



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد – الطارف

Université Chadli Bendjedid – El Tarf

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الكيمياء

Département de Chimie

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la matière

Filière : Chimie

Spécialité : Chimie analytique

Thème

Etude physico-chimique et biologique de l'huile végétale de Nigelle cultivée

Présenté par : Djeghdjeh Roumaissa

Devant le Jury :

Dr.Selaimia Ouassila

MCB Université Chadli Bendjedid El Tarf

Présidente

Dr.Zerniz Nawal

MCB Université Chadli Bendjedid El Tarf

Encadrante

Dr. Boughrara Boudjemaa

MCB Université Chadli Bendjedid El Tarf

Examineur

Année Universitaire 2022-2023

Dédicace

Je remercie Allah de m'avoir accordé la capacité d'écrire et de réfléchir, la force de croire en moi et la patience de poursuivre mes rêves.

*Je dédie ce travail à l'âme de mon grand-père **Reffes Hamza**. Que son âme repose en paix.*

Je souhaite également dédier ce modeste travail à mes parents, les êtres les plus chers de ma vie. À ma mère, je suis reconnaissant pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité et son soutien inconditionnel, surtout dans les moments les plus difficiles.

*Je souhaite également exprimer ma gratitude envers ma sœur **Aya** et mes frères **Adem** et **Nidhal**, ainsi qu'à mes tantes **Nana**, **Amel**, **Rabiah** et **Houda**, ainsi qu'à tous les membres de ma famille, petits et grands.*

*Je tiens à remercier mes amies **Ichrak** , **Salma** et **Khaoula** , qui ont toujours été présentes pour moi.*

Je n'oublie pas de remercier tous mes professeurs du primaire au secondaire, ainsi que dans l'enseignement supérieur.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude à toutes mes amies et à toute la promotion de Master 2 Chimie analytique à l'Université El-taref.

Votre soutien et votre présence ont été précieux tout au long de ce parcours.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Dieu le Tout-Puissant pour m'avoir accordé la force, la patience, la santé et la volonté nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

*Mes sincères remerciements vont à ma promotrice, le **Dr. Zerniz N.**, pour son aide précieuse, sa patience, sa disponibilité et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers Dr Selaimia et Dr Boughrara ,qu'ils ont accepté d'évaluer ce travail.

Je suis extrêmement reconnaissant envers les ingénieurs de laboratoire du Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences et de la Technologie, pour leur soutien et leur assistance précieuse.

*Je tiens également à exprimer ma gratitude envers toute l'équipe de laboratoire de la Polyclinique **Merzoug Ibrahim** Eltaref pour leur accueil chaleureux et leur aide précieuse.*

Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants et les membres du personnel du département de chimie pour leur soutien et leur encouragement constants.

Enfin, je souhaite remercier du fond du cœur toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Votre soutien et votre collaboration ont été inestimables.

Résumé

L'objectif de cette étude était de caractériser physico-chimiquement la Nigelle cultivée et d'évaluer son activité antimicrobienne. Les analyses physico-chimiques ont montré un Indice de réfraction de 1,472, un indice d'acidité de 8,42 mg KOH/g d'huile, un indice de saponification de 70,138 mg KOH/g d'huile, un indice de peroxyde de 5 mg O/kg 2 d'huile, un indice d'ester de 61,723, un indice d'iode 107,9 mg KOH/g d'huile et un taux d'impureté de 11 %. Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne ont démontré une sensibilité du *Staphylococcus aureus* et de *Klebsiella pneumoniae* avec des diamètres d'inhibition inférieur à 19 mm pour l'huile pure et la dilution $\frac{1}{2}$. Cependant, dans le cas des souches *Escherichia coli*, *Proteus Mirabilis*, aucune interaction n'a été observée.

Mots clés : Huile végétale, nigelle cultivée, extraction, activité antibactérienne.

Abstract

The main object of this study is to characterize physicochemically the black seeds and to evaluate its antimicrobial activity. The physico-chemical analyzes showed a refractive index of 1.472, an acidity index of 8, 42 mg KOH/g of oil, a saponification index of 70,138 mg KOH/g of oil, a peroxide Index of 5 mg O /Kg² of oil, an ester index of y 61,723 mg KOH/g of oil, an iodine Index of 107,9 mg KOH/g of oil , and a percentage Impurity of 11%. Showed the antibacterial activity of pneumonia sensitive to *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella* with inhibition diameters lower than 19 mm with pure oil and a concentration of 1/2. While, the *Escherichia coli*, *Proteus Mirabilis*, no interaction was observed .

Keywords: Vegetable oil. Black seeds, Extraction, Antimicrobial activity.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو توصيف حبة البركة المزروعة فيزيائياً كيميائياً وتقييم نشاطها المضاد للميكروبات. أظهرت التحليلات الفيزيائية كيميائية معامل انكسار قدره 1.472، ومؤشر حموضة 8.42 مغ KOH / غ من الزيت، ومؤشر تصبن 70.138 مغ KOH / غ من الزيت، ومؤشر بيروكسيد 5 مغ O / كغ² من الزيت، و مؤشر استر 61,723 ومؤشر اليود 107.9 مغ KOH / غ زيت ومؤشر 11 نقاوة % . أظهرت نتائج تقييم الفعالية المضادة للبكتيريا وجود حساسية للمكورات العنقودية الذهبية والالتهاب الرئوي Klebsiella بأقطار تثبيط أقل من 19 مم للزيت النقي والتخفيف بشكل منفصل، في حالة بـ Escherichia coli، Proteus، Mirabilis، لم يتم ملاحظة هذا التفاعل.

الكلمات المفتاحية: زيت طبيعي، حبة البركة المزروعة، استخلاص، نشاط مضاد للبكتيريا.

Liste des abréviations et symboles

HV : Huile végétale

MH : Mueller Hinton (Gélose)

AA : Acide aminé

AG : Acide gras

R : Résistante

V : Volume

M : Masse

Symbole :

I_A : Indice d'acide

I_E : Indice d'ester

I_P : Indice de peroxyde

I_I : Indice d'Iode

Liste des figures

Figure 1. Diagramme représentant la composition des huiles végétales	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Les graines de <i>Nigella sativa</i> L	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3 : Photo de plante de <i>Nigella sativa</i> L	Erreur ! Signet non défini.
Figure 4 : Dessin représentant les différents parties de la plante	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 : Photo de fruit de Nigelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 6 : La fleur de <i>Nigella sativa</i>	Erreur ! Signet non défini.
Figure 7 : La fleur de <i>Nigella damascina</i>	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8 : les grains de <i>Nigella Sativa</i> L	Erreur ! Signet non défini.
Figure 9 : Test des alcaloïdes	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Test des saponosides	Erreur ! Signet non défini.
Figure 11: Test des flavonoïdes	Erreur ! Signet non défini.
Figure 12: Test des tannins	Erreur ! Signet non défini.
Figure 13: Test des huiles volatiles	Erreur ! Signet non défini.
Figure 14: Test de quinones.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 15 : Test des stérols	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Pression mécanique à froid	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17 : Indice d'acide	Erreur ! Signet non défini.
Figure 18 : Indice de Saponification.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 19 : Indice de peroxyde.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20 : Indice d'iode	Erreur ! Signet non défini.

Figure 21 : Réfractomètre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 22 : Suspension des souches bactériennes.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 23 : Préparation de Gélose MH.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 24: dilution d’huile Végétale de Nigelle	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25 : Ensemencement	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26 :Préparation des milieux de culture	Erreur ! Signet non défini.
Figure 27 : Photo d’huile de Nigella sativa L	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28 : Résultat d’activité antibactérienne de différentes concentrations de l’huile de nigelle	Erreur !
Signet non défini.	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition des graines de <i>Nigella sativa</i> L	19
Tableau 2 : Composition chimique de <i>nigella sativa</i> L.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2 : Les caractéristiques des bactéries étudiées	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 : Matériels et produits utilisés	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4: Résultat de screening phytochimiques.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5 : Résultat de caractérisation physico-chimique	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6: Caractéristiques Physiques d'huile essentiel	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 7 : : L'inhibition des bactéries selon les différentes concentrations.....	51

Sommaire

Etude physico-chimique et biologique de l'huile végétale de Nigelle cultivée	
Dédicace	ii
Remerciements.....	iii
Résumé	iv
Abstract	v
ملخص	vi
Liste des abréviations et symboles.....	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux	ix
Sommaire.....	x
Introduction générale	1
Chapitre I :Généralité sur les huiles végétales	3
I.1.Huile végétale :-----	3
I.2.Historique : -----	3
I.3.Déférents type d'huile : -----	4
I.3.1.Les huiles végétales comestibles :-----	4
I.3.2Les huiles vierges : -----	4
I.3.3. Les huiles pressées à froid :-----	4
I.4. Domaine d'utilisation des huiles Végétale : -----	5
I.4.1.pharmaceutiques et de médicaments : -----	5
I.4.2.Industrie : -----	5
I.4.3.Produits ménagers :-----	5
I.4.5.Soins de santé et aromathérapie : -----	5
I.5.Facteurs essentiels de composition et de qualité d'huile : -----	6
I.5.1. Intervalles de la composition en acides gras (exprimés en pourcentages) : -----	6
I.5.2.Point d'écoulement : -----	6
I.6.Composition d'huile végétale : -----	7
I.6.1 .La fraction saponifiable : -----	7

I.6.2. La fraction insaponifiable :-----	10
I.6.2. 1 .Les vitamines liposolubles :-----	10
Chapitre II :Présentation de la plante étudiée	13
II.1 Historique : -----	13
II.2. Définition de <i>Nigella sativa</i> : -----	14
Figure 2 : Photo des grains de nigelle [19]-----	14
II.3.Etymologie :-----	14
III.4.Classification :-----	14
II.5.Description botanique de nigelle :-----	15
II. 7 .Zone de culture de Nigelle : -----	17
II.8. Différentes variétés du Nigelle : -----	17
II.8.1.Nigella sativa :-----	18
II.8.2.Nigella damascena : -----	18
II.8.3.Nigella arvensis :-----	18
II.9 .Principaux constituants du Nigelle cultivée :-----	19
II.9 .1.Huile essentielles :-----	20
II.9.2. Huiles fixes : -----	20
II.9.3.Composition chimique de <i>Nigella Sativa</i> L -----	20
II .10. L'utilisation de la nigelle en Phytothérapie : -----	22
II.11 .1. Autre utilisation de la nigelle cultivée : -----	25
II.11.1. Usage culinaire :-----	25
II .11.2. Usage traditionnel : -----	26
II .11.3. Usage cosmétique : -----	26
III.12.Les activités biologiques de nigelle : -----	27
II.12.1.Activité antioxydant : -----	27
II.12.2.Activités antibactériennes et antifongique : -----	27
Partie expérimentale	31
Chapitre III : Matériel et méthode	31
III. Matériel et méthode	32
III.1.Objectif de travail -----	32
III.2. Préparation de la plante : -----	32
III.3.Screening phytochimiques -----	32
III.3.1.Les alcaloïdes : -----	32
III.3.2.Les saponosides (test de mousse) : -----	33

III.3.3.Les flavonoïdes : -----	33
III.3.4.Les tannins-----	34
III.3.5.Les huiles volatiles : -----	34
III.3.6 .Quinones : -----	35
III.3.7.Les stérols : -----	35
III.4.1.Description de l'huile Végétale étudiée : -----	36
III.5.Caractères chimiques : -----	36
III.5.1.Indice d'acide : -----	36
III.5.2.Indice de saponification :-----	37
III.5.3.Indice de peroxyde :-----	38
III.5.4.Indice d'iode : -----	39
III.5.5.Indice d'ester :-----	40
III.5.6.Taux d'impuretés -----	40
III.6.Caractères physiques :-----	40
Indice de réfraction :-----	40
III.7. L'activité antibactérienne : -----	40
III.7.1.Choix des souches : -----	41
III.7.2. Matériel du laboratoire :-----	41
III.7.3. Isolements et conservations des souches : -----	42
IV. Résultats et discussion	45
IV. 1.Interprétation du screening phytochimiques :-----	45
IV.2.Caractérisation Organoleptique :-----	46
IV.3 .Calcule de rendement : -----	46
IV.4 .Caractéristiques Chimiques -----	46
IV.4.1.Indice d'acide-----	47
IV.4.2.Indice de saponification -----	47
IV.4.3.Indice d'ester -----	48
IV.4.4.Taux d'impuretés -----	48
IV.4.5.Indice de peroxyde -----	48
IV.3.6.Indice d'iode -----	49
IV.5.Caractéristiques Physiques (à 20°C) -----	49
IV.5.1.Indice de réfraction -----	49
IV.6 .Activité antibactérienne :-----	50
IV.6 .1. Diamètre d'inhibition : -----	50
IV .6.2.L'inhibition des bactéries selon les déférentes concentrations : -----	51

Conclusion générale :	52
Références bibliographiques.....	54

Introduction générale

Depuis des millénaires, l'humanité a toujours manifesté un intérêt pour les plantes qui ont été une source de nourriture rapide et facilement accessible (plantes comestibles), ainsi qu'un moyen de guérir des maladies (plantes médicinales). La phytothérapie, également connue sous le nom de médecine par les plantes, remonte à l'Antiquité. L'histoire de la phytothérapie peut être divisée en trois grandes étapes, chacune caractérisée par un niveau d'utilisation différent des plantes médicinales. [1]

Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur *Nigella sativa* L., communément appelée nigelle, qui est une plante médicinale largement connue à travers le monde depuis des milliers d'années. Cette plante a été utilisée comme remède naturel au Moyen-Orient et en Extrême-Orient. Les graines de cette plante sont couramment utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter les affections broncho-pulmonaires et gastro-intestinales, ainsi que pour leurs propriétés antidiabétiques, antihypertensives, anti-inflammatoires et antimicrobiennes.[1]

Ce projet se concentre sur l'extraction d'huile végétale à partir des graines de *Nigella sativa* L par pression à froid, ainsi que sur la détermination de ses caractéristiques physico-chimiques et de son activité antibactérienne. Notre travail sera donc réparti en deux parties divisées en quatre (04) chapitres :

La première partie : Etude bibliographique contient deux chapitres

Chapitre 1 : Montre un aperçu réduit sur l'huile végétale

Chapitre 2 : Nous rapporterons des généralités sur la plante la ***Nigella sativa* L** l'origine, utilisation, taxonomie, description, les compositions chimiques de la plante et sur les vertus médicinales, étude phytochimique .

La deuxième partie : Etude expérimentale; qui comprend

Chapitres 3. Décrivant le matériel et les méthodes ainsi que les protocoles expérimentaux utilisés pour :

- ✚ Le screening phytochimiques.
- ✚ Caractérisation Physico-chimiques de huile végétal **Nigella sativa**.
- ✚ Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile végétale

Chapitre 4. Nous présentons les différents résultats obtenus avec la discussion.

Chapitre I : Généralité sur les huiles végétales

I.1.Huile végétale :

L'huile végétale est une substance grasse obtenue à partir de graines, de fruits ou de noix de différentes plantes. Elle est utilisée dans l'alimentation, la cosmétique et d'autres industries. L'extraction peut se faire par pression mécanique, extraction par solvant ou extraction à froid. Les huiles végétales sont utilisées pour cuisiner, fabriquer des produits alimentaires, des produits de soins pour la peau et des produits capillaires. Il existe de nombreuses variétés d'huiles végétales, chacune ayant ses propres caractéristiques et utilisations spécifiques [2].

I.2.Historique :

L'utilisation de l'huile végétale remonte à l'Antiquité, où différentes civilisations l'employaient pour divers usages. Voici un bref historique de l'huile végétale :

Mésopotamie et Égypte anciennes : Les civilisations mésopotamiennes et égyptiennes utilisaient l'huile d'olive pour la cuisine, l'éclairage et les rituels religieux. L'huile d'olive était considérée comme un symbole de richesse et de santé.

Grèce antique : L'huile d'olive était également très appréciée dans la Grèce antique. Elle était utilisée dans l'alimentation, la médecine, la cosmétique et même dans les compétitions sportives, où les athlètes se frictionnaient le corps avec de l'huile d'olive pour améliorer leurs performances.

Rome antique : Les Romains ont continué à utiliser l'huile d'olive, mais ils ont également commencé à extraire d'autres huiles végétales, notamment l'huile de colza et l'huile de sésame.

Asie : Dans les civilisations asiatiques, comme la Chine et l'Inde, différentes huiles végétales étaient utilisées depuis des millénaires. Par exemple, en Inde, l'huile de sésame est utilisée depuis l'Antiquité dans l'alimentation, la médecine ayurvédique et les rituels religieux.

Moyen Âge et Renaissance : Pendant cette période, l'huile d'olive était toujours très prisée en Europe, mais d'autres huiles végétales, telles que l'huile de tournesol, l'huile de lin et l'huile de colza, ont commencé à gagner en popularité.

Révolution industrielle : Avec l'avènement de la révolution industrielle, de nouvelles méthodes d'extraction de l'huile végétale ont été développées, notamment l'utilisation de presses hydrauliques et de solvants chimiques. Cela a permis d'augmenter la production d'huile végétale à grande échelle.

Époque moderne : Au cours des derniers siècles, de nombreuses variétés d'huiles végétales ont été découvertes et exploitées, répondant aux besoins alimentaires, cosmétiques et industriels. Les procédés d'extraction et de raffinage ont été améliorés pour garantir la qualité et la pureté des huiles végétales.

Aujourd'hui, l'huile végétale continue d'être largement utilisée dans le monde entier, jouant un rôle essentiel dans l'alimentation, la cuisine, la cosmétique et d'autres domaines [2].

I.3.Déférents type d’huile :

I.3.1.Les huiles végétales comestibles :

Sont des denrées alimentaires qui se composent essentiellement de glycérides d'acides gras exclusivement d'origine végétale. Elles peuvent contenir en faible quantité d'autres lipides comme les phosphatides, des constituants insaponifiables et les acides gras libres naturellement présents dans la graisse ou l'huile.

1.3.2Les huiles vierges :

Sont obtenues, sans modification de la nature de l'huile, exclusivement au moyen de procédés mécaniques, par exemple expulsion ou pression, et d'un traitement thermique. Elles peuvent avoir été purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation.

I.3.3. Les huiles pressées à froid :

Sont obtenues, sans modification de l'huile, exclusivement par des procédés mécaniques, par exemple expulsion ou pression, sans utilisation de procédés thermiques [3].

Est une substance lipidique extraite des graines, des fruits ou des noix des plantes, par pression ou par extraction à l'aide de solvants. Les huiles végétales sont largement utilisées dans l'alimentation, la cosmétique et d'autres domaines industriels. Elles contiennent des acides gras insaturés, des vitamines et des antioxydants, et sont considérées comme une source importante de nutriments pour l'alimentation humaine et animale. Les huiles végétales les plus courantes sont l'huile d'olive, l'huile de tournesol, l'huile de colza, l'huile de soja et l'huile de palme [4].

I.4. Domaine d'utilisation des huiles Végétale :

I.4.1.pharmaceutiques et de médicaments :

Par exemple, l'huile de ricin est utilisée comme laxatif et comme ingrédient dans certains médicaments. L'huile d'arbre à thé est connue pour ses propriétés antiseptiques et est utilisée dans les produits pour traiter les affections cutanées.

I.4.2.Industrie :

Les huiles végétales peuvent être utilisées dans diverses applications industrielles. Par exemple, elles sont utilisées comme lubrifiants dans les machines et les moteurs. L'huile de soja est souvent utilisée comme base pour la production de biodiesel, une alternative renouvelable aux carburants fossiles.

I.4.3.Produits ménagers :

Certaines huiles végétales, comme l'huile de citronnelle ou l'huile de neem, sont utilisées dans la fabrication de produits répulsifs pour insectes. Elles peuvent également être utilisées pour le nettoyage, la lubrification ou la protection des surfaces.

I.4.5.Soins de santé et aromathérapie :

Les huiles végétales essentielles sont utilisées en aromathérapie pour leurs propriétés thérapeutiques. Elles peuvent être utilisées par voie topique, inhalation ou ingestion, selon les recommandations appropriées. Certaines huiles végétales, comme l'huile de lavande, l'huile de menthe poivrée ou l'huile de camomille, sont utilisées pour favoriser la relaxation, soulager le stress ou soulager certains problèmes de santé[5].

Ces exemples illustrent la polyvalence des huiles végétales et leur utilisation dans de nombreux domaines différents. Cependant, il est important de noter que toutes les huiles

végétales ne conviennent pas à toutes les applications, et certaines peuvent être plus adaptées à un usage spécifique que d'autres.

I.5.Facteurs essentiels de composition et de qualité d'huile :

I.5.1. Intervalles de la composition en acides gras (exprimés en pourcentages) :

Voici quelques intervalles généraux de la composition en acides gras exprimés en pourcentages dans les huiles végétales les plus courantes. Veuillez noter que ces intervalles peuvent varier légèrement en fonction des différentes variétés d'huiles végétales et des méthodes d'extraction utilisées :

I.5.1.1.Acides gras saturés :

5% à 20% Les acides gras saturés se trouvent généralement en plus grande quantité dans les huiles végétales solides à température ambiante, comme l'huile de coco et l'huile de palme.

I.5.1.2.Acides gras monoinsaturés :

45% à 75% Les acides gras monoinsaturés sont présents en plus grande quantité dans des huiles végétales comme l'huile d'olive, l'huile d'avocat et l'huile d'amande.

I.5.1.3.Acides gras polyinsaturés :

Acides gras oméga-3 : 0,5% à 10% Les acides gras polyinsaturés sont présents en plus grande quantité dans des huiles végétales comme l'huile de tournesol, l'huile de maïs, l'huile de lin et l'huile de chanvre. Les huiles de poisson sont également une source riche en acides gras oméga-3[3] [6].

I.5.2.Point d'écoulement :

Le point d'écoulement des huiles végétales fait référence à la température à laquelle une huile végétale commence à se solidifier et à perdre sa fluidité. Cela dépend principalement de la composition en acides gras de l'huile. Voici quelques exemples de points d'écoulement pour différentes huiles végétales :

- Huile de tournesol : environ -17°C à -12°C
- Huile d'olive : environ -6°C à 0°C
- Huile de colza : environ -10°C à -5°C

- Huile de coco : environ 23°C à 26°C (l'huile de coco est solide à température ambiante)
- Huile de palme : environ 35°C à 40°C (l'huile de palme est solide à température ambiante)
- Oléine de palmiste de 21 à 26°C
- Stéarine de palmiste de 31 à 34°C Oléine de palme pas plus de 24 °C
- Stéarine de palme pas moins de 44 °C
- Superoléine de palme pas plus de 19,5 °C

Ces points d'écoulement sont des estimations générales et peuvent varier en fonction de facteurs tels que la variété de la plante, le mode de production et le raffinage de l'huile. Les huiles végétales riches en acides gras saturés ont tendance à avoir un point d'écoulement plus élevé, ce qui les rend solides à température ambiante. Les huiles riches en acides gras monoinsaturés et polyinsaturés ont généralement des points d'écoulement plus bas et restent liquides à température ambiante [6].

I.6.Composition d'huile végétale :

Les huiles végétales se composent de deux fractions principales : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable. La fraction saponifiable comprend les acides gras qui peuvent être convertis en savon par une réaction de saponification. La fraction insaponifiable englobe les composés non lipidiques tels que les stérols, les tocophérols, les caroténoïdes, les phytostérols et d'autres composés bioactifs. Ces deux fractions contribuent aux caractéristiques et aux bienfaits nutritionnels des huiles végétales [7].

I.6.1 .La fraction saponifiable :

La fraction saponifiable est la partie des huiles végétale qui peut convertie en savon par réaction chimique avec une base forte telle que l'hydroxyde de sodium (NaOH) et l'hydroxyde de potassium (KOH) .Cette fraction est composée principalement de triglycérade et d'acides gras. Les triglycérides et les acides gras sont la forme la plus courante de lipides présente dans les huiles végétales [8]

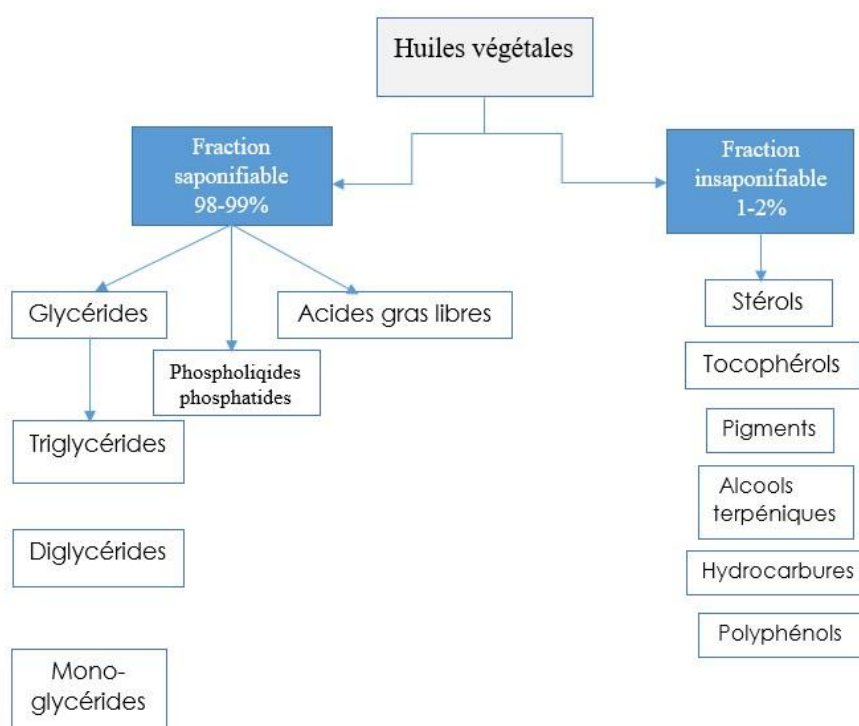


Figure 1 : Diagramme représentant la composition des huiles végétales [Djeghdjegh 2023]

I.6.1.1. Les triglycérides :

Les triglycérides sont des lipides ou graisse composé de trois acides gras liés à une molécule de glycérol. Ils représentent la forme de stockage principale des graisses dans les organismes y compris les plantes et les animaux.

Les triglycérides sont la principale source d'énergie dans l'organisme .Lorsque l'organisme a besoin d'énergie, les triglycérides sont dégradés par un processus appelé lipolyse, Qui libère les acides gras qui peuvent être utilisés comme carburant. Cela se produit dans les cellules adipeuses, Ou les triglycérides sont stockés. De plus, les triglycérides jouent un rôle important dans l'isolation thermique et la protection des organes [9].

I .6.1.2. Les acides gras :

Les acides gras sont des chaînes d'hydrocarbures avec un groupe carboxyle (COOH) à une extrémité. Les acides gras peuvent être saturés (aucune double liaison entre les deux atomes carbone, monoinsaturé (une double liaison) ou polyinsaturé (plusieurs doubles liaisons) en fonction de double liaison présente dans la chaîne.

Lorsque trois acides gras se lient à un glycérol, une réaction de condensation se produit libérant une molécule d'eau (H_2O). Ce processus est appelé estérification, et il forme une liaison ester entre chaque acide gras et glycérol [10].

Les acides gras saturés :

Les acides gras saturés sont des types d'acides gras qui se caractérisent par des chaînes carbonées sans doubles liaisons. Cela signifie que chaque carbone de la chaîne est saturé avec le maximum d'atomes d'hydrogène possible. Cette absence de doubles liaisons leur confère une structure moléculaire linéaire.

Les acides gras saturés se trouvent principalement dans les aliments d'origine animale tels que la viande, le beurre, le fromage et les produits laitiers ; Ils peuvent également être présents en quantités variables dans certaines huiles végétales telles que l'huile de coco et l'huile de palme [10].

Les acides gras monoinsaturés :

Les acides gras monoinsaturés sont des acides gras qui possèdent une seule double liaison entre les atomes de carbone de leur chaîne carbonée. Cette double liaison entraîne une courbure dans la structure moléculaire, ce qui les distingue des acides gras saturés qui ne possèdent aucune double liaison.

Les acides gras monoinsaturés sont souvent considérés comme bénéfiques pour la santé, en particulier pour la santé cardiovasculaire, lorsqu'ils sont consommés avec modération. Ils se trouvent principalement dans les huiles végétales telles que l'huile d'olive, l'huile d'avocat et l'huile d'arachide. L'acide oléique est l'acide gras monoinsaturé le plus courant et il constitue une grande partie de l'huile d'olive [11].

Les acides gras polyinsaturés :

Les acides gras polyinsaturés oméga-3 se trouvent principalement dans les poissons gras tels que le saumon, le maquereau et les sardines, ainsi que dans certaines sources végétales telles que les graines de lin, les noix et les huiles de lin et de colza. Les principaux acides gras polyinsaturés oméga-3 comprennent l'acide alpha-linolénique (ALA), l'acide éicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA).

Les acides gras polyinsaturés oméga-6 se trouvent dans de nombreux aliments courants tels que les huiles végétales (huile de tournesol, huile de maïs, huile de soja) ainsi

que dans les noix et les graines. Les principaux acides gras polyinsaturés oméga-6 comprennent l'acide linoléique (LA), l'acide gamma-linolénique (GLA), l'acide dihomogamma-linolénique (DGLA) et l'acide arachidonique (AA) [12].

I.6.2. La fraction insaponifiable :

La fraction insaponifiable est la partie qui ne peut pas être convertie en savon par une réaction de saponification. Elle comprend divers composés non lipidiques tels que les stérols, les tocophérols, les caroténoïdes, les phytostérols et d'autres composés bioactifs. Ces substances contribuent aux propriétés et aux bienfaits nutritionnels des huiles végétales [8].

I.6.2. 1 .Les vitamines liposolubles :

La fraction insaponifiable des huiles végétales contient diverses vitamines liposolubles, notamment :

✓ **Vitamine E (tocophérols) :**

Les tocophérols, tels que l'alpha-tocophérol, le bêta-tocophérol, le gamma-tocophérol et le delta-tocophérol, sont des antioxydants liposolubles présents dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils jouent un rôle clé dans la protection contre les dommages oxydatifs.

✓ **Vitamine K (phylloquinone et menaquinones) :**

La vitamine K se trouve également dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Le phylloquinone (vitamine K1) est présent en plus grande quantité, tandis que les menaquinones (vitamine K2) peuvent également être présentes en quantités plus faibles [13].

En plus des vitamines liposolubles, la fraction insaponifiable des huiles végétales peut également contenir d'autres composés bioactifs, tels que :

✓ **Stérols :**

Les stérols, tels que le bêta-sitostérol, le campesterol et le stigmasterol, sont présents dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils sont connus pour leurs propriétés hypocholestérolémiantes et peuvent contribuer à maintenir un taux de cholestérol sain.

✓ **Caroténoïdes :**

Les caroténoïdes, tels que le bêta-carotène, la lutéine et le lycopène, peuvent être présents dans la fraction insaponifiable. Ce sont des pigments naturels qui ont des propriétés

antioxydantes et peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé, notamment la protection contre les dommages causés par les radicaux libres.

✓ **Phytostérols :**

Les phytostérols, tels que le bêta-sitostérol, sont des composés similaires au cholestérol d'origine végétale présents dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils ont des propriétés hypocholestérolémiantes et peuvent aider à réduire l'absorption du cholestérol dans l'intestin.

Ces composés bioactifs présents dans la fraction insaponifiable contribuent aux propriétés nutritionnelles et aux bienfaits pour la santé des huiles végétales[13].

I.3.2.2.Les antioxydants :

La fraction insaponifiable des huiles végétales peut contenir différents antioxydants qui contribuent à leur stabilité et à leurs propriétés bénéfiques pour la santé. Voici quelques antioxydants couramment présents :

✓ **Tocophérols (vitamine E) :**

Les tocophérols, tels que l'alpha-tocophérol, le bêta-tocophérol, le gamma-tocophérol et le delta-tocophérol, sont des antioxydants liposolubles présents dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils protègent les lipides contre l'oxydation et contribuent ainsi à prolonger la durée de conservation des huiles.

✓ **Caroténoïdes :**

Les caroténoïdes, tels que le bêta-carotène, la lutéine, le lycopène et la zéaxanthine, sont des pigments naturels présents dans la fraction insaponifiable. Ils agissent comme des antioxydants et aident à neutraliser les radicaux libres responsables des dommages oxydatifs.

✓ **Coenzyme Q10 :**

Le coenzyme Q10 Également connue sous le nom d'ubiquinone, la coenzyme Q10 est un antioxydant présent dans certaines huiles végétales insaponifiables. Elle joue un rôle important dans la protection contre le stress oxydatif et contribue à maintenir la santé cellulaire [14].

En plus des antioxydants mentionnés précédemment, voici d'autres antioxydants qui peuvent être présents dans la fraction insaponifiable des huiles végétales :

✓ Polyphénols :

Les polyphénols sont des composés antioxydants présents dans de nombreuses plantes. Certains types de polyphénols, tels que l'acide gallique, l'acide caféique, l'acide ellagique et les flavonoïdes, peuvent se retrouver dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils sont connus pour leurs effets antioxydants et peuvent contribuer à la protection contre les radicaux libres.

✓ Phytostérols :

Les phytostérols, en plus de leur rôle hypocholestérolémiant, peuvent également agir comme des antioxydants dans la fraction insaponifiable des huiles végétales. Ils aident à prévenir l'oxydation des lipides et contribuent à la stabilité des huiles.

✓ Squalène :

Le squalène est un composé liposoluble présent dans certaines huiles végétales, telles que l'huile d'olive et l'huile d'amande douce. Il a des propriétés antioxydantes et peut aider à protéger les lipides contre les dommages oxydatifs.

Il convient de noter que la présence et la concentration d'antioxydants dans la fraction insaponifiable des huiles végétales peuvent varier en fonction du type d'huile et des conditions de production[15]

Chapitre II : Présentation de la plante étudiée

II.1 Historique :

La nigelle, également connue sous le nom scientifique de *Nigella sativa*, est une plante qui a une longue histoire d'utilisation à des fins médicinales et culinaires. Son origine remonte à l'Asie de l'Ouest, où elle est native. Elle est largement cultivée et utilisée dans différentes régions du monde.

L'utilisation de la nigelle remonte à l'Antiquité. Elle a été mentionnée dans des textes anciens tels que les écrits des médecins grecs Hippocrate et Dioscoride, ainsi que dans les traditions médicales de l'Égypte ancienne et de la Perse. Les Égyptiens appelaient la nigelle "la graine bénie" et l'utilisaient à la fois comme remède et comme ingrédient culinaire. Des graines de nigelle ont même été retrouvées dans la tombe de Toutankhamon [16].

Au fil des siècles, la nigelle a été utilisée dans différentes cultures et civilisations. Elle a été particulièrement appréciée dans la médecine islamique, où elle était considérée comme un remède polyvalent pour de nombreuses affections. Le prophète Mohamed et lui a attribué des vertus thérapeutiques en disant : "Il y a dans la graine noire un remède contre toutes les maladies, sauf la mort".

La nigelle a également été utilisée dans la cuisine de diverses régions, notamment dans la cuisine méditerranéenne, indienne et du Moyen-Orient. Ses graines sont utilisées comme épice dans de nombreux plats et sont appréciées pour leur saveur aromatique [17].

. Au cours des dernières décennies, la nigelle a suscité un intérêt croissant en raison de ses propriétés potentielles pour la santé. Des études scientifiques ont été menées pour explorer ses effets antioxydants, anti-inflammatoires, antimicrobiens et anticancéreux. Elle est également utilisée dans l'industrie cosmétique pour ses bienfaits pour la peau et les cheveux [17].

Cependant, il convient de noter que malgré ses utilisations traditionnelles et ses propriétés potentielles, la nigelle ne remplace pas les soins médicaux appropriés et il est toujours recommandé de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser des remèdes à base de plantes.

II.2. Définition de *Nigella sativa* :

Plante méditerranéenne, la nigelle résiste néanmoins très bien au froid et se ressème abondamment dans les jardins pour épanouir ses jolies fleurs bleues au soleil du plein été. Utilisée depuis près de 2 000 ans comme épice et remède naturel en Orient, et notamment en Egypte où elle est qualifiée d'"or des Pharaons". La petite graine de cette plante ne doit pas être confondue avec le carvi et le cumin. L'huile de nigelle est une huile dite "végétale" parce qu'elle est obtenue à partir de graines oléagineuses (ou de fruits pour d'autres huiles végétales). L'huile de nigelle a la couleur jaune-vert à orangé-ambéré est composée d'acides gras (linoléique) essentiels [18].



Figure 2 : Photo des grains de nigelle [19]

II.3. Etymologie :

Le terme "nigelle" a une étymologie qui remonte au latin scientifique "nigella", dérivé de "niger", qui signifie "noir". Il fait référence à la couleur sombre des graines de la plante. Le nom scientifique de la plante est *Nigella sativa*, et elle est également connue sous d'autres noms tels que "cumin noir" en Français, "Black cumin" et "small fennel" en anglais, "Habbat-el-baraka" "Habba-tu-sawda" "Kamun-aswad" en arabe, "Sanuj" en Algérie et Maroc [20].

III.4. Classification :

La nigelle cultivée, également connue sous le nom scientifique *Nigella sativa*, appartient à la famille des Renonculacées. Elle est originaire d'Asie de l'Ouest et est cultivée dans plusieurs régions du monde pour ses graines qui sont utilisées à des fins médicinales et culinaires. En termes de classification botanique, voici comment la nigelle cultivée est généralement classée :

- **Royaume:** Plantae (Plantes)
- **Embranchement :** Spermaphytes
- **Sous-embranchement :** Angiospermes
- **Division :** Magnoliophyta (Plantes à fleurs)
- **Classe :** Magnoliopsida (Dicotylédones)
- **Ordre :** Ranunculales Famille : Ranunculaceae (Renonculacées)
- **Genre :** Nigella
- **Espèce :** Nigella sativa

Il est important de noter que la classification scientifique peut varier légèrement en fonction des sources et des systèmes de classification utilisés. Cependant, les informations mentionnées ci-dessus représentent la classification généralement acceptée pour la nigelle cultivée [20].

II.5.Description botanique de nigelle :

La nigelle, connue scientifiquement sous le nom de Nigella, est un genre de plantes à fleurs appartenant à la famille des Renonculacées. Il existe plusieurs espèces de nigelle, la plus courante étant la nigelle cultivée (Nigella sativa).

La nigelle est une plante herbacée annuelle qui pousse généralement jusqu'à une hauteur d'environ 20 à 30 centimètres.



Figure 2 : Photo de plante de Nigella sativa [21]

Tige :

Elle présente une tige dressée, ramifiée et légèrement velue.



Figure 4 : Dessin représentant les différentes parties de la plante

Feuille :

Les feuilles de la nigelle sont vert foncé, finement divisées en segments linéaires, et elles sont disposées de manière alternée le long de la tige [23] [24].

Fleurs :

Les fleurs de la nigelle sont solitaires, terminales et mesurent environ 2 à 4 centimètres de diamètre. Elles ont une forme de coupe avec cinq pétales de couleur blanche, bleue ou violette, et sont entourées par un calice de bractées vertes. Les fleurs de la nigelle sont souvent très décoratives.



Figure 4 : Les différentes parties de Nigella arvensis L [25]

Fruit :

Une fois les fleurs fanées, des capsules se forment contenant de nombreuses petites graines noires triangulaires. Ces graines sont utilisées à des fins médicinales et culinaires, et elles sont souvent appelées "graines de nigelle" ou "graines noires". Les graines de nigelle ont une saveur épicée et sont souvent utilisées comme condiment dans la cuisine [23] [24].



Figure 5 :Photo de la Fruit *Nigella sativa* L[26]

II. 7. Zone de culture de Nigelle :

En Algérie, la culture de la nigelle est peu répandue, limitée principalement aux régions d'Ouargla, Biskra, Timimoune, Adrar, Médéa et Skikda, où elle est cultivée selon des méthodes traditionnelles [27].



Figure 6:Carte géographique présente la distribution de culture de nigelle en Algérie[28]

II.8. Différentes variétés du Nigelle :

L'huile de Nigelle provient des graines de la plante *Nigella sativa*, mais il existe différentes variétés de cette plante qui peuvent présenter des variations dans leurs caractéristiques et leurs propriétés. Voici quelques-unes des variétés les plus courantes :

II.8.1.Nigella sativa :

C'est la variété la plus répandue et la plus largement utilisée pour produire de l'huile de Nigelle. Elle est cultivée dans de nombreuses régions d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et d'Asie.



Figure 7 : Photo Nigella sativa [29]

II.8.2.Nigella damascena :

Cette variété est originaire de la région de Damas en Syrie. Elle est souvent cultivée pour ses fleurs ornementales et ses graines sont parfois utilisées à des fins culinaires, bien qu'elles aient une saveur plus douce par rapport à Nigella sativa[30] .



Figure 8 : Photo de Nigella damascina[31]

II.8.3.Nigella arvensis :

Aussi connue sous le nom de Nigelle des champs, cette variété pousse à l'état sauvage dans certaines régions d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie occidentale. Ses graines peuvent également être utilisées pour produire de l'huile de Nigelle, bien que leur composition puisse différer légèrement des autres variétés.

Il est important de noter que les différences entre ces variétés peuvent être subtiles et la plupart des huiles de Nigelle disponibles sur le marché sont généralement dérivées de Nigella sativa. Cependant, la variété de la plante peut influencer légèrement le goût, l'arôme et les composés actifs présents dans l'huile.

Il est recommandé de choisir des produits provenant de sources fiables et réputées pour garantir la qualité de l'huile de Nigelle que vous consommez[32][33].

II.9 .Principaux constituants du Nigelle cultivée :

Les plantes aromatiques présentent généralement deux types de métabolites : les métabolites primaires, qui sont des molécules organiques essentielles à la survie des plantes, comprenant des sucres, des lipides et des protéines. Les métabolites secondaires, quant à eux, jouent un rôle dans la défense contre les herbivores. On distingue quatre familles de métabolites secondaires chez les végétaux : les composés phénoliques, les saponines, les alcaloïdes et les composés terpéniques.

Les graines de nigelle cultivée contiennent à la fois des métabolites primaires, qui contribuent au développement de la plante tels que les lipides, les protéines, les glucides et les fibres, ainsi que des métabolites secondaires. Ces métabolites secondaires jouent un rôle de protection contre les attaques d'herbivores et de pathogènes, en plus d'améliorer l'efficacité de la reproduction de la plante. Ce sont précisément ces composés qui suscitent l'intérêt de l'homme en raison de leurs activités pharmacologiques.

De nombreuses recherches phytochimiques ont été menées sur les plantes de la famille des Renonculacées, en particulier l'espèce *Nigella sativa*. Les graines de cette plante sont utilisées en phytothérapie. Le premier rapport détaillant la composition des graines de *N. sativa* a été publié en 1880 par Greenish [34].

Depuis lors, de nombreux échantillons de graines de *N. sativa* ont été analysés et caractérisés pour leurs propriétés physiques, leurs composés chimiques, leurs minéraux et leurs composés lipidiques. Ces études ont révélé la présence d'une variété de substances naturelles, notamment des lipides, des dérivés terpéniques, des flavonoïdes, des alcaloïdes et des saponines. *N. sativa* est une source importante de protéines et de sels minéraux tels que le phosphore, le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium [35].

Tableau 1 : Composition des graines de *Nigella sativa* L [36]

Constituant	Quantité (%)
Lipides	30-35
Protéines	16-21
Glucides	33-34

Fibres alimentaires	4,5-6,5
Sels minéraux	3,7-7
Saponines	0,013

II.9 .1.Huile essentielles :

L'huile essentielle de nigelle est obtenue par distillation à la vapeur d'eau de l'huile végétale extraite par première pression à froid. Sa composition peut varier considérablement en fonction des pratiques culturelles de la plante et des conditions environnementales. Elle représente entre 1,4% et 1,9% du poids de l'huile fixe et entre 0,18% et 0,5% du poids des graines [37].

II.9.2. Huiles fixes :

En général, les huiles végétales sont considérées comme des sources d'énergie et sont extraites par pression à froid. Elles sont principalement composées de triglycérides (57,50%). De plus, elles renferment une petite proportion de lipides polaires (3,70%), de monoacyl-glycérol (4,8%) et de diacyl-glycérol (5,10%). On y trouve également des stérols libres et estérifiés [37].

II.9.3.Composition chimique de Nigella Sativa L

Tableau 2 : Composition chimique de nigella sativa L[38]

Composé	Nature	Partie de la plante
Alanine	AA	Graine
B-amyrin	Triterpène	Huile de graine
Acide arachidique	AG	Huile de graine
Acide ascorbique	Vitamine	Feuille
Acide ascorbique	Vitamine	Feuille
Acide aspartique	AA	Graine
5-dehydro-avenastérol	Stéroïde	Huile de graine
7-dehydro-avenastérol	Stéroïde	Huile de graine
Butyrospermol	Triterpène	Huile de graine
Campestanol	Stéroïde	Huile de graine
Carvacrol	Monoterpène	Huile de graine
Carvone	Monoterpène	Huile de graine
Cholestérol	Stéroïde	Huile de graine

Citrostadienol	Triterpène	Huile de graine
Cycloartanol	Triterpène	Huile de graine
Cycloarténol	Triterpène	Huile de graine
Cycloeucalénol	Triterpène	Huile de graine
Cystine	AA	Graine
Méthyl-damascenine	Alcaloïde	Graine
Damascenine	Alcaloïde	Plante entière
Dna	Alcaloïde	Racine
Dithymoquinone	Monoterpène	Huile de graine
Acide Eicosadienoïque	AG	Huile de graine
Huile essentielle	Terpènes	Graine
Huile fixe	Lipides	Graine
Flavonoides		Graine
Glucose	Ose	Graine
Acide glutamique	AA	Graine
Gramistérol	Stéroïde	Huile de graine
Hederagénine	Triterpène	Graine
Acide Indole-3-acétique	Auxine	Tissus du calice
Leucine	AA	Graine
Acide linoléique	AG	Huile de graine
Acide linolénique	AG	Huile de graine
Lysine	AA	Graine
Melanthine	Saponoside	Graine
Acide myristique	AG	Huile de graine
Nigellicine	Alcaloïde	Graine
Nigellimine-N-Oxide	Alcaloïde	Graine
Obtusifoliol	Stéroïde	Huile de graine
Acide oléique	AG	Huile de graine
Acide palmitique	AG	Huile de graine
Acide palmitoléique	AG	Huile de graine
Saponine	Triterpènes	Graine
Protéines	Protides	Graine
β sitostérol	Stéroïde	Huile de graine

α spinastérol	Stéroïde	Huile de graine
--	----------	-----------------

II .10. L'utilisation de la nigelle en Phytothérapie :

Voici maintenant quelques pathologies pour lesquelles le traitement à la graine de nigelle a donné des résultats concluants Ibn al-Qayyim affirme dans le chapitre « La médecine prophétique » de son ouvrage « Le bagage pour l'au-delà »: « L'application de l'huile de nigelle en pansement élimine les maux de tête non accompagnés de fièvre » Prise d'une cuillère à café d'huile de nigelle à jeun et ce, pendant trois jours [39].

✓ **Le rhume**

Un second mode d'emploi: appliquer l'huile de nigelle sur la partie douloureuse puis masser Un troisième: mélanger les graines de nigelle pilées à de l'huile d'olive et administrer par voie nasale quelques gouttes du produit résultant.

✓ **La migraine hémicéphalique**

Prendre une petite quantité de graines de girofle pilées, de la poudre de graines de nigelle et de l'orge pilée, bien mélanger le tout et pétrir avec du miel d'abeille. Appliquer le mélange sur la partie souffrante le soir jusqu'au matin en accompagnant ce traitement d'une

« Si le patient met dans un bocal de la graine de nigelle pilée qu'il sent régulièrement, il sera délivré de son rhume ». (Ibn al-Qayyim in « Le bagage pour l'au-delà ») Grillée puis pillé, enfin mélangée à de l'huile d'olive puis administrée par voie nasale sous forme de gouttes, trois à quatre fois par jour, le patient s'en trouve guéri du rhume occasionnel accompagné d'éternuements nombreux [39].

✓ **Le mal de dent, de la gencive, de l'aluette et de la gorge**

Ibn al-Qayyim déclare: « Si la graine de nigelle est cuite avec du vinaigre et que le patient utilise la préparation dans des bains de bouche, le mal de dents du patient produit par la sensibilité au froid disparaît alors ». Autre préparation : Faire bouillir de la graine de nigelle et utiliser l'eau de la bouillie dans des bains de bouche et des gargarismes. Étaler de l'huile de nigelle sur le cou et des bords du maxillaire supérieur du côté des dents en prenant une cuillerée d'huile de nigelle à jeun tous les matins.

✓ **Le vertige, l'otite et les troubles d'audition**

Contre les vertiges, il est conseillé de masser les tempes et la nuque d'huile de nigelle. Contre l'otite, il est conseillé de mettre quelques gouttes d'huile de nigelle bien filtrée dans l'oreille [39].

✓ **Les maux de l'oeil**

Appliquer l'huile de nigelle sur le pourtour de l'oeil et mélanger quelques gouttes de cette huile à n'importe quelle boisson chaude ou encore à du jus de carottes et consommer le mélange .

✓ **La déformation occasionnelle du faciès**

Ibn al-Qayyim déclare : « L'huile de nigelle remédie aussi aux déformations du menton (lorsque ce dernier a tendance à pencher vers un côté du visage) par application et massage du nez .

✓ **Dans le traitement de l'insomnie**

Prendre une cuillerée d'huile de nigelle mélangée à du lait bien chaud sucré au miel d'abeilles [39] .

✓ **Dans le traitement des céphalées**

Prendre une cuillerée d'huile de nigelle mélangée à du jus de mûres sauvages.

✓ **Le traitement de l'essoufflement et de l'insuffisance respiratoire**

Ibn al-Qayyim déclare : « La prise d'une quantité de graines de nigelles mélangée à de l'eau élimine l'essoufflement et les troubles respiratoires ».

✓ **L'asthme**

Faire bouillir de l'huile de nigelle et respirer profondément la vapeur dégagée matin et soir en y ajoutant une cuillerée d'huile de nigelle à broyer et avaler matin et soir également, à condition que cela soit fait en avant des repas. Il est tout aussi conseillé de se masser la poitrine et le cou d'huile de nigelle avant de se coucher. Il est généralement conseillé de

consommer beaucoup d'huile de nigelle en raison de ce qu'elle renferme de la nigelle dont les propriétés favorisant une bonne respiration sont connues dans le traitement de l'asthme et de la toux [39].

✓ **Les problèmes cardiaques et la tension artérielle**

Il est conseillé de consommer de l'huile de nigelle en quantité avec n'importe quelle boisson chaude en raison de son absorption des matières grasses et de son pouvoir à élargir veines et artères.

✓ **L'hypertension**

Ajouter quelques gouttes à une quelconque boisson chaude et consommer.

✓ **Les maladies pulmonaires dues au froid**

Prendre une grande cuillère d'huile de nigelle, mélanger à de l'eau, mettre à ébullition, inspirer les vapeurs dégagées en mettant une serviette de bain sur la tête ; prendre parallèlement de la tisane de thym mélangée à de la poudre de graine de nigelle où à son huile [39].

✓ **Les maux de l'estomac et des intestins**

Ibn al-Qayyim déclare : "la graine d'huile de nigelle amoindrit les maux de l'estomac.

✓ **Les ulcères**

Prendre une cuillerée d'huile de nigelle, mélanger à une tasse à café de miel d'abeilles, ajouter une cuillère de pelures de grenades douces, consommer le mélange quotidiennement à jeun en le faisant suivre d'un verre de lait non sucré et ce, pendant deux mois).

✓ **Les crises intestinales**

Prendre des quantités égales d'anis, de cumin et de menthe, mélanger et faire bouillir, sucrer au miel et ajouter à l'infusion une cuillère d'huile de nigelle. Consommer chaud. Il est souhaitable de masser l'endroit douloureux avec de l'huile de nigelle[39] .

✓ **Les maux du pancréas**

Mettre une compresse de confis de graine de nigelle pétrie dans de l'huile d'olive réchauffée sur le côté gauche avant de dormir. Consommer en parallèle un verre de tisane de fenugrec sucrée au miel et ajoutée d'une cuillère d'huile de nigelle et ce, pendant quinze jours.

✓ **Les ballonnements et l'expulsion des gaz**

Ibn al-Qayyim déclare : « la graine de nigelle élimine les ballonnements, dégage les conduits obstrués et dissout les gaz »

Mettre trois gouttes d'huile de nigelle dans une tasse de café ou de thé et consommer.

✓ **Les nausées et les vomissements**

Une cuillerée de clou de girofle pilée, une cuillerée d'huile de nigelle, mélangées à une tisane de menthe trois jours durant.

Autre procédé : Faire bouillir de la graine de nigelle et du clou de girofle et consommer trois fois par jour sans sucrer [39].

✓ **Les diarrhées**

Mélanger une cuillère à soupe d'huile de nigelle à un verre de yaourt et consommer. Répéter le traitement jusqu'à disparition de la diarrhée [39].

II.11 .1. Autre utilisation de la nigelle cultivée :

II.11.1. Usage culinaire :

Les graines de Nigelle sont polyvalentes et utilisées dans de nombreuses préparations culinaires pour leur arôme unique. Que ce soit dans la cuisine orientale, indienne ou méditerranéenne, elles ajoutent une touche spéciale aux plats et permettent de découvrir de nouvelles saveurs.

La poudre de graines de Nigelle est souvent ajoutée aux yaourts, aux salades de fruits et aux boissons chaudes comme le café ou le thé pour rehausser leur goût. Dans la cuisine méditerranéenne, l'huile de Nigelle peut être mélangée à de l'huile d'olive pour cuisiner

viandes et poissons, apportant ainsi une saveur distinctive et une alternative intéressante aux huiles de cuisson classiques [40].

II .11.2.Usage traditionnel :

Effectivement, la Nigelle occupe une place importante dans la médecine traditionnelle depuis des milliers d'années. Les anciens Égyptiens reconnaissaient déjà ses bienfaits et l'utilisaient pour traiter les affections pulmonaires et la toux, comme mentionné dans leurs papyrus médicaux [41].

L'huile de Nigelle a également été utilisée à des fins esthétiques par des figures historiques telles que Cléopâtre et Néfertiti. Elle était considérée comme un produit de beauté précieux et était intégrée dans leurs rituels de soins de la peau.

Dans la médecine traditionnelle, l'huile de Nigelle est réputée pour ses nombreuses propriétés curatives. Elle est utilisée pour soulager les problèmes digestifs après des repas copieux, atténuer les maux de tête, les douleurs dentaires, les infections, les inflammations et les allergies.

Cependant, il est important de noter que les bienfaits de la Nigelle peuvent varier d'une personne à l'autre et qu'il est toujours préférable de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser des remèdes à base de plantes à des fins médicales.

La Nigelle est un exemple remarquable de plante médicinale qui a traversé les siècles et continue d'être utilisée de nos jours pour ses vertus thérapeutiques [42].

II .11.3. Usage cosmétique :

L'huile peut aussi être incorporée à des produits cosmétiques comme le savon ou la crème à la Nigelle :

Le savon :

à la Nigelle est enrichi à l'huile de Nigelle. Il a des propriétés réparatrices, nourrissantes, hydratantes et apaisantes. Il s'avère être d'une incroyable efficacité dans les affections cutanées, tels que l'eczéma, l'acné, les brûlures légères ainsi que le psoriasis. Il est idéal pour la toilette des personnes qui ont une peau très sensible ou fragile.

L'huile :

de Nigelle est parfois associée à l'huile d'olive et l'huile de baies de laurier dans le savon d'Alep. Cette association de différentes huiles apporte à ce savon des vertus reconnues pour apaiser les peaux les plus irritées.

La crème :

À l'huile de graine de Nigelle pour le corps est spécialement conçue pour le traitement des problèmes de peau. Elle adoucit la peau, élimine les points noirs et les boutons. Elle redonne à la peau toute sa douceur et toute sa fraîcheur.

III.12. Les activités biologiques de nigelle :

Depuis un siècle, plusieurs travaux ont porté sur l'étude de cette plante, notamment les effets dus aux extraits contenant les principaux constituants de la graine sur divers systèmes in vivo et in vitro. Parmi ces effets on cite :

II.12.1. Activité antioxydant :

L'huile végétale et ses fractions (lipide neutre, phospholipides et glycolipides) ont montré une activité antioxydante vis-à-vis les deux radicaux libres stables : le DPPH et le glavinoyl. Cette activité antioxydante est corrélée à la teneur en acides gras polyinsaturés, en composés insaponifiables et en phospholipides, de même que la valeur peroxyde initiale de l'huile [43].

Houghton et al ont montré que l'huile végétale brute de la nigelle cultivée et le thymoquinone pure (c'est le composé majoritaire d'huile essentielle) inhibent la peroxydation lipidique non enzymatique dans les liposomes [44].

II.12.2. Activités antibactériennes et antifongique :

Les différents extraits de graines de la nigelle cultivée présentent un large spectre d'inhibition vis-à-vis de nombreuses souches bactériennes. L'huile végétale de cette plante possède des propriétés antibactériennes. En 1999, une étude montre que l'emploi de l'huile de nigelle dans la conservation des aliments, à une teneur de 0.1%, inhibe la croissance des microorganismes [45].

Une excellente activité antifongique de cette huile cette huile est prouvée notamment sur *Aspergillus Niger* [46].

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthode

III. Matériel et méthode

III.1.Objectif de travail

L'objectif de cette étude est d'effectuer une caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile végétale de Nigelle cultivée, extraite à froid à partir des graines de nigelle. La phase expérimentale s'est déroulée dans les laboratoires de microbiologie de la polyclinique Merzoug Ibrahim (EPSP ELTAREF) et de chimie de la faculté des sciences et de la technologie de l'université CHADLI BEN DJEDID.

III.2. Préparation de la plante :

La plante de *Nigella sativa* L est achetée de la part d'un fournisseur des plantes médicinales.



Figure 9 : les grains de *Nigella Sativa* L [Djeghdjegh 2023]

III.3.Screening photochimiques

Le screening chimique est une méthode d'analyse qui a pour but de mettre en évidence les groupes photochimiques contenus dans une plante.

III.3.1.Les alcaloïdes :

Macérer 1g de poudre de nigelle dans 10ml d'HCl à 5% dans un récipient. Après la macération, vous devez filtrer le mélange pour obtenir le filtrat. Ensuite, vous devez ajouter quelques gouttes de réactif de Mayer au filtrat. L'ajout du réactif de Mayer entraîne un précipité de couleur caractéristique.

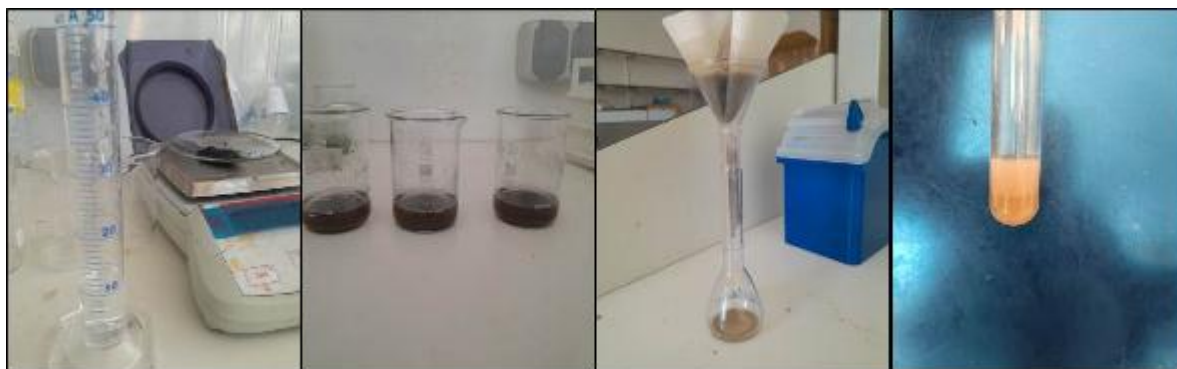


Figure 10: Test d'alcaloïdes [Djeghdjegh 2023]

III.3.2. Les saponosides (test de mousse) :

Peser 1g de poudre sèche de nigelle dans une fiole. Ensuite, ajoutez 10ml d'eau distillée dans la fiole et faites bouillir le mélange pendant 5 minutes. Une fois la cuisson terminée, vous devez filtrer le mélange pour obtenir le filtrat. Prenez 2,5 ml du filtrat et ajoutez-le à 10 ml d'eau distillée dans un tube à essai. Agitez vigoureusement le tube pendant 30 secondes, puis laissez reposer pendant une demi-heure. Au cours de cette période de repos, une couche peut se former à la surface du liquide.

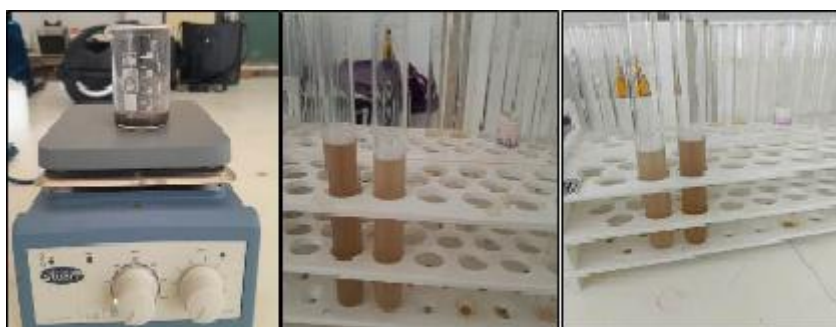


Figure 11: Test des saponosides [Djeghdjegh 2023]

III.3.3. Les flavonoïdes :

Macérer 10g de poudre de Nigelle dans 150ml d'HCl à 1% pendant 24 heures. Après la période de macération, vous devez filtrer le mélange pour obtenir le filtrat. Prenez ensuite 10ml du filtrat et ajoutez-y du KOH à 5% pour rendre le milieu basique. Cette manipulation provoque une précipitation dans le mélange.



Figure 12: Test des flavonoïdes[Djeghdjagh 2023]

III.3.4.Les tannins

10g de poudre de graines de nigelle et les mélanger avec 100ml de méthanol (MeOH) à 80%. Après cela, vous devez filtrer le mélange pour obtenir le filtrat. Ensuite, ajoutez quelques gouttes d'une solution de FeCl_3 à 1% au filtrat. Cette réaction provoque un changement de couleur caractéristique dans le mélange.



Figure 13: Test des tannins[Djeghdjagh 2023]

III.3.5.Les huiles volatiles :

Macérer 10g de poudre dans 40ml d'eau distillée avec une agitation constante pendant 30 minutes. Une fois la macération terminée, vous devez filtrer l'extrait pour obtenir le filtrat. Prenez ensuite 2ml du filtrat et agitez-le avec 0,1ml de NaOH dilué, ainsi qu'une petite quantité de HCl dilué. Suite à cette réaction, un précipité blanc se forme en présence des huiles volatiles.



Figure 14: Test des huiles volatiles [Djeghdjegh 2023]

III.3.6 .Quinones :

1g de poudre broyée et la placer dans un tube contenant 15 à 30ml d'éther de pétrole. Après agitation et un repos de 24 heures, vous devez filtrer l'extrait obtenu. Ensuite, vous devez concentrer l'extrait en utilisant un Rota-vapeur Une fois l'extrait concentré, vous pouvez confirmer la présence de quinones en ajoutant quelques gouttes de NaOH. La présence de quinones se manifestera par un changement de couleur ou d'autres réactions caractéristiques.



Figure 15: Test de quinones [Djeghdjegh2023]

III.3.7.Les stérols :

Macérer 10 g de poudre sèche de nigelle dans 20 ml d'éther pendant 24 h. Filtrer puis évaporer. Le résidu obtenu est dissout dans l'anhydride acétique. Ajoutez de l'acide sulfurique pur à la solution d'anhydride acétique contenant le résidu. Cette réaction développera des produits stéroliques caractéristiques en présence d'acide sulfurique. Observez les changements de couleur, de précipitation ou d'autres réactions qui indiquent la présence des produits stéroliques.

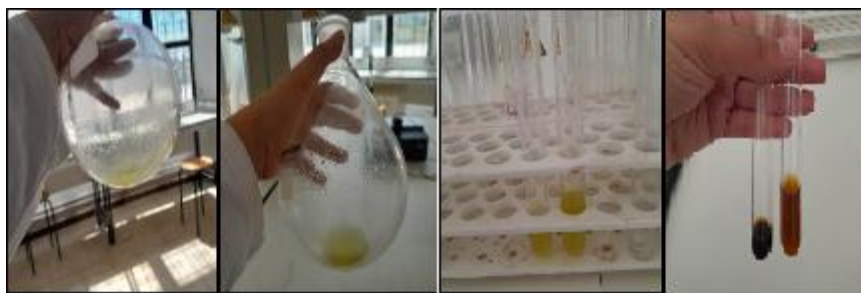


Figure 16 : Test des stérols [Djeghdjegh 2023]

III.4.1.Description de l'huile Végétale étudiée :

L'huile végétale de nigelle est obtenue à partir de graines de nigelle par pression mécanique à froid. Cette méthode permet de conserver les propriétés naturelles de l'huile.



Figure 17 : Pression mécanique à froid [Djeghdjegh 2023]

III.5.Caractères chimiques :

III.5.1.Indice d'acide :

Dans un erlenmeyer, commencez par peser avec précision 2 g d'huile végétale de nigelle. Ajoutez ensuite 5 ml d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphthaléine (pp) à 0,2%. Assurez-vous que les réactifs sont soigneusement mélangés avec l'huile. Pour neutraliser l'échantillon, ajoutez lentement une solution éthanoïque de KOH (0,1 mol/L) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante. Cela indique que la réaction d'acidité de l'huile est neutralisée. Il est important de noter que cette méthode permet de déterminer l'acidité de l'huile végétale de nigelle en utilisant une solution de KOH pour neutraliser les acides présents dans l'échantillon. La phénolphthaléine sert d'indicateur coloré pour détecter le point de neutralisation.

- ✓ **Méthode de calcul :** L'indice d'acide est calculé selon la formule.

$$I_A = \frac{56,11 \cdot V \cdot N}{P} \quad (\text{mg de KOH / g d'huile})$$

Equation 1

- **V:** volume en millilitres d'hydroxyde de potassium utilisé.
- **P:** masse de l'échantillon exprimé en gramme.
- **56,11:**masse molaire, exprimée en g/mole, d'hydroxyde de potassium.
- **N :** normalité de la solution de potasse (0,1N)



Figure 18 : Indice d'acide [Djeghdjogh 2023]

III.5.2.Indice de saponification :

Peser 2 grammes d'huiles dans un ballon puis ajouter 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 mol/l. Après une heure d'ébullition, le ballon est refroidi sous l'eau de robinet. Ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, titrer par une solution de HCl 0,5 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et réapparition de la couleur initiale du mélange Utiliser un témoin selon le même procédé avec une prise d'essai et 2 ml d'eau distillée.

Méthode de calcul : L'indice de saponification est donné par la formule établie ci-dessous :

$$I_s = \frac{V_0 - V}{P} \times N \times 56,11$$

- **V₀ :** volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc.
- **V :** volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser : prise d'essai en grammes.
- **N :** normalité de KOH(0,5). 56,11 : poids moléculaire de KOH.



Figure 19 : Indice de Saponification [Djeghdjogh 2023]

III.5.3.Indice de peroxyde :

Dans un flacon peser exactement 2 grammes d'huile. Puis ajouter 10 ml du chloroforme et dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant. Ajouter 15 ml d'acide acétique, puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium. Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 mn et le laisser 5 mn exactement à l'abri de la lumière et à une température comprise entre 15°C et 25°C. Ajouter ensuite 75 ml d'eau distillée. Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate en agitant vigoureusement en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur. Effectuer de la même façon un essai à blanc.

Méthode de calcul : L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$I_p = \frac{(V_2 - V_1)}{m} \times N \times 1000$$

- V_1 : est le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour l'essai à blanc en (ml).
- V_2 : est le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour la détermination en (ml).
- N : la normalité de solution de thiosulfate de sodium utilisée 0,01N.
- m : la masse de la prise d'essai en gramme.

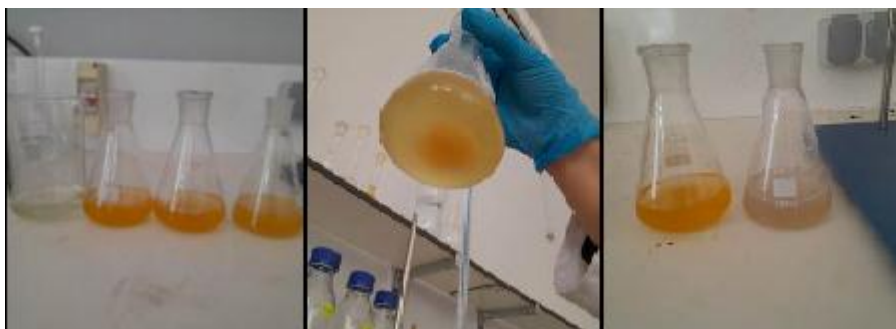


Figure 20 : Indice de peroxyde [Djeghdjogh 2023]

II.5.4.Indice d'iode :

Peser la prise d'essai, à 1 gramme près et l'introduire dans un flacon de 250 ml. Ajouter 15 ml de tétrachlorure de carbone et 25 ml du réactif de Wijs. Après avoir boucher et agiter, envelopper avec du papier noir et laisser pendant une heure. Ajouter 20 ml d'iodure de potassium à 10% préparé instantanément et 150 ml d'eau distillée. Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,1 N jusqu'à ce que la couleur jaune due à l'iode ait presque disparu. Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon et poursuivre le titrage jusqu'à la disparition de la couleur bleu violette, la solution devient alors transparente. Effectuer de la même façon un essai à blanc.

Méthode de calcul : L'indice d'iode est donné par la formule établie ci-dessous.

$$I_1 = \frac{V_0 - V}{p} \times 126,9 \times 0,1$$

V₀ : Volume en (ml) thiosulfate de sodium à (0,1N) nécessaire pour titrer l'essai à blanc.

V : Volume en (ml) thiosulfate de sodium à (0,1N) nécessaire pour titrer l'échantillon.

P : Prise d'essai (g) de l'échantillon.

N : Normalité de la solution de thiosulfate sodium à (0,1N).



Figure 21 : Indice d'iode [Djeghdjogh 2023]

III.5.5.Indice d'ester :

L'indice d'ester d'un corps gras est la quantité de potasse exprimée en milligrammes nécessaire pour saponifier les acides gras combinés présentant 1gramme de corps gras. Il est donné par la relation :

$$I_E = I_S - I_A$$

III.5.6.Taux d'impuretés

L'altération des corps gras peut être estimée par le calcul du pourcentage d'impuretés obtenu par la relation suivante :

$$\% \text{ d'impuretés} = I_A / I_S \times 100 \dots\dots\dots \text{Equation 6}$$

III.6.Caractères physiques :

Indice de réfraction :

Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant du papier Joseph. Etalonner l'appareil avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égal à 1,333. Déposer quelques gouttes d'huile dans la lame de réfractomètre (**Réfractomètre d'Abbe 1T/ 4T**) et régler le cercle de chambre sombre et clair dans la moitié et effectuer la lecture en tenant compte de la température.

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



Figure 22 : Réfractomètre [Djeghdjagh 2023]

III.7. L'activité antibactérienne :

L'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle sur cinq souches bactériennes pathologiques est réalisée au laboratoire de la polyclinique « Merzougue Ibrahim » El-Tarf

III.7.1.Choix des souches :

L'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle est réalisée au laboratoire de la polyclinique "Merzougue Ibrahim" à El-Tarf. Cette étude vise à évaluer l'effet de l'huile essentielle sur quatre souches bactériennes pathogènes spécifiques. L'objectif est de déterminer si l'huile essentielle possède des propriétés antibactériennes et peut être utilisée comme un agent thérapeutique potentiel contre ces souches bactériennes pathologiques.

Tableau 3 : Les caractéristiques des bactéries étudiées

Souches bactériennes	Gram	Mobilité	Type respiratoire
Staphylococcus aureus	+	Immobilés	Aéro-anaérobie
Escherichia coli	-	Mobiles	Aéro-anaérobie
Klebsiella pneumoniae	-	Immobilés	Anaérobie facultative
Proteus mirabilis	-	Mobiles	Anaérobie facultative

III.7.2. Matériel du laboratoire :

Tableau 4 : Matériels et produits utilisés

Produits	Appareillage
Gélose Mueller-Hinton	Autoclave,
Diméthylsulfoxyde DMSO	Bain marie, Pipettes pasteur
Eau physiologique	Balance électrique,
Papier buvard	étuve, écouvillons
	Réfrigérateur, Boite de pétri,
	Anses de platine,

III.7.3. Isolements et conservations des souches :

Pour assurer le contrôle de pureté des souches bactériennes, il est courant de réaliser le ré-isolément de chaque souche utilisée sur un milieu d'isolement spécifique. Cette méthode permet de vérifier que la souche en question est toujours pure et de s'assurer de son identité.



Figure 23: Suspension des souches bactériennes [Djeghdjogh 2023]

➤ Préparation de milieu de culture Muller Hinton (MH) :

C'est une gélose standardisée permet de tester l'action des huiles essentielles sur les bactéries et la croissance de plusieurs bactérie.

- Mettre les flacons dans autoclave à un bain marie pendant 40 min.
- Faire ressortir de la gélose du bain marie avec une pince et faire coller la gélose dans les boites pétris avant la refroidissement et solidification de milieu



Figure 24 : Préparation de Gélose MH [Djeghdjogh 2023]

Préparation des dilutions :

La technique utilisée consiste à diluer l'huile végétale de nigelle. Cette dilution se fait en préparant une série de dilutions successives, avec des ratios tels que 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, etc.



Figure 25: dilution d'huile Végétale de Nigelle [Djeghdjegh 2023]

➤ Ensemencement :

Une fois que le milieu de culture gélosé Mueller Hinton a été versé dans les boîtes de Petri, l'ensemencement des bactéries a été réalisé en utilisant la technique d'écouvillonnage. Cette technique consiste à prendre un écouvillon stérile et à le frotter de manière répétée et serrée sur la surface du milieu de culture, en réalisant des stries régulières. Cela permet de répartir uniformément les bactéries sur la surface du milieu de culture et favorise leur croissance.



Figure 26 : Ensemencement [Djeghdjegh 2023]

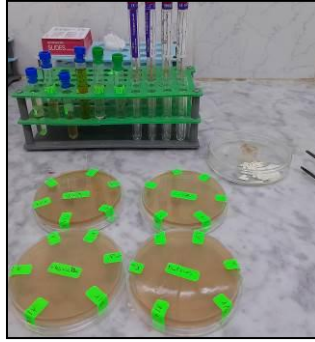


Figure27 : Préparation des milieux de culture [Djeghdjegh 2023]

➤ **Incubation :**

Mettre les boites de pétri dans l'étuve à une température de 37 C° pendant 24h.

➤ **Lecture :**

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied de coulisse (**cm**) et sont symbolisés par des d'après la sensibilité des souches vis-à-vis de huile.

- Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8 mm
- Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm

IV. Résultats et discussion

IV. 1. Interprétation du screening phytochimiques :

Les tests phytochimiques sont des méthodes utilisées pour détecter et identifier les constituants chimiques présents dans les plantes. Ils impliquent souvent l'utilisation de réactifs spécifiques qui réagissent avec des classes de composés particuliers, ce qui entraîne un changement de couleur, une précipitation ou une turbidité caractéristique. Cela permet d'obtenir des indications qualitatives sur la présence de composés spécifiques.

Il est courant de rapporter les résultats des tests phytochimiques dans un tableau, en indiquant les réactifs utilisés et les réactions observées. Cela permet de donner une vue d'ensemble des composés détectés dans l'échantillon végétal étudié.

Tableau 5: Résultat de screening phytochimiques

Principe Active	Réactive	Coleur	Résultat
Les alcaloïdes	HCl + réactif de Mayer	Blanc jaunâtre	+++
Les saponosides	Décoction eau distillé	Une mousse alvéolaire	+++
Les flavonoïdes	HCl + NH ₄ OH	Précipité brin	+++
Les tanins	FeCl ₃	Gris vers le bleu	+++
Les stérols	Anhydrideacétique (C ₄ H ₆ O ₃) + H ₂ SO ₄	Couleur marron	+++
Huiles volatiles	NaOH + HCl	Changement de couleur	+++
Quinones	Ether de pétrole (C ₆ H ₁₄)	Un précipité blanc	+++

+ : présence /- : absence

Des études phytochimiques ont révélé la présence abondante de divers composés polyphénoliques, tels que des flavonoïdes, des tanins, dans les graines de *Nigella sativa* L. Ces composés sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs potentiels effets bénéfiques pour la santé. Les flavonoïdes ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anticancéreuses potentielles. Les tanins contribuent à la

saveur, à l'astringence et aux propriétés antioxydantes des graines, tandis que les anthocyanes sont des pigments naturels qui offrent des avantages antioxydants et anti-inflammatoires. La présence de ces composés dans les graines de *Nigella sativa* L. suggère leur potentiel en tant qu'agents protecteurs de la santé. Cependant, une analyse plus approfondie est nécessaire pour mieux comprendre les propriétés et les effets de ces composés sur la santé humaine.

Dans l'étude de Salima Tiji[47], la disparition des saponosides dans les échantillons de graines de *Nigella sativa* L. a été observée, ce qui n'est pas cohérent avec ces résultats.

IV.2.Caractérisation Organoleptique :

L'huile végétale de *Nigella sativa* L., également connue sous le nom d'huile de cumin noir ou d'huile de Nigelle, est extraite des graines de la plante *Nigella sativa* L. Elle a une couleur dorée à brun foncé et une odeur caractéristique piquante, poivrée et herbacée.

IV.3 .Calcul de rendement :

Pour produire un kilogramme de nigelle, on obtient environ 283 g d'huile végétale de nigelle. Cela indique que le rendement d'extraction de l'huile à partir des graines de nigelle est d'environ 28,3%.

Il est important de noter que cette huile végétale de nigelle est 100% naturelle, ce qui signifie qu'elle n'a subi aucun processus de raffinage ou d'ajout de produits chimiques. Elle conserve ainsi ses composants bénéfiques pour la santé et ses qualités nutritionnelles.



Figure 28 : Photo d'huile de *Nigella sativa* L

IV.4 .Caractéristiques Chimiques

Les résultats des analyses des indices d'acidité (Ia), d'iode (Io), de saponification (Is) et de peroxyde (Ip) d'huile sont consignés dans le tableau.

Tableau 6 : Résultat de caractérisation physico-chimique

Différents Indices	Unité	Valeur	Norme
Indice d'Acidité	mg KOH/g d'huile	8 ,42	25
Indice de Saponification	(mg KOH/g d'huile)	70,14	160 – 200
Indice d'ester	mg KOH/g d'huile)	61.723	186-187,94
Indice d'Iode	g I/100g ² O ₂ /g d'huile	107,9	98 – 122
Indice de Peroxyde	meq O/kg ²	5	< 10,0
Taux d'impureté	%	11 ,1	/

Les propriétés organoleptiques et physico-chimiques constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile végétale étudiée.

IV.4.1.Indice d'acide

Les résultats obtenus pour l'indice d'acide de l'huile de *Nigella sativa* L, qui est de 8,42 mg KOH/g d'huile, sont inférieurs à la valeur maximale recommandée par la norme (< 25 mg KOH/g d'huile)[3].

L'indice d'acide mesuré de 8,42 mg KOH/g d'huile est inférieur à la valeur de référence de $14,3 \pm 0,3$ mg KOH/g d'huile de *Nigella sativa* L. mentionnée dans l'article de recherche de Nesrain Farhan et al [48].

Cela indique que la teneur en acides gras libres dans l'huile mesurée est plus faible que la valeur de référence. L'indice d'acide est une mesure de la quantité d'acides gras libres présents dans une huile, et des valeurs élevées peuvent indiquer une détérioration de l'huile.

IV.4.2.Indice de saponification

L'indice de saponification (IS) est de **70,14** mg de KOH/g d'huile de *Nigella sativa* L. Cette valeur est inférieure à la plage recommandée par la norme, qui se situe entre 160 – 200 mg de KOH [49].

Les valeurs obtenues sont inférieures à celles trouvées par Nesrain Farhan [] qui ont obtenus des valeurs de l'ordre de 188.9 ± 6.8 mg KOH/g pour *Nigella sativa* L.

L'indice de saponification d'un corps gras est généralement plus élevé lorsque la chaîne carbonée des acides gras est courte [3]. Cette faible valeur d'indice de saponification suggère que l'huile de nigelle n'est pas adaptée à la fabrication de savon, car elle ne réagit pas de manière satisfaisante lors du processus de saponification. L'indice de saponification est utilisé pour estimer la quantité de base (généralement de la soude ou de la potasse) nécessaire pour transformer les acides gras en savon.

Cependant, il est important de noter que cette faible valeur d'indice de saponification n'a pas d'incidence sur l'utilisation alimentaire de l'huile de nigelle. L'huile de *Nigella sativa* L peut être utilisée en cuisine et dans des produits alimentaires sans problème, car l'indice de saponification est spécifique à la fabrication de savon.

IV.4.3.Indice d'ester

L'indice d'ester de l'huile de *Nigella sativa* L, mesuré à **61.723**mg KOH/g d'huile *Nigella sativa* L, cette variété spécifique est inférieure à la norme recommandée de 186-187,94 mg de KOH [3]. Cela peut être interprété comme un indicateur de la pureté et de la qualité de l'huile, car un indice d'ester plus bas est généralement préférable. Cela donne une indication de la quantité d'esters présents dans l'huile, qui est le résultat de la réaction des acides gras avec les alcools.

IV.4.4.Taux d'impuretés

Quant au taux d'impureté, il est généralement exprimé en pourcentage et représente la quantité de substances indésirables présentes dans l'huile. Un taux d'impureté proche de **11,1%** indique une faible quantité d'impuretés dans l'huile étudiée, ce qui est considéré comme un bon indicateur de pureté.

IV.4.5.Indice de peroxyde

C'est un critère très utile pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative d'une huile. La valeur de l'indice de peroxyde trouvée dans cette étude est **5** meq O₂/kg d'huile Cette valeur est inférieur à 20 meq O₂/kg, maximum requis par les normes [3]. Les valeurs obtenues sont inférieures à celles trouvées par Iness J. Karoui[50] qui ont obtenus des valeurs de l'ordre de 4.11 ± 0.025 méqO₂/kg, pour le l'huile de *Nigella Sativa*.

Ce qui nous conduit à conclure que l'huile testée est considérée comme ayant une faible oxydation. En d'autres termes, les résultats montrent que l'huile analysée présente un faible niveau d'oxydation, ce qui indique qu'elles sont relativement stables et n'ont pas subi de rancidité oxydative importante.

IV.3.6.Indice d'iode

Dans notre étude, nous avons mentionné que l'huile de *Nigella sativa* L présente un indice d'iode de 107,9 g I₂/100 g d'huile, ce qui la classe parmi les huiles non siccatives. Cette valeur est inférieure à celle des huiles de *Nigella sativa*, qui est de 122 g I₂/100 g selon l'article de Zeliha Ustun Argon [51].

L'indice d'iode est une mesure de la quantité d'iode absorbée par les doubles liaisons insaturées présentes dans les acides gras d'une huile. Les huiles non siccatives ont des indices d'iode inférieurs, ce qui signifie qu'elles ont moins de doubles liaisons insaturées susceptibles de réagir avec l'iode. En revanche, les huiles siccatives ont des indices d'iode plus élevés, car elles contiennent davantage de doubles liaisons insaturées. Cela peut avoir des implications sur les caractéristiques et les utilisations des deux huiles, car les huiles riches en doubles liaisons insaturées sont souvent utilisées dans des applications qui nécessitent un séchage rapide ou une polymérisation, telles que la peinture à l'huile.

IV.5.Caractéristiques Physiques (à 20°C)

Tableau 7:Caractéristiques Physiques d'huile essentiel

Différents indices	Unité	Valeur	Norme
Indice de réfraction	nD, 20 °C	1.472	1.470 - 1.474

IV.5.1.Indice de réfraction

La valeur de l'indice de réfraction de l'huile de nigelle (1.472) est comprise dans la fourchette établie par [52]. Cette valeur se rapproche plus ou moins des indices de réfraction de l'huile végétale de *Nigella sativa* Linn. (1.4836 à 1.4844.) **Shilpa Huchchannanavar** et al. [53]. Considéré comme un critère de pureté d'une huile. Il varie en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente ainsi qu'en fonction de la température à laquelle l'analyse se fait. Cet indice est proportionnel au poids moléculaire des acides gras ainsi qu'à leur degré d'insaturation.

IV.6 .Activité antibactérienne :

Dans cette étude, nous avons évalué l'activité antibactérienne d'huile végétale de *Nigella sativa*, également connue sous le nom de graine noire. L'extrait a été préparé par une méthode d'extraction par reflux, et son activité a été évaluée à l'aide de méthodes de diffusion sur disque et de dilution en agar.

IV.6 .1. Diamètre d'inhibition :

Dans notre étude, nous avons évalué les effets de différentes concentrations de l'extrait de *Nigella L* sur la croissance de *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae*. Les résultats ont montré des effets significatifs de l'extrait à des concentrations diluées ($\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$) sur la croissance de ces deux souches bactériennes. Les zones d'inhibition mesurant respectivement 15 et 19 mm pour *Staphylococcus aureus* démontrent que l'extrait de *Nigella L* possède une activité inhibitrice notable contre ces bactéries sont en accord avec les informations disponibles dans la littérature scientifique Abdul Hannan et al [54].

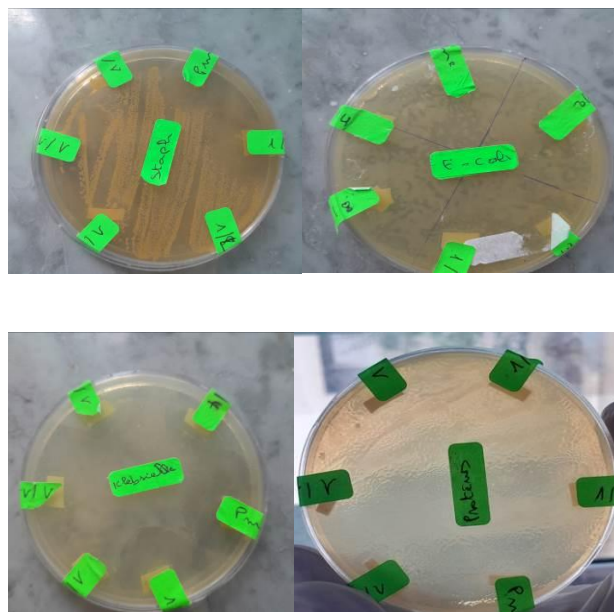


Figure 29 :Résultat d'activité antibactérienne de déférentes concentrations de l'huile de nigelle [Djeghdjegh 2023].

IV .6.2.L'inhibition des bactéries selon les déférentes concentrations :**Tableau 8 : L'inhibition des bactéries selon les déférentes concentrations**

	Pure	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32
Staphylocoque aureus	+++	+++	R	R	R	R
Klebsiella Pneumonia	+++	+++	R	R	R	R
Escherichia coli	R	R	R	R	R	R
Proteus Mirabilis	R	R	R	R	R	R

On constate une inhibition des souches bactérienne Staphylocoque aureus et Klebsiella pneumonia dans les deux premiers stades l'huile pure et et la dilution 1/2 et une résistance dans les quatres autres stades 1/4, 1/8,1/16,1/32 ce qui signifie que la concentration minimale inhibitrice et 1/2. Cependant, dans le cas des souches Escherichia coli, Proteus Mirabilis, aucune interaction n'a été observée.

Conclusion générale :

Tout au long de l'histoire, les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel en tant que premiers remèdes utilisés par l'humanité pour combattre une multitude de maladies. Leur efficacité reconnue a contribué à l'expansion et à l'exploration continue du vaste domaine de la phytothérapie.

Notre recherche avait pour objectif d'étudier les huiles végétales en se concentrant sur leur extraction, leur composition et leur qualité. Nous avons évalué ces huiles en analysant leurs caractéristiques organoleptiques, leur caractérisation physico-chimique et leur activité antimicrobienne. Ces éléments combinés nous ont permis d'obtenir une compréhension approfondie de la qualité et du potentiel des huiles végétales étudiées.

L'évaluation des caractéristiques organoleptiques de l'huile végétale de nigelle cultivée a montré une consistance liquide huileuse, une couleur allant du jaune au brun, ainsi qu'une odeur caractéristique de la *nigella sativa* L.

Les caractéristiques physiques (indice de réfraction et densité) se sont conformées aux normes établies.

Cependant, les valeurs de l'indice d'acidité et de l'indice de saponification étaient inférieures à celles de la norme, probablement en raison de l'origine des graines et des conditions de culture.

Les tests microbiologiques sur l'huile de nigelle cultivée ont démontré une activité antimicrobienne contre le *Klasiella pneumoniae* et le staphylocoque aureus dans la concentration pure et 1/2, mais aucun effet antibactérien observé sur les bactéries *E. coli*, *Proteus mirabilis*.

Envisageant les perspectives futures, il serait bénéfique de prolonger et d'approfondir cette étude en abordant les aspects suivants :

Évaluer l'effet de cette huile végétale sur d'autres types de bactéries, afin de mieux comprendre son potentiel en tant qu'agent antimicrobien à large spectre.

Exploiter les propriétés de cette huile végétale de nigelle cultivée pour développer des produits cosmétiques et des compléments alimentaires. Cette exploration permettrait d'exploiter les bienfaits de l'huile dans des domaines tels que les soins de la peau, les cheveux, ainsi que la santé et le bien-être.

Continuer à explorer les autres activités pharmacologiques potentielles de l'huile végétale. Outre son activité antimicrobienne, cette huile pourrait présenter d'autres propriétés bénéfiques, telles que des effets anti-inflammatoires, antioxydants ou immunomodulateurs. Ces recherches élargiraient notre connaissance de ses applications médicales potentielles.

En conclusion générale, ce projet de recherche a apporté une compréhension approfondie des propriétés de l'huile végétale de nigelle. Cependant, pour exploiter pleinement son potentiel, il est essentiel de poursuivre les investigations en évaluant son efficacité contre d'autres bactéries, en développant des produits cosmétiques et des compléments alimentaires, et en explorant ses autres activités pharmacologiques. Cela ouvrirait la voie à de nouvelles découvertes et à des applications pratiques de cette huile végétale précieuse.

Références bibliographiques

[1] Hafiz, A., Wadood, A., Bilal, M., & Tariq, A. (2017). *Nigella sativa*: A potential
10.1515/biolog-2017-0065.

[2] Julienne Kaibec livre LES HUILES VEGETALES COLLECTION C'EST
MALIN 23 Aout 2013 Editions Ledux p 16,17,18

[3] Codex stan 210-1999 .adoptée en 1999. révisée en 2001, 2003, 2009, 2017.
Amendée en 2005, 2011, 2013, 2015. norme pour les huiles végétales portant un nom
spécifique.

[4] Shahidi, F., & Zhong, Y. (Eds.). *Vegetable Oils in Food Technology: Chemistry, Processing, and Applications*. John Wiley & Sons (2017).

[5] Jahouach W., « Décoloration des huiles végétales sur des argiles étude de la
stabilité physicochimiques des huiles décolorées ». Mémoire pour obtention du diplôme
d'études approfondies en chimie organique, 2002.

Vegetable Oils: Composition, Properties and Uses. Malhotra Publishing House. 2015

[6] Gunstone, F.D., Harwood, J.L., & Dijkstra, A.J. (2007). *The Lipid Handbook with
CD-ROM*. CRC Press

[7] Farhoosh, R. (Ed.). (2013). *Lipid Oxidation in Food*. Academic Press.

[8] Liu, G., Franti, M., & Yang, J. (2018). *Lipids and Lipoproteins*. In *Biochemistry, Genetics, and Molecular Biology* (pp. 49-68). Academic Press.

[9] Mente, A., de Koning, L., Shannon, H.S., Anand, S.S. (2009). A systematic review
of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease.
Arch Intern Med, 169(7), 659-669 .doi: 10.1001/archinternmed.2009.38

[10] Schwingshackl, L., Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*, 2012 Dec 11 ;4(12) :1998-2007

[11] Calder, Philip.C. (2015). Functional roles of fatty acids and their effects on human health. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 39(1 Suppl), 18S-32S. doi: 10.1177/0148607115595980

[12] Perez-Jimenez, J., Saura-Calixto, F., & Serrano, J. (2008). Les antioxydants lipidiques. *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 15(2), 93-97. doi: 10.1051/ocl.2008.0197

[13] Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A. M., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2007). Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils: A Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade. *Molecules*, 12(8), 1679-1719. doi: 10.3390/12081679

[14] Samantha pages Huile de nigelle : bienfaits, utilisation, peau, cheveux, prix. <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-sante-du-quotidien/2628097-huile-de-nigelle-bienfaits-utilisation-peau-acne-cheveux-a-boire-prix-contre-indication-pharmacie/> Mis à jour le 11/03/21 10:31

[16] Cumin noir - *Nigella sativa* [Internet]. [cité 2 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.plantes.ca/fleurs/famille/nigella-sativa.html>

[17] Ghedira K. Le jeune R, «Huile de nigelle cultivée , nigella sativa L . », *Phytothérapie*, 8(2010), 124-128

[18] Meziri A. , «Activité antioxydant des extraits des graines de nigella sativa L , étude in vivo et in vitro » Thèse de Magistère .Département des sciences biologique .Université de El-hajlakhder (Batna) Algérie, 2009, P15-20

[19] The Goblin. *Nigella sativa*. Consulté le 10 Février 2012, sur Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nigella_Sativa_Seed.jpg

[20] Kokosa L , "Chemistry and biological Activity of nigella genus ;the antimicrobial and anti-inflammatory effects of seed extracts,essential oils and compounds of six nigella species",Edition : LAPLAMBERT academic publishing GmbH & Co .KG.U.S.A.P 1 ,2011

[21]Photo gratuite: Fleur, Nigella Sativa, Plante - Image gratuite sur Pixabay - 1695802 [Internet]. [cité 23 janv 2018]. Disponible sur: https://pixabay.com/p1695802/?no_redirect

[22] Guignard, J.-L. (2001). Botanique systématique moléculaire (éd. 12e édition). Paris: Masson.

[23] Hegi G.Illustrierte Flora Von Mitteleuropa(1975), Volume III/3, Ed, Perey, Berlin.

[24] Zohary M., "The genus Nigelle (ranunculaceae)- a taxonomic révision", Plant Systematic and Evolution Bel 142 (1983)71-107

[25] Botaniske undervisningstavler. Consulté le 15 Janvier 2012, sur BIOLOGISK INSTITUT - KØBENHAVNS UNIVERSITET:<http://www.bi.ku.dk/tavler/thumb.asp?ID=79>

[26]Photo Fruit de nigelle Musum de toulouse :16 juin 2023 https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Nigella_sativa_MHNT.BOT.2015.34.22.jpg

[27] Bousbia N.,« Extraction et identification de quelque huile essentielles (nigelle, coriandre, origan, thym, romarin) :étude de leur activité antimicrobienne »,Thèse de magister en science alimentaires, (INA), El harrah, 2004,P 130

[28]EricGaba, 18juin2023https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Algeria_relief_location_map.jpg

[29]Photo de fleur de nigelle cosulté le 16 juin 2023 <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Nsativa001Wien.jpg>

[30]Photo de fleur consulté le 16juin2023 https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:IMG_0502_Nigella_sativa.jpg

- [31] GREENISH H. Contribution to the Chemistry of *Nigella sativa* (Vol. 10). Pharmac J Trans; 1880.
- [32] ABOUTABL E.A., EL-AZZOUNY A.A., HAMMERSCHMIDT F.J. Aroma volatiles of *Nigella sativa* L. seeds. In progress in essential oil research, proceedings of the International symposium on essential oils. Edited by E.J. Brunke. Berlin. 1986; 49-55.
- [33] NERGIZ C., ÜNAL K. Effect of the method of extraction on the total polyphenol and 1,2 diphenol content and stability of virgin olive oil. J. Sci. Food Agric .1991; 56: 79-84.
- [34] Cihan TOPARSLAN ; « propos de *Nigella sativa* L » THESE Pour obtenir Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie ; Université de lorraine 2012
- [35] Benkaci-Ali F., Baaliouamer A., Meklati B. Y., “Kinetic study of Microwave Extraction of Essential Oil of *Nigella sativa* L. seeds”, *Chromatographia*, 64(2006) 227-231
- [36] Ramadan M.F., Morsel J. T., “Direct isocratic normal-phase HPLC assay for fat soluble vitamins and β -carotene in oil seeds”, *European Food Research and Technology*. 214 (2002) 521-527
- [37] MerfortI., WarayV., Barakat H., Hussein S., NawwarM., WilluhnG., “Flavonoid triglycerides from seeds of *Nigella sativa*”, *Phytochemistry* 46 (1997)359-363
- [38] Benhaddou Andaloussi A., « Etude des proprietes antidiabétiques de *Nigella sativa* L: sites d'action cellulaires et moléculaires », Thèse de doctorat Université de Montréal, Département de pharmacologie, Montréal, 2009
- [39] Larousse encyclopédie des plantes médicinales identification préparation, soins.2001.
- [40] ORSI-LLINARES F. La nigelle, une épice d'intérêt médicinal. Thèse de Pharmacie. Université de Grenoble; 2005.
- [41] CHAMSS-EDINE A. La médecine traditionnelle de *Nigella sativa*. Edition Maison des livres; 1972.

[42] AL-NASSIMI M. La médecine moderne et la science du prophète (éd. 3e édition). Damas: Acharika; 1984.

[43] Ramadan M.,Kroh L. R., Morsel J.,“Radical scavenging activity of black cumin (*nigella sativa* L), coriander (*coriandrum sativum* L), and niger (*guizotia abyssinica*) crude seed oils and oil fractions”, J. agric. food chem., 51(2003) 6961-6969

[44] Houghton P.J., Zarka R., de las Heras B., et al.,“Fixed oil of *Nigella sativa* and derived thymoquinone inhibit eicosanoid generation in leukocytes and membrane lipid peroxidation”, *Planta Med.* 61(1995) 33-36

[45] Agrawal R; Kharya M.D., Shrivastava R.,“Antimicrobial and anthelmintic activities of the essential oil of *Nigella sativa* L.”, *Indian J. Exp. Biol.* 17 (1979) 1264-5

[46] Khan M., “Chemical composition and medicinal properties of *nigella sativa* L.”, *Inflammopharmacology*, 7(1)(1999) 15-35.

[47] Salima Tiji , Oujidane Benayad, Mohamed Berrabah, Ibrahim El Mounsi, and Mostafa Mimouni. Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of *Nigella sativa* L Growing in Morocco. Hindawi Volume 2021, Article ID 6623609, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2021/6623609>

[48] Nesrain Farhan, Nadia Salih* and Jumat Salimon. Physiochemical properties of Saudi *Nigella sativa* L. (‘Black cumin’) seed oil . *Oilseeds and fats, Crops and Lipids* 2021, 28, 11 <https://doi.org/10.1051/ocl/2020075>

[49] A.F.N.O.R Huile essentielles(2000), tome 1, Paris. Densité relative : NFT 75-111, Indice de réfraction : NFT 75-112, Indice d’acide : NFT 75-103, Indice d’ester : NFT 75-10

[50] Aurélie GUILLON , Fiche technique HUILE VIERGE DE NIGELLE BIOLOGIQUE ORGANIC VIRGIN NIGELLA OIL . Approbateur : Service qualité Date : 06/04/2021

[51] Iness J. Karoui, Jihene Ayari , Nessrine Ghazouani and Manef Abderrabba Physicochemical and biochemical characterizations of some Tunisian seed oils. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids* 2020, 27, 29 A102. <https://doi.org/10.1051/ocl/2019035>

[52] Zeliha Ustun Argon Determination of Physicochemical Properties of *Nigella sativa* Seed Oil from Balıkesir Region, Turkey. Chemical and Process Engineering Research Vol.41, 2016 ISSN 2224-7467 (Paper) ISSN 2225-0913 (Online)

[53] Shilpa Huchchannanavar, Yogesh LN and Prashant SM , The black seed *Nigella sativa*: A wonder seed. International Journal of Chemical Studies 2019; 7(3): 1320-1324

[54] Abdul Hannan, Sidrah Saleem, Saadia Chaudhary*, Muhammad Barkaat, Muhammad Usman Arshad. Anti-bacterial activity of *nigella sativa* against clinical isolates of methicillin resistant *staphylococcus aureus*. J Ayub Med Coll Abbottabad 2008;20(3)