlelis Université d'El Oued.

Examinatrice : Pr.Medila Ifriqya Université d'El Oued.

Année universitaire 2023/2024

فصل الغرض من العلم

## Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le DIEU, notre créateur tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage de mener ce modeste travail à terme.

Nous adressant nos respects et reconnaissance à notre encadreur **Pr. DJAHRA Ali Boutlelis**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour son aide, ses précieux conseils, ses orientations et pour toute l'attention qu'il nous a prodigués tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements à **Dr.Medjour Abdelhak** , pour l'honneur qu'elle nous fait de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier vivement, **Pr.Medila Ifriqya**, de nous faire l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail.

On adresse aussi nos chaleureux remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire de département de science de la nature et de la vie, Université d'Echahid HAMMA LAKHDAR, El Oued, notamment **Mr. NANI Sadak. M<sup>elle</sup> GOUBBI Sana et Houssam** responsable du laboratoire.

En fin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Ainsi qu'à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et nos remerciements.

## Dédicaces

### **Je dédie ce travail:**

#### **A mon cher père**

A mon cher père **ELHAFED** : aucun dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. Je dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

Puisse dieu, le tout puissant, te préserver et l'accorder santé, langue vie et bonheur.

#### **A mon chère mère**

A ma très chère mère, honorable, aimable **Salih** : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

#### **A ma chère sœur et mes chers frères**

A ma chère sœur **Nihad** et à mes chers frères **Ahmed Rami** et **Bahaa Eddine**, en témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Vous êtes toujours dans mon cours. Je vous remercie d'être l'épaulé sur laquelle je peux toujours compter. Et sans oublier les petits poussins mes chères (**ADEM** et **Ayet Errahmene**).

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

#### **A Mon cher oncle et sa femme**

A mon cher oncle **Djamal** et à sa femme **Sabrina**, qui m'ont soutenu à chaque étape et que je considère comme mon deuxième père.

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs (**Manar, Chifaa, Noussaiba, Nada Serine**).

À mon partenaire **Ikram** dans ce travail sur lequel nous avons travaillé dur ensemble.

Enfin, je dédie ce succès à mon moi ambitieux, qui s'est battu dur pour en arriver là.

À tous ceux qui m'ont soutenu à chaque étape pour accomplir et mener à bien ce travail.

**Je vous aime beaucoup**

**Nada Yasmine**

## الأهداء

الى الله قبل كل شيء الحمد لله لك كما ينبغي لوجهك وعظيم سلطانك

من قال انا لها "نالها" لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها ان تكون لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق كان محفوفاً بالتسهيلات لكنني فعلتها ونلتها

الى الذي زين إسمي بأجمل الألقاب، من دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل إلى من علمني أن الدنيا كفاح سلاحها العلم والمعرفة، داعمي الأول في مسيرتي وسندي وقوتي وفخري واعتزازي والذي " أهانني عبد الله "

الى من تملك جنة تحت القدم الى ملاكي الطاهر وقوتي بعد الله . داعمتي الأولى و الابدية الى من دعمتني بلا حدود واعطتني بلا مقابل اهديك هذا الانجاز الذي لولا تضحياتك لما كان له وجود والدتي " غديوي جميلة " حفظها الله لي

إلى جدتي حبيبتي ادام الله افرحها بنا

الى من قال فيهم (سَنَشُدُّ عَضُدَكَ بِأَخِيكَ)

الى من مدة يده دون كلل أو ملل وقت ضعفي اخوتي ادامكم الله ضلعا ثابتا

" أحمد ، عبد الإله ، تقي الدين "

الى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها ، الى خيرة أيامي وصفوتها الى قرة عيني ،

الى من امننت بقدراتي وامان ايامي اختاي " شيماء ، وسام "

الى أخت قبل ان تكون صديقة من ساندتني في محنتي بكل حب شكرا لكي أختي و صديقتي و رفيقة دربي

" ندى سرين ، نهاد "

إلى من صانوا العهد ووفوا بالوعد إلى أصدقاء أيام المسيرة الجامعية بأحلامها وهمومها وعقباتها شكرا لكم " سماح ، نائلة ، نسبية ، ندى ياسمين ، شهيناز ، أمنة "

إلى كل من ساندني وتمنى لي الخير من أفاضني بمشاعره ونصائحه المخلصة إليكم عائلتي

وأخيرا من قال أنا لها " نالها " وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيت بها، ما كنت لأفعل دون توفيق من الله. هاهو اليوم العظيم هنا اليوم الذي أجريت سنوات دراستي شاقّة حاملة بها حتى توالت بمنه وكرمه لا... التمام، فالحمد لله الذي ما تيقنت به خيرا وأملا إلا وأغرقني سرورا وفرحا ينسيني مشقتي

وهانني إكروم

## RESUME

Le but de ce travail est d'évaluer l'effet biologique de l'huile de Jojoba (*Simmondsia chinensis*) contre les plaies. L'huile grasse a été extraite par pression et les paramètres physico-chimiques de l'huile ont été déterminés ; les composants de l'huile ont été déterminés par chromatographie en phase gazeuse. Ensuite, une pommade a été développée et l'étude de ses propriétés à partir d'huile de Jojoba de différentes compositions : (1% huile de Jojoba, Oxyde de Zinc, Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs ont été synthétisés à partir de l'extrait aqueux et de l'huile essentielle de l'espèce de *Ocimum basilicum*). L'étude biologique In vivo pour le traitement des plaies a été réalisée sur 35 rats *Wistar Albinos* en divisé en 7 groupes chaque groupe contenant 5 rats (n=5) concernant le protocole expérimentale des rates on a fait une entaille dans le dos du four à l'aide de ciseaux et de traitement pendant une période de 10 jours par les pommades (Le premier groupe était le contrôle négatif, le deuxième était traité avec une pommade à 1% d'huile de Jojoba, concernant le troisième était traité avec une pommade ZnO-NPs Extrait, tandis que le quatrième a été traité avec un médicament : la pommade dermique (douce) 27%, le cinquième a été traité avec une pommade à l'oxyde de zinc, pour le sixième a été traité avec ZnO-NPs huile essentielles le septième était le contrôle positif ), Enfin, nous avons effectué des analyses biochimiques et la peau a été retirée de la zone de plaies pour des coupes histologiques. Les résultats obtenus ont montré que le rendement de l'huile était de 50.66 %, et indice de saponification de l'ordre de 55.9, pour indice de peroxyde égal à 5. Alors que les résultats de chromatographie en phase gazeuse ont montré que l'huile grasse de Jojoba contient plusieurs composés en concentrations différentes dont les plus importants :  $\alpha$ -Linoléique, Arachidique et Palmitique. Concernant les résultats In vivo ont été mitigés, car la pommade des nanoparticules de l'oxyde de zinc notamment des huiles essentielles ont contribué à éliminer les cicatrices et l'inflammation des plaies, et en revanche, la pommade à 1 % d'huile a contribué à éliminer l'inflammation en présence de cicatrices. Ce potentiel des produits tester est également confirmé à travers l'étude histologique.

**Mots clés :** Jojoba, *Simmondsia chinensis*, Nanoparticule, Oxyde de Zinc, *Ocimum basilicum*.

## ملخص

هدف هذا العمل هو تقييم التأثير البيولوجي لزيت الجوجوبا (*Simmondsia chinensis*) ضد الجروح. تم استخراج الزيت الدهني بالضغط وتحديد المعايير الفيزيائية والكيميائية للزيت؛ وتم تحديد مكونات الزيت بواسطة كروماتوغرافيا الغاز. بعد ذلك، تم تطوير مرهم ودراسة خصائصه باستخدام زيت الجوجوبا بتركيبات مختلفة: (1% زيت جوجوبا، أكسيد الزنك، وتم تصنيع جسيمات نانوية لأكسيد الزنك ZnO-NPs من المستخلص المائي والزيت العطري لنبات الريحان (*Ocimum basilicum*)).

تمت الدراسة البيولوجية الحية لعلاج الجروح على 35 جرذاً من نوع *Wistar Albino* مقسمة إلى 7 مجموعات، كل مجموعة تحتوي على 5 جرذان (n=5)، فيما يتعلق بالبروتوكول التجريبي للفئران تم إجراء قطع في الجزء الخلفي من الظهر باستخدام المقص ومعالجتها لمدة 10 أيام بالمراهم. (المجموعة الأولى كانت التحكم السلبية، الثانية عولجت بمرهم يحتوي على 1% زيت جوجوبا، الثالثة عولجت بمرهم يحتوي على ZnO-NPs المستخلص، بينما الرابعة عولجت بدواء: المرهم *dermique*

(*douce*) بنسبة 27%، الخامسة عولجت بمرهم أكسيد الزنك، والسادسة عولجت بمرهم يحتوي على ZnO-NPs الزيت العطري، والسابعة كانت التحكم الايجابي). أخيراً، أجرينا تحاليل بيوكيميائية وتم أخذ عينات من الجلد من منطقة الجرح للقيام بقطع أنسجة لتحليلها. أظهرت النتائج أن معدل استخراج الزيت كان 50.66%، ومعامل التصبن بلغ 55.9، بينما كان معامل البيروكسيد 5. وأظهرت نتائج كروماتوغرافيا الغاز أن زيت الجوجوبا الدهني يحتوي على عدة مركبات بتركيزات مختلفة، أهمها  $\alpha$ : اللينولينيك، الأرشيديك، والبالميتيك. أما نتائج الدراسة الحية فكانت متباينة، حيث ساهم مرهم الجسيمات النانوية لأكسيد الزنك والزيوت العطرية بشكل ملحوظ في القضاء على الندبات والالتهابات، بينما ساهم مرهم 1% زيت الجوجوبا في تقليل الالتهابات مع بقاء الندبات. وقد تأكدت هذه الفاعلية للمنتجات المختبرة من خلال الدراسة النسيجية.

**الكلمات المفتاحية:** جوجوبا، *Simmondsia chinensis*، جسيمات نانوية، أكسيد الزنك، *Ocimum basilicum*.

## ABSTRACT

The aim of this work is to evaluate the biological effect of Jojoba oil (*Simmondsia chinensis*) against wounds. The fatty oil was extracted by pressure, and its physicochemical parameters of the oil were determined by gas chromatography. Then, an ointment was developed and the study of its properties from Jojoba oil of different compositions: (1% Jojoba oil, Zinc Oxide, Zinc Oxide Nanoparticles (ZnO-NPs) synthesized from the aqueous extract and essential oil of the species (*Ocimum basilicum*). The in vivo biological study for the treatment of wounds was carried out on 35 *Wistar Albino* rats, divided into 7 groups, each group containing 5 rats (n=5) concerning the experimental protocol of the rats, a cut was made in the back of the oven using scissors and treated for a period of 10 days with ointments (The first group was the negative control, the second was treated with an ointment containing 1% Jojoba oil, the third was treated with ZnO-NPs extract ointment, the fourth was treated with a medication: the dermal ointment (douce) 27%, the fifth was treated with zinc oxide ointment, the sixth was treated with ZnO-NPs essential oil, and the seventh was the positive control). Finally, biochemical analyses were performed, and the skin from the wound area was removed for histological sections. The results showed that the oil yield was 50.66%, with a saponification index of 55.9 and a peroxide index of 5. Gas chromatography results indicated that Jojoba fatty oil contains several compounds in different concentrations, the most important being  $\alpha$ -Linolenic, Arachidic, and Palmitic acids. The in vivo results were mixed; the ointment with zinc oxide nanoparticles and essential oils significantly reduced scarring and inflammation, whereas the 1% Jojoba oil ointment reduced inflammation but left scars. This potential of the tested products is also confirmed through the histological study.

**Keywords:** Jojoba, *Simmondsia chinensis*, Nanoparticles, Zinc Oxide, *Ocimum basilicum*

## SOMMAIRE

### LISTE DES TABLEAUX

### LISTE DES FIGURES

### LISTE DES ABREVIATIONS

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCTION .....   | 2  |
| CHAPITRE I : ÉTUDES DE L'ESPECE VEGETALE .....                     | 6  |
| 1.FAMILLE DES SIMMONDSIACEES .....                                 | 6  |
| 2. ETUDE DE L'ESPECE JOJOBA .....                                  | 6  |
| 2.1 .NOMS VERNACULAIRE DE JOJOBA.....                              | 6  |
| 2.2. DESCRIPTION BOTANIQUE DE JOJOBA .....                         | 6  |
| 2.3. TAXONOMIE DE JOJOBA.....                                      | 7  |
| 2.4. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE JOJOBA .....                      | 8  |
| 2.5. COMPOSITION CHIMIQUE DE JOJOBA .....                          | 8  |
| 2.5.1. Cire de Jojoba .....  | 8  |
| 2.5.1.1 .Esters de cire.....                                       | 9  |
| 2.5.1.2. Acides gras .....   | 9  |
| 2.5.1.3. Stérols .....   | 9  |
| 2.5.1.4. Vitamines liposolubles .....                              | 10 |
| 2.5. UTILISATION.....  | 10 |
| 2.6. FORMES D'UTILISATIONS ET POSOLOGIES.....                      | 10 |
| CHAPITRE II : ZINC ET NANOPARTICULES D'OXYDE DE ZINC.....          | 12 |
| 1. GENERALITE .....  | 12 |
| 2. METABOLISME DE ZINC .....                                       | 12 |
| 3. ZINC ET LE STRESS OXYDATIF .....                                | 13 |
| 4 .NANOPARTICULES .....  | 13 |
| 4.1. PROPRIETE DES NANOPARTICULES.....                             | 13 |
| 4.2. PENETRATION CELLULAIRE DES NANOPARTICULES .....               | 13 |
| 4.3. BIOSYNTHESE DES NANOPARTICULES.....                           | 14 |
| 5 .OXYDE DE ZINC .....   | 14 |
| 6. APPLICATION DES NANOPARTICULES D'OXYDE DE ZINC .....            | 15 |
| 6.1. ACTIVITE ANTIOXYDANT DES NANOPARTICULES D'OXYDE DE ZINC ..... | 15 |
| CHAPITRE III : LES MALADIES DE LA PEAU .....                       | 17 |
| 1. LA STRUCTURE DE LA PEAU.....                                    | 17 |
| 1 .1. L'EPIDERME .....   | 17 |
| 1. 1.1. Les kératinocytes .....                                    | 18 |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.1.2 .Les mélanocytes .....                                   | 18        |
| 1.1.3.Les cellules de Langerhans.....                          | 18        |
| 1.1.4 .Les cellules de Merkel.....                             | 18        |
| 1.1.5 .Le facteur naturel d'hydratation .....                  | 18        |
| 1.1.6 .Le film hydrolipidique .....                            | 19        |
| <b>1.2. LE DERMÉ .....</b>                                     | <b>19</b> |
| 1.2.1 .La structure du derme .....                             | 19        |
| 1.2.2. Les fibroblastes.....                                   | 19        |
| 1.2.3. Les macrophages.....                                    | 19        |
| 1.2.4 .Les cellules dendritiques.....                          | 19        |
| 1.2.5. Les mastocytes .....                                    | 19        |
| 1.2.6. La matrice extracellulaire (MEC).....                   | 20        |
| <b>1.3. LA JONCTION DERMO-EPIDERMIQUE .....</b>                | <b>20</b> |
| <b>1.4. L'HYPODERME .....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>1.5. L'INNERVATION CUTANEE .....</b>                        | <b>20</b> |
| <b>2. LA MALADIE INFECTIEUSE DE LA PEAU .....</b>              | <b>20</b> |
| <b>2.1. LE PSORIASIS .....</b>                                 | <b>20</b> |
| <b>2.2. LA ROSACEE.....</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>2.3. L'URTICAIRE .....</b>                                  | <b>21</b> |
| <b>2.4. L'ERYTHRASMA ET LA CELLULITE.....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>1. MATERIELS UTILISES .....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>1.1. MATERIEL VEGETAL .....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>1.2. MATERIEL ANIMALE.....</b>                              | <b>25</b> |
| <b>2. METHODES SUIVIES .....</b>                               | <b>25</b> |
| <b>2.1. EXTRACTION DE L'HUILE DE JOJOBA.....</b>               | <b>25</b> |
| <b>2.2. CALCUL DU RENDEMENT .....</b>                          | <b>26</b> |
| <b>2.3. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES .....</b>             | <b>26</b> |
| <b>2.4. INDICE DE SAPONIFICATION.....</b>                      | <b>26</b> |
| <b>2.5. INDICE DE PEROXYDE .....</b>                           | <b>28</b> |
| <b>2.6. ANALYSE DES ACIDES GRAS DE JOJOBA PAR CPG/FID.....</b> | <b>29</b> |
| 2.6.1 Préparation des esters méthyliques : .....               | 29        |
| 2.6.2. Analyse par la CPG/FID.....                             | 29        |
| <b>2.7. FORMATION DE LA POMMADE.....</b>                       | <b>30</b> |
| <b>2.8. CONTROLE DE QUALITE DE LA POMMADE .....</b>            | <b>31</b> |
| 2.8.1. Caractéristiques macroscopiques.....                    | 31        |
| 2.8.2. Le pH.....  | 31        |
| 2.8.3. L'homogénéité.....                                      | 31        |
| <b>2.9. ETUDE DE L'EFFET CONTRE LES PLAIES IN VIVO .....</b>   | <b>31</b> |
| 2.9.1. Protocole expérimentale .....                           | 31        |
| 2.9.2. Sacrifice et prélèvement de sang.....                   | 32        |
| 2.9.3. Etude histologique.....                                 | 32        |
| <b>1.RESULTATS .....</b>                                       | <b>36</b> |
| <b>1.1. RENDEMENT D'EXTRACTION DE L'HUILE .....</b>            | <b>36</b> |
| <b>1.2. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES .....</b>             | <b>36</b> |
| <b>1.3. ANALYSES CHIMIQUES.....</b>                            | <b>36</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>.4. ANALYSE DES ACIDES GRAS DE JOJOBA PAR CPG/FID .....</b>          | <b>36</b> |
| <b>1 .5.CONTROLE DE QUALITE DE LA POMMADE .....</b>                     | <b>38</b> |
| 1.5.1. <i>Caractéristiques macroscopiques et mesure de pH.....</i>      | 38        |
| 1.5.2. <i>Homogénéité microscopique.....</i>                            | 38        |
| <b>1.6. ÉTUDE DES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES ET INFLAMMATOIRES .....</b> | <b>39</b> |
| 1.6 .1. <i>Étude de paramètre inflammatoire.....</i>                    | 39        |
| 1.6.2. <i>Étude des paramètres hématologiques.....</i>                  | 40        |
| 1 .6 .3 . <i>Activité anti –inflammatoire.....</i>                      | 42        |
| 1.6.4. <i>Etude histologique.....</i>                                   | 43        |
| <b>2. DISCUSSION .....</b>  | <b>46</b> |
| <b>CONCLUSION ET PER SPECTIVES .....</b>                                | <b>49</b> |
| <b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>                                | <b>29</b> |

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

### **Annexes**

## LISTE DES TABLEAUX

| Tableau   | Titre   | Page |
|-----------|---|------|
| Tableau01 | Position systématique de <i>Simmondsia chinensis</i>  | 7    |
| Tableau02 | Position systématique phylogénétique de <i>Simmondsia chinensis</i> .                       | 8    |
| Tableau03 | structure chimique des composants esters de cire les plus abondants dans la cire de jojoba. | 9    |
| Tableau04 | Composition en acide gras de l'huile de jojoba.   | 9    |
| Tableau05 | Principales propriétés physiques de l'oxyde de Zinc   | 14   |
| Tableau06 | Résumé du protocole expérimental suivi et concentrations utilisées.                         | 33   |
| Tableau07 | Les caractéristiques organoleptiques d'HF de jojoba.  | 36   |
| Tableau08 | Les caractéristiques chimiques d'HF de jojoba.  | 36   |
| Tableau09 | Les compositions d'acide gras de l'HF de jojoba.  | 37   |
| Tableau10 | Les caractéristiques macroscopiques et mesure de pH.  | 39   |

## LISTE DES FIGURES

| Figure    | Titre  | Page |
|-----------|--|------|
| Figure 01 | Photos de diverses parties de la plante de jojoba  | 7    |
| Figure 02 | La Structure d'huile de jojoba (cire)  | 8    |
| Figure 03 | Mécanisme de l'absorption du zinc  | 12   |
| Figure 04 | Modes d'internalisation cellulaire des NPs en fonction de leur taille  | 14   |
| Figure 05 | Les 3 couches de la peau   | 17   |
| Figure 06 | Maladie de psoriasis   | 21   |
| Figure 07 | Maladie de rosacée   | 21   |
| Figure 08 | Maladie d'urticaire  | 22   |
| Figure 09 | Maladie d'érythrasma   | 22   |
| Figure 10 | Maladie de cellulite   | 22   |
| Figure 11 | Photo originale des graines de jojoba  | 25   |
| Figure 12 | Extraction d'H de jojoba par Machine de pression à froide (Photo originale)  | 26   |
| Figure 13 | Les étapes de méthylation et d'identification d'HF par CPG/FID.  | 29   |
| Figure 14 | Chromatographie en phase gazeuse (CPG)   | 30   |
| Figure 15 | Rendement d'extraction des huiles de jojoba  | 36   |
| Figure 16 | Chromatogramme d'huile de jojoba   | 37   |
| Figure 17 | Pommade obtenu à partir de l'huile de Jojoba   | 38   |
| Figure 18 | Examen microscope (40X ,100X)  | 39   |
| Figure 19 | Variation de taux vitesse de sédimentation chez le groupe témoins et les groupes expérimentaux   | 39   |
| Figure 20 | Variation de taux d'hémoglobine, de nombre de globule rouges, globules Blancs, HT, PLT chez le groupe témoins et les groupes expérimentaux   | 41   |
| Figure 21 | Photo de l'observation macroscopique des rats  | 42   |
| Figure22  | Structure histologique de la peau chez les rats du lot (1) contrôle négatif (40X ,100X)  | 43   |
| Figure 23 | Structure histologique de la peau chez les rats du lot(2) Pommade huile 1% (40X ,100X)   | 43   |
| Figure 24 | Structure histologique de la peau chez les rats du lot (3) pommade Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs l'extrait aqueux (40X)              | 44   |
| Figure 25 | Structure histologique de la peau chez les rats du lot(4) pommade dermique (douce) (40X ,100X)   | 44   |
| Figure26  | Structure histologique de la peau chez les rats du lot(5) Pommade oxyde de zinc (40X ,100X)  | 44   |
| Figure 27 | Structure histologique de la peau chez les rats du lot (6) Pommade Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs de l'huile essentielle.(40X ,100X). | 45   |
| Figure 28 | Structure histologique de la peau chez les rats du lot (7) contrôle positif (40X ,100X)  | 45   |

## LISTE DES ABREVIATIONS

**AG:** Acide Gras

**AGMI:** Acide Gras Mono-insaturé

**AGS:** Acide Gras Saturé

**TG :** Triglycéride

**NPs :** nanoparticules

**FDA :** Food and Drug Administration

**ZnO :** oxyde de zinc

**NP-ZnO :** nanoparticules d'oxyde de zinc

**CMH :** Complexe majeur d'histocompatibilité

**NMF :** facteur naturel d'hydratation

**MEC :** matrice extracellulaire

**HF :** Huile Végétale Fixe

**R:** Rendement

**PEB :** poids de l'extrait brut

**PMV :** poids de matière végétale

**I.P:** Indice Peroxyde

**I.S:** Indice Saponifications

**CPG :** chromatographie en phase gazeuse

**FID :** Détecteur à Ionisation de Flamme

**GC :** chromatographie

**VS :** vitesse de sédimentation

**FNS :** la numérisation formule sanguin

**HT :** hématocrites

**HB :** hémoglobine

**GR :** globule rouge

**PLT :** plaquettes

# Introduction

### INTRODUCTION

Pendant des siècles, les guérisseurs ont utilisé des remèdes à base de plantes pour soigner des maladies graves que les médicaments traditionnels ne pouvaient pas toujours guérir. Aujourd'hui, la science de l'ethnopharmacologie cherche à découvrir les plantes aux propriétés médicinales mondialement reconnues, et la recherche moderne s'attèle à étudier et à valider ces utilisations (Chaachouay&al, 2020).

Grâce à l'ethnopharmacologie, la découverte de nouvelles molécules dans la biodiversité végétale devient une quête complexe et fascinante, visant à identifier les plantes les plus prometteuses et à ouvrir la voie à de nouvelles avancées dans le domaine des principes actifs. Malgré la richesse de la flore mondiale avec environ 300 000 espèces de plantes répertoriées, seules une petite partie a été étudiée pour leur composition chimique et leurs propriétés biologiques. Cela souligne le potentiel énorme et encore largement inexploité des plantes en tant que source de molécules bénéfiques pour l'humanité (DRAOU,2022 ).

Les substances naturelles, en particulier les végétaux, offrent une vaste diversité chimique, souvent caractérisée par des structures uniques et complexes rendant leur synthèse intégrale et économique difficile à réaliser en raison de leur complexité structurale et de leur stéréospécificité, entre autres. Récemment, nous observons un intérêt croissant des consommateurs pour les produits naturels, ce qui incite les fabricants à développer davantage de procédés utilisant des extraits et des principes actifs d'origine végétale. De nombreuses plantes ont été étudiées pour leurs effets bénéfiques sur la santé et peuvent être utilisées dans divers domaines, notamment pharmaceutique, cosmétique et nutritionnel.

Nous avons décidé d'opter pour la plante de jojoba, *Simmondsia chinensis*, en raison de sa cire précieuse largement prisée dans l'industrie cosmétique, ainsi que pour son incroyable pouvoir hydratant (Al-Obaidi et al, 2017). En outre, ses propriétés antifongiques sont tout à fait étonnantes (Morris, 2024). L'huile de jojoba représente une alternative plus respectueuse de l'environnement à l'huile de baleine dans de nombreux produits (Ghannam et Selim, 2021). De surcroît, le jojoba suscite de plus en plus d'intérêt en tant que source potentielle de biocarburant durable, un sujet étudié de près dans le domaine (Al-Widyan & Al-Muhtaseb, 2010).

Ainsi donc, ses effets sur les diverses pathologies nous ont donc poussés à valoriser cette espèce non endémique végétale qu'est le jojoba ou *Simmondsia chinensis* et à démontrer les activités biologiques de ses principes actifs. Pour ce faire, nous avons structuré notre travail comme suit:

On a essayé de continuer les études ont été réalisées par la formulation du pommade d'Huile

grasse de jojoba, pour traitements les problèmes cutanés comme les plaies, les piqûres et les démangeaisons de la peau (champignons, eczéma, irritations cutanées).

Ces dernières années, de nombreuses études et recherches se sont concentrées sur les nanomatériaux. Ils ont reçu une attention considérable en raison de leurs applications en optique, en biologie, etc. Ils sont devenus un domaine indispensable de la recherche moderne. La biosynthèse des nanoparticules biologiques constitue un aspect important. Des nanotechnologies actuellement entreprises. On peut citer la synthèse biologique de nanoparticules via des extraits végétaux. Les ZnO NPs ont été envisagées dans les domaines appliqués, scientifiques et industriels au cours des dernières décennies (Zohra & al, 2021).

Objectif de travail :

Selon les résultats prometteurs obtenus de mémoire de Master 2 en biochimie des étudiants : SNAGRIA Ikram, BENSMAIL Soumaya, BAHRY Ranya et sous la direction de Pr.DJAHRA Ali Boutlelis en 2022/2023, sur la synthèse de Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs à partir de l'extrait aqueux et de l'huile essentielle de l'espèce de *Ocimum basilicum*. Et aussi de notre travail est de démontrer la teneur en huile de jojoba et son effet thérapeutique contre les plaies de peau. Le travail est divisé en deux grandes parties, la première partie comprenant une partie bibliographique comprenant des informations sur la plante de jojoba *Simmondsia chinensis*, son importance, ses composants précisément qui existe dans l'huile de jojoba. La deuxième partie comprend la partie expérimentale composée de deux chapitres.

Le premier chapitre contient les matériaux et méthodes utilisés lors des travaux expérimentaux, notamment la fabrication d'une pommade à base d'huile de jojoba, à partir de différentes compositions : (1% huile de Jojoba, Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs ont été synthétisés à partir de l'extrait aqueux et de l'huile essentielle de l'espèce de *Ocimum basilicum*. Le deuxième chapitre comprenait les résultats obtenus la discussion.

**PREMIÈRE PARTIE**

**SYNTHÈSE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

# CHAPITRE 1

## Études de l'espèce végétale

## CHAPITRE I : Études de l'espèce végétale

### 1. Famille des Simmondsiacées

Simmondsiacées est une famille botanique unique composée d'un seul genre, *Simmondsia*, et d'une seule espèce, *Simmondsia chinensis*, communément appelée jojoba.

Le jojoba a été considéré comme un membre isolé de la famille des buis (*Buxaceae*) en raison d'une certaine similitude morphologique. Le jojoba a ensuite été reclassé dans sa propre famille, les *Simmondsiaceae*. Cette nouvelle classification reflète mieux les caractéristiques botaniques du jojoba et confirme sa particularité au sein du règne végétal (Kirwale & Pandhure, 2015).

Les plantes de la famille de Simmondsiacées comme la célèbre plante Jojoba, sont adaptées aux environnements désertiques difficiles grâce à leurs caractéristiques remarquables. Leur système racinaire étendu leur permet d'extraire efficacement l'eau et les nutriments du sol, tandis que leur croissance lente leur permet de conserver l'énergie et les ressources. Elles peuvent résister à des températures jusqu'à 50°C et s'adapter à des précipitations variant de 100 à 500 mm par ans (Ash & al., 2005)

Ces plantes atteignent généralement 2 à 4 mètres de hauteur et vivent jusqu'à 200 ans. Leurs feuilles vert foncé de forme ovale minimisent la perte d'eau par transpiration. Leurs fleurs sont petites, verdâtres et unisexuées, favorisant leur reproduction dans des conditions arides. Les fruits sont des capsules ovoïdes avec une enveloppe dure mesurant 2 à 4 cm de long, chacun contenant une graine unique de forme oblongue (El-Baz & al, 2009).

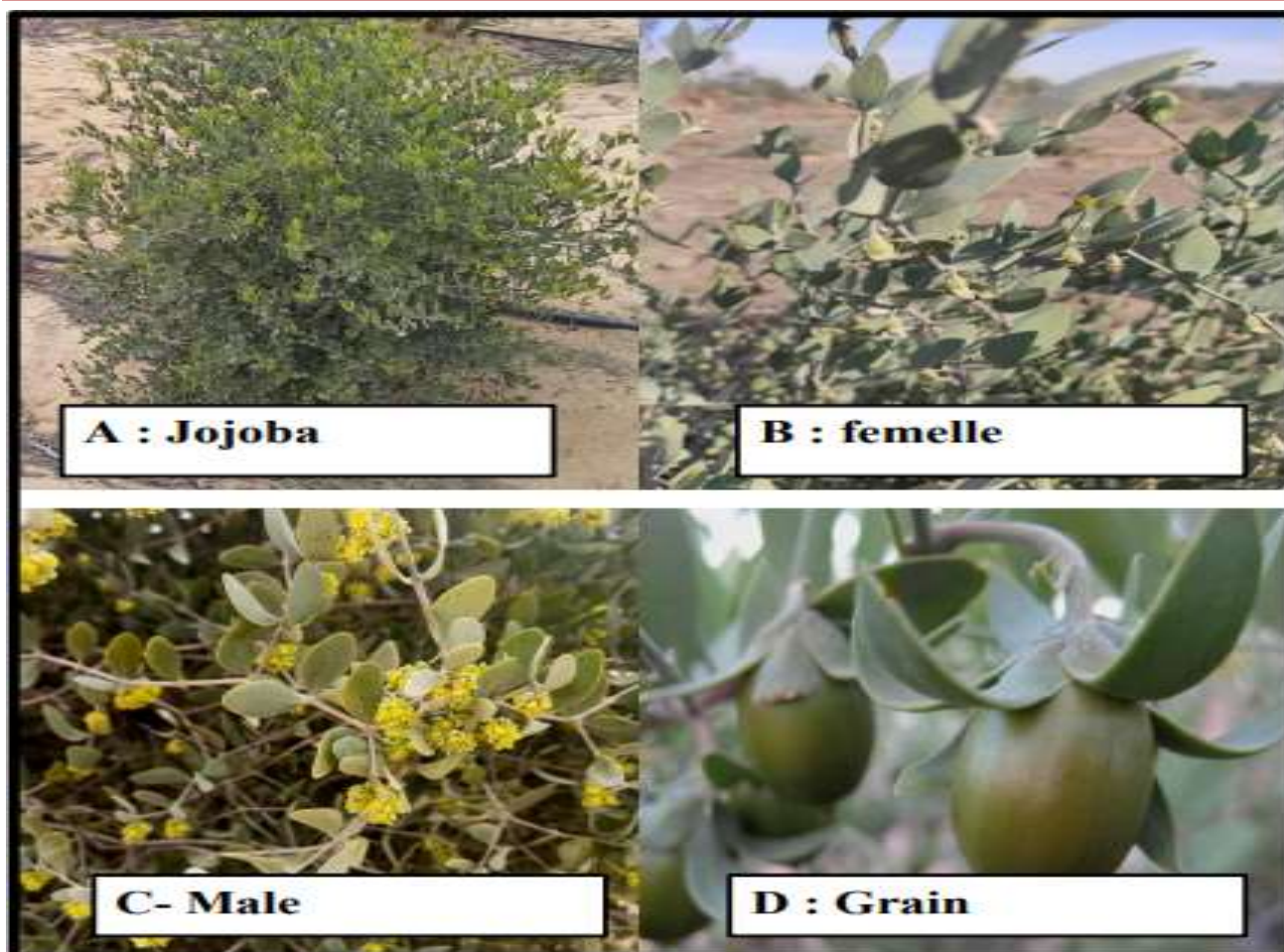
### 2. Etude de l'espèce jojoba

#### 2.1 .Noms vernaculaire de jojoba

Noms anglais : jojoba, goat nut, deer nut, pignut, wild hazel, quinine nut, coffee tree, gray bush.  
nom français: Jojoba, et le nom arabe: Huwwaba (Heuzé & al, 2016).

#### 2.2. Description botanique de jojoba

Ces plantes atteignent généralement 2 à 4 mètres de hauteur et vivent jusqu'à 200 ans. Leurs feuilles vert foncé de forme ovale minimisent la perte d'eau par transpiration (Figure01). Leurs fleurs sont petites, verdâtres et unisexuées, favorisant leur reproduction dans des conditions arides. Les fruits sont des capsules ovoïdes avec une enveloppe dure mesurant 2 à 4 cm de long, chacun contenant une graine unique de forme oblongue (El-Baz & al, 2009).



**Figure 01** : Photos de diverses parties de la plante de jojoba. (Shaaban, 2022).

### 2.3. Taxonomie de jojoba

La position systématique de plante est de la famille Simmondsiaceae divisé en deux classifications classiques (tableau01) et phylogénétique (tableau02).

**Tableau01**: Position systématique de *Simmondsia chinensis* (Sturtevant & al, 2020).

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Règne              | Végétal                     |
| Embranchement      | Magnoliophyta               |
| Sous embranchement | spermatophyta               |
| Classe             | Magnoliopsida               |
| Ordre              | Euphorbiales                |
| Famille            | Simmondsiacées              |
| Genre              | Simmondsia                  |
| Espèce             | <i>Simmondsia chinensis</i> |

**Tableau02:** Position systématique phylogénétique de *Simmondsia chinensis* (CHALBI, 2010).

|         |                |
|---------|----------------|
| Ordre   | Caryophyllales |
| Famille | Simmondsiacées |

#### 2.4. Répartition géographique de jojoba

Le jojoba est une plante originaire des régions semi-désertiques des États-Unis et du Mexique. Sa culture est si captivante qu'elle s'est propagée jusqu'à des régions aussi éloignées que l'Australie et l'Argentine. Même la Tunisie a récemment commencé à cultiver des variétés de jojoba (Bala, 2021).

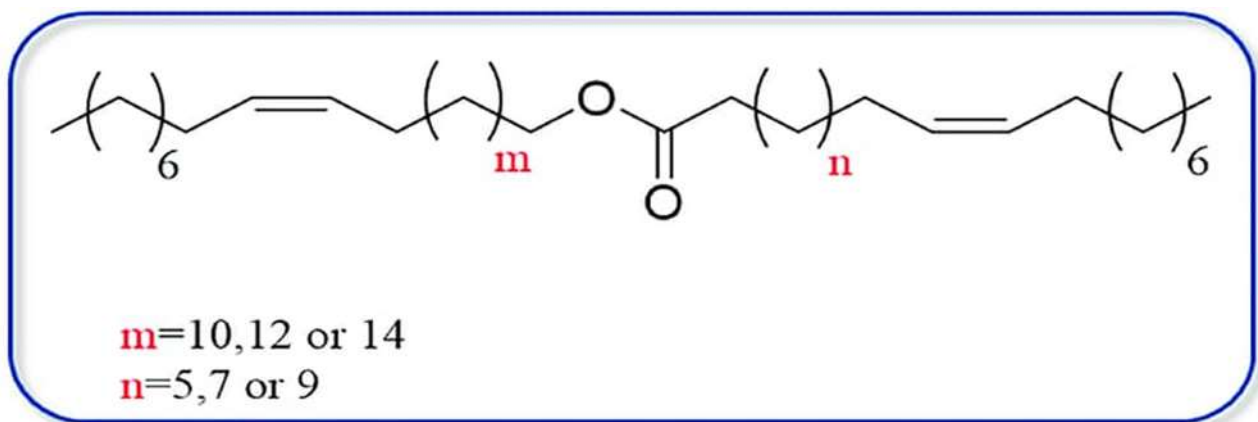
#### 2.5. Composition chimique de jojoba

L'huile de jojoba est composée à près de 98 % de cires pures (principalement des esters). Cires, certains acides gras libres, alcools, hydrocarbures), stérols, Une vitamine qui ne contient presque pas d'esters gras neutres (Sanz, 2022). C'est pourquoi on l'appelle communément cire.

Liquide au lieu d'huile ou de graisse. Composition en AG : ester de cire : 97%, mono insaturée AG : 95-97 % et AGS : 1-2 % Contrôlant, nerveux. Autres principes actifs : insaponifiables. Traces de stérols (Tietel&al,2021).

##### 2.5.1. Cire de Jojoba

La cire de jojoba se trouve principalement dans les graines de la plante, représentant environ 50 à 52% de la teneur en cire ( Figure 02) .Elle est composée principalement d'esters et contient également des acides libres, des alcools et des hydrocarbures libres (Kohr & al, 2022). Les esters sont constitués d'une longue chaîne d'AG à poids moléculaire élevé et des alcools à longue chaîne. Ils sont mono-insaturés AGMI en position  $\omega$ -9.Des petits esters de triglycérides sont également présents dans la cire de jojoba (Lecomte, 2009) .

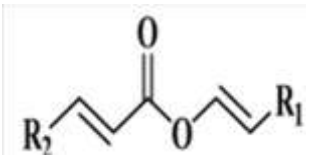


**Figure 02 :** Le Structure d'huile de jojoba (cire) (Tietel & al, 2021).

2.5.1 .1 .Esters de cire

Les principaux composants des esters de cire qui ont été précédemment isolés et identifiés sont dans le tableau 03.

**Tableau03:** structure chimique des composants esters de cire les plus abondants dans la cire de jojoba (Gad & al, 2021).

|   |                                |                           |
|---|--------------------------------|---------------------------|
|  | R1 = C20H41, R2 = C17 H35      | Éicosénoate de docosényle |
|   | R1 = C18H37, R2 = C17 H35      | Éicosénoate d'eicosényle  |
|   | R1 = C18H37, R2 = C19 H39      | Docosénoate de nyle       |
|   | R1 = C16H33, R2 = C19 H39      | Docosénoate de docosényle |
|   | R1 = C18H37, R2 = C17 H33 (C9) | Oléate d'eicosényle       |
|   | R1 = C20H41, R2 = C17 H33 (C9) | Oléate de docosényle      |

2.5.1.2. Acides gras

L'huile de jojoba est riche en acides gras mono insaturés AGMI, environ 97%(Tableau4) : acide gadoléique (=eicosénoïque), acide érucique, acide oléique (oméga 9) et 1 à 2 % seulement sont des AGS: acide palmitique, acide nervonique (Sánchez&al, 2016 ).

**Tableau 04:** Composition en acide gras de l'huile de jojoba (Sham & Aly, 2012).

| Acide gras              | Structure | Composition % |
|-------------------------|-----------|---------------|
| Acide palmitique        | C16:0     | 1.60          |
| Acide palmitoléique     | C16:1     | 0.10          |
| Acide stéarique         | C18:0     | 0.14          |
| Acide oléique           | C18:1     | 11.20         |
| Acide linoléique        | C18:2     | 1.0           |
| Acide gamma-linolénique | C18:3     | 1.0           |
| Acide arachidique       | C20:0     | 0.20          |
| Acide gadoléique        | C20:1     | 70.70         |
| Acide érucique          | C22:1     | 14.10         |
| Acide nervonique        | C24 :1    | 1.64          |

2.5.1.3. Stérols

Il existe de nombreux rapports contradictoires sur les stérols présents dans l'huile de jojoba, notamment le cholestérol, le bêta-sitostérol, le campestérol, le mésamétérol et même l'isofocostérol (Vickers, 1983).

#### 2.5.1.4. Vitamines liposolubles

L'huile de jojoba est riche en vitamines E, B, C, D, H, K et PP, et contient des minéraux tels que le zinc et le cuivre, offrant de nombreux avantages pour la peau et les cheveux ((Noyé, 2013).

#### 2.5. Utilisation

L'huile de jojoba est largement utilisée dans les produits cosmétiques et les soins de la peau et des cheveux en raison de ses propriétés hydratantes. Elle est également utilisée comme fongicide et peut être utilisée pour la cicatrisation des piercings. L'huile de jojoba a été découverte comme alternative supérieure à l'huile de baleine dans de nombreux produits .Le jojoba a également été étudié pour son potentiel en tant que carburant biodiesel durable (Chamoumi, 2013).

#### 2.6. Formes d'utilisations et posologies

- Hydratant pour la peau : Appliquer quelques gouttes sur une peau propre et masser doucement jusqu'à absorption. Utiliser quotidiennement, matin et soir si nécessaire.
- Crème hydratante capillaire : Appliquez quelques gouttes sur les pointes des cheveux secs ou humides pour les hydrater et les adoucir. Vous pouvez également utiliser l'huile de jojoba comme traitement capillaire en l'appliquant sur votre cuir chevelu et vos cheveux et en la laissant agir quelques heures ou toute la nuit avant de vous laver les cheveux.
- Démaquillant : Mettez quelques gouttes sur un morceau de coton ou directement sur la peau pour dissoudre le maquillage, puis rincez à l'eau tiède.
- Huile de Massage Utiliser généreusement pour masser la peau en insistant sur les zones sèches ou tendues. Il est toujours important de faire un test cutané avant d'utiliser de nouvelles huiles sur votre peau pour éviter toute réaction allergique( Durand, 2017) .

# Chapitre 11

Zinc et Nanoparticules

*d'oxyde de Zinc*

Chapitre II : Zinc et Nanoparticules d'oxyde de Zinc

1. Généralité

L'absorption intestinale du zinc est cruciale pour réguler sa concentration dans le corps humain (Hambidge & al, 2007). Cette absorption est influencée par des facteurs alimentaires et physiologiques, et le zinc est fixé sur une métallo-thionéine, puis sur d'autres protéines dans les cellules intestinales, lors du passage de la muqueuse intestinale (Huang & al, 2017). Le mécanisme d'absorption est saturable, avec le zinc induisant la synthèse de métallo-thionine dans les cellules muqueuses intestinales. La saturation de ces cellules entraîne la rétention du complexe zinc-métallo-thionine, suivi de son excrétion (Mertz, 1984).

2. Métabolisme de zinc

Le zinc diffuse dans le plasma et se lie à l'albumine, aux alpha-2 macroglobulines et aux acides aminés pour être transporté (Figure 03). Initialement concentré dans le foie et les reins, sa distribution est influencée par la synthèse hépatique de la métallo-thionéine (Haase & Rink, 2009). Le zinc est distribué dans les muscles (60 %), les os (30 %) et d'autres organes, et une partie est excrétée dans les fèces, la sueur et l'urine (Prasad, 2008).

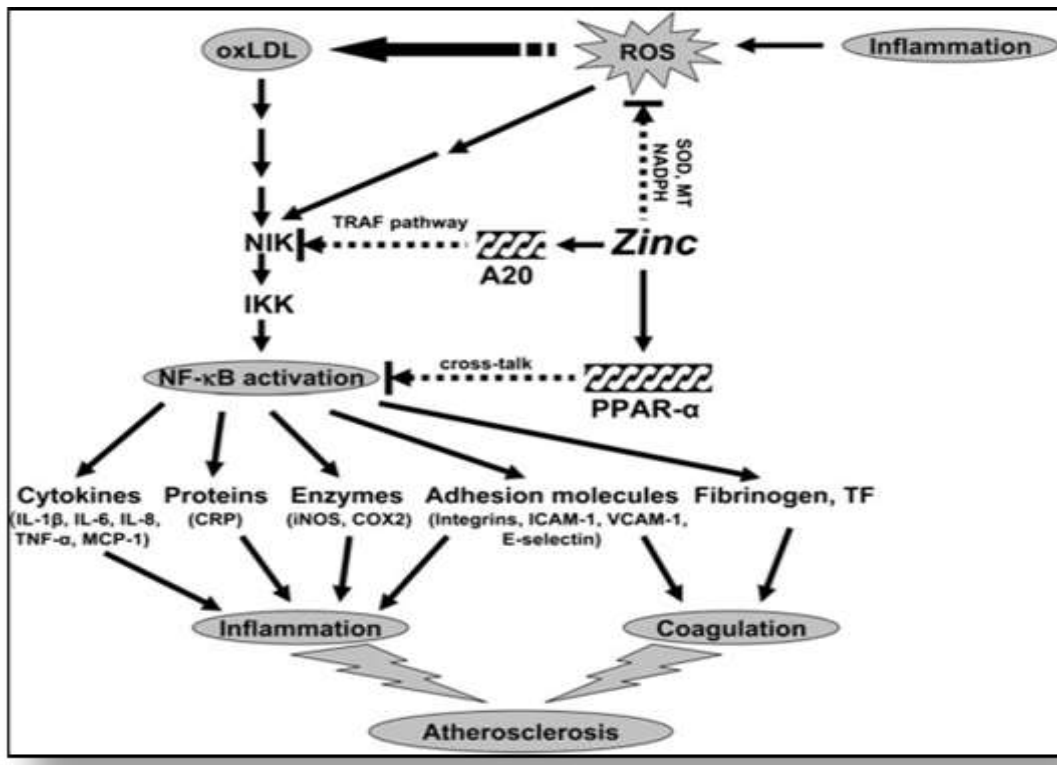


Figure 03 : Mécanisme de l'absorption du zinc (Dahmoun & al, 2013).

### 3. Zinc et le stress oxydatif

Le zinc agit comme un antioxydant, protégeant contre le stress oxydatif et l'épuisement du glutathion en stabilisant la Cu/Zn-SOD et les métallothionéines (Jacquin, 1996). Il réduit les espèces réactives de l'oxygène, génère des OH- scavengers et modifie la conformation des protéines pour réduire la réactivité des sulfhydryles. Le zinc s'oppose également aux réactions catalysées par les métaux de transition, réduisant ainsi les dommages oxydatifs (Debbeche & al, 2016) .

### 4 .Nanoparticules

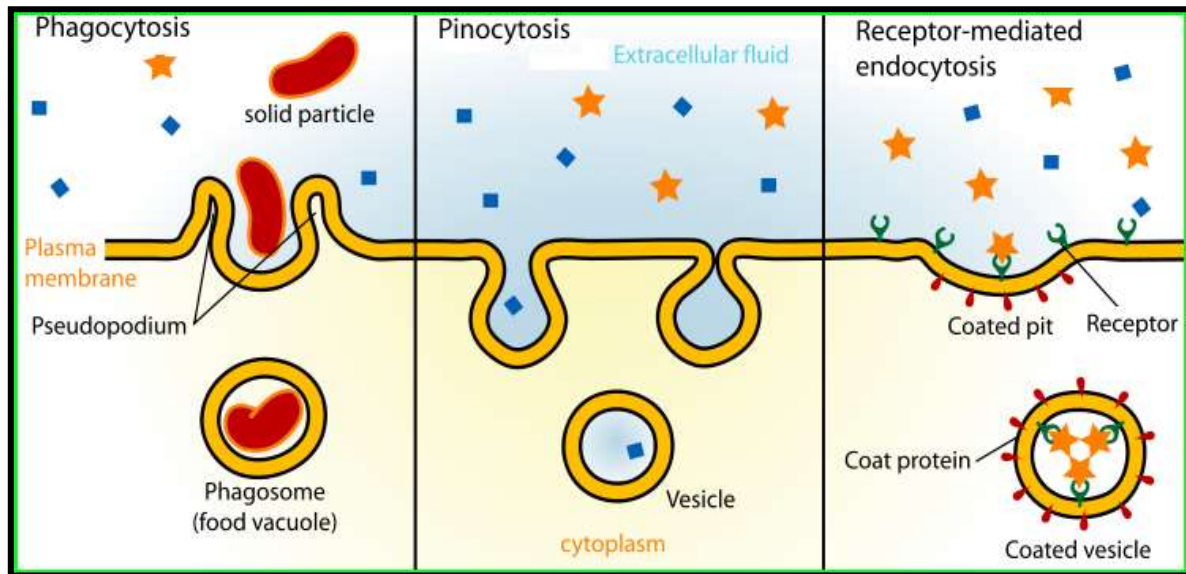
Les nanoparticules (NPs) sont des agrégats <100nm d'atomes ou de molécules liés, interagissant avec des composants biologiques. Elles ont d'importantes propriétés médicales, environnementales et commerciales, étant composées d'oxyde métallique et reconnues comme non dangereuses par la FDA (Jones, 2022).

#### 4.1. Propriété des Nanoparticules

Les propriétés des nanoparticules dépendent de leur composition, de leur structure, de leur surface et de leur synthèse (Smith & al, 2023). Leur petite taille et leur grande surface entraînent une réactivité accrue . Les propriétés sont liées aux surfaces, notamment physiques, optiques, électriques, magnétiques et catalytiques (Brown, 2021). Les nanoparticules d'oxyde de zinc sont étudiées dans les applications biomédicales en raison de leurs propriétés optiques et de leur réactivité accrue (Khan, 2019).

#### 4.2. Pénétration cellulaire des nanoparticules

La taille des nanoparticules influence la pénétration dans l'organisme (Figure 04 ), les petites particules passant plus facilement à travers les cellules (Albanese & Chan, 2011). Les différentes tailles utilisent divers mécanismes d'entrée cellulaire, tels que la phagocytose, la pinocytose, la macro-pinocytose et l'endocytose (Sahoo & Labhasetwar, 2003) . L'endocytose dépend du type de cellule, de la chimie de surface et de la taille optimale pour l'internalisation (Conner & Schmid, 2003).



**Figure 04 :** Modes d'internalisation cellulaire des NPs en fonction de leur taille (Chouikh & Alia, 2021).

#### 4.3. Biosynthèse des nanoparticules

Les nanoparticules sont synthétisées à partir d'extraits de plantes, une approche rentable et innovante qui permet d'éviter les produits chimiques toxiques et les conditions difficiles (Iravani, 2011). Des nanoparticules de métal et d'oxyde métallique ont été synthétisées avec succès à partir de sources biologiques, notamment des particules d'oxyde de zinc (ZnO) grâce à des extraits de plantes riches en principes actifs (Verma & Meena, 2019).

#### 5 .Oxyde de Zinc

Le ZnO est un composé multifonctionnel doté de propriétés physiques et chimiques uniques, notamment sa non-toxicité et son abondance sur terre (Wang, 2004). Il s'agit d'une poudre blanche, presque insoluble dans l'eau, largement utilisée dans les matériaux et produits biomédicaux en raison de sa bonne transparence (Tableau 05), de sa grande mobilité électronique, de sa large bande interdite et de sa forte luminescence à température ambiante (Özgür & al, 2005).

**Tableau 05 :** Principales propriétés physiques de l'oxyde de Zinc (Leila, 2022).

| Propriétés                                   | Valeurs  |
|--|--|
| Masse Volumique (Kg/m <sup>3</sup> )         | 5606   |
| Température de fusion (°C)                   | 1975   |
| Conductivité thermique (W/cm <sup>°K</sup> ) | 0.6 - 1.2  |
| Energie de Gap (eV)                          | 3.0 – 3.3  |
| Masse effective de l'électron                | 0.24 me  |
| Mobilité des électrons à 300 °K              | 200 cm <sup>2</sup> V <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> (conduction de type n) |
| Masse effective des trous                    | 0.59 me  |

**6. Application des nanoparticules d'oxyde de zinc**

Les nanoparticules d'oxyde de zinc (NP-ZnO) sont biocompatibles et conviennent à des applications biomédicales, présentant des propriétés antidiabétiques, anti-inflammatoires, anticancéreuses, antibactériennes et antioxydantes (Zhang & *al*, 2018).

**6.1. Activité antioxydant des nanoparticules d'oxyde de zinc**

Les nanoparticules d'oxyde de zinc peuvent agir comme un puissant antioxydant, améliorant l'efficacité des médicaments chimio thérapeutiques tout en réduisant leurs effets nocifs sur la reproduction. Elles augmentent les niveaux d'enzymes antioxydantes, réduisent le stress oxydatif et ont des effets cytoprotecteurs à faibles doses (Zhang et *al*, 2018).

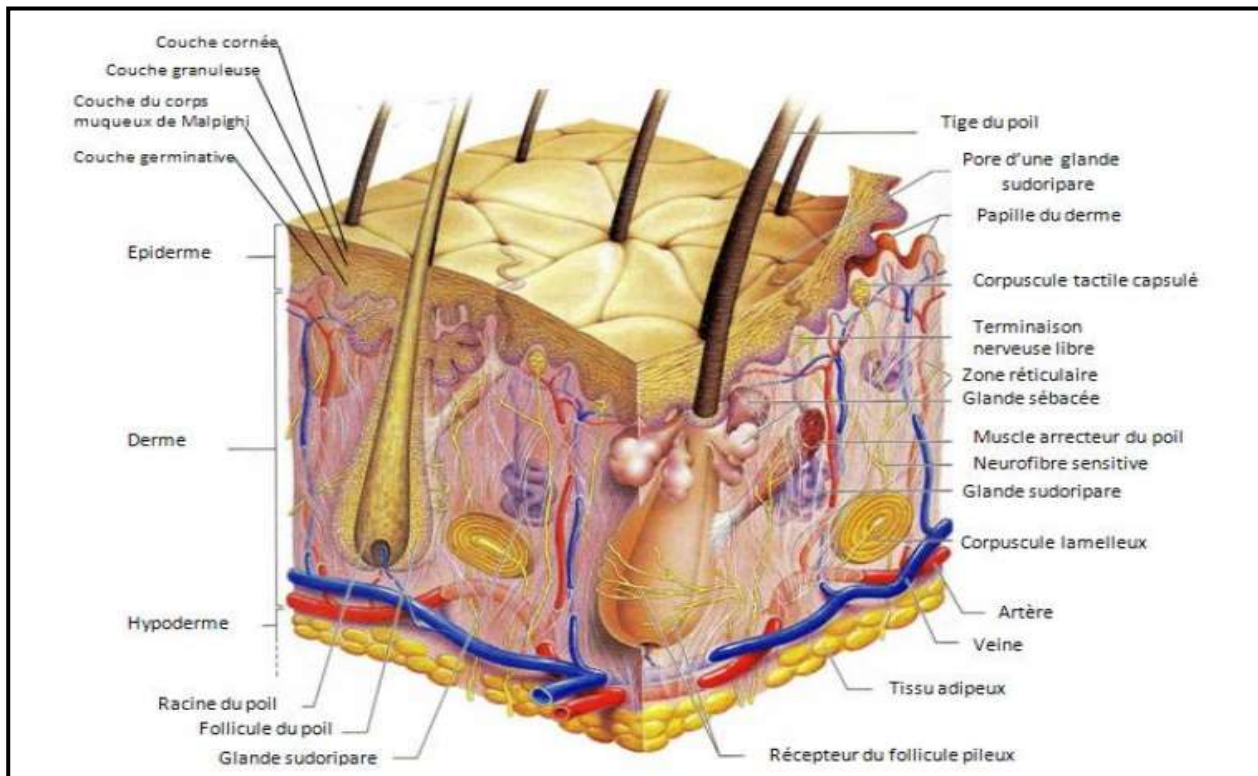
# Chapitre III

## Les maladies de la peau

## Chapitre III : Les maladies de la peau

## 1. La structure de la peau

La peau est constituée de trois éléments superposés, allant du superficiel au profond (Figure 05): l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Ces trois éléments s'organisent selon des degrés d'importance variables selon les régions à peau épaisse ou fine (Delves , 2021).



**Figure 05** : Les 3 couches de la peau (Ganne,1986).

## 1.1. L'épiderme

Au cours du développement embryonnaire, l'épithélium ectodermique forme une structure à deux couches au cours du deuxième mois, avec une couche intermédiaire émergeant au cours du troisième mois. Les mélanocytes et les cellules de Langerhans se développent, tandis que les kératinocytes se stratifient et évoluent à partir du cinquième mois. Les dermatoglyphes se forment à peu près à ce moment-là, sous l'influence de la génétique et de la mécanique (Prost-Squarcioni& al,2005) .

**1. 1.1. Les kératinocytes**

L'épiderme se compose de différentes couches : basale, épineuse, granuleuse, claire et couche cornée. Les kératinocytes forment les couches basale et épineuse, reliées par des desmosomes (Bierry & al, 2022).

La couche granuleuse libère des lipides, tandis que la couche claire est constituée de cellules plates sans noyau. La couche cornée est constituée de cellules kératinisées sans noyau, avec une couche compacte jouant le rôle de barrière et une couche desquamée où les cellules se détachent (Rivera & al, 2023).

**1. 1.2 .Les mélanocytes**

Les mélanocytes produisent la mélanine dans la couche basale de la peau, responsable de la pigmentation. Il existe deux types de mélanine : l'eumélanine et la phéomélanine, synthétisées par les mélanosomes et transférées aux kératinocytes. La synthèse de la mélanine dépend de la tyrosine et de la cystéine (Nissan & al, 2011).

**1.1.3.Les cellules de Langerhans**

Les cellules de Langerhans sont des cellules dendritiques de l'épiderme, représentant 3 à 8 % des cellules épidermiques (Valladeau, 2006).

Elles capturent et présentent les antigènes avec les molécules du CMH et migrent vers les ganglions lymphatiques. En microscopie optique, elles apparaissent comme des cellules claires avec un noyau dentelé, tandis que la microscopie électronique révèle des filaments intermédiaires, un appareil de Golgi élargi et des granules de Birbeck .Elles expriment des marqueurs tels que l'ALC, la E-cadhérine, la langerine et d'autres molécules CM ( Laverdet & al,2018).

**1.1.4 .Les cellules de Merkel**

Les cellules de Merkel se trouvent dans l'épiderme, dispersées ou en grappes. Elles produisent des neuromédiateurs et jouent un rôle sensoriel dans la perception du toucher et la lecture du braille

( Hachi &al ,1996).

**1.1.5 .Le facteur naturel d'hydratation**

L'eau contenue dans la couche cornée de la peau est retenue par le facteur naturel d'hydratation riche en acides aminés et en composés Les acides aminés proviennent de la dégradation de la filaggrine dans les kératinocytes, libérée lors de la maturation des cornéocytes, et sont affectés par l'humidité, la protéolyse étant inhibée à proximité d'une humidité de 100 % (Georgel ,2008).

**1.1.6 .Le film hydrolipidique**

Le film hydrolipidique de l'épiderme est une émulsion eau dans huile renouvelée par les glandes sébacées, les glandes sudoripares et la désintégration des kératinocytes (Thomas, 2020 ).

Il comprend des céramides, du cholestérol, des acides gras et des acides aminés provenant de la désagrégation des kératinocytes, une fraction hydrosoluble provenant des glandes sudoripares contenant des substances minérales et organiques, et une fraction liposoluble provenant des glandes sébacées assurant l'hydratation et la protection. Le pH est légèrement acide, favorisant la flore cutanée et la desquamation du stratum corneum (Marty, 2002).

**1.2. Le derme****1.2.1 .La structure du derme**

Le derme est un tissu conjonctif de 1 à 2 mm d'épaisseur situé entre l'épiderme et l'hypoderme, riche en vascularisation, en fibroblastes, en fibres nerveuses et en récepteurs sensoriels. Il contient de fines fibres de collagène dans la couche superficielle et des fibres plus épaisses avec des glandes, des follicules et une structure microfibrillaire dans la couche profonde. L'épaisseur augmente jusqu'à 50 ans, puis diminue (Ruggiero&al,2005).

**1.2.2. Les fibroblastes**

Les fibroblastes du derme produisent du collagène, de l'élastine et des glycoprotéines, organisant ainsi la matrice extracellulaire (Pestil&al,2017).

**1.2.3. Les macrophages**

Les cellules du système immunitaire ont la capacité de phagocyter les débris cellulaires et les agents pathogènes. De plus, elles présentent les antigènes aux lymphocytes et aux autres cellules du système immunitaire (Delves, 2021).

**1.2.4 .Les cellules dendritiques**

Les cellules dendritiques, lorsqu'elles capturent un antigène, peuvent se spécialiser en cellules présentatrices d'antigène. Elles ont ainsi la capacité d'amorcer la réponse immunitaire après leur migration vers les ganglions lymphatiques (Borgne & al, 2007).

**1.2.5. Les mastocytes**

Les mastocytes sont des cellules granuleuses contenant des médiateurs chimiques tels que l'histamine, l'héparine et les protéases. Libérés en réponse à des antigènes spécifiques, ces médiateurs modulent ou amplifient les réactions inflammatoires. Ils sont impliqués dans des

affections dermatologiques telles que l'urticaire, le psoriasis, l'allergie de contact et la dermatite atopique (Bonneville, 2006).

### **1.2.6. La matrice extracellulaire (MEC)**

La matrice extracellulaire est constituée d'acide hyaluronique, de collagène et de fibres élastiques, qui assurent la souplesse, l'hydratation et la tonicité du derme. Elle comprend également des glycoprotéines comme la fibronectine, qui favorise la cicatrisation en stimulant la migration des cellules vers les zones lésées (Jaeger & Cherin, 2012).

### **1.3. La jonction dermo-épidermique**

La jonction dermo-épidermique relie l'épiderme au derme et comprend la lame basale et les systèmes d'ancrage . Les hémidesmosomes relient les kératinocytes basaux à la lame, tandis que les fibres d'ancrage, principalement le collagène VII, interagissent avec la membrane basale pour former un réseau capturant les fibres de collagène. La jonction joue un rôle de soutien mécanique, facilitant les échanges de nutriments entre les deux tissus (Prost, 2006).

### **1.4. L'hypoderme**

L'hypoderme, la couche cutanée la plus profonde, représente 15 à 50 % du poids total en fonction du type de corps. Son épaisseur varie en fonction de la zone corporelle, du sexe, du mode de vie et de la génétique. Il est composé de graisse et de tissu conjonctif, notamment de tissu adipeux blanc et brun, qui stocke l'énergie excédentaire et régule la température corporelle (Bourahla, 2022)

### **1.5. L'innervation cutanée**

L'épiderme, le derme et l'hypoderme possèdent des terminaisons nerveuses, y compris des plexus profonds et superficiels, et émettent des fibres nerveuses libres ou encapsulées avec des récepteurs sensoriels (Danigo, 2014).

## **2. La maladie infectieuse de la peau**

Une maladie infectieuse de la peau est une infection qui affecte la peau en raison de la présence de microorganismes tels que des bactéries, des virus, des champignons ou des parasites. Ces infections peuvent causer divers symptômes tels que des rougeurs, des gonflements, des démangeaisons, des cloques, des plaies, des croûtes, et parfois des douleurs ou des décharges de liquide (Rehmus, 2023).

### **2 .1. Le psoriasis**

Le psoriasis est une maladie auto-immune qui provoque des plaques rouges et douloureuses qui se détachent de la peau (Figure 06). Malgré les idées fausses courantes, cette maladie n'est ni

psychosomatique, ni contagieuse, ni quelque chose dont il faut avoir honte. Elle a cependant un impact important sur la qualité de vie de ceux qui en souffrent (Kim, 2017).



**Figure 06 :** Maladie de psoriasis((Fletcher, 2018) ).

### **2.2. La rosacée**

La rosacée, qui survient souvent chez les femmes de plus de 40 ans (Figure 07), se présente en quatre stades, le premier stade étant la couperose caractérisée par une rougeur du visage. Bien qu'elles ne soient pas liées au risque cardiovasculaire, ces rougeurs peuvent parfois être confondues avec des signes d'alcoolisme, entraînant des défis sociaux pour les personnes concernées (Belgnaoui ,2005).



**Figure 07 :** Maladie de rosacée ((Rehmus, 2024).

### **2.3. L'urticaire**

L'urticaire apparaît sous la forme de plaques qui démangent et ressemblent à des piqûres d'ortie, d'où son nom (Figure 08). Cette affection peut être aiguë, durant généralement environ huit jours, ou devenir chronique, persistant au-delà de six semaines (Ruenger, 2024).



**Figure 08 :** Maladie d'urticaire (Ruenger & Msd, 2024).

#### 2.4. L'érythrasma et la cellulite

Est une infection cutanée qui touche principalement les adultes, en particulier les diabétiques et les personnes vivant dans des climats chauds et humides (Figure 09). Elle se caractérise par des symptômes tels que desquamation, gerçures et lésions cutanées, principalement entre les orteils, à l'aîne, sous les aisselles, sous les seins ou sur l'abdomen, ainsi que dans la région périnéale. Parfois, l'infection peut se propager au tronc et à la région anale. La cellulite est une infection bactérienne (Figure 10), qui se propage et qui touche la peau et ses tissus sous-jacents (Issouf, 1972).



**Figure 09 et 10 :** Maladie d'érythrasma et cellulite ((Rehmus, 2024)

**DEUXIEME PARTIE**

**PARTIE PRATIQUE**

**CHAPITRE IV**

**MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## 1. Matériels utilisés

### 1.1. Matériel végétal

La plante utilisée dans ce travail expérimental est une plante appartenant à la famille des Simmondsiacées, qui est le jojoba (*Simmondsia chinensis*). Les graines de jojoba (Figure11) nous a été importé de Tunisie.



**Figure 11** : Photo originale des graines de jojoba.

### 1.2. Matériel animale

Nous avons utilisé des rats de souche WISTAR ALBINOS ( $120 \pm 15$  g) fournies par les laboratoires de l'Institut Pasteur d'Alger. Ils sont divisés en six lots et hébergées au niveau de l'animalerie de la faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'université El-Chahid Hamma Lakhdar, dans des cages en plastique (Cinq rats par cage:  $n= 5$ ) munies d'un porte étiquette où le nom du lot est mentionné selon le traitement. Les rats sont soumis à une période d'adaptation (10 jours) aux conditions de l'animalerie, d'environ à une température de,  $18.61 \pm 0.13^\circ\text{C}$  une humidité de  $64.8 \pm 0.3\%$  et une photopériode de 12 h/12 h.

## 2. Méthodes suivies

### 2.1. Extraction de l'huile de jojoba

L'extraction d'huile végétale fixe de jojoba est réalisée par une extraction mécanique à chaud. Pour cela 50 g des graines de jojoba sont nettoyées, puis pressés à l'aide d'une presse (Figure 11).



**Figure 12:** Extraction d'HF de jojoba par Machine de pression à chaud (Photo originale).

## 2.2. Calcul du rendement

Le rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile récupérée (PEB) à la masse de la matière végétale sèche (PMV), exprimées dans la même unité de masse multiplié par 100, comme suit :

$$R (\%) = \text{PEB} / \text{PMV} \times 100$$

R : Rendement (%).

PEB : Poids de l'Extrait (g).

PMV : Poids de matière végétale (g).

## 2.3. Caractéristiques organoleptiques

Les propriétés organoleptiques font référence aux caractéristiques sensorielles perçues par les sens lors de l'évaluation d'un produit. (L'odeur/l'arôme : c'est l'une des propriétés les plus caractéristiques d'une huile. Texture : dans certains cas, les huiles ont une viscosité ou une consistance spécifique qui peut être évaluée par le toucher ou l'application sur la peau. Couleur : la couleur des huiles varie de claire à foncée et peut être évaluée visuellement) (BEN MOUSSA & OUCHEN, 2023 ).

## 2.4. Indice de saponification

Le concept d'indice de saponification est une véritable énigme pour beaucoup. Il s'agit de calculer la quantité de potasse en milligramme requise pour transformer les acides gras présents dans gramme de matière grasse en savon.

Cet indice mystérieux est calculé en suivant une norme bien précise la NF ISO 3657 (qui concerne les corps gras d'origine animale et végétale et la détermination de l'indice de saponification). Pour y parvenir, il est impératif de travailler dans des conditions bien particulières: dans une phase uniforme, à une température élevée en présence d'un excès de solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. Cet excès est ensuite mesuré de nouveau, ce qui permet de déterminer la quantité d'hydroxyde de potassium utilisée. Cet indice de saponification (I.S) révèle la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras, un vrai mystère de la chimie ( Nessrine, &al ,2022).

### *Principe*

L'indice de saponification est un concept plutôt complexe qui vise à mesurer la quantité de potasse requise pour transformer les acides gras présents dans une matière grasse en savon. Cela peut sembler déconcertant au premier abord, mais c'est en réalité une méthode fascinante.

### *Mode opératoire*

1 gramme d'huile grasse dans un ballon puis ajouter 25 ml de KOH à 0.5N. Le tout est mis dans un chauffe ballon muni d'un réfrigérant. Après une ébullition pendant 45 à 60 minutes, et refroidissement, on ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 2%. Titrer par une solution d'acide chlorhydrique (HCl à 0.5N) jusqu'à la disparition de la couleur rose et la réapparition de la couleur initiale du mélange. Enfin le volume de HCl utilisé va noter. Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions opératoires .

L'indice de saponification est calculé selon la formule (Indice De Sanonification).

$$IS = \frac{(V^0 - V)}{P} \times N \times 56.11$$

**V<sub>0</sub>** : Volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc.

**V** : Volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser.

**P** : Prise d'essai en grammes.

**N** : Normalité de la solution d'HCl.

Masse molaire exprimée (g/mole) d'hydroxyde de potassium

### 2.5. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde (I.P) est comme un détecteur de possibles agresseurs cachés dans nos graisses. Ces agresseurs, appelés peroxydes, sont les complices de l'oxydation des graisses insaturées. Leur traque se fait en les faisant sortir de leur cachette en leur volant leur allié, l'iode du potassium. On mesure cet iode volé en le confrontant au thiosulfate, un réactif rusé. Chaque millilitre de thiosulfate 0,01 N équivaut à 80 mg d'oxygène capturé par les graisses. L'indice de peroxyde, lui, est calculé en microgrammes de peroxyde par gramme de produit. Ce peroxyde agressif vole l'iode du potassium, déclenchant une réaction en chaîne destructive pour nos chères graisses insaturées. Cette destruction entraîne une perte de qualité nutritionnelle, notamment des acides gras essentiels comme l'acide linoléique. En plus, cette réaction crée des sous-produits malodorants et au goût désagréable, peut-être même toxiques (FEGUIR&al,2023 ).

#### *Principe*

Le concept de base implique de mélanger de l'huile avec de l'acide acétique et du chloroforme, puis d'ajouter une solution d'iodure de potassium. Ensuite, on doit mesurer la quantité d'iode libéré en l'ajustant avec une solution titrée de thiosulfate de sodium. Cela peut sembler déroutant, mais c'est en réalité une méthode très préc.

#### *Mode opératoire*

Dans un erlenmeyer, peser 1 gr d'huile. On ajoute 10 ml du chloroforme, dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant. On ajoute aussi 15 ml d'acide acétique puis 1 ml de solution d'iodure de potassium (KI). Boucher rapidement l'erlenmeyer, l'agiter pendant 1 min et le laisser pendant 5 min à l'abri de la lumière à une température comprise entre 15 et 25°C. 75 ml d'eau distillée a été ajouter et bien agiter. En fin on titre l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium à 0.01N en agitant vigoureusement en présence d'amidon (1g/100ml) comme indicateur coloré. Effectuer simultanément un essai à blanc .

L'indice de peroxyde est calculé selon la formule suivante:

$$IP = \frac{(V1 - V0) \times C}{m} \times 100$$

**V0** : Volume de thiosulfate de sodium (ml) nécessaire pour l'essai de blanc.

**V1** : Volume de thiosulfate de sodium (ml) nécessaire pour la détermination.

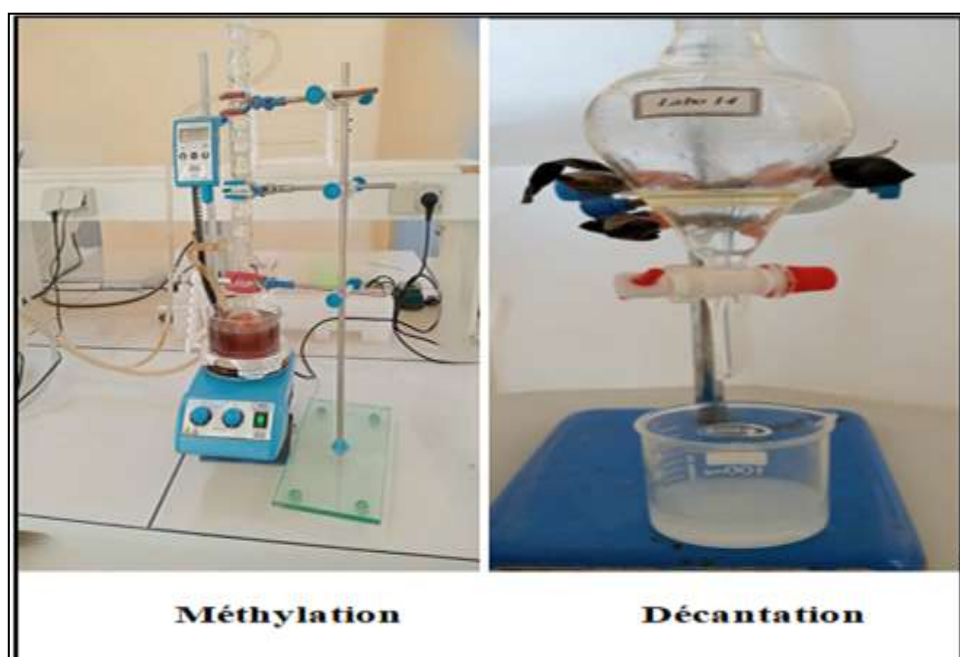
C : Concentration exacte, en mole par litre de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisé.

m : Masse (g) de la prise d'essai.

## 2.6. Analyse des acides gras de Jojoba par CPG/FID

### 2.6.1 Préparation des esters méthyliques :

- Desséchez l'huile à examiner avant la méthylation (Figure 14).
- peser 1g d'huile dans un ballon à fond rond et à col rodé de 25 ml mené d'un Montage à reflux et d'une étuve à gaz.
- Ajouter 10 ml de méthanol et 0.2 ml d'une solution KOH dans du méthanol.
- Fixez le réfrigérant et faites passer un courant d'azote à un débit d'environ 50 ml / min agitez et chauffez à ébullition.
- Refroidissez le ballon sous l'eau courant et transvasez dans une ampoule à décantation.
- Ajoutez 10 ml de solution de Na Cl à 200g/l et agitez vigoureusement.
- laissez les phases se séparer et transférez la phase organique dans un flacon contenant du sodium laissez reposer, puis filtrer (Méthylation Décantation).



**Figure 13:** Les étapes de méthylation et d'identification d'HF de jojoba par CPG/FID.

### 2.6.2. Analyse par la CPG/FID

L'analyse chromatographique a été réalisée sur un chromatographe en phase gazeuse (CPG/FID), instrument de type Shimadzu équipé d'une colonne capillaire en cire DB,

longueur 30 m, diamètre interne 0,32 mm ; Épaisseur du film de phase : 0,25  $\mu\text{m}$ , Les conditions analytiques sont les suivantes : Le gaz vecteur qui constitue la phase mobile est de l'azote réglé au débit de 0,59ml/min ; La programmation de la température a été programmée comme suit : Dans un premier temps la température du four à température initiale est maintenue à 50°C pendant 01 minute, augmentée de 25°C/min jusqu'à 200°C, puis la montée en température se fait progressivement à raison de 03 °C/min jusqu'à 230°C. L'injection se fait en mode "Split", ration "Split 50" ; le volume injecté est de : 1 $\mu\text{l}$  ; les analyses ont été réalisées en mode FID l'identification des composés a été faite en comparant les spectres de masse avec ceux contenus dans la bibliothèque. Le pourcentage de chaque composé calculé par la méthode de standardisation interne (Figure 15).



**Figure 14 :** Chromatographie en phase gazeuse.

### 2.7. Formation de la pommade

La méthode décrite dans la littérature consiste à préparer, la phase aqueuse, la phase huileuse et l'émulsion. Pour faire la formation de 100g de la pommade de l'émulsion à 85g de l'eau distillée. Dans un bain marie 60°C, on ajoute 10g de l'huile de jojoba à 5g émulsion (Sorbitan stearate) jusqu'à la fusion totale, après on ajoute 85g de l'eau distillée. A l'aide d'un agitateur on mélange les composants jusqu'à l'obtention d'une pommade homogène. Pour la réalisation de protocole de l'effet thérapeutique contre les plaies sur les rats on ajoute les produits suivants dans la pommade : d'Oxyde de Zinc, Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs l'extrait aqueux et Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs de l'huile essentielle. Puis 3

à 4 gouttes de biocrol (Conservateur). Les pommades ont conservée dans des boites en verre stérile.

## 2.8. Contrôle de qualité de la pommade

### 2.8.1. Caractéristiques macroscopiques

La fonction sensorielle évalue tout ce que les sens peuvent percevoir. Couleur, apparence, odeur, aussi le contrôle macroscopique pour vérifie la texture spéciale.

### 2.8.2. Le pH

Les valeurs de pH ont été mesurées à l'aide d'un pH-mètre numérique. Cela a été réalisé en dissolvant 1 g l'échantillon dans 100 ml d'eau ultra -peur.

### 2.8.3. L'homogénéité

Un échantillon de pommade a été collecté, puis une petite quantité de pommade a été placée sur une lame de microscope, la lame préparée a été placée sur la platine du microscope, et l'échantillon a ensuite été observé à différents grossissements pour évaluer la distribution des particules ou des ingrédients actifs.

## 2.9. Etude de l'effet contre les plaies In vivo

### 2.9.1. Protocole expérimentale

Le principe est de réaliser une entaille dans le dos du four à l'aide de ciseaux. Après avoir divisé les rats en sept lots de cinq souris chacun (n = 5), elles ont été soumises à une période d'adaptation de 15 jours, puis le processus de blessure a été effectué, puis elles ont été traitées pendant 10 jours (Tableau 06).

**Tableau 06** : Résumé du protocole expérimental suivi et concentrations utilisées.

|        | contrôle négatif | Huile (1%) | ZnO-NPs extrait (1%) | Pommade douce (27%) | Oxyde de zinc (1%) | ZnO-NPs Huile Essentielle (1%) | contrôle positif |
|--------|------------------|------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| Lot(1) | +                | -          | -                    | -                   | -                  | -                              | -                |
| Lot(2) | -                | +          | -                    | -                   | -                  | -                              | +                |
| Lot(3) | -                | -          | +                    | -                   | -                  | -                              | +                |
| Lot(4) | -                | -          | -                    | +                   | -                  | -                              | +                |
| Lot(5) | -                | -          | -                    | -                   | +                  | -                              | +                |
| Lot(6) | -                | -          | -                    | -                   | -                  | +                              | +                |
| Lot(7) | -                | -          | -                    | -                   | -                  | -                              | +                |

### 2.9.2. Sacrifice et prélèvement de sang

Les rats sont sacrifiés après 25 jours et 16 heures de jeûne. Les souris sont sacrifiées par décapitation, le sang est collecté dans des tubes à essai EDTA et Citrate pour effectuer des analyses FNS et VS. Après avoir collecté le sang, le site de la plaie est retiré à l'aide d'une lame chirurgicale et placé dans des flacons contenant de la formule 10% pour la réalisation des coupes histologiques.

### 2.9.3. Etude histologique

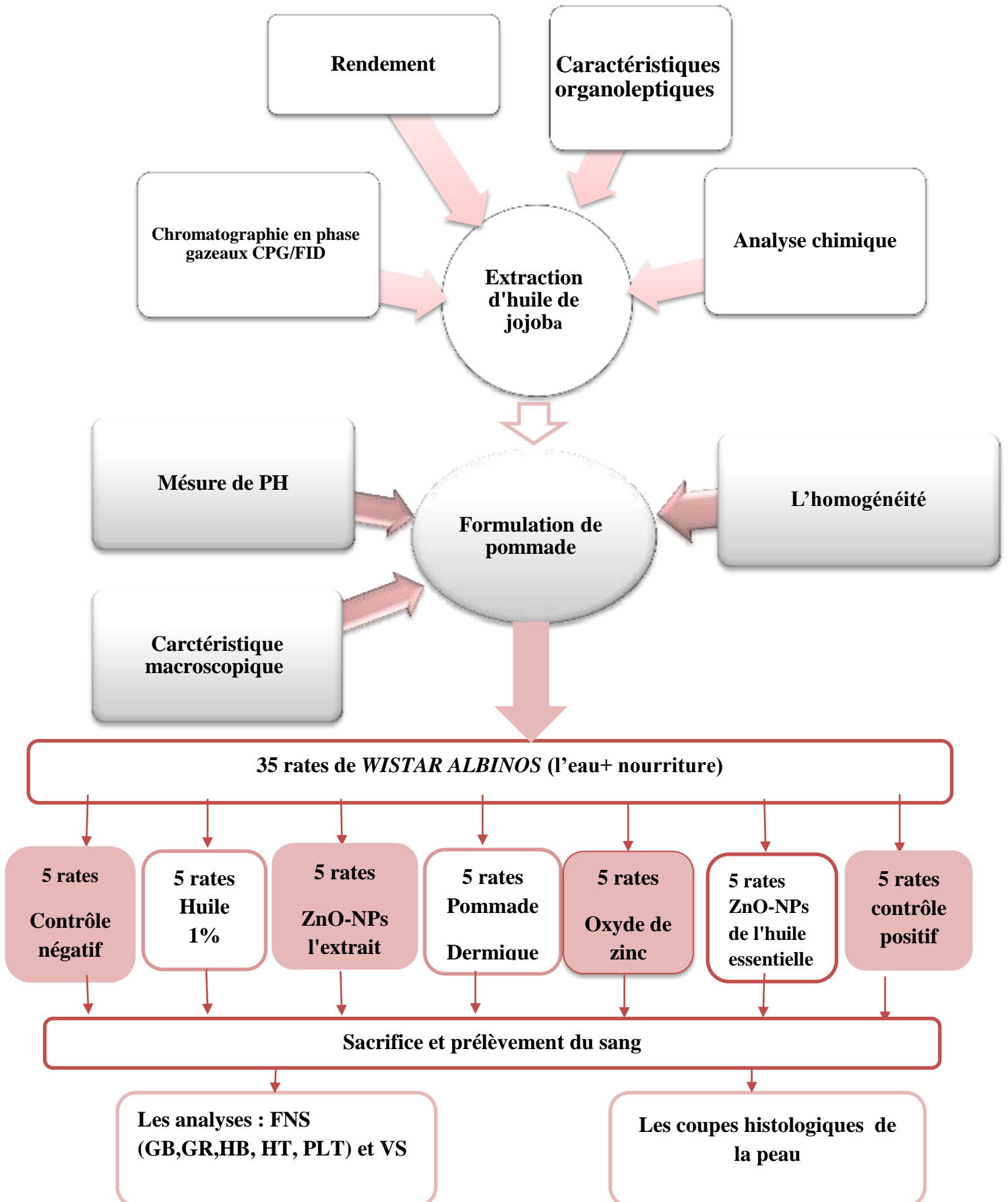
#### *Préparation des blocs*

Les fragments de peau préalablement fixés dans le formol à 10 % sont disposés dans des cassettes qui sont ensuite placées dans un automate. Les fragments d'organes sont d'abord déshydratés par submersion dans des bains d'éthanol à des concentrations croissantes (60%, 70%, 80%, et 100%). Les échantillons subissent deux bains de xylène et deux autres de paraffine fondue.

Le xylène occupe la place de l'eau et par conséquent facilite la pénétration de la paraffine puisque cette dernière est hydrophobe. La durée des bains est de 24 heures. A l'aide d'un appareil d'inclusion, les échantillons de la peau sont placés dans des moules métalliques et recouverts de paraffine fondue. Après refroidissement, les blocs sont prêts à la coupe.

#### *Réalisation des coupes et coloration*

Les blocs sont placés dans le microtome afin de réaliser des coupes de 3 µm d'épaisseur. A l'aide d'une pince très fine, les coupes sont placées sur des lames qui sont ensuite déparaffinées par chauffage à l'étuve pendant une heure. Pour mettre en évidence les couches de la peau, les coupes sont d'abord réhydratées par submersion successive dans les bains suivants: bain de xylène (5min), bain d'éthanol (5 min). Après rinçage dans de l'eau distillée (5 min), les coupes réhydratées sont placées dans un bain d'hématoxyline (5 à 6 min). L'excès de colorant est enlevé par un bain d'eau additionné de quelques gouttes d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH), ensuite elles sont mises dans un bain d'éosine (5min) pour colorer le cytoplasme et l'excès de colorant est enlevé par l'éthanol. Les lames ainsi colorées sont couvertes de lamelles et prêtent à l'observation microscopique.



# **CHAPITRE V**

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

## 1.RESULTATS

### 1.1. Rendement d'extraction de l'huile

Nous avons pu récupérer une quantité de 76 ml d'huile à partir de 150 g de grain (Figure 16).

Le rendement de l'extraction de l'HF de jojoba (*Simmondsia chinensis*) est :  $R= 50.66 \%$ .



**Figure 15** : Rendement d'extraction de l'huile de jojoba

### 1.2. Caractéristiques organoleptiques

**Tableau 7:** Les caractéristiques organoleptiques d'HF de jojoba.

| Huile  | Aspect | Couleur        | Odeur                      |
|--------|--------|----------------|----------------------------|
| jojoba | Fluide | Jaunâtre foncé | Une odeur légère et neutre |

### 1.3. Analyses chimiques

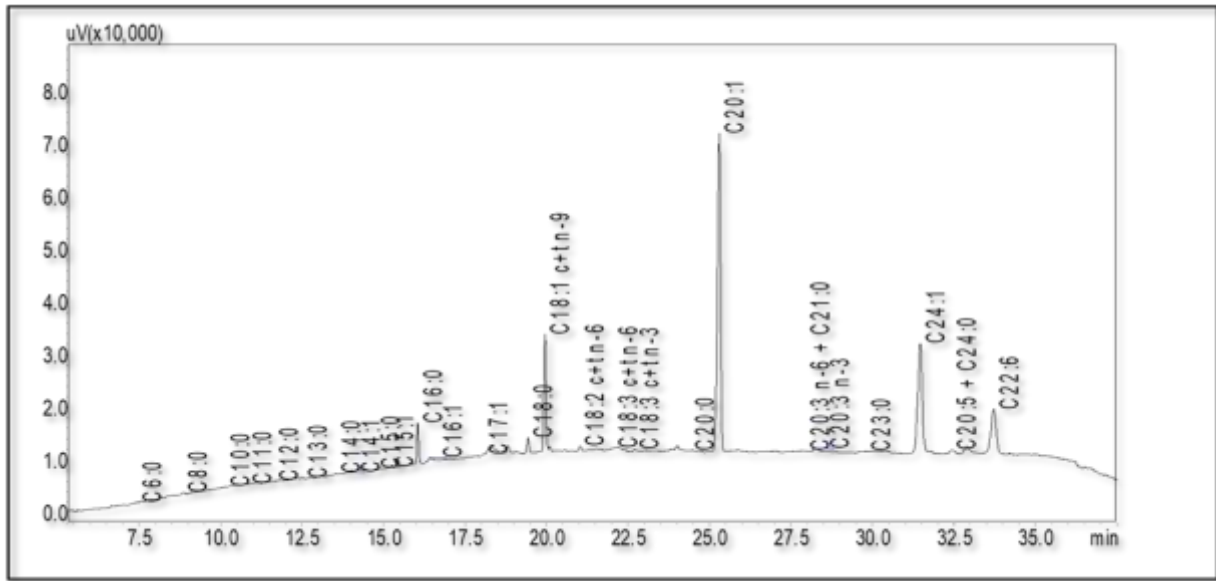
Les résultats des analyses chimiques des huiles fixe de jojoba révèlent que l'huile de cette plante a une Indice de saponification et Indice de peroxyde de de l'ordre de 55.9 et 5, respectivement, Les résultats sont représentés dans le tableau 8.

**Tableau 8:** Les caractéristiques chimiques d'HF de jojoba.

| Paramètre                | Huile de Jojoba |
|--------------------------|-----------------|
| Indice de saponification | 55.9            |
| Indice de peroxyde       | 5               |

### .4. Analyse des acides gras de Jojoba par CPG/FID

Les résultats obtenus de la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (CPG/FID) sont présentés dans la figure et le tableau ci-dessous (Figure 17) :



**Figure 16:** Chromatogramme d'huile de Jojoba.

**Tableau 9:** Les compositions d'acide gras de l'HF de jojoba.

| Numéro de Pic | Acide gras    | Dénomination         | Massique %       |
|---------------|---------------|----------------------|------------------|
| 2             | C6:0          | Caproïque            | 2.25154099517384 |
| 3             | C8:0          | Caprylique           | 2.63709040776967 |
| 4             | C10:0         | Caprique             | 5.45775789709666 |
| 5             | C11:0         | /                    | 3.77421715631183 |
| 6             | C12:0         | Laurique             | 3.38660297081504 |
| 7             | C13:0         | /                    | 5.47183589414861 |
| 8             | C14:0         | Myristique           | 4.15601243636048 |
| 9             | C14:1         | Myristoléique        | 3.85530641933101 |
| 10            | C15:0         | /                    | 3.27116339498912 |
| 11            | C15:1         | /                    | 2.20142332566893 |
| 12            | C16:0         | Palmitique           | 5.31712809187914 |
| 13            | C16:1         | Palmitoléique        | 8.53633429241522 |
| 15            | C17:1         | /                    | 4.62396505836701 |
| 16            | C18:0         | Stéarique            | 4.62396505836701 |
| 17            | C18:1c+t n-9  | Oléique              | 2.56441040165618 |
| 18            | C18:2 c+t n-6 | linoléique           | 1.95645866870005 |
| 19            | C18:3 c+t n-6 | $\gamma$ -linoléique | 8.89935890972795 |
| 20            | C18:3 c+t n-3 | $\alpha$ -linoléique | 8.60465950477398 |

|                                |                   |               |                  |
|--------------------------------|-------------------|---------------|------------------|
| 21                             | C20:0             | Arachidique   | 6.59319528599258 |
| 22                             | C20:1             | Gadoléique    | 2.43568119661323 |
| 24                             | C20:3 n-6 + C21:0 | /             | 7.74898007329424 |
| 25                             | C20:3 n-3         | /             | 8.23844387479614 |
| 27                             | C23:0             | /             | 2.02591762908806 |
| 28                             | C24:1             | Sélacholéique | 3.95006447895449 |
| 29                             | C20:5 + C24:0     | /             | 1.5580588603952  |
| 30                             | C22:6             | /             | 1.77153948475711 |
| $\Sigma$ AGS                   | /                 | /             | 43.494591341444  |
| $\Sigma$ AGMI                  | /                 | /             | 28.164942946985  |
| $\Sigma$ AGPI                  | /                 | /             | 38.777498919410  |
| Rapport $\omega$ 6/ $\omega$ 3 | /                 | /             | 35.442131218844  |

**1 .5.Contrôle de qualité de la pommade**

**1.5.1. Caractéristiques macroscopiques et mesure de pH**

Les résultats concernant les caractéristiques macroscopiques de la pommade formée (Figure 18) à partir de l’huile de Jojoba sont mentionnés dans le tableau 10.



**Figure 17:** Pommade obtenu à partir de l’huile de Jojoba.

**Tableau 10:** Les caractéristiques macroscopiques et mesure de pH.

| Couleur | Odeur     | Texture | pH   |
|---------|-----------|---------|------|
| Blanc   | Son odeur | Humide  | 6.55 |

**1.5.2. Homogénéité microscopique**

En ce qui concerne l’homogénéité microscopique, l’observation par différentes agrandissements de la pommade formée à partir de l’huile de Jojoba révèlent que la pommade à une structure homogène les résultats obtenus est représentée dans la Figure 19.

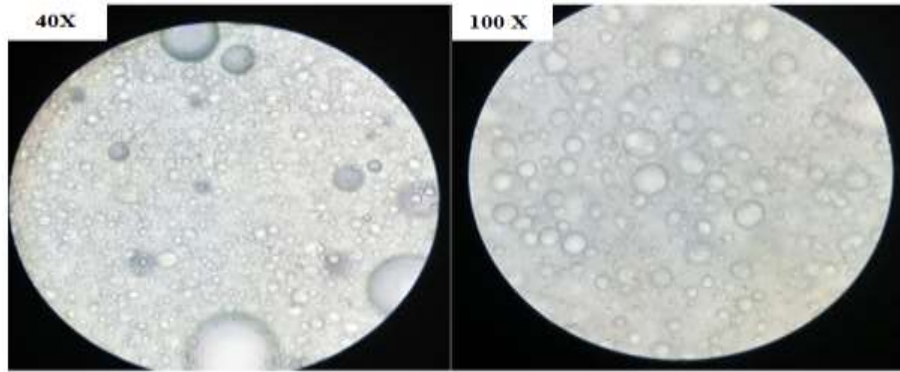


Figure 18: Examen microscope (40X ,100X).

## 1.6. Étude des paramètres hématologiques et inflammatoires

### 1.6.1. Étude de paramètre inflammatoire

Les effets de pommade sur la vitesse de sédimentation chez les différents lots étudiés sont représentés dans la figure 20. Concernant le VS, nous n'avons constaté aucune augmentation de celui-ci pour le lot1, lot2, lot3, lot4, lot6, et quant au lot7, lot5, nous avons constaté une augmentation du VS.

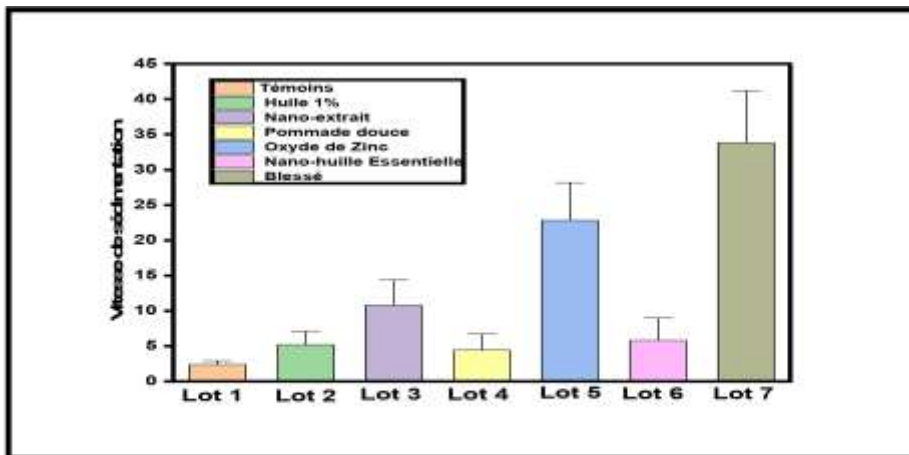
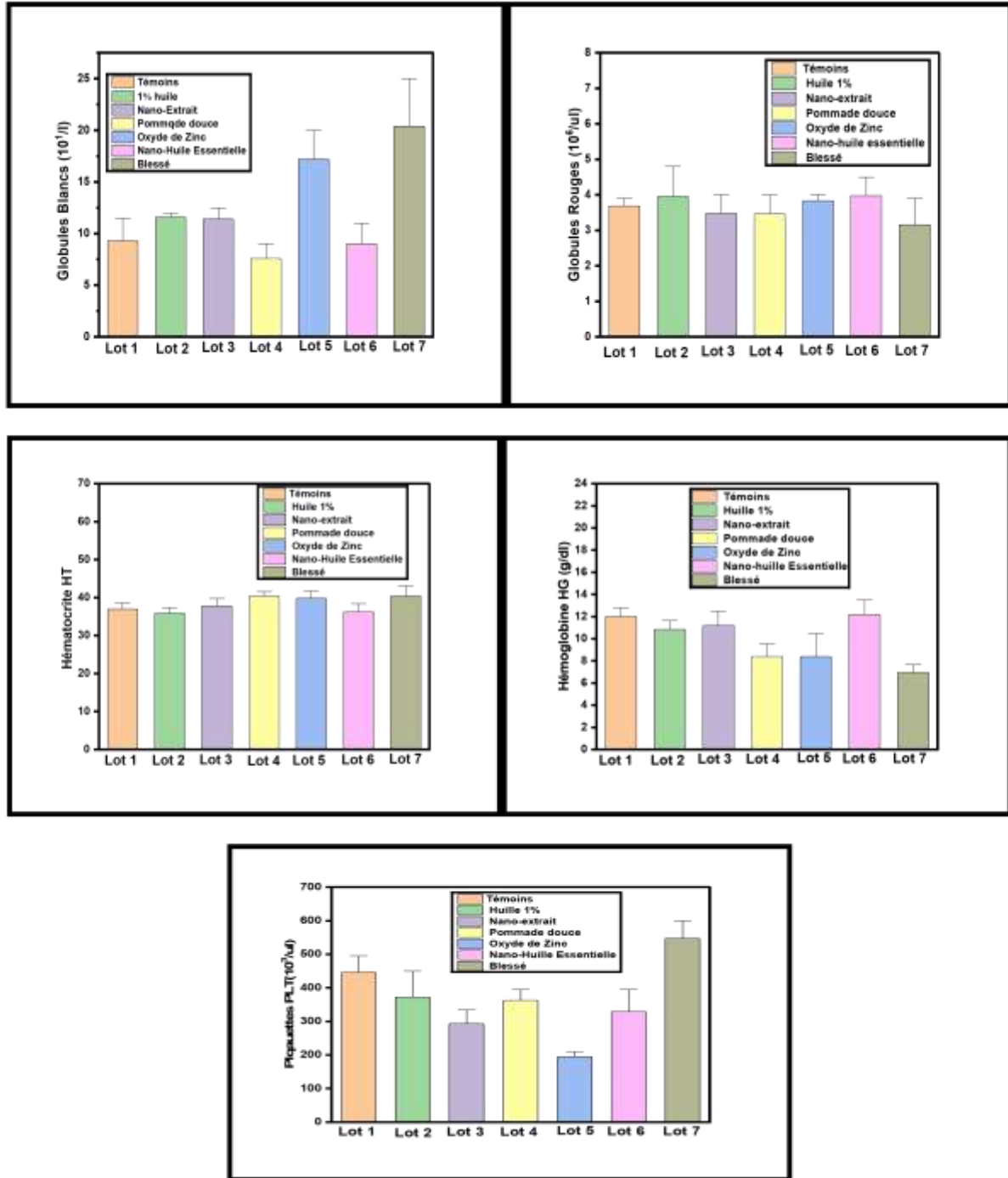


Figure 19: Variation de taux vitesse de sédimentation chez le groupe témoins et les groupes expérimentaux.

### 1.6.2. Étude des paramètres hématologiques

On a dosé la numération formule sanguin (FNS) pour évaluer l'effet de de pommade chez les différents lots étudiés. Les résultats sont présentés dans la figure 21.

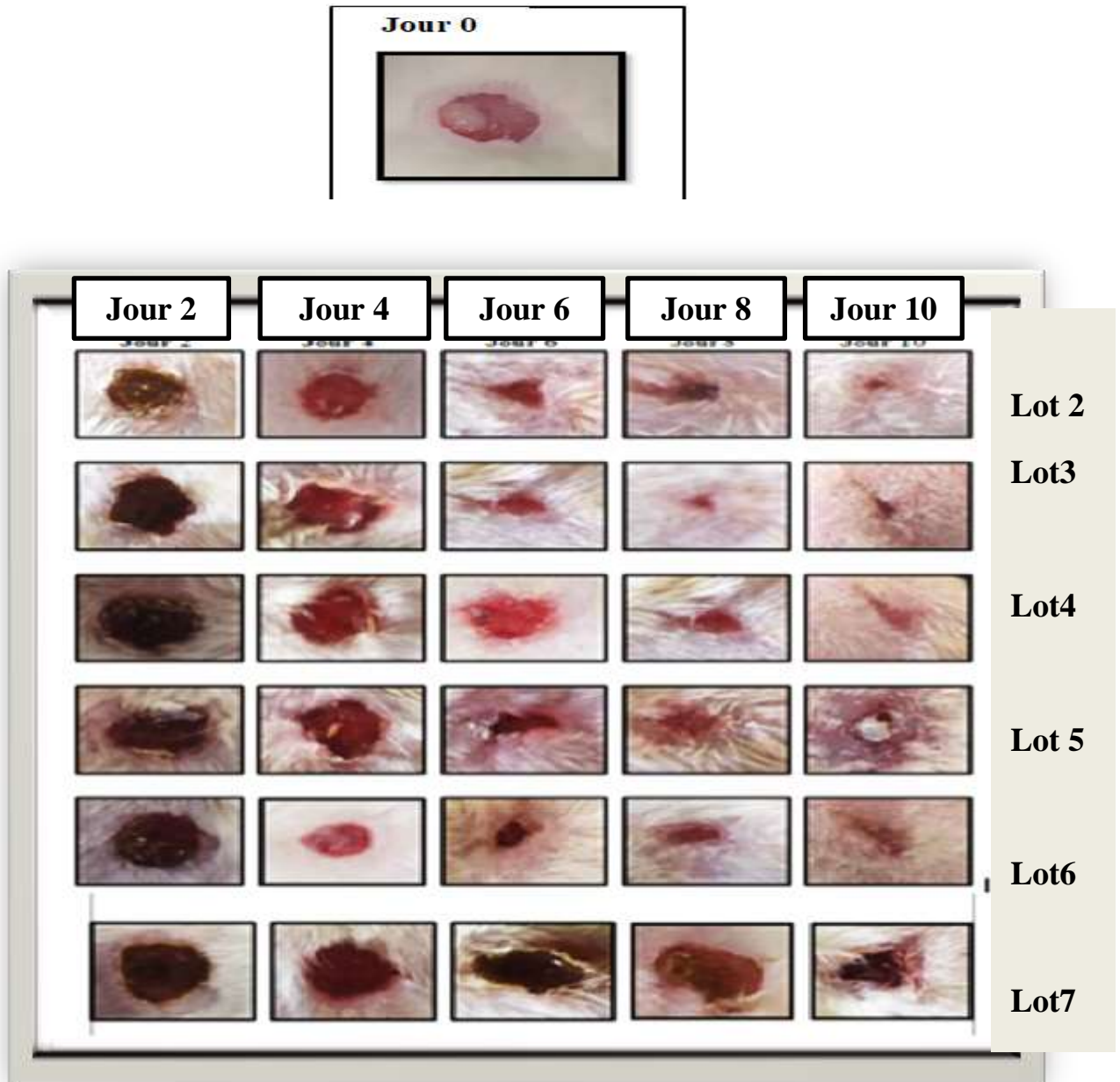
Par rapport au GB, nous avons constaté qu'il n'y avait pas d'augmentation du nombre de lot 1, lot 2, lot3, lot4, lot6 Quant au lot5, lot7, nous avons constaté une augmentation de leur nombre. Quant au PLT, nous avons constaté qu'il n'y avait pas d'augmentation de son nombre dans le lot1, lot2, lot3, lot4, lot5, lot6. Quant au lot7, nous avons constaté une augmentation de celui-ci. Concernant GR, nous avons constaté qu'il n'y a pas d'augmentation ou de diminution de son nombre pour le lot1, lot2, lot3, lot4, lot5, lot6, et pour le lot7, nous avons constaté une diminution de son nombre. Quant au HT, il n'y a pas de différence pour le lot 1, le lot 2, le lot3, le lot4, le lot5, le lot6. Quant au lot7, nous avons constaté une légère augmentation de celui-ci. Quant à HG, nous avons constaté qu'il est stable pour le lot 1, le lot 2, le lot3, le lot4, le lot5 et le lot6. Quant au lot7, nous avons constaté une diminution de celui-ci.



**Figure 20:** Variation de taux d’hémoglobine, de nombre de globule rouges, globules Blancs, HT, PLT chez le groupe témoins et les groupes expérimentaux.

### 1.6.3 . Activité anti –inflammatoire

L'état de la plaie dans chaque lot varie de 2à 10 jours après avoir été traitée pendant dix jours.

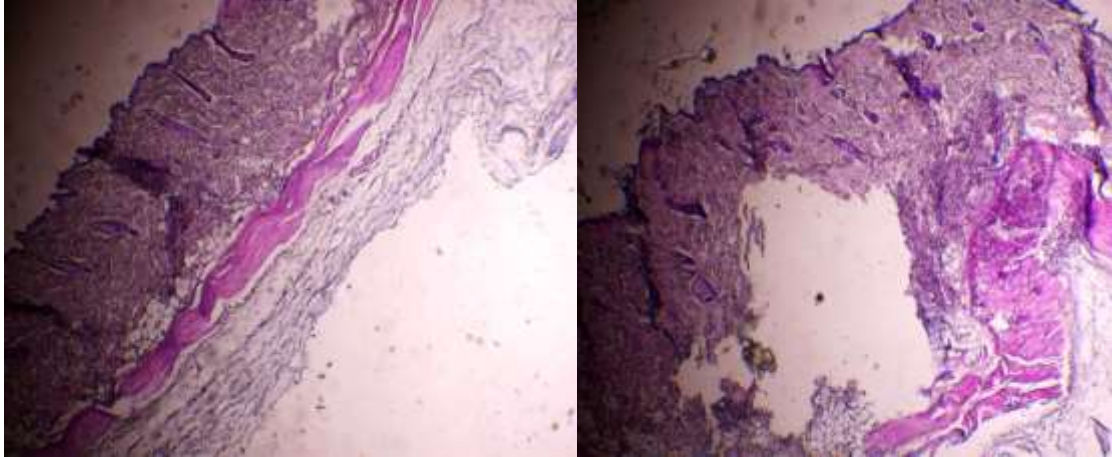


**Figure 21** : Photo de l'observation macroscopique des rats

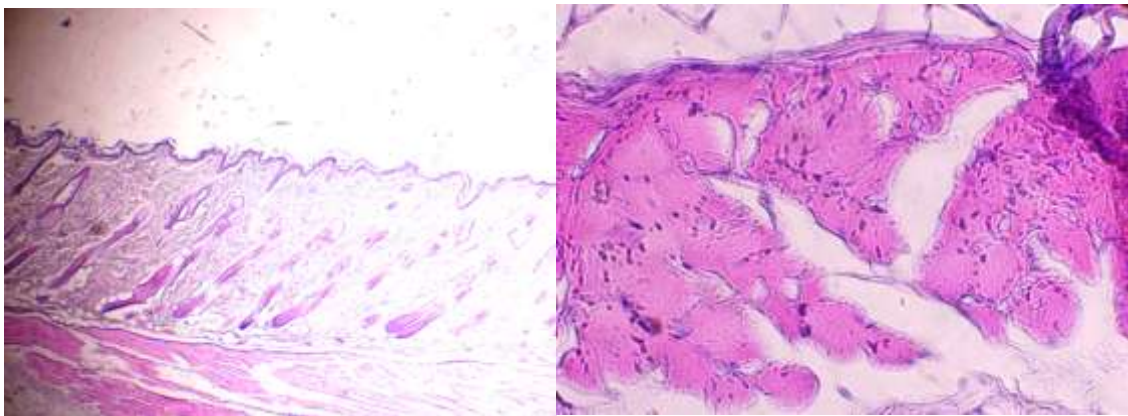
**Lot 2:** Pommade huile 1 %, **lot 3:** Pommade Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs l'extrait aqueux, **lot 4:** Pommade dermique (douce), **Lot 5:** Pommade oxyde de zinc, **lot 6:** Pommade Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs de l'huile essentielle, **lot 7:** contrôle positif.

#### 1.6.4. Etude histologique

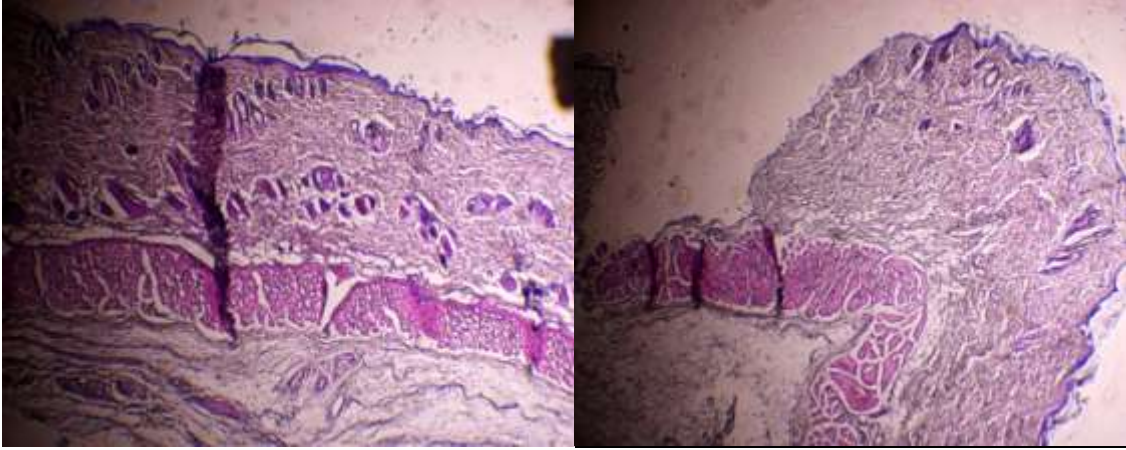
Il y'a des modifications sur l'aspect générale de la peau qui se fait par les plaies, différentes pommades d'Oxyde de Zinc (Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs extrait, Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs de l'huile essentielle et Oxyde de Zinc) et le médicament (Pommade Douce) par rapport le lot témoin. Les résultats d'histologie de la peau sont présentés dans les figures suivantes.



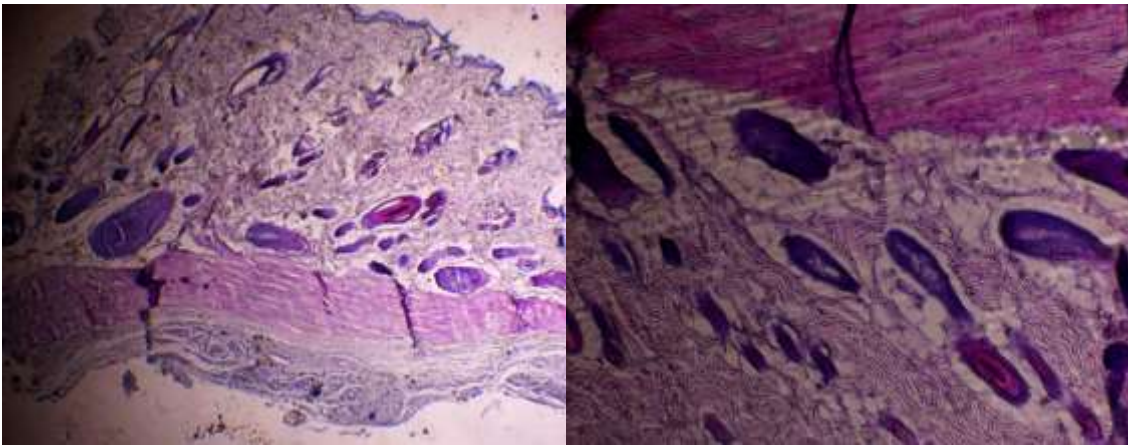
**Figure22:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot (1) le contrôle négatif (40X,100X).



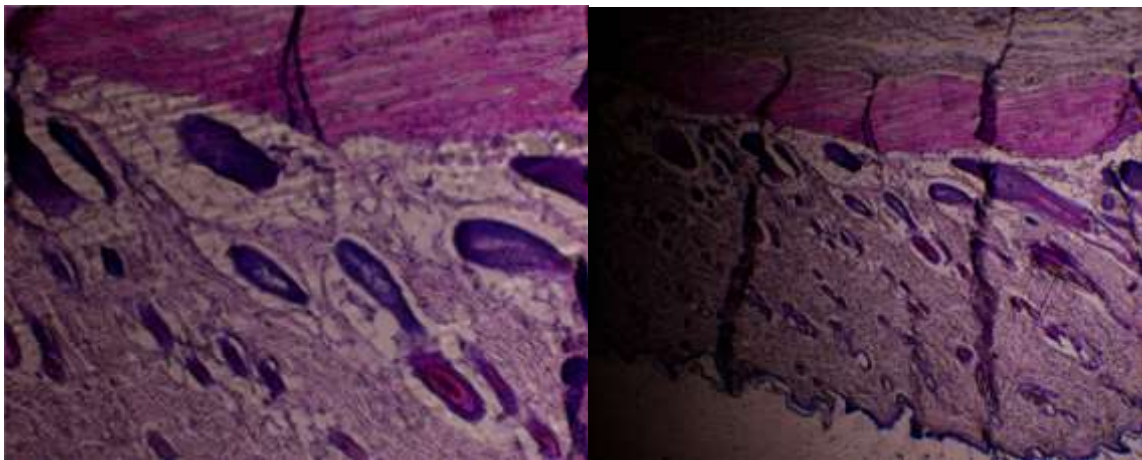
**Figure 23:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot(2) Pommade huile 1% (40X,100X).



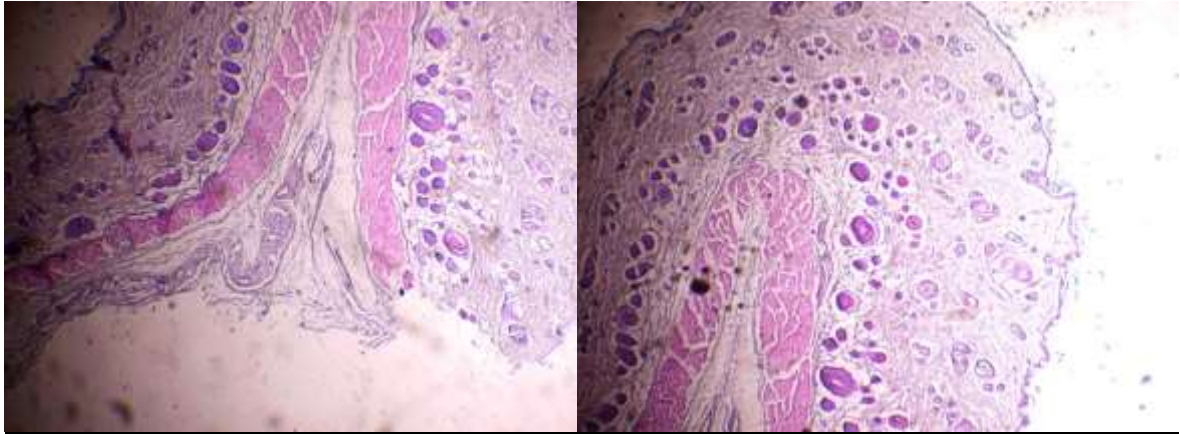
**Figure 24:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot (3) pommade nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs l'extrait aqueux (40X).



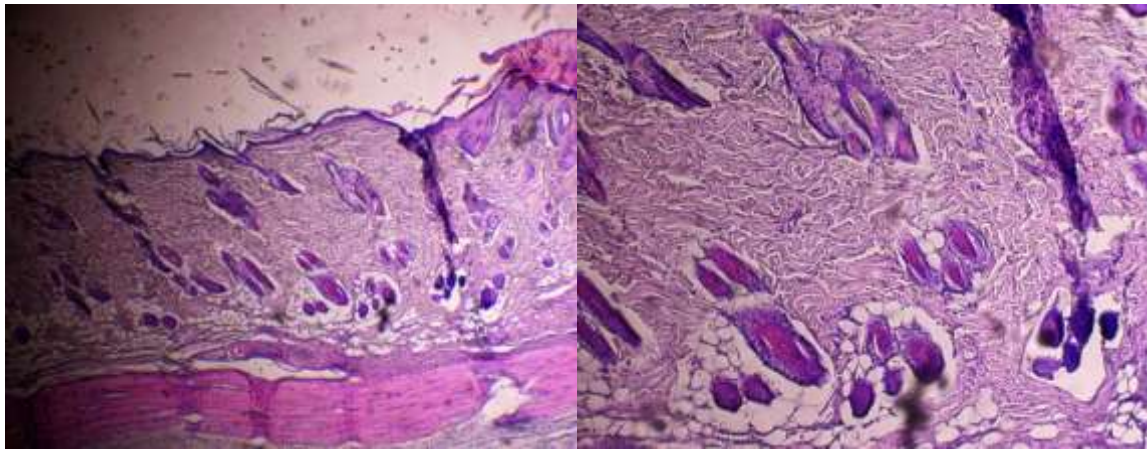
**Figure 25:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot(4) pommade dermique (douce) (40X ,100X).



**Figure26:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot(5) Pommade oxyde de zinc (40X ,100X).



**Figure 27:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot (6) Pommade Nanoparticule d'Oxyde de Zinc ZnO-NPs de l'huile essentielle (40X ,100X).



**Figure 28:** Structure histologique de la peau chez les rats du lot (7) contrôle positif (40X ,100X).

## 2. DISCUSSION

Bien que certains traitements à base de plantes présentent des bénéfices thérapeutiques prometteurs, un grand nombre d'entre eux demeurent non évalués et leur efficacité n'a pas été vérifiée scientifiquement. Parmi ces remèdes, on trouve notamment l'espèce végétale de Jojoba (*Simmondsia chinensis*). Le rendement en huile de Jojoba obtenu est d'environ 50,66 %, calculé par rapport à la matière des graines, cette valeur est comparable à celle obtenue par Abu-Arabi (2000), qui a été de l'ordre de 50.9%.

L'indice de saponification révèle la longueur de la chaîne carbonée des acides formant l'huile. Plus l'indice de saponification est élevé, plus les chaînes carbonées des acides gras sont courtes (Véronique & al., 2015). L'indice de saponification de l'huile de jojoba est de 55, ce qui est inférieur à l'indice de saponification obtenu par d'autres huiles de jojoba (Frank, 1990) qui a été (90-95).

En ce qui concerne l'indice de peroxyde, c'est un critère de qualité qui permet de déterminer l'état d'oxydation des huiles et de contrôler les premières phases de l'oxydation (Rakotorimanana, 2010). Selon les normes du Codex Alimentarius, l'indice de peroxyde des huiles raffinées doit être de 10 mEq/kg ou moins, et celui des huiles brutes doit être inférieur à 15 mEq/kg (Blondeau et Schneider, 2006). Avec un résultat de 5 mEq/kg, l'huile de jojoba se situe en dessous de la valeur exigée par la norme Codex Alimentarius (maximum 15 mEq d'oxygène actif/kg d'huile).

Un chromatogramme obtenu lors de la détermination des acides gras de l'huile étudiée par chromatographie en phase gazeuse. Le chromatogramme affiche six pics principaux de temps de rétention (en minutes), parmi lesquels : 6.050, 19.431, 19.955, 25.306, 31.470, 33.724, correspondent respectivement à la majorité des acides gras qui Ce sont l'acide palmitique (C16: 0), l'acide stéarique (C18: 0), l'acide oléique (C18: 1), l'acide gadolique (C20: 1), l'acide Sélacholéique (C24:1) et (C22: 6).

Les résultats obtenus pour un échantillon étudiés montrent que la composition en acides gras de l'huile de jojoba analysées est variable évidence de :

La présence majoritaire d'un acide gras saturé présenté par l'acide palmitique C16 avec un pourcentage 5.31 %. La présence majoritaire d'un acide gras mono-insaturé présenté par l'acide oléique (C18 :1) avec un pourcentage 2.56%. La présence majoritaire d'un acide gras polyinsaturé présenté par l'acide linoléique C18 :2 oméga-6 avec un pourcentage 1.95%. On donc peut regrouper les résultats obtenus des acides gras par CPG comme suit :

- Le pourcentage des acides gras saturés est 43.49%.
- Le pourcentage des acides gras mono-insaturés est 28.16 %.

- Le pourcentage des acides gras polyinsaturés est 38.77%.
- On note aussi un rapport de  $\omega 6/\omega 3$  pour le jojoba est (35.44%).

La présence de l'acide linoléique essentiel appartenant à la famille des omégas 6 ( $\omega$ -6), dans l'huile de jojoba constitue une propriété essentielle pour assurer un équilibre nutritionnel et un développement cognitif adéquat (El Cadi, 2001). Cet acide est dit essentiel car il ne peut être synthétisé par l'organisme et doit être apporté par l'alimentation. Comparer à d'autres huiles, le pourcentage massique de oméga 6 de l'huile de jojoba (1,95- 8.89 %) est proche à celui de l'huile d'olive 8,80 % (NOR, A, 1984). A côté de ces acides gras on note aussi la présence de différents autres acides gras de pourcentages différents qui varient de 0,065 à 2,05 % pour l'huile de jojoba tels que

C6:0,C8:0,C10:0,C11:0,C12:0,C13:0,C14:0,C14:1,C15:0,C15:1,C16:0,C16:1,C17:1,C18:0,C18:1,C18:2,C18:3,C18:3,C20:0,C20:1,C20:3,C20:3,C23:0,C24:1,C20:5+C24:0 ,C22:6). Dans cette étude on doit signaler la présence de l'oméga-3 au niveau des acides gras C18 :3n-3 et C20 :3 n-3 en grande concentration respectivement de 8.60% et de 8.23%. Ces derniers entrent dans la composition des lipides de l'huile de jojoba étudiée auprès d'oméga-6 qui sont tous les deux considérés comme des acides gras s et a un grand potentiel pour être utilisé dans différentes industries cosmétiques et pharmaceutiques( Ghamdi & al ,2017).

Dans le cadre de notre étude, nous avons remarqué que les plaies chez les rats déclenchent la réponse du système immunitaire pour les traiter et réduire leurs effets néfastes. Cette observation suggère que les mécanismes de défense sont activés en présence de blessures chez les rats, ce qui peut aider à la guérison et à la minimisation des dommages causés par ces plaies.

En ce qui concerne les globules blancs (GB), considérés comme des indicateurs de la réponse immunitaire, nous avons constaté que dans les lots 1, 2, 3, 4 et 6, les niveaux sont similaires à ceux du lot témoin 1, se situant dans la plage normale. De plus, aucune trace d'infection n'a été détectée dans le corps des souris de ces lots. En revanche, dans les lots 5 et 7, nous avons observé une augmentation du taux de globules blancs, pouvant être associée à une réaction inflammatoire. Cette réponse peut être déclenchée par l'organisme en cas d'inflammation afin de renforcer la réponse immunitaire.

Dans notre étude, nous avons observé les paramètres sanguins des souris dans différents lots de traitement. Pour les Globules Rouges (GR), les lots 2, 3, 4, 5 et 6 présentent des niveaux normaux, sans diminution par rapport au lot témoin (lot 1), tandis que dans le lot 7, une légère diminution est remarquée, probablement due à une inflammation. Quant aux Plaquettes (PLT), les lots 2, 3, 4, 5 et 6 montrent des niveaux raisonnables, similaires au contrôle, alors

que dans le lot 7, le nombre de plaquettes est très élevé, indiquant une inflammation. En ce qui concerne l'Hémoglobine (HG), elle reste stable dans les lots 2, 3, 4, 5 et 6, mais diminue dans le lot 7 en raison de l'inflammation. Pour l'Hématocrite (HT), aucune variation significative n'est observée dans les lots 2, 3, 4, 5 et 6 par rapport au contrôle, mais une légère augmentation est remarquée dans le lot 7. Enfin, la Sédimentation (VS) ne montre aucune augmentation dans les lots 2, 3, 4 et 6, confirmant l'absence d'inflammation, tandis que les lots 7 et 5 présentent un taux élevé de sédimentation, indiquant une inflammation dans le corps.

L'analyse histologique de la peau confirme les résultats de FNS Et VS, révélant que la les plaies a provoqué des modifications structurales histologiques. Ces altérations ont entraîné des perturbations des paramètres biochimiques (Djahra, 2014).

L'étude histologique a examiné l'effet de divers traitements sur la peau de souris réparties en différents groupes. Dans le groupe témoin 1, la peau présentait une structure normale, tandis que le groupe traité avec de l'huile à 1% montrait des cicatrices de plaies. Les groupes suivants, recevant un nano-extrait ou une pommade douce, ont affiché une couche supérieure saine mais une légère inflammation dans la couche inférieure. Le groupe traité avec de l'oxyde de zinc a présenté une légère inflammation avec des ulcérations, tandis que celui recevant de la nano-huile essentielle a montré une réduction des cicatrices et de l'inflammation, confirmant les résultats d'études antérieures sur les nanoparticules. En revanche, le groupe non traité a montré une inflammation prononcée avec des ulcères et des cellules inflammatoires. En conclusion, les nanoparticules et l'huile à 1% sont les plus efficaces pour réduire les cicatrices et l'inflammation.

**CONCLUSION**

### CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude vise à extraire et caractériser l'huile de jojoba *Simmondsia chinensis* pour évaluer son activité thérapeutique et anti-inflammatoire.

Ces informations serviront de base pour développer une pommade à partir de cette huile et offriront ainsi une alternative aux traitements. L'extraction du jojoba a montré un rendement de 50.66% grâce à la méthode de pression à froid, tandis que nos analyses des paramètres physiques et chimiques ont montré que notre huile est bonne et possède des propriétés qui lui permettent d'être utilisée dans des produits et cosmétiques.

Nous avons développé une formule de pommade blanche et hydratante pour la peau, sans odeur, 100% naturelle avec différents ingrédients (1% d'huile, nano extrait, pommade douce, oxyde de zinc, nano huile essentielle). Nous avons appliqué cette pommade sur 35 souris après les avoir blessées et les avons traitées pendant 10 jours. Après cela, nous l'avons abattu et effectué des coupes histologiques et des analyses FNS et VS, qui nous ont montré des résultats très efficaces, car elles ont montré que les nanoparticules jouaient un rôle efficace dans l'élimination des cicatrices et dans la réduction significative de l'inflammation. En revanche, la pommade à 1 % d'huile avait un effet efficace.

Rôle dans l'élimination de l'inflammation en présence de cicatrices, et ces deux groupes étaient les meilleurs. La pommade aux huiles essentielles nano a été choisie comme la meilleure pommade dans l'expérience. Des tests macroscopiques et microscopiques de la pommade ont également été effectués pour évaluer la présence de micro-organismes tels que bactéries, et nous avons constaté leur absence totale, tandis que les résultats ont montré que la pommade aux huiles essentielles nano est efficace contre les infections.

En conclusion, l'huile de jojoba est une huile polyvalente dans de nombreux domaines, et ces résultats ouvrent la voie aux futurs chercheurs pour explorer davantage les propriétés de l'huile et son application potentielle dans divers domaines tels que la santé, la beauté et l'industrie.

**RÉFÉRENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albanese, A., & Chan, W. C. W. (2011). Effect of particle size and surface charge on cellular uptake and toxicity of nanoparticles. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 7(1), 1-
- Al-Obaidi, J. R., Halabi, M. F., Al-Khalifah, N. S., Asanar, S., Al-Soqeer, A., & Attia, M. I. (2017, August 24). A review on plant importance, biotechnological aspects, and cultivation challenges of jojoba plant. *Biological Research* ,P15.
- Al-Widyan, M. I., & Al-Muhtaseb, M. A. (2010, August 1). Experimental investigation of jojoba as a renewable energy source. *Energy Conversion and Management* ,P61.
- Ash, G., Albiston, A., & Cother, E. (2005). Aspects of Jojoba Agronomy and Management. *Advances in Agronomy*, 409–437.
- BEN MOUSSA , F & OUCHEN, R (2023) Activité biologique d'une combinaison à base de l'huile essentielle de l'origan et de l'huile de Jojoba . Mémoire en fin d'étude de Master
- Bierry, G., Blondet, C., & Besson, F. (2022). Processus inflammatoires. Les fondamentaux de l'imagerie médicale: Radioanatomie, biophysique, techniques et séméiologie en radiologie et médecine nucléaire, 197, 193.
- Bonneville, M. (2006). Physiopathologie de l'inflammation cutanée: rôle de l'activation de l'immunité innée cutanée dans le développement de l'eczéma allergique de contact (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard-Lyon I),P72.
- Borgne, M. L., Dubois, B., & Kaiserlian, D. (2007, October 1). Cellules dendritiques des muqueuses et de la peau. *MéDecine/Sciences/MS. MéDecine Sciences*,P31.
- Bourahla, A. (2022, July 5). Hypoderme : tout ce qu'il faut savoir sur cette couche de la peauP51.
- Brown, D. (2021). Nanoparticles and Their Properties. *ScienceDirect* ,P49.
- Conner, S. D., & Schmid, S. L. (2003). Regulated portals of entry into the cell. *Nature*, 422(6927), 37–44.
- Delves, P. J. (2021, September 22). Composantes cellulaires du système immunitaire. Édition Professionnelle Du Manuel MSD,P73 .
- Delves, P. J. (2021, September 22). Composantes cellulaires du système immunitaire. Édition Professionnelle Du Manuel MSD.
- El-Baz, E., EL-Dengawy, E., El-Shahat, S., & El-Hassan, E. (2009, November 1). STUDIES ON SOME MORPHOLOGICAL ASPECTS OF JOJOBA [*Simmondsia chinensis* (LINK) SCHNEIDER] UNDER EGYPTIAN CONDITIONS. *Journal of Plant Production*, 34(11), 10575–10568.

- El-Baz, E., EL-Dengawy, E., El-Shahat, S., & El-Hassan, E. (2009, November 1). STUDIES ON SOME MORPHOLOGICAL ASPECTS OF JOJOBA [*Simmondsia chinensis* (LINK) SCHNEIDER] UNDER EGYPTION CONDITIONS. *Journal of Plant Production*, 34(11), 10575–10568.
- FEGUIR ,A .CHENNOUF, CH . NADIR ,N. (2023). Chimiques des Huiles Extraites de Graines d'Amandes de Cajou et de Pistache Vendus sur le Marché de la Wilaya d'El Oued.
- Georgel, A. (2008). Pénétration transcutanée des substances actives: application en dermocosmétologie (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré) , P35 .
- Ghannam, M. T., & Selim, M. Y. E. (2021, May 27). Rheological Properties of the Jojoba Biofuel. *Sustainability*,P23.
- Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chemistry*, 13(10), 2638-2650.
- Jones, R. (2022). Applications des nanoparticules. *Nano Today*, 17(6), 456-467.
- Khan, M. (2019). Synthesis and Characterization of Nanoparticles for Biomedical Applications. University of California, Berkeley.P53.
- Kirwale, S., & Pandhure, N. (2015).in vitro callus induction in *simmondsia chinensis* ,P72.
- Marty, J. P. (2002, January 1). NMF et cosmétologie de l'hydratation cutanée.p 30.
- Morris, B. (2024, January 6). What is Jojoba Oil? What it's Made From & Where it Comes From. The Original Jojoba Company. <https://jojobacompany.com/what-is-jojoba>,P23.
- Nissan, X., Lemaître, G., Peschanski, M., & Baldeschi, C. (2011, November 1). Les cellules souches redonnent de la couleur à la peau. *M S-medicine Sciences*. P16 .
- Özgür, Ü., Alivov, Ya. I., Liu, C., Teke, A., Reshchikov, M. A., Dogan, S., ... & Avrutin, V. (2005). A comprehensive review of ZnO materials and devices. *Journal of Applied Physics*, 98(4), 041301.
- Prost-Squarcioni, C. (2006, February 1). Histologie de la peau et des follicules pileux. *MéDecine/Sciences/MS. MéDecine Sciences*.P62
- Rehmus, W. E. (2023, June 7). Infections nécrosantes de la peau. *Manuels MSD Pour Le Grand Public*P23.
- Rehmus, W. E. (2024, February 5). Cellulite. *Manuels MSD Pour Le Grand Public*. P40-36.
- Rivera, H. J., Rivera, H. J., & Rivera, H. J. (2023, March 13). Structure de la peau : les différentes couches et leurs rôles. Institut De Beauté Bio À Paris - Les Jardins Suspendus - Boutique Spa Bio ,P47.

- Sahoo, S. K., & Labhasetwar, V. (2003). Nanotechnology in cancer therapy: A review. *Journal of Controlled Release*, 85(1-3), 1-23.
- Sham, A., & Aly, M. (2012). Bioinformatics based comparative analysis of omega-3 fatty acids in desert plants and their role in stress resistance and tolerance. *International Journal of Plant Research*, 2(3), 80-89.
- Smith, J., Brown, D., & Jones, M. (2023). Caractéristiques des nanoparticules. *Journal of Nanomaterials*, 2023, 1-10.
- Thomas, M. (2020). Peau sèche et vieillissement cutané: clinique, facteurs aggravants et réponses cosmétiques (Doctoral dissertation, Université de Lorraine) ?P42 .
- Tietel, Z., Kahremany, S., Cohen, G., & Ogen-Shtern, N. (2021, January 29). Medicinal properties of jojoba (*Simmondsia chinensis*). *Israel Journal of Plant Sciences*, P29.
- Valladeau, J. (2006, February 1). Les cellules de Langerhans. *M S-medicine Sciences*. P50
- Verma, A., & Meena, R. K. (2019). Green synthesis of nanoparticles: A review. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 54(7), 645-669.
- Wang, Z. L. (2004). Zinc oxide nanostructures: Growth, properties and applications. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 16(25), R829.
- Zhang, W., & Zhang, Y. (2018). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using plant extracts: A review. *Journal of Nanomaterials*, 2018, 1-12.
- Zohra, B. F., Brahim Samira, F. R., & Khouloud, R. (2022). La synthèse biologique de nanoparticules et criblage de leurs activités antibactériennes p20 .
- Abu-Arabi, M. K., M. A. Allawzi, H. S. Al-Zoubi, and A. Tamimi, 2000. Extraction of jojoba oil by pressing and leaching. *Chemical*
- Académique en Chimie des Produits Naturels . UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA .Alger p 31 .*Engineering Journal*, 76(1), 61-65
- Bala, R. (2021). Jojoba-The Gold of Desert,P34.
- Belgnaoui, F., Berbich, L., Benharbit, M., Senouci, K., & Hassam, B. (2005). LA ROSACÉE OCULAIRE. *Maroc Médical*, 27(1).
- Benkherara S, Bordjiba O, Harrat S, Djahra AB, (2021). Antidiabetic Potential and Chemical Constituents of Haloxylon scoparium Aerial Part, An Endemic Plant from Southeastern Algeria. *International Journal of Secondary Metabolite*,; 8(4):398- 413.
- Blondeau N, Schneider SM, 2006. Les acides gras essentiels de la famille des omégas-3 et la santé de la mère et de l'enfant. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 20 : 68-72.

- Chaachouay, N., Douira, A., Hassikou, R., Brhadda, N., Dahmani, J., Belahbib, N., ... & Zidane, L. (2020). Etude floristique et ethnomédicinale des plantes aromatiques et médicinales dans le Rif (Nord du Maroc) (Doctoral dissertation, Département de Biologie-Université Ibn Tofail-Kénitra),P32.
- CHALBI, N. (2010). P euplement sylvo-pastoral de l'espace saharien de laTunisie méridionale. Perspectives. La Grande Muraille Verte: Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux, 105.
- Chamoumi, M. (2013). Optimisation de la production du biodiesel à partir d'huiles de microalgues et d'huiles usées (Doctoral dissertation, producteur non identifié).
- Chouikh, A., & Alia, F. (2021). Phytochemical properties, antibacterial and anti-free radical activities of the phenolic extracts of Retama raetam (Forssk) Webb. & Berthel. collected from Algeria Desert,P66.
- Dahmoun, A., & Gherbi, S. (2013). Elaboration et caractérisation des nanostructures d'oxyde de zinc par le procédé chimique (CBD) (Doctoral dissertation, UMMTO),P80.
- Danigo, A. (2014). Innervation cutanée et neuropathies périphériques (Doctoral dissertation, Limoges)P84.
- De Jaeger, C., & Cherin, P. (2012). Matrice extracellulaire, physiologie et vieillissement vasculaire. Médecine & Longévité, 4(1), 41-53.
- Debbeche, A., Dellileche, S., & Oumeddour, A. E. (2016). Stress oxydant et maladies inflammatoires (Doctoral dissertation, université de jijel),P43.
- Djahra AB, Bordjiba O, Benkherara S, Benkaddour M. (2015). Evaluation of Algerian spontaneous species: Phytochemical and biological study of aromatic and medicinal plant Marrubium vulgare, PhytoChem & BioSub Journal 9(1):2-9.
- Djahra AB. (2014). Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou Marrubium vulgare L. These. University of El Oued. Algeria. 114p.
- Djahra AB., Benkaddour M, Benkherara S. (2020). Antioxidant and hepatoprotective Potential of Coriandrum sativum L. against hepatic injury by Lambda-cyhalothrin pesticide. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 10 (3-s):182-188.
- Djahra Ali Boutlelis, (2014), Etude Phytochimique Et Activité Antimicrobienne, These En Vue De L'obtention Du Diplome De Doctorat En Science.

- Djahra, A.B. (2014). Etude phytochimique et activité antimicrobienne antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou Marrubium vulgare L. These de Doctorat. Biologie Végétale. Université BADJI MOKHTAR-Annaba, Alger.PP 73.
- Draou, N. (2022). Systématique des plantes ethnobotaniques,P53
- Durand, B. (2017). Traitements des mycoses vulvo-vaginales aiguës et récidivantes (Doctoral dissertation, Université de Lorraine) ,P42.
- Fletcher, J. (2018, February 13). What is palmoplantar pustulosis? <https://www.medicalnewstoday.com/articles/320902>
- Frank D. G, 1990, Huile de jojoba, S'efforcer, Vol : 14(1). P 40-43
- Gad, H. A., Roberts, A., Hamzi, S. H., Gad, H. A., Touiss, I., Altyar, A. E., Kensara, O. A., & Ashour, M. L. (2021, May 24). Jojoba Oil: An Updated Comprehensive Review on Chemistry, Pharmaceutical Uses, and Toxicity. *Polymers*, 13(11), 1711.
- Ganne, A. (1986). Les mycoses superficielles a l'officine: description clinique, traitement et prevention (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE LIMOGES),P32.
- Haase, H., Rink, L. The immune system and the impact of zinc during aging. *Immun Ageing* 6, 9 (2009),P41.
- Hachi, H., BOUGTAB, A., GAMRA, L., TIJAMI, F., BAROUDI, C., OTTAMANY, A., ... & SOUADKA, A. (1996). Le carcinome à cellules de Merkel: à propos d' un nouveau cas et revue de la littérature. *Médecine du Maghreb*, 60, 34-36.
- Hambidge, K.M. and Krebs, N.F. (2007) Zinc Deficiency A Special Challenge. *The Journal of Nutrition*, 137, 1101- 1105. - References - Scientific Research Publishing,P53.
- Heuzé, V., Tran, G., Hassoun, P., Bastianelli, D., & Lebas, F. (2016). Jojoba (*Simmondsia chinensis*),P39.
- Huang, L., Tapaamorndech, S., & Huang, X. (2017). Zinc and its transporters, pancreatic  $\beta$ -cells, and insulin metabolism. *Vitamins and hormones*, 102, 193-220
- Issouf, K. O. N. A. T. E. (1972). Manifestations dermatologiques chez les diabetiques suivis au service de medecine interne du centre hospitalier national yalgado ouedraogo (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU).P55 .
- Jacquin-Porretaz, M. C. (1996). Mise au point des mesures et détermination des activités superoxyde dismutases totales chez *Unio tumidus*, bivalve dulçaquicole en conditions physiologiques et de stress chimique (Doctoral dissertation, Metz),P55 .
- Kim, W. B., Jerome, D., & Yeung, J. (2017). Diagnosis and management of psoriasis. *Canadian Family Physician*, 63(4), 278-285.
- Kohr, M., Labrunie, S., Mohsen, H., & Nistor, V. (2022, June 8). Polynomial estimates for solutions of parametric elliptic equations on complete manifolds. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Matematica*, 67(2), 369–382.

- Laverdet, B., Girard, D., & Desmoulière, A. (2018). Physiologie de la peau, réparation cutanée et réaction stromale. *Actualités pharmaceutiques*, 57(581), 20-23.
- Lecomte, J. (2009). Les cires végétales: sources et applications. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 16(4-5-6), 262-266.
- Leila, H. A. A. (2022). Etude comparative des propriétés physiques des nanomatériaux (effet de la dimensionnalité): Calcul ab initio (Doctoral dissertation, faculté des sciences et de la technologie univ bba),P34 .
- MEMOIRE DE FIN D'ETUDE de Master Académique en Sciences biologiques. Biochimie Appliquées. Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED. , Alger.PP 68 ,70.
- Mertz, W. (1984). Zinc and the human disease. *Journal of trace elements and electrolytes in health and disease*, 2(1), 61-69
- Nessrine, B. E. G. B. A. G. U. I. (2022). Étude phytochimique et biologique des recettes utilisées dans la médecine traditionnelle (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA) P25.
- Noyé, A. (2013, November 22). Les problèmes capillaires, les affections et pathologies du cuir chevelu : clinique-traitements et conseils à l'officine,P32.
- Pesteil, F., Vignaud, L., Bonté, F., & Desmoulière, A. (2017). Rôles primordiaux des fibroblastes dermiques dans la cicatrisation cutanée. *Revue francophone de cicatrisation*, 1(3), 45-49.
- Prasad, A. S. (2008). Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. *Molecular medicine*, 14(5), 353-357.
- Prost-Squarcioni, C., Heller, M., & Fraitag, S. (2005). Histologie et histophysiologie de la peau et de ses annexes. *Ann Dermatol Venereol*, 132(8), S5-S48.
- Rakotorimanana S.R, 2010 : Contribution à l'amélioration de la comestibilité de l'huile d'arachide artisanale par raffinage. Mémoire d'Ingénieur en Génie chimique. Université d'Antananarivo. P 110.
- Ruenger, T. M., & Msd, M. (2024, February 5). Urticaire. *Manuels MSD Pour Le Grand Public*P63.
- Ruggiero, F., Roulet, M., & Bonod-Bidaud, C. (2005). Les collagènes du derme: au-delà de leurs propriétés structurales. *Journal de la Société de Biologie*, 199(4), 301-311.
- Sánchez, M., Avhad, M. R., Marchetti, J. M., Martínez, M., & Aracil, J. (2016). Jojoba oil: A state of the art review and future prospects. *Energy Conversion and Management*, 129, 293-304

- Shaaban. (16 mai 2022). Conseils pour réussir son investissement dans la culture du jojoba. Éducation agrojet. ,P42.
- Sturtevant, D., Lu, S., Zhou, Z. W., Shen, Y., Wang, S., Song, J. M., Zhong, J., Burks, D. J., Yang, Z. Q., Yang, Q. Y., Cannon, A. E., Herrfurth, C., Feussner, I., Borisjuk, L., Munz, E., Verbeck, G. F., Wang, X., Azad, R. K., Singleton, B., Dyer, J. M., ... Guo, L. (2020). The genome of jojoba (*Simmondsia chinensis*): A taxonomically isolated species that directs wax ester accumulation in its seeds. *Science advances*, 6(11), eaay3240.
- Tietel, Z., Kahremany, S., Cohen, G., & Ogen-Shtern, N. (2021). Medicinal properties of jojoba (*Simmondsia chinensis*). *Israel Journal of Plant Sciences*, 68(1-2), 38-47.
- Véronique O Denis O, Jacques A, 2015, Analyse des lipides - Extraction. Paramètres physico-chimiques. Constituants majeurs, Techniques de l'ingénieur L'expertise technique et scientifique de référence. 3325 Pp.
- Vickers, S. (1983, April 1). SOURCES OF ACCESS TO THESES. *Interlending & Document Supply*, 11(4), 140–144.
- Zeghib K., Boutlelis DA, S. Menai, et al.. (2021). Protective effect of *Atriplex halimus* extracts against benzene-induced haematotoxicity in rats. *Ukr. Biochem. J.*, 93 (4). 66-76.
- Zeghib, K. & A. Djahra (2019) Protective role of aqueous extract of *Atriplex halimus* L. Against benzene-induced damage on renal function and glomerular cells in rats. *Asian J Pharm Clin Res*, 12, 387-392
- Zeghib, K. & D. A. Boutlelis (2021) Food additive (sodium benzoate)-induced damage on renal function and glomerular cells in rats; modulating effect of aqueous extract of *Atriplex halimus* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 20, 296.

## **LES SITES INTERNET**

- [https://www.researchgate.net/profile/Arvind\\_Singh56/post/How\\_can\\_one\\_get\\_a\\_high\\_yield\\_of\\_plant\\_synthesized\\_silver\\_nanoparticles/attachment/59d6510379197b80779a9aea/AS%3A505807379075072%401497605284869/download/Green+synthesis+of+metal+nanoparticles+using+plants.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arvind_Singh56/post/How_can_one_get_a_high_yield_of_plant_synthesized_silver_nanoparticles/attachment/59d6510379197b80779a9aea/AS%3A505807379075072%401497605284869/download/Green+synthesis+of+metal+nanoparticles+using+plants.pdf)
- <https://www.lesjardins-suspendus.com/structure-de-la-peau/>
- <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Comprehensive-Review-on-the-Synthesis%2C-and-of-JeyarGurunathan/9d0e0202b88745bf19306179cdca7e73aa588d1d>
- <https://fr.scribd.com/document/473855932/Dahmoun-Aldjia>

# **ANNEXES**

## Annexe 01: Historique de la plante jojoba.

### « الهوهوبيا »

الفاخر وبعض أنواع البويات. وقد نجح أخيراً استعمال الزيت في الغذاء على أنه زيت غير قابل للامتصاص من الجهاز الهضمي وبالتالي يصلح لحالات مرضى السكر والتخلص من الوزن الزائد. كما يستخرج من بقايا الثمار علف جيد للماشية. وتستورد مصر حالياً ما يقرب من مائتي طن من الزيت سنوياً للأغراض الطبية ومواد التجميل.

وترجع أهمية الهوهوبيا كشجرة صحراوية تتحمل العطش إلى بعد الحدود وتنجح في الأراضي الرملية الخشنة والكثبان الرملية وتعمق جذورها في التربة إلى أكثر من عشرة أمتار كما أن احتياجها إلى الماء يصل إلى ثلث احتياج الزيتون سنوياً.

وقد أجريت تجارب كثيرة لزراعتها في جامعة الأزهر ووزارة الزراعة ومزرعة الجامعة الأمريكية ونجحت.

ويصل إنتاج الفدان للأصناف الجيدة إلى ألف دولار من الزيت سنوياً.



١٤١٨ هـ / ١١ / ١٩٩٧ م

### إعداد الدكتور ماهر والي

● «الهوهوبيا» نبات شجري في حجم اشجار الرمان تم اكتشافه في منطقة امريكا الوسطى وينتج ثماراً في حجم الفول السوداني يمكن ان ينتج منها شمع سائل على هيئة زيت يصلح لاستعمالات عديدة فهو بديل لزيت الحوت.

وقد احتل هذا الزيت مرتبة كبيرة بعد التصريم العالمي لصيد الحيتان. ويتميز هذا الزيت بان له استعمالات عديدة فهو احد الزيوت الهامة لتزييت الطائرات والمحركات الحديثة لما له من مواصفات تعطيه قوة ثبات عالية.

ومع امتداد فترة الاستعمال يقاوم الحرارة الشديدة، كما يستعمل هذا الزيت في صناعات كثيرة مثل مواد التجميل والشامبو والصابون

العدد الحادي عشر - السنة الثانية  
نوفمبر ١٩٩٧م - رجب ١٤١٨هـ

## الأخبار الزراعية

### الشجرة الهوهوبيا ..

## بتروال المستقبل وعلاج السرطان والكبد



تبيل الموجي

احدى الشركات المتخصصة بزراعة الهوهوبيا أن زيت الهوهوبيا احد النبتة التي المستقبلية لزيت البترول والزيوت المعينة كما أنها بديل ممتاز لزيت كبد الحوت والعتبر الذي حرم صنيد عالمياً وازداد الموجي ان

زيتها يستعمل حالياً على نطاق واسع في مستحضرات التجميل وكزيت محرك لطائرات وعلاج فعال لمرض السرطان والروماتيزم والكبد وغيرها من الامراض المستعصية مشيراً إلى قشرة الشجرة الخارجية تستخدم علفاً للأسماك وسفاداً عضواً وهذه الشجرة يعطى إيراد الفدان منها ٥٠ ألف دولار وهي مناسبة للزراعة في مصر وبخاصة الصحارى حيث تزيد من خصوبة التربة.

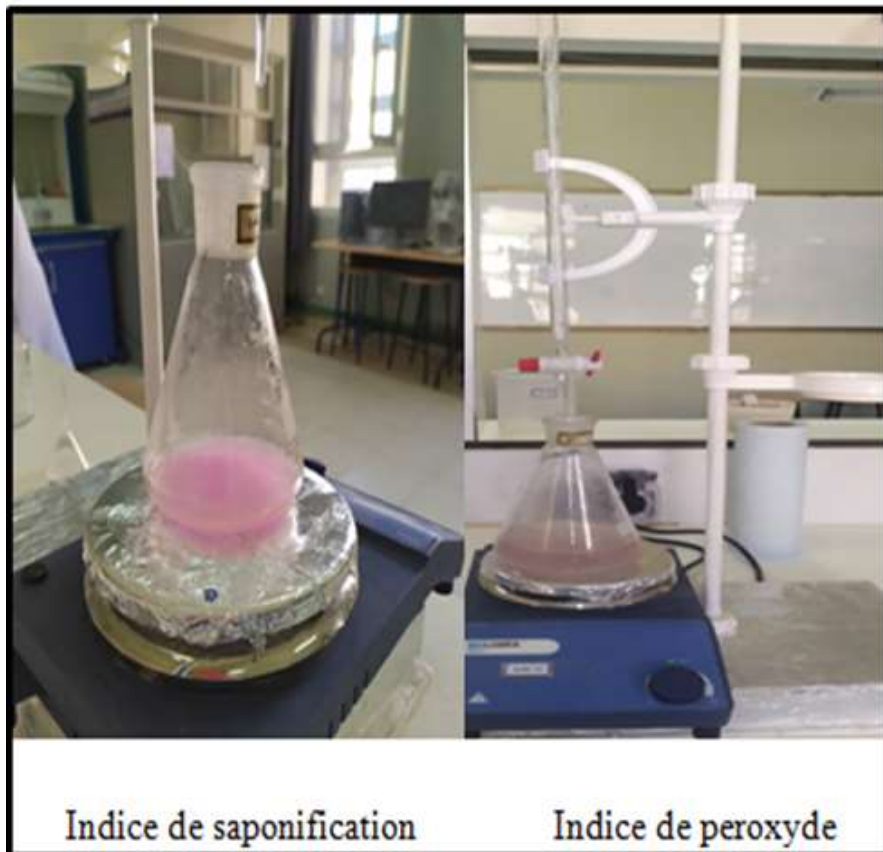
كتب عبد الحليم عبد الرحمن: كشفت التجارب العلمية الحديثة عن الفوائد المتعددة لشجرة الهوهوبيا في مجال الزراعة والطب والصناعة والإعلاف وصرح تبيل الموجي خبير الزيوت وصاحب

## نا من الرمال على الأراضي الزراعية

العام وتوصى الدراسة بتثبيت الكثبان الرملية عن طريق استزراعها أو رشها بالماء أو الكيماويات المثبتة وتغطية الكثبان بالحصى الخشن وتقليل المنحدرات ميكانيكياً وإنشاء السدود والحواجز عمودياً على اتجاه الريح على مسافات مناسبة وإنشاء طرق يكون محورها الاتجاه شمال جنوب بدلاً من شرق غرب

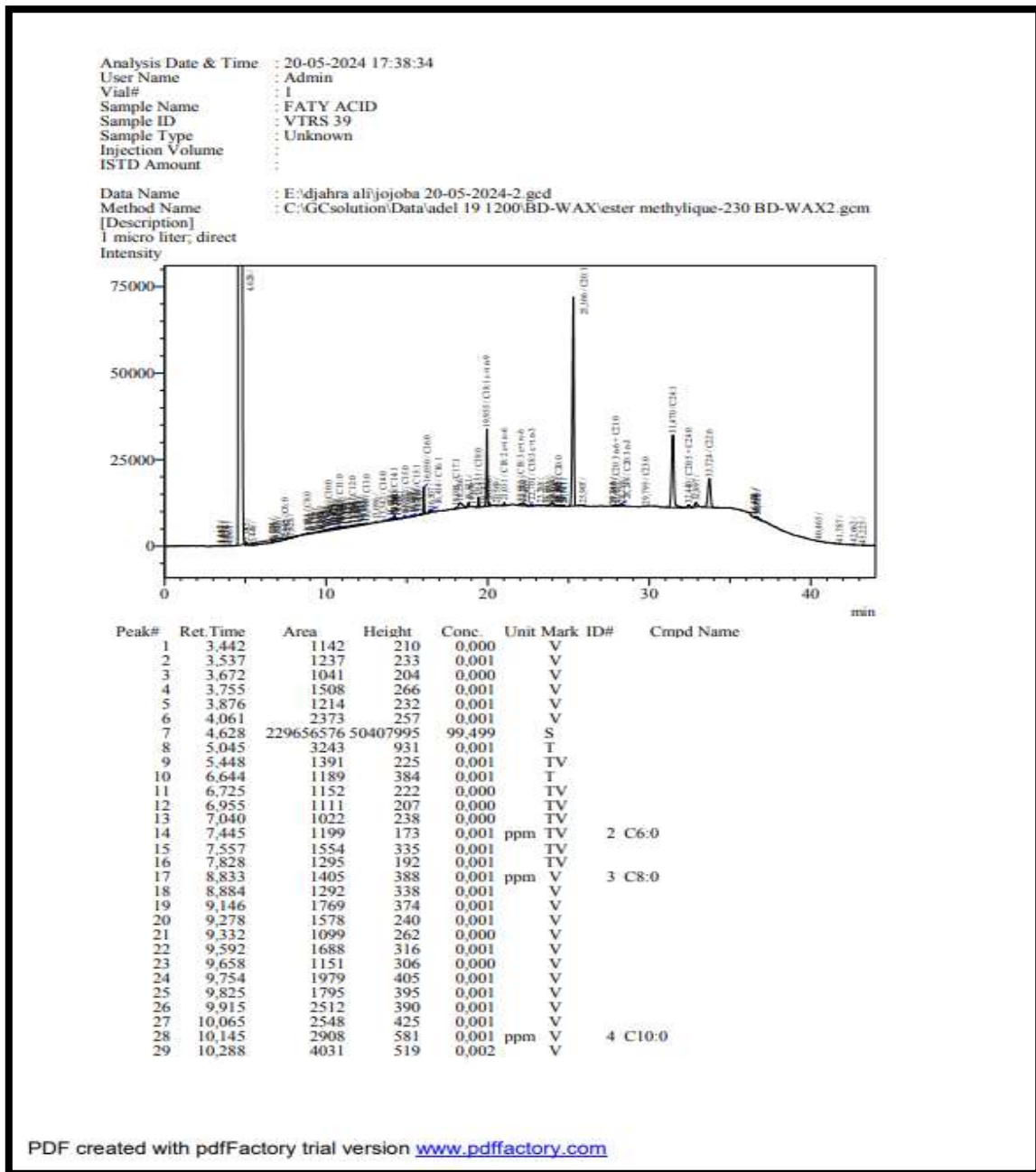
يجر هاز سات التي اعية مما حرك في

**Annexe 02:** Analyses chimiques Indice de saponification et Indice de peroxyde d'HF de jojoba (photo originale).



**Annexe03: Résultats de Chromatographe en Phase Gazeuse de l'Huile de Jojoba étudiée Figures A-B-C.**

**Figures A**



## Figures B

| Peak# | Ret. Time | Area   | Height | Conc. | Unit | Mark | ID# | Cmpd Name         |
|-------|-----------|--------|--------|-------|------|------|-----|-------------------|
| 30    | 10.405    | 2577   | 511    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 31    | 10.475    | 2880   | 687    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 32    | 10.533    | 2896   | 703    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 33    | 10.647    | 2641   | 567    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 34    | 10.751    | 2973   | 559    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 35    | 10.815    | 2011   | 491    | 0.001 | ppm  | V    | 5   | C11:0             |
| 36    | 10.878    | 1307   | 453    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 37    | 10.968    | 3763   | 535    | 0.002 |      | V    |     |                   |
| 38    | 11.055    | 2924   | 534    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 39    | 11.167    | 2997   | 523    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 40    | 11.318    | 3683   | 410    | 0.002 |      | V    |     |                   |
| 41    | 11.432    | 2479   | 353    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 42    | 11.562    | 1389   | 401    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 43    | 11.633    | 1804   | 443    | 0.001 | ppm  | V    | 6   | C12:0             |
| 44    | 11.705    | 2657   | 425    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 45    | 11.854    | 3200   | 455    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 46    | 11.942    | 1897   | 374    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 47    | 12.031    | 2009   | 369    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 48    | 12.137    | 2051   | 357    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 49    | 12.235    | 2126   | 380    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 50    | 12.369    | 3284   | 433    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 51    | 12.530    | 2915   | 336    | 0.001 | ppm  | V    | 7   | C13:0             |
| 52    | 13.096    | 1864   | 455    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 53    | 13.542    | 2214   | 415    | 0.001 | ppm  | V    | 8   | C14:0             |
| 54    | 13.881    | 2054   | 356    | 0.001 | ppm  | V    | 9   | C14:1             |
| 55    | 14.022    | 4010   | 569    | 0.002 |      | V    |     |                   |
| 56    | 14.115    | 3056   | 487    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 57    | 14.240    | 6572   | 1259   | 0.003 |      | V    |     |                   |
| 58    | 14.356    | 2328   | 442    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 59    | 14.462    | 1943   | 422    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 60    | 14.762    | 1743   | 275    | 0.001 | ppm  | V    | 10  | C15:0             |
| 61    | 14.922    | 1635   | 209    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 62    | 15.174    | 1173   | 205    | 0.001 | ppm  | V    | 11  | C15:1             |
| 63    | 15.259    | 1943   | 516    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 64    | 15.392    | 1066   | 263    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 65    | 15.541    | 1025   | 202    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 66    | 15.809    | 1668   | 361    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 67    | 16.050    | 28327  | 7795   | 0.012 | ppm  | V    | 12  | C16:0             |
| 68    | 16.414    | 4548   | 862    | 0.002 | ppm  | V    | 13  | C16:1             |
| 69    | 16.507    | 2055   | 435    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 70    | 18.055    | 2463   | 397    | 0.001 | ppm  | V    | 15  | C17:1             |
| 71    | 18.286    | 26393  | 1605   | 0.011 |      | V    |     |                   |
| 72    | 18.821    | 6275   | 1341   | 0.003 |      | V    |     |                   |
| 73    | 19.079    | 1083   | 217    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 74    | 19.431    | 13662  | 2972   | 0.006 | ppm  | S    | 16  | C18:0             |
| 75    | 19.741    | 1128   | 212    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 76    | 19.955    | 104230 | 22335  | 0.045 | ppm  | V    | 17  | C18:1 c+t n-9     |
| 77    | 20.096    | 4591   | 1034   | 0.002 |      | V    |     |                   |
| 78    | 20.569    | 1383   | 244    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 79    | 21.031    | 4741   | 924    | 0.002 | ppm  | V    | 18  | C18:2 c+t n-6     |
| 80    | 22.055    | 4584   | 575    | 0.002 | ppm  | V    | 19  | C18:3 c+t n-6     |
| 81    | 22.201    | 10029  | 857    | 0.004 |      | V    |     |                   |
| 82    | 22.405    | 2322   | 398    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 83    | 22.701    | 3512   | 427    | 0.002 | ppm  | V    | 20  | C18:3 c+t n-3     |
| 84    | 23.288    | 1364   | 210    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 85    | 23.691    | 1309   | 210    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 86    | 23.831    | 3130   | 474    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 87    | 24.014    | 11313  | 1066   | 0.005 |      | V    |     |                   |
| 88    | 24.205    | 1864   | 387    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 89    | 24.303    | 1063   | 280    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 90    | 24.392    | 1298   | 306    | 0.001 | ppm  | V    | 21  | C20:0             |
| 91    | 24.487    | 2854   | 429    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 92    | 24.677    | 2862   | 367    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 93    | 24.741    | 1072   | 313    | 0.000 |      | V    |     |                   |
| 94    | 25.306    | 412824 | 60441  | 0.179 | ppm  | V    | 22  | C20:1             |
| 95    | 25.907    | 1912   | 310    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 96    | 27.745    | 1279   | 218    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 97    | 27.830    | 1760   | 302    | 0.001 |      | V    |     |                   |
| 98    | 27.937    | 1027   | 248    | 0.000 | ppm  | V    | 24  | C20:3 n-6 + C21:0 |

### Figures C

| Peak#        | Ret. Time | Area      | Height   | Conc. | Unit Mark | ID# | Cmpd Name     |
|--------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|-----|---------------|
| 99           | 28,248    | 4389      | 618      | 0,002 | ppm V     | 25  | C20:3 n-3     |
| 100          | 28,298    | 2025      | 558      | 0,001 | V         |     |               |
| 101          | 29,795    | 1079      | 161      | 0,000 | ppm V     | 27  | C23:0         |
| 102          | 31,470    | 210438    | 20989    | 0,091 | ppm SV    | 28  | C24:1         |
| 103          | 32,440    | 8300      | 799      | 0,004 | ppm V     | 29  | C20:5 + C24:0 |
| 104          | 32,897    | 13765     | 1330     | 0,006 |           |     |               |
| 105          | 33,724    | 94378     | 8398     | 0,041 | ppm V     | 30  | C22:6         |
| 106          | 36,498    | 1046      | 392      | 0,000 |           |     |               |
| 107          | 36,522    | 2185      | 416      | 0,001 | V         |     |               |
| 108          | 36,658    | 2786      | 559      | 0,001 | V         |     |               |
| 109          | 36,712    | 4733      | 561      | 0,002 | V         |     |               |
| 110          | 40,465    | 1316      | 146      | 0,001 |           |     |               |
| 111          | 41,787    | 1142      | 226      | 0,000 |           |     |               |
| 112          | 42,662    | 1090      | 180      | 0,000 | V         |     |               |
| 113          | 43,225    | 1280      | 145      | 0,001 |           |     |               |
| <b>Total</b> |           | 230812968 | 50577647 |       |           |     |               |