

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA



Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biotechnologie

MÉMOIRE DE MASTER

En Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes



**ETUDE DES ACTIVITES ANTIMICROBIENNE ET ANTIOXYDANTE
DE DEUX HUILES VEGETALES**

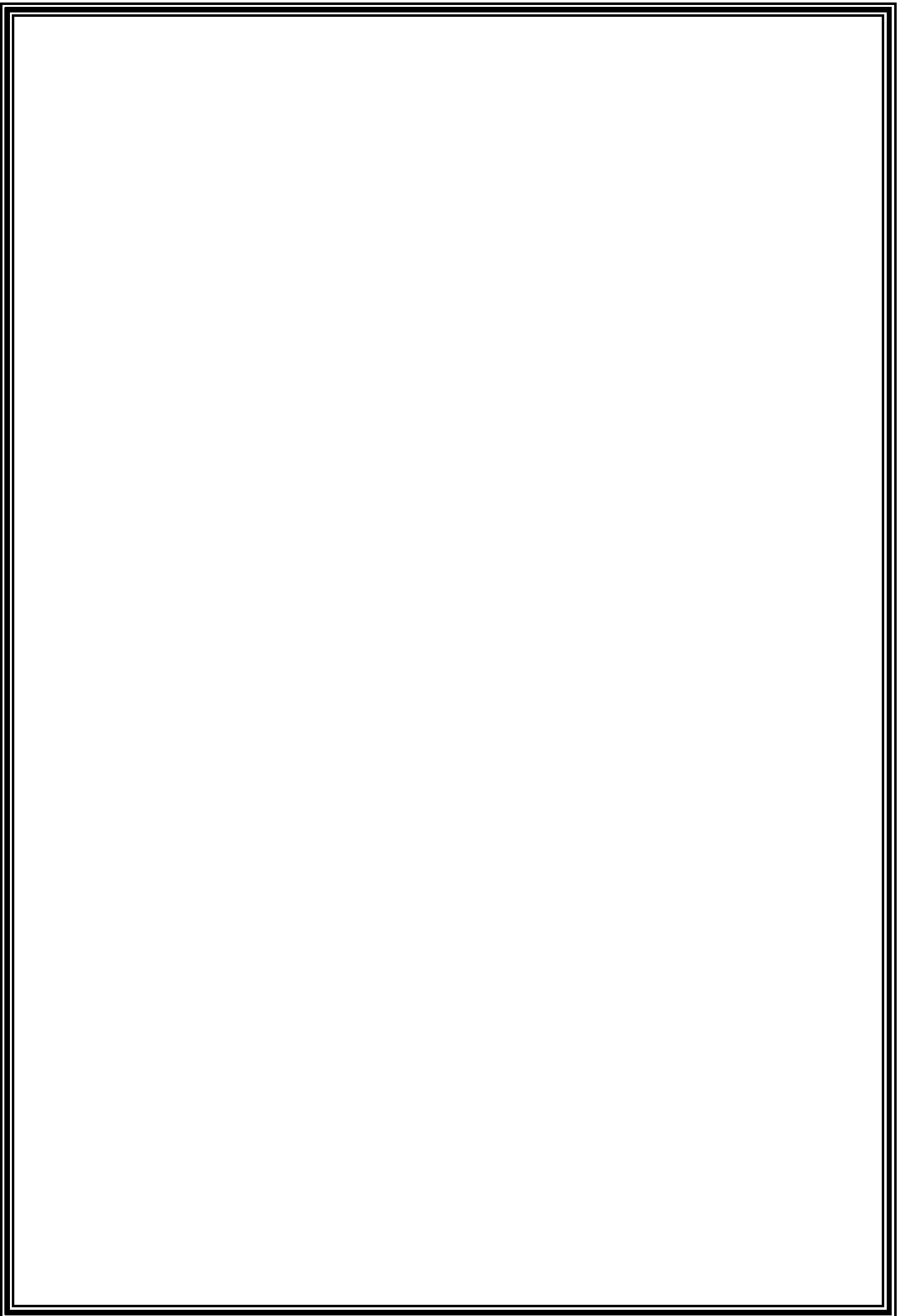
Par

Amel BENMOUNA

Soutenu le : 10/09/2020

Devant le jury composé de :

Présidente	Mme L Allal	Professeure	Université Saad Dahleb Blida.
Promotrice	Mme R Ghanai	MAA	Université Saad Dahleb Blida.
Examinatrice	Mme S Moumene	MAA	Université Saad Dahleb Blida.



Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude, ma reconnaissance et mes vifs remerciements à Mme Ghanai Rafika, pour avoir fait l'honneur d'accepter la direction de ce mémoire, je la remercie pour l'aide, les conseils et les encouragements qu'elle n'a cessé de prodiguer tout au long de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme Allal Leila, d'avoir accepté de présider le jury.

Je tiens à remercier chaleureusement Mme Moumene Saida, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude, ma reconnaissance et mes vifs remerciements à Mme Ghanai Rafika, pour avoir fait l'honneur d'accepter la direction de ce mémoire, je la remercie pour l'aide, les conseils et les encouragements qu'elle n'a cessé de prodiguer tout au long de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme Allal Leila, d'avoir accepté de présider le jury.

Je tiens à remercier chaleureusement Mme Moumene Saida, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicaces

Je Dédie ce travail à :

Mes chers parents

Pour votre affection, leur sacrifice et tous les efforts qu'ils ont déployé durant toute ma vie j'espère que ce travail soit l'expression de ma pleine gratitude et de mon profond respect.

À mes frères et sœurs : Zola, Younes, Hakima, Mahdia, Ism. et Assil

Pour leur amour, soutien et encouragements durant toutes mes années d'études, que Dieu les protège.

À mes neveux et nièces : Rania, Zaki, Lamice, Bouthaina., Adem et Assil.

À toute ma chère famille : Abde-Erezak , Rachida, mes grands-mères et Baba Echikh

À mes chères amies : Ihcene et Aya.

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour pouvoir réaliser ce travail.

À la mémoire de Mme Chebatta Nadia.



RESUME

Les huiles végétales sont des sources privilégiées des macronutriments essentiels et des lipides. Elles sont extraites à partir des graines et fruits oléagineux et occupent une place très importante dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

L'objectif de cette étude est l'évaluation des pouvoirs antibactériens et antioxydant des huiles végétales des graines de nigelle et des graines de sésame.

L'analyse phytochimique réalisé par le screening des infusés et les broyats des graines de nigelle et des graines de sésame nous a permis de révéler l'abondance des mucilages, glucosides, tanins gallique. Les graines de nigelle se caractérisent aussi par la présence des anthocyanes et des tanins catéchiques et des flavonoïdes.

Concernant les graines de sésame, l'analyse nous a révéler l'abondance des glucosides et des mucilages. Les tanins galliques, les anthocyanes, les tanins catéchique et les flavonoïdes sont moins abondants.

L'extraction des huiles végétales des graines de nigelle et de sésame par la méthode traditionnelle a donné des rendements respectifs de l'ordre de (0.18 %) et (0.38%).

Mots clés : *Nigella sativa*, *Sesamum Indicum L.*, huile végétale.

ملخص

الزيوت النباتية غنية بالمغذيات الأساسية والدهون. يتم استخراجها من البذور والفاكهة الزيتية وتحتل مكانة مهمة للغاية في الصناعات الغذائية والأدوية ومستحضرات التجميل.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم القوى المضادة للبكتيريا ومضادات الأكسدة الزيوت النباتية لبذور السمسم و بذور حبة البركة . لم يتم الدراسة بسبب الأزمة الصحية الناجمة عن وباء Covid-19.

سمح لنا التحليل الكيميائي النباتي الذي تم إجراؤه عن طريق فحص حبة البركة المطحون والسمسم المطحون و محلولهما بالكشف عن الوجود القوي للميسلاج ، والجلوكوزيدات ، والتانا قاليك ، ومتوسط وجود الأنثوسيانين والتانينات والفلافونويد في حبة البركة.

بالنسبة للسمسم ، أظهر التحليل وجودًا قويًا للجلوكوزيدات والميسلاج ، ومتوسط وجود التانا قاليك ، والغياب التام للأنثوسيانين ، والتانينات الكاتيكينية ، والفلافونويد.

أعطى استخلاص الزيوت النباتية لبذور الحبة السوداء و لبذور السمسم بالطريقة التقليدية حصيللة (°/0.18) و(°/0.38).

الكلمات المفتاحية: *Sesamum Indicum L* ، *Nigella sativa* ، زيت نباتي.

ABSTRACT

Vegetable oils are the preferred sources of essential macronutrients and lipids. They are extracted from the seeds and oleaginous fruits and occupy a very important place in the food, pharmaceutical and cosmetic industries.

The objective of this study was to assess the antibacterial and antioxidant powers of the vegetable oils of the black cumin seeds and sesame seeds, the study could not be finished due to the health crisis caused by the Covid-19 pandemic.

The phytochemical analysis carried out by the screening the infused and ground black cumin and sesame seeds allowed us to reveal the strong presence of mucilages, glucosides, gallic tannins and an average presence of anthocyanins and catechic tannins and flavonoids in black cumin seeds.

For sesame seeds, the analysis revealed a strong presence of glucosides and mucilages, an average presence of gallic tannins and a total absence of anthocyanins, catechic tannins and flavonoids.

The extraction of the Vegetable oils of black cumin and sesame seeds by the traditional method gave respective yields of the order of (0.18 %) and (0.38 %).

Key words: *Nigella sativa*, *Sesamum Indicum L.*, vegetable oil.

Sommaire

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : Revue Bibliographique	
I. Les huiles végétales	3
I.1 Définition.....	3
I.2 Historique	3
I.3 Composition des l'huiles végétales.....	3
I.4 Rôle des huiles végétales.....	4
I.5 Utilisation des huiles végétales.....	4
II. La Nigelle (<i>Nigella Sativa</i>).....	4
II.1 Historique	4
II.2 Présentation de la nigelle	5
II.3 Habitat.....	5
II.4 Classification botanique.....	5
II.5 Description morphologique.....	6
II.5.1Appareil végétatif	6
II.5.2 appareil reproducteur.....	6
II.6 Composition chimique.....	7
II.7 L'huile de nigelle	7
II.8 Utilisation de la nigelle.....	8
III.Le sésame (<i>Sesamum Indicum L.</i>).....	9
III.1 Historique.....	9

III.2 Présentation de la plante.....	9
III.3 Habitat	9
III.4 Classification botanique.....	10
III.5 Description morphologique de la plante.....	10
III.5.1Appareil végétatif	11
III.5.2 Appareil reproducteur.....	11
III.6 Composition de graine de sésame.....	12
III.7 Huile de sésame	12
III.8 Utilisation de sésame	13
IV. Radicaux libres, stress oxydatif, les antioxydants	14
IV.1 les radicaux libres	14
IV.1.1 Les espèces réactives de l'oxygène (ERO)	14
IV.1.2 Espèces réactives de nitrogène (ERN)	14
IV.1.3 Rôle des radicaux libres	14
IV.1.4 Toxicité des radicaux libres	15
IV.2 Stress oxydatif	15
IV.2.1 Définition et origine	15
IV.2.2 Conséquences biologiques du stress oxydatif	15
IV.2.3 Les pathologies liées au stress oxydatif	15
IV.3 Les antioxydants	16
IV.3.1 Définition	16
IV.3.2 Système de défense antioxydant	16
IV.3.2.1 Les antioxydants endogènes	17
IV.3.2.2 Les antioxydants exogènes.....	18

V. Activité antimicrobienne	19
V.1 Généralité	19
V.2 Définition d'un agent antimicrobien	20
V.3 Agents antimicrobiens d'origine végétale	20
V.4 Les micro-organismes utilisés dans les tests antimicrobiens	21

CHAPITRE II : Résultats et discussion et synthèse

II.1 Résultats et discussion.....	22
II.1.1 Screening phytochimique	22
II.1.2 Rendement de l'huile végétale	23
II.1.3 Les Analyses physique	23
II.2 Synthèse	24
II.2.1 Étude de l'activité antioxydante.....	24
II.2.2 Étude de l'activité antimicrobienne	25
Conclusion.....	26
Références.....	27
Annexes.....	41

INTRODUCTION

L'utilisation des plantes pour leurs vertus thérapeutiques est une pratique très ancienne et qui évolue avec l'histoire de l'humanité. La recherche de nouveaux agents pharmacologiques actifs via le screening de sources naturelles a résulté dans la découverte d'un grand nombre de médicaments utiles qui commencent à jouer un rôle majeur dans le traitement de nombreuses maladies humaines (**Gurib, 2006**).

De nombreux composés naturels isolés à partir de plantes ont démontré un large spectre d'activités biologiques. Parmi ces différents types de substances naturelles on trouve les corps gras qui ont fait l'objet de beaucoup de recherches. Les corps gras occupent une place importante dans le monde. Dans l'alimentation, les huiles et la graisse végétale jouent un rôle important grâce à l'apport énergétique qu'elles fournissent et à leur richesse en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles. Outre ce rôle d'agent nourricier, certaines huiles et graisses végétales possèdent des applications thérapeutiques en raison de leurs propriétés biologiques intéressantes (**Osborn et Akoh, 2002 ; Agbo et al, 1992**) grâce à leur partie insaponifiable, c'est à dire dans leur partie non lipidique qui contient de nombreuses molécules tels que les polyphénols en tout genre, les terpènes, les stérols, les caroténoïdes, les tocophérols, ... etc. Toutes ces molécules confèrent à chaque huile des propriétés particulières comme l'activité antioxydante, antimicrobienne, antiproliférative (anti cancer), antidiabétique...ect.

Les huiles végétales constituent de précieuses matières premières pour l'industrie, on peut citer les industries pharmaceutiques, cosmétiques, des détergents, des lubrifiants et des agents tensioactifs (biosurfactants) (**Nelson, 1996 ; Hsu et al, 2002**). Les oléagineux industriels sont particulièrement importants sur le plan économique en raison de leur caractère irremplaçable et sur le plan écologique en raison de leur taux de biodégradabilité extrêmement élevé (**Abigor et al, 2000**).

Nigella sativa L de la famille des Ranunculaceae, est l'une des plantes médicinales la plus utilisée à travers le monde. Les graines de nigelle sont connues par leurs nombreuses propriétés pharmacologiques et activités biologiques utiles pour la santé humaine (**Al-ghamdi, 2001 ; Khare, 2004**). Elles sont douées d'effets diurétiques, antihypertenseurs, antidiabétiques, anticancéreux, immunomodulateurs, antimicrobiens, analgésiques, anti-inflammatoires, antioxydants, antistress (**Kapoor, 2009 ; Abdel-Daim, 2015**) et augmentent les taux circulants de la testostérone (**El khasmi et al, 2011**). En raison de leur large domaine d'usage médicinal, les graines de *Nigella sativa L* ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques intensives dans le but d'identifier ses principes actifs. L'huile de *Nigella sativa L* augmente le système de défense antioxydant (**Salem, 2005**), elle présente une excellente activité antifongique (**Agrawal et al, 1979**), une activité antibactérienne (**Nair et al, 2005**), un effet antiviral (**Salem, 2005**) et des propriétés antiparasitaires (**Agrawal et al, 1979**).

Le sésame, *Sesamum indicum L.* de la famille des Pedaliaceae, est l'une des plantes oléagineuses, les plus anciennes, les plus connues et les plus utilisées par l'Homme. Aujourd'hui, il fait l'objet de diverses utilisations. Il est utilisé en alimentation pour ses graines comestibles qui présentent une valeur nutritionnelle élevée (**Nzikou et al, 2010 ;**

Introduction

Rizki et al, 2017 ; Deme et al, 2017 ; Sene et al, 2017), des vitamines (B et E) et des antioxydants (**Borchani et al, 2010 ; Yogranjan et al, 2014**). Il est utilisé aussi dans la pharmacologie (**Anilkumar et al, 2010**) où l'huile de sésame est utilisée comme un bain de bouche antibactérien (**Vishwanath et al, 2012**), comme laxatif et dans le traitement de la sécheresse de la muqueuse nasale (**Morris, 2002**), Elle possède aussi des activités anti-virales et anti-inflammatoire (**Anilakumar et al, 2010**) . Dans l'industrie on trouve l'huile de sésame dans les parfums, des produits cosmétiques (**Cheikh-Rouhou, 2008 ; Salih et al, 2009**).

En raison de leur large domaine d'usage médicinal et leur extraction facile, les huiles des graines de *Nigella sativa* et *Sesamum indicum* L ont fait l'objet de plusieurs études scientifiques. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à l'étude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles végétales de *Nigella sativa* L et de *Sesamum indicum* L et ceci à travers :

- Une recherche des métabolites secondaires par le screening phytochimique des graines de deux plantes médicinales.
- Une extraction des huiles végétales des espèces étudiées.
- Une étude des activités antimicrobienne et antioxydante de ces deux huiles végétales.

Chapitre I :

Revue

Bibliographique

I. Les huiles végétales

I-1 Définition :

L'huile est une matière onctueuse, grasse et épaisse, souvent liquide à température ambiante.

Une huile végétale renferme en général plus de 99 % de lipides, ni protides ni glucides et très peu ou pas de cholestérol. Quelques vitamines et antioxydants liposolubles complètent le pourcentage restant (1%).

Les huiles végétales sont des composées organiques non-volatiles, hydrophobes et parfois amphiphiles. Elles sont insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques non-polaires et font fait partie de la constitution naturelle de certaines plantes cultivées ou non. De plus que leur goût et leur prix, les huiles végétales diffèrent par leur composition, d'où l'importance de bien choisir ses produits, surtout pour un usage quotidien **(Debruynne I, 2001)**.

Une huile végétale est extraite de la plante par pression à froid à partir de deux organes principaux, les graines et les fruits. Les plantes riches en huile sont appelées des oléagineux ou plante oléagineuses. **(Rakotormana, 2010)**.

Les huiles végétales sont des sources privilégiées des macronutriments essentiels à savoir l'acide linoléique (famille des oméga 6) et l'acide alpha-linoléique (famille des oméga3) et de micronutriments (vitamine E, phytostérols). **(Cmolikj et al, 2007)**.

I-2 Historique :

L'extraction d'huile végétale remonte à des millénaires avec l'invention du premier pressoir à huile pendant la préhistoire. Les premières huiles qui sont apparues sont l'huile d'olive et l'huile de graine de sésame. **(Pasket, 2019)**.

La première utilisation de l'huile avait des vocations combustibles servant à l'éclairage et non pas alimentaires. **(Debruynne, 2001)**.

I-3 Composition des l'huiles végétales :

Les huiles végétales sont principalement composées de triglycérides (90 à 99 %) eux mêmes essentiellement constitués d'acides gras (90 à 95 %) et de glycérol (3 à 5 %)et, de constituants mineurs naturels (1 à 5 %) regroupant des composés de structure variée tels que les stérols, tocophérols, caroténoïdes (0,1 à 0,2 %). **(Pagès, 2008)**.

Les huiles végétales sont principalement des esters d'acides gras et de glycérol, et sont ainsi insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques. **(Kiritsakis et al, 2000)**.

I-4 Rôle des huiles végétales :

En fonction de leurs compositions en acides gras, les huiles végétales peuvent contribuer à l'amélioration de l'équilibre global de la part lipidique d'une alimentation. Elles remplissent trois rôles principaux :

- **Nutritionnel :**

Vitamines liposolubles, acides gras, constituants mineurs d'intérêt tels que les phytostérols.

- **Technologique :**

Elles peuvent être utilisées comme fluide caloporteur pour le transfert de calories dans les systèmes de chauffage.

- **Organoleptique :**

Où elles sont utilisées comme support d'arômes et de flaveur.

I-5 Utilisation des huiles végétales :

Les huiles végétales ont deux usages, usage industriel (un tiers de la production mondiale) et un usage alimentaire (deux tiers de la production mondiale). Parmi les multiples usages industriels des huiles végétales on peut citer la fabrication des savons et cosmétiques, des acides gras, etc.

Les triglycérides sont également à l'origine de nombreux produits chimiques qui peuvent entrer dans la composition d'une multitude de produits : lubrifiants, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, peintures, etc. (OrnellAaz, 2009).

II. La nigelle (*Nigella Sativa*)

II.1 Historique :

La graine de nigelle remonte à l'histoire très ancienne, elle est connue depuis l'antiquité romaine.

Elle fit partie des condiments observés sur les papyrus, les peintures murales et les sculptures de l'Égypte ancienne (Delaveau, 1987 ; Teuscher et al, 2005), des archéologues ont découvert un flacon d'huile de nigelle dans la tombe de Toutankhamon pharaon, d'où l'attribution du nom de « remède des Pharaons », « trésor des Pharaons ». Elle serait d'ailleurs le secret du teint parfait de Néfertiti.

La nigelle est une herbe miracle avec un riche historique et religieux fond, Elle fut mentionnée dans la médecine coranique par le Prophète Mohamed (QSSL) qui a incité les croyants à son utilisation en insistant sur les bienfaits de cette graine en tant que traitement médicamenteux : «soignez-vous en utilisant la graine de nigelle, c'est un remède contre tous les maux à l'exception de la mort» (El Boukhari). Elle fut mentionnée aussi dans le Bible par Hippocrate.

Les graines et l'huile de *N. sativa* ont été considérées comme médicament important dans le système de médecine traditionnelle indienne. Chez les Grecs anciens, elle était considérée comme un remède précieux dans le traitement des affections hépatiques et digestives. (Ghedira et Le Jeune, 2010). Plusieurs utilisations de la graine *N. sativa* ont été mentionnées par l'Ibne-Sina (980-1037) dans son célèbre livre *Al-Qanoon fi el-Tibb*.

II.2 Présentation de la nigelle :

Le nom commun et le nom de genre *Nigella* sont dérivés du latin *niger*, qui signifie «noir». Le terme *nigellus* est un dérivé qui signifie «noirâtre» ou «foncé», la graine est connue comme «Al-Habba Al-Sauda» et «Al-Habba Al-Barakah» en arabe et graine noire ou cumin noir en anglais.

II.3 Habitat :

La *N. Sativa* est originaire d'Europe du Sud, d'Afrique du Nord et Asie du Sud-ouest, elle est cultivée dans nombreux pays, y compris la région méditerranéenne du Moyen-Orient, Europe du Sud, Inde, Pakistan, Syrie, Turquie et Arabie saoudite Arabie. (Khare, 2004). Elle se développe préférentiellement dans les zones ensoleillées avec un climat doux et des sols bien drainés. Néanmoins, elle est capable de s'adapter à d'autres types de terrains.

En Algérie La nigelle est très peu cultivée, elle est limitée à l'échelle traditionnelle principalement dans les oasis on peut la trouver à Ouargla, Biskra, Timimoun et Adrar. (Beloued, 2001).

II.4 Classification botanique :

La nigelle est une plante aromatique, elle appartient à la famille des renonculacées, au genre *Nigella*. Le genre *Nigella* est relativement petit et contient environ 18 espèces avec plusieurs sous-espèces et de nombreux génotypes. (The Plant List, 2013). La *Nigella sativa* est la plus abondante et la plus cultivée à l'échelle mondiale et locale grâce à ses pouvoirs médicinaux importants, elle est très utilisée comme condiment, sous forme de graine ou d'huile extraite. (Tableau 1).

Tableau 1: Position systématique de *Nigella sativa* (Guignard, 2001).

Règne :	<i>Plantae</i>
Sous règne:	Cormophyte
Embranchement:	Spermaphytes
Classe :	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre :	<i>Ranunculales</i>
Famille :	<i>Ranunculaceae</i>
Genre :	<i>Nigella</i>
Espèce:	<i>Nigella Sativa L.</i>

II.5 Description morphologique :

Nigella sativa est une plante à fleurs annuelle herbacée qui pousse à une hauteur de 20 à 30cm.

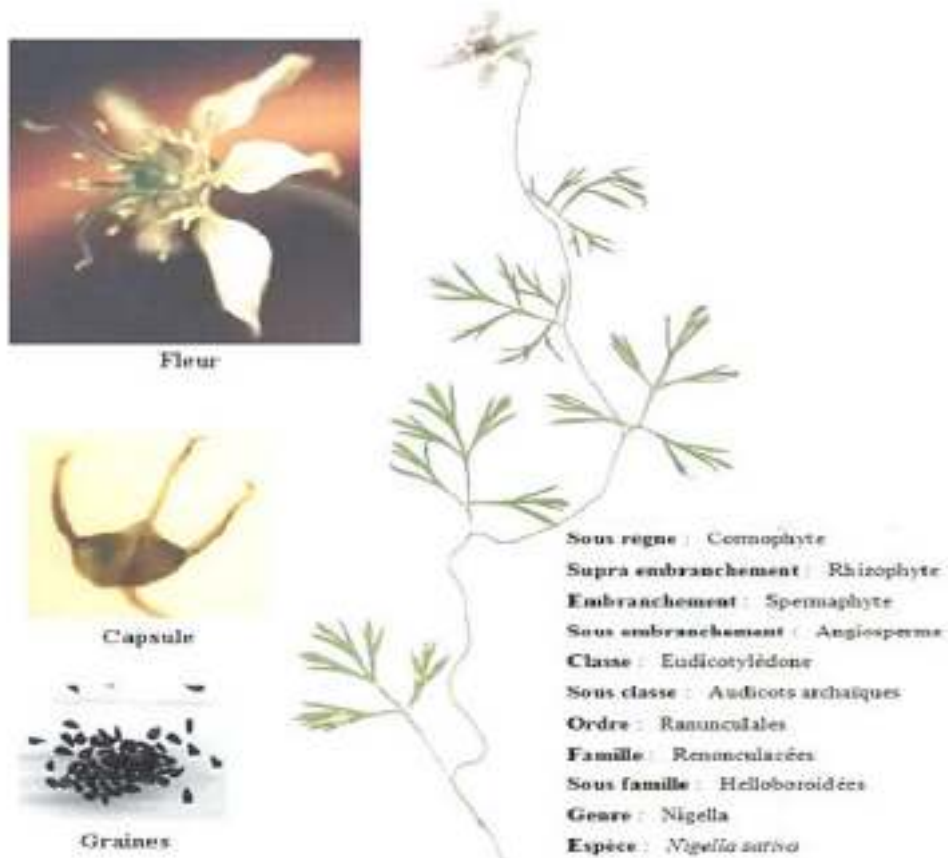


Figure (1) : Aspect morphologique de la plante *Nigella sativa* (Meziti, 2009).

II.5.1. Appareil végétatif :

- **La tige** : est très ramifiée, dressée qui peut atteindre 60 cm de hauteur, de couleur vert claire à vert foncée.

- **les feuilles** : sont isolées, les fragments de feuilles sont à peine droit à filiform, pennatiséquées, finement divisées en lobes étroits, elles sont lancéolées à linéaires et présentent des onglets nectarifères, les feuilles inférieures sont petites et pétaloïdes et les supérieures sont longues (Bonnier, 1990).

II-5-2 Appareil reproducteur :

- **Les fleurs** : ont 5 à 10 pétales et sont généralement couleurs jaune, blanc, rose, bleu pâle ou violet pâle, solitaires, axillaires et terminales, bisexuées, radiales et petites. (Max et Robert, 2003).

- **Le fruit** : La plante est hermaphrodite à reproduction autonome dont le fruit est une grande capsule gonflée composée de 3 à 7 follicules, contenant chacun de nombreuses graines.

- **Les graines** : sont aplaties, oblongues et anguleuses, avec 0,2 cm longs et 0,1 cm de large (Goreja w, 2003), elles sont petites dicotylédone, trigone, angulaire, tuberculeuse, noire extérieurement et blanc à l'intérieur, odeur légèrement aromatique et goût amer. (Warrier et al, 2004).

II.6 Composition chimique :

De nombreux composés actifs dans diverses variétés de graines de nigelle ont été isolés, identifiés et signalés jusqu'à présent. Les composés actifs les plus importants sont la thymoquinone (30% - 48%), thymohydroquinone, dithymoquinone, p-cymène (7% -15%), carvacrol (6% -12%), 4-terpinéol (2% -7%), tanéthol (1% -4%), longifolène (1% -8%), α -pinène et thymol, etc. Les graines noires contiennent également des traces de certains d'autres composés (Al-Jassir, 1992).

Les graines de *N. Sativa* contiennent aussi des protéines (26,7%), des graisses (28,5%), des glucides (24,9%), des fibres brutes (8,4%), des cendres totales (4,8%), d'huile volatile (0,5-1,6%), d'huile grasse (35,6-41,5%) (Karna, 2013) de la cellulose (6,8-7,4%) et de l'humidité (8,1-11,6%) (Heshmati et al, 2015).

Les graines sont également riches en diverses vitamines (par exemple - A, B1, B2, B3 et C) et minéraux (par exemple - Ca, K, Se, Cu, P, Zn, Fe).

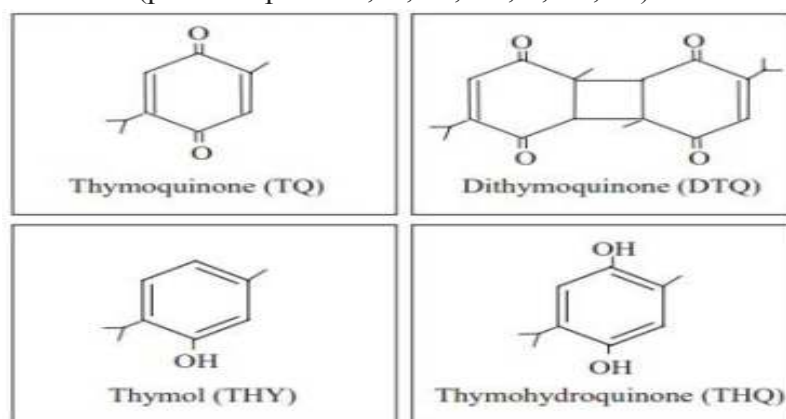


Figure (2) : Structure chimique des ingrédients actifs: TQ, DTQ, THY et THQ, dans l'huile de graines de *N. sativa L.*

II.7 L'huile de nigelle :

L'huile de nigelle a une Couleur orange, brun (parfois verdâtre), une Odeur Épicée et forte, une Texture Légèrement épaisse mais fluide et un Goût Amer, prononcé. Sa densité varie entre 0.91 et 0.93 et son indice de saponification est entre 190 et 193.

Les particularités botaniques et organoleptiques de l'huile de nigelle sont susceptibles d'évoluer en fonction des conditions de production (pays, ensoleillement, production biologique etc.). Elle est obtenue par pression à froid. (El khasmi, 2011).

La graine de *Nigella sativa* contient une huile végétale qui varie entre 28 et 36% et elle est composé principalement par des acides gras insaturés comme l'acide linoléique (55,6%), l'acide oléique (23,4%) et l'acide palmitique (12,5%) et des huiles volatiles comme le trans-anéthole (38,3%), p-cymène (14,8%), limonène (4,3%) et carvone (4,0%) 15 et des acides gras saturé qui comprennent le acides palmitique, stéarique et myristique. **(Hajhashemi et al, 2004).**

Elle contient aussi d'autres composés tels que le cholestérol, le campestérol, le stigmastérol, le β sitostérol, l' α -spinastérol, (+) - citronellol, (+) - limonène, l'acétate de citronellyle, le nigellone, l'acide arachidique, l'acide linoléique, l'acide myristique, l'acide palmitoléique et stéarique. **(Rastogi et al, 1993).**

L'huile de cumin noir présente des vitamines essentielles, on peut citer les vitamines B (B1, B2, B3, B6 et B9), E, A et C, Elle contient aussi des glucosides et des agents phénoliques.

II.8 Utilisation de la nigelle :

La nigelle est souvent utilisée en cuisine comme épices pour assaisonner les fruits, les légumes et pour aromatiser, comme dans les cornichons grâce à leur niveau de toxicité très faible **(Al-Ali et al, 2008)** et dans les produits boulangers **(Atta, 2003)**, en Europe la nigelle servait à aromatiser le vin **(Delaveau, 1987)**. Elle est utilisée aussi comme plante ornementale pour ses fleurs.

Comme ingrédient cosmétique, l'huile végétale de nigelle est reconnue pour ces propriétés apaisante (huile de massage), réparatrice et assainissante cutanée et antioxydante, elle lutte contre les signes du vieillissement cutané, elle est nourrissante et régénérante.

N. sativa a été largement étudiée pour ses propriétés biologiques qui on démontré un large éventail d'activités dans on peut citer, l'activité anti-inflammatoire **(Aljabre et al, 2015 ; Gholamnezhad et al, 2015 ; Vahid et al, 2016)**, l'activité anticancéreuse **(Khalife et al, 2016 ; Periasamy et al, 2016)**, l'activité gastro-protectrice. **(El-Abhar et al, 2003)**, l'activité cardiovasculaire **(Nemmar et al, 2011)**, l'activité antifongique **(Mohamed et Eman, 2012)**, l'activité hépato protectrice. **(Zafeer et al, 2012)** et une activité antioxydante **(Karna, 2013) ; (Amin et Hosseinzadeh, 2016).**

N. sativa a une forte activité antibactérienne contre les espèces Gram positif (*Staphylococcus aureus*) et Gram négatives (*Pseudomonas aeruginosa* & *Escherichia coli*). **(Harzallah et al 2012)**

Les différents extraits bruts de *N. sativa* présente des propriétés antimicrobiennes contre différentes souches bactériennes qui comprenaient soit des bactéries Gram négatif ou Gram positif. Les extraits les plus efficaces de *N. sativa* étaient les alcaloïdes bruts et les extraits aqueux. Les isolats à Gram négatif étaient plus sensibles que les gram-positifs **(Hannan et al, 2008).**

L'huile essentielle et la thymoquinone ont également des activités antimicrobiennes vis-à-vis de nombreuses bactéries résistantes aux antibiotiques et vis-à-vis de *Staphylococcus Aureus*, *Shigella* spp. *Vibrio cholerae* et *Escherichia coli*. (Aboulela ,1996 ; Ferdous, et al, 1992).

Les graines de *N. sativa* sont utilisées pour augmenter la production de lait chez les mères allaitantes. (Al-Ali et al, 2008). L'huile est utilisée comme antiseptique et anesthésique local à l'extérieur.

III. Le sésame (*Sesamum Indicum* L.)

III.1 Historique :

Le sésame (*Sesamum Indicum* L.) est parmi les plus anciennes et importante culture oléagineuse qu'a connue l'humanité, il est cultivé principalement dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. (Hwang, 2005).

Le sésame a été utilisé par les Babyloniens depuis 4,000 ans et en inde depuis 5,000 ans dans les préparations médicinales et cosmétiques, la préparation des boissons et des mets, dans les rites religieux et comme source énergétique. (Borchani et al, 2010).

On ne peut pas retracer avec certitude les origines de la culture de sésame (Ouattara, 1985) qui varient selon les auteurs. Pour certains (Weiss 1971 ; Kassam 1976 ; Amoukou 1995), il serait originaire d'Afrique et principalement d'Afrique australe, car de nombreuses formes sauvages s'y trouveraient encore. Par contre, d'autres auteurs pensent plutôt qu'il serait originaire d'Asie et plus précisément de l'Inde (Reddy et Pati, 1995). Selon Thurston (1984), il aurait plusieurs origines : le Nord-est de l'Afrique, l'Afghanistan et l'Iran. Néanmoins l'Inde et la Chine ont été les premiers producteurs, approximativement en 2000 avant J.C. (Bedgian, 1981).

III-2- Présentation de la plante :

Le sésame (*Sesamum indicum*. L., synonyme : *Sesamum orientale* L.) est une légumineuse, il appartient à la famille des Pedaliaceae, dont la culture est répandue en climat tropicales et subtropicales, il contient plus de 30 espèces (37 espèces sauvages et cultivées de genre *Sesamum* ont été répertoriées par Koyashi, 1980 dont *Sesamum indicum*.L., qui reste la plus cultivée (Nayar et Mehra, 1970 ; Kobayyashi et al, 1990 ; Ashri, 1998), le sésame présente une large diversité de génotypes (Weiss, 2000 ; Söğüt, 2008). Il est cultivé pour ses graines comestibles, dont on extrait aussi de l'huile.

III-3 Habitat :

Le sésame est cultivé principalement dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. (Hwang, 2005). Il s'étend dans les zones chaudes et moyennement humides du monde. (Terrones, 1990).

III-4 Classification botanique :

Le sésame, de nom binominal *Sesamum indicum. L.*, fait partie de la classe des des dicotylédones, ordre des légumineuses, la famille des Pedaliaceae (**Tableau 2**) qui comprend 16 genres et environ 60 espèces.

Règne	Végétale
Embranchement	Trachéophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Scrophulariales
Famille	Pedaliaceae
Genre	Sesamum
Espèce	<i>Sesamum indicum. L</i>

Tableau (2) : Position systématique de (*Sesamum indicum. L.*)

III-5 Description morphologique de la plante :

Le sésame est une plante annuelle, droite qui peut se développer entre 50 cm et 250 cm de hauteur, en fonction de la variété et des conditions de croissance, Son cycle végétatif est de 75 à 135 jours (**Ivan, 2005**).



Figure (4) : La plante de sésame; 1: branche en fleurs; 2: corolle ouverte; 3: ovaire en coupe transversale; 4: fruit; 5: graines. **Source : Prosea**

III-5-1 Appareil végétatif :

La tige principale est dressée avec une section quadrangulaire de 2 à 3 cm de diamètre, de section carrée longitudinalement cannelée, elle est de couleur verte et rarement pourpre. L'étendue de la pilosité sur la tige peut être classée comme lisse légèrement et très poilue, elle est liée à la variété de sésame (Ivan, 2005).

La morphologie des feuilles est variable selon la variété et l'âge de la plante, elles sont opposées ou alternes, de couleur verte terne avec des poils et des stomates sur les deux faces (Weiss, 2000). Les feuilles inférieures sont opposées, ovales, à long pétiole. Les feuilles supérieures sont super opposées et lancéolées ou alternées, elles mesurent entre 3 à 17,5cm de long et 1 à 7cm de large, avec un pétiole de 1 à 5cm de long (Weiss, 1971).

L'agencement des feuilles influe sur le nombre de fleurs nées dans les aisselles et donc le rendement en graines par plante.

Le système racinaire est de est du type pivotant, la racine principale peut atteindre 90 cm de long avec un réseau dense de racines secondaires pouvant aller jusqu'à 1 m dans le sol. Selon Weiss (2002), l'élongation racinaire contribue aux stratégies d'évitement de la sécheresse.

III-5-2 Appareil reproducteur :

Les fleurs, de forme en cloche, et de couleur blanche, jaune, rose, pourpre ou blanche violacée, se forment à l'aisselle des feuilles supérieurs, à la partie supérieure de la tige principale et des rameaux. Ces fleurs sont généralement solitaires ou regroupées en racèmes par deux ou trois sur chaque axe. Chaque fleur comporte un calice à cinq sépales libres dont un est plus court, un tube floral (corolle gamopétale zygomorphe) généralement pileux sur toute la partie externe, quatre étamines dont deux plus courtes donnant du pollen rapidement libéré après l'ouverture de la fleur, et la cinquième est stérile (Weiss, 1971). L'ovaire supère est composé de 2 à 4 carpelles soudés divisés en 4 loges (Santens, 1982 ; Schilling et Cattan, 1991 ; Amoukou, 1995).

Le sésame est une plante autogame ($2n=26$), mais la pollinisation entomophile se réalise couramment. Selon Schilling et Cattan (1991) le taux d'allogamie est de 5% mais peut varier dans une fourchette importante suivant les variétés (jusqu'à 65%).

Les fruits est une capsule allongée de 1 a 3 cm. Les capsules de la base sont celles qui mûrissent les premières. Chaque capsule contient de nombreuses petites graines oléagineuses ovales à pyriformes, lisses.

Les graines, sont petites (3 mm x 1,5 mm), ovales, lisses ou réticulées, aplaties et moins épaisses au niveau du hile que de l'autre extrémité. Elles peuvent être blanche, jaune, grise, rouge, marron, au noir. Les graines brunes et fauve sont considérées comme des graines de moindre valeur. La qualité et la teneur en huile des graines de couleur claire sont meilleures.

Le poids de 1000 graines varie de 2 à 4 g (Schilling et Cattan, 1991). Elles renferment environ 45 à 55% d'huile. Les graines de sésame sont les graines oléagineuses les plus riches en huile, elles ont une bonne saveur et une stabilité, mais cela ne les a pas considérées comme une source importante d'huile, la procédure de récolte à forte intensité de main-d'œuvre et faible rendement de production (400-500 kg/ha) des graines de sésame sont des facteurs limitants.

III-6 Composition de graine de sésame :

Le sésame (*Sesamum indicum L.*) présente une valeur nutritionnelle élevée, on trouve des acides gras : 45 à 55%, des protéines : 19 à 25%, et des minéraux : Ca, P, Mg, Fe, Zn (Rizki et al, 2017 ; Deme et al, 2017).

Les vitamines (B et E) et les antioxydants des graines ont été aussi étudiés par Yogranjan et al, (2014). D'autres recherches plus récentes ont été menées au Maroc et ont mis en évidence d'autres éléments minéraux sur des géotypes de sésame marocains comme le sélénium (Se) et le potassium (K) (Rizki et al, 2017).

Du point de vue de la composition protéino-énergétique, les travaux de Gandhi et Srivastava (2007) et de Nzikou et al. (2009) ont donné respectivement 26.94% et 20.00% de protéines et 48.21% et 54.00% de matières grasses. Cette forte composition en protéines et en matières grasses a été aussi montrée par les travaux d'Hasan (2012), d'Ogbonna et Ukaan (2013).

Une forte fraction d'antioxydants, composée de la sésamine et de la sésamoline ont été trouvée dans tous les produits dérivés (Lee et Choe, 2012 ; Yogranjan et al, 2014 ; Rizki et al, 2015).

Cette composition dépend de la variété, de l'origine géographique, des pratiques culturales, de la date de récolte et du produit étudié (graines, huile tourteau de sésame).

III-7 Huile de sésame :

Les graines de sésame contiennent plus d'huile que les principales oléagineuses cette huile est extraite à partir de la graine de sésame (issue de la capsule).

L'huile de sésame a une texture fluide et pénétrante, une couleur jaune dorée à jaune pâle, une odeur et un goût typique de la graine de sésame. Les particularités botaniques et organoleptiques de cette huile sont susceptibles d'évoluer en fonction des conditions de production (pays, ensoleillement, production biologique etc.). Elle contient près de 85% d'acides gras insaturés (acides oléique et linoléique) et moins de 20% d'acides gras saturés, principalement l'acide palmitique (7,9-12%), l'acide stéarique (4,8-6,1%), l'acide oléique (35-50%) et l'acide linoléique (35-50%) (Premkumar et al, 2020).

III-8 Utilisation de sésame :

En alimentation, l'huile de sésame est très appréciée pour la fabrication de certains produits en raison de sa bonne saveur et de sa stabilité.

La farine est la forme préférée pour la consommation humaine car elle est plus facile à digérer que la graine (**Muller, 1997**).

Les graines sont consommées crues, légèrement grillées ou utilisées pour parfumer ou pour orner les sucreries.

Le tourteau qui constitue le principal résidu d'extraction, est très apprécié par toutes les catégories de bétail et de volailles.

En cosmétique, l'huile de sésame constitue une excellente huile dermatologique, elle est idéale dans les soins anti-âge grâce à sa richesse en antioxydants, elle révèle des vertus assouplissantes et régénérantes. Grâce à sa richesse en vitamine E et A, et elle protège la peau contre les UV.

Dans le domaine pharmacologique, la présence des composants bioactifs présents dans la graine de sésame, y compris les acides gras polyinsaturés, phytostérols, tocophérols, les minéraux et une classe unique de phénylpropanoïdes à savoir les lignanes tel que la sésamine, le sésamol et la sésamoline (**Hirose N et al, 1991**). Ces composés phytochimiques fournissent un mécanisme de défense contre les espèces réactives de l'oxygène (**Bedigian et Harlan, 1986 ; Shahidi et al, 2006**).

L'huile de sésame possède une activité antimicrobienne, elle agit contre les agents pathogènes cutanés courants tels que *Staphylococcus* et *Streptococcus* et contre les champignons tels que le champignon de pied. Elle possède aussi des activités anti-virales et anti-inflammatoire. (**Anilakumar et al, 2010**), elle est utilisée dans le traitement de plusieurs maladies chroniques dont le diabète et la migraine, comme un bain de bouche antibactérien (**Vishwanath et al, 2012**), un laxatif, et dans le traitement de la sécheresse de la muqueuse nasale (**Morris, 2002**).

Les molécules d'huile de graines de sésame maintiennent un bon taux de cholestérol (lipoprotéines de haute densité) et abaisse le mauvais cholestérol (faible lipoprotéine de densité, LDL (**Sirato-Yasumoto et al, 2001**).

Le sésame est riche en sésamol et ses dérivés qui sont des polyphénols nutritifs bénéfiques à base d'aliments, ils sont extrêmement utiles dans plusieurs maladies comme le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives et les troubles métaboliques (**Premkumar et al, 2020**). La sésamine (lignane extraite du sésame) protège contre les lésions hépatiques (**Nakai et al, 2003**).

IV. Radicaux libres, stress oxydatif, les antioxydants :

IV.1 les radicaux libres :

Les radicaux libres (RL) sont des atomes qui possèdent un ou plusieurs électrons non appariés sur leur couche externe (électrons célibataires) (Afonso et al, 2007) et ils possèdent un temps de demi-vie très court (de la nano à la milliseconde) (Koechlin, 2006).

Les radicaux libres qui proviennent de l'oxygène sont appelés espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les RL qui sont générés de la réaction de l'oxygène avec le nitrogène sont appelés espèces réactives de nitrogène (ERN) (Penna et al, 2009).

IV.1.1 Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) :

Les ERO sont des radicaux libres qui proviennent du métabolisme de l'oxygène, par addition d'un électron, ils sont trouvés dans tous les organismes aérobiques (Agarwal et al, 2006).

Les principales espèces réactives de l'oxygène sont: le radical superoxyde ($O_2^{\cdot-}$), le radical hydroxyle (OH^{\cdot}), le monoxyde d'azote (NO^{\cdot}), et aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et le peroxyde d'azote ($ONOO^{\cdot}$) (Jacques et André, 2004).

IV.1.2 Espèces réactives de nitrogène (ERN) :

Les espèces réactives de l'azote renferment principalement le monoxyde d'azote (NO^{\cdot}), le peroxyde d'azote ($ONOO^{\cdot}$), le dioxyde de nitrogène (NO_2^{\cdot}) et le nitrosyl hydride (HNO).

IV.1.3 Rôle des radicaux libres :

La production des ERO et ERN est permanente et physiologique et n'est pas limitée aux conditions pathologiques, car ces espèces réactives participent dans de nombreuses fonctions biologiques (Koechlin, 2006).

Les radicaux libres dérivés de l'oxygène sont impliqués dans les processus de phagocytose. S'ils sont mis en contact avec une particule étrangère à l'organisme, les phagocytes réagissent en activant la NADPH-oxydase qui produit une quantité importante d' $O_2^{\cdot-}$. Ce mécanisme ne permet cependant pas de détruire toutes les bactéries et certaines affections seraient même aggravées par l'excès de production d' $O_2^{\cdot-}$ par les phagocytes, l'arthrite rhumatoïde par exemple (Thiebault et Sprumont, 1998).

À titre d'exemple Les espèces réactives oxygénées et azotées participent aussi dans la différenciation cellulaire l'apoptose, l'immunité et la défense contre les micro-organismes (Roberts et al, 2009). L'oxyde nitrique NO^{\cdot} intervient dans plusieurs processus physiologiques comme la protection cardiaque et les mécanismes de défense et la neurotransmission (Penna C et al, 2009).

Les espèces réactives O^{2-} , H_2O_2 , NO° intervient aussi dans la maturation, l'hyperactivation des spermatoocytes et la fusion de spermatoocyte avec l'ovocyte (**Kothari, 2010**).

IV.1.4 Toxicité des radicaux libres :

La production excessive des RL déclenche le phénomène de stress oxydatif produit par l'inflammation en général et qui provoque la mise en action de mécanismes de défense, à savoir la libération de substances antioxydantes (**Thiebault et Sprumont, 1998**). Ce n'est plus que lorsque les systèmes de défense sont dépassés et ne suffisent plus à neutraliser la surproduction de ces espèces que la toxicité apparaît (**Campbell et al, 2004**).

IV.2 Stress oxydatif :

IV.2.1 Définition et origine :

Le stress oxydatif a été défini par **Sies, 1991** comme étant un déséquilibre entre les systèmes pro-oxydants et les capacités antioxydants d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire en faveur des premiers, en impliquant la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Sies, 1991**).

La rupture d'équilibre entre le système pro-oxydant et antioxydant peut provenir lors d'une production excessive de ces molécules réactives une défaillance nutritionnelle ou de la carence en un ou plusieurs antioxydants apportés par la nutrition, comme les vitamines ou les oligo-éléments, des intoxications aux métaux lourds, tabagisme, les maladies inflammatoires, le stress...etc.).

Généralement, le stress oxydant sera la résultante de plusieurs de ces facteurs et affecte un tissu ou un type cellulaire bien précis et non pas tout l'organisme (**Favier, 2003**).

IV.2.2 Conséquences biologiques du stress oxydatif :

Les radicaux libres sont une arme à double tranchant, ils sont indispensables à la vie et responsables de nombreuses fonctions physiologiques d'une part et d'autre part ils constituent des espèces hautement dangereuses susceptibles lors d'un stress oxydant d'endommager par oxydation les différentes molécules biologiques notamment les lipides, les protéines et l'ADN (**Koechlin, 2006 ; Penna et al, 2009**).

IV.2.3 Les pathologies liées au stress oxydatif :

Le stress oxydant est au centre des processus de vieillissement et de l'apparition de plus d'une centaine de pathologies humaine par l'intermédiaire de la dénaturation des protéines, lipides, et de l'ADN, on peut citer : le cancer (**Valko M et al, 2007**), des maladies neurodégénératives (ataxies, sclérose latérale, maladie d'Alzheimer) (**Jenner P, 2003**) la

slérose latérale amyotrophique familiale est l'exemple le plus démonstratif, puisque cette maladie génétique est due à un défaut sur le gène de l'enzyme antioxydant superoxyde dismutase, maladies respiratoires (asthme) (Cemeli et al, 2009) et L'hypertension (Roberts et Sindhu, 2009).

Dans de nombreuses autres maladies, le stress oxydant est secondaire à l'établissement de la pathologie, mais participe à ses complications immunitaires ou vasculaires. C'est le cas de maladies infectieuses comme le sida ou le choc septique, le diabète, la maladie de Parkinson ou l'insuffisance rénale. (Favier, 2003).

IV.3 Les antioxydants :

IV.3.1 Définition :

Les antioxydants sont des substances capables d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou réduire les dommages causés par les radicaux libres dans le corps. L'organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (Favier, 2003).

IV.3.2 Système de défense antioxydant :

Les systèmes antioxydants peuvent être classés selon leur mode d'action, leur localisation cellulaire et leur origine (Delattre et al, 2005).

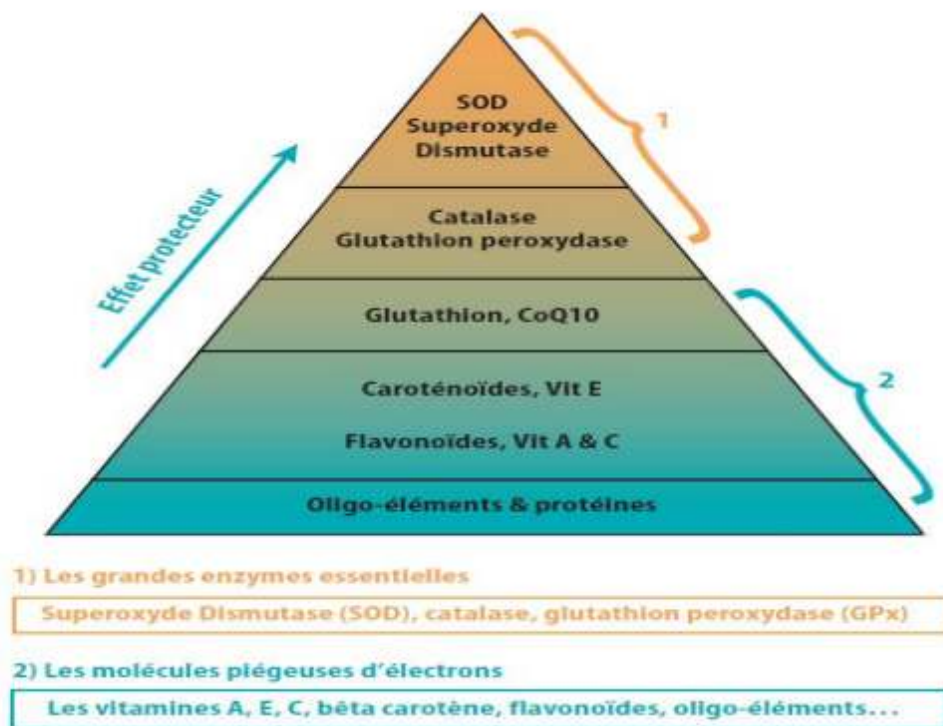


Figure (4) : les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques (Menvielle-Bourg, 2005).

Les antioxydants sont d'origine endogène métaboliques comme des enzymes et d'origine exogènes nutritionnelles (Parihar et al, 2008).

IV-3-2-1 Les antioxydants endogènes :

Plusieurs enzymes ont un rôle essentiel dans la détoxification des espèces réactives de l'oxygène. Les protéines enzymatiques antioxydantes constituent la première barrière de cette défense antioxydante, qui est constituée de trois métalloenzymes essentielles: les superoxydes dismutases, la catalase et les glutathions peroxydases.).

Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, conduisant finalement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Marfak, 2003).

- **Les superoxydes dismutases :**

Le superoxyde dismutase ou SOD, est un antioxydant enzymatique. Il représente l'une des premières lignes de défense contre le stress oxydant qui élimine l'anion superoxyde par une réaction de dismutation, il produit de l'oxygène et du peroxyde d'hydrogène en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène moléculaire (Haleng et al, 2007).

Il existe trois types de SOD : la SOD 1 ou Cu/Zn-SOD une cytoplasmique nécessite comme cofacteur les ions de cuivre et de zinc (CuZnSOD), une autre mitochondriale qui utilise le manganèse comme cofacteur (MnSOD ou SOD 2) (Jacques et André, 2004) et la SOD 3, qui comme la SOD1 comporte du cuivre et du zinc, est extracellulaire et est donc aussi appelée EC-SOD (Afonso et al, 2007).

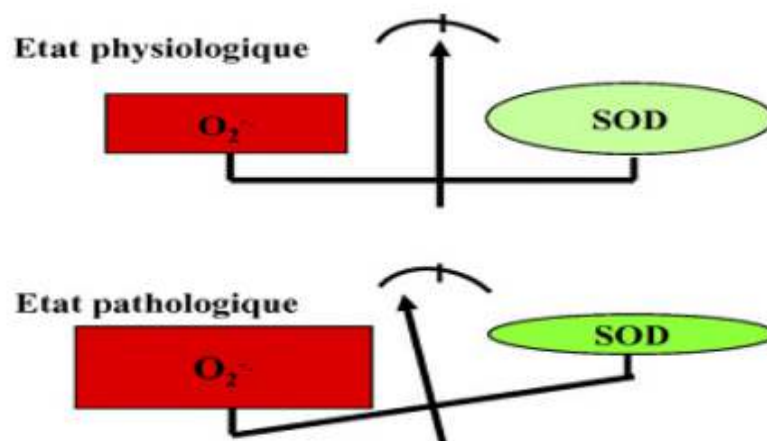


Figure (5): Un déséquilibre entre la production de l' $O_2^{\bullet-}$ et la capacité enzymatique de son élimination par la SOD en pathologie inflammatoire.

- **La catalase :**

La catalase est une enzyme localisée principalement dans les peroxysomes qui transforme le peroxyde d'hydrogène en oxygène et eau, diminuant ainsi sa demi-vie et atténuant de se fait la génération de radicaux libres hydroxyles (**Ichal et al, 2011**). Elle est surtout active lorsque le niveau de stress oxydatif est élevé.

- **La Glutathion peroxydase :**

La glutathion peroxydase est une enzyme localisée principalement dans le cytosol et les mitochondries et c'est l'une des défenses antioxydantes les plus importantes de l'organisme (**Ichal et al, 2011**) car elle est capable non seulement de détoxifier le peroxyde d'hydrogène, mais aussi d'autres hydroperoxydes résultant de l'oxydation du cholestérol ou des acides gras (**Ganther, 1999**). Elle nécessite la présence de deux cofacteurs importants: le glutathion réduit et le sélénium.

IV.3.2.2 Les antioxydants exogènes :

L'organisme possède une seconde ligne de défense « les piègeurs de radicaux libres » qui sont des molécules issues de notre alimentation : vitamines, nutriments, composés naturels,...etc. dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des ERO, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire. (**Koechlin-Ramonatxo, 2006**).

Notons à titre d'exemples, les plus courants:

- **vitamine E :**

La vitamine E ou α -tocophérol est le principal antioxydant liposoluble, elle se localise entre les chaînes d'acides gras des phospholipides qui constituent les membranes et les lipoprotéines. Elle est capable d'une part, de piéger chimiquement l'oxygène singulet en s'oxydant en quinone, et d'autre part, de réagir avec le radical hydroxyle HO•. Mais son principal rôle biologique est de réagir avec les radicaux peroxydes pour former un radical tocophéryle (**Dellatre, 2005**).

- **vitamine C :**

La vitamine C ou acide ascorbique est un antioxydant hydrosoluble qui se trouve dans le cytosol et dans le fluide extracellulaire.

L'ascorbate est un très bon capteur de radicaux libres oxygénés puisqu'il réagit non seulement avec les radicaux hydroxyles $\cdot\text{OH}$, mais aussi avec les radicaux superoxydes $\text{O}_2^{\cdot-}$. En outre, l'ascorbate capte les radicaux peroxydes RO_2^{\cdot} en réagissant avec ces diversoxyradicaux, l'ascorbate est oxydé en radical ascorbyle (Asc^{\cdot}) qui est relativement inerte vis-à-vis des matériaux biologiques.

L'acide ascorbique peut agir en tant qu'un antioxydant seulement en absence de métaux de transitions sous forme libre (**Evans, 2000**).

L'ascorbate possède une propriété importante qui est la réparation possible de deux autres antioxydants, le glutathion et l' α -tocophérol à partir de leurs formes radicalaires. Il est recyclé, tout au moins en partie, par dismutation du radical ascorbyle (**Gardès-Albert et al, 2003**).

- **β -carotène :**

Le β carotène appartient à la grande famille des caroténoïdes, constituée de plus de 600 pigments identifiés dans de nombreux fruits et légumes, qui possèdent des propriétés antioxydantes.

Il est un précurseur de la vitamine A, capteur d'oxygène singulet sous faible pression, il protège les structures cellulaires contre l'agression oxydante et s'oppose à la cyto- et géno-toxicité de nombreux agents (**Allard et al, 1994**).

- **Oligoéléments :**

Les oligoéléments impliqués dans la défense contre les radicaux libres tels que : le sélénium, le cuivre et le zinc servent notamment de cofacteur aux enzymes antioxydantes (la glutathion peroxydase, la SOD cytosolique, la SOD mitochondriale et la catalase respectivement). (**Koechlin-Ramonatxo, 2006 ; Machlin L et Bendich A, 1987**).

- **Les Polyphénols :**

Les polyphénols constituent une famille importante d'antioxydants, les plus importants sont les flavonoïdes (**Médart, 2009**). Ce sont d'excellents piègeurs de RL (**Haleng et al, 2007**). Leur effet protecteur est notamment connu dans le système cardiovasculaire où ils préviennent l'oxydation des protéines. Ils sont particulièrement présents dans certaines boissons (thé, vin rouge, bière...) ou les fruits et légumes (agrumes, carottes...) (**Lehucher et al, 2001**).

L'alimentation contient d'autres métabolites qui possèdent des propriétés antioxydantes, tels que les huiles essentielles (**Djilas et al, 2002**), les alcaloïdes les acides organiques, les dérivés soufrés de l'ail et de l'oignon, les dérivés indoliques du chou...etc. (**Favier, 2003**).

V. Activité antimicrobienne :

V.1 Généralité :

Étymologiquement les microorganismes sont de « petits organismes », des êtres vivants si petits qu'ils ne sont observables qu'au microscope (**Majdi, 2008**). Ils se retrouvent dans l'eau, dans l'air, sur les surfaces, dans les denrées alimentaires, sur notre peau et à l'intérieure de notre organisme. Il en existe des espèces utiles à l'homme et d'autres pathogènes qui peuvent être la cause de nombreuses maladies végétales et animales et des contaminations alimentaires.

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut

entraîner la sélection de souches multirésistantes Par exemple, les pathogènes multirésistants communs, tels que *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* démontrent une résistance contre la majorité des drogues (**Mitscher et coll, 1999**).

L'émergence de la multirésistance de bactéries pathogènes humaines ainsi que les effets secondaires indésirables de certains antibiotiques ont déclenché un immense intérêt dans la recherche de nouveaux agents antimicrobiens d'origine végétale (**Mendonça et al, 2006**).

En particulier, l'activité antimicrobienne d'huiles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, médicinale, pharmaceutique, thérapie naturelle et conservation des aliments (**Sagdic et al, 2002**).

V.2 Définition d'un agent antimicrobien :

Ce sont des substances dont le contact, dans des conditions définies avec les microorganismes, entraîne, soit l'arrêt de leur multiplication, soit leur destruction, y compris les antibiotiques et autres agents antibactériens, antiviraux, antifongiques et antiparasitaires.

V-3 Agents antimicrobiens d'origine végétale :

Le pouvoir antimicrobien des plantes aromatiques et médicinales est connu depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20ème siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Haddouche et Benmansour, 2008**). De nos jours de nombreux travaux de recherche portent sur les propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales (**Cox et al, 2000 ; Dorman et al, 2000 ; Flamini et al, 1999 ; Marino et al, 1999**).

Les agents antimicrobiens d'origine végétale sont des substances antimicrobiennes dérivant du métabolisme secondaire des végétaux. Ce dernier dérive du métabolisme primaire et fournit des métabolites à faibles quantités, mais dont l'application dans différents domaines, en particulier à intérêt pharmaceutique et cosmétique, voir nutritionnel, sont de la plus grande importance (**Harbone, 1998**). Les composés phénoliques, les alcaloïdes ainsi que les huiles essentielles font partie du groupe de métabolites secondaires (**Haddouche et Benmansour, 2008**).

Le mécanisme d'action de ces composés passe par la désorganisation de la membrane plasmique, la formation des complexes avec la paroi, l'inhibition des enzymes, l'interaction avec l'ADN (**Cowan, 1999**).

V.4 Les micro-organismes utilisés dans les tests antimicrobiens :

- **Escherichia coli :**

C'est une bactérie à Gram négatif, de type anaérobie facultative, elle colonise le tractus intestinal des mammifères (**Drasar, 1974**). De forme non sporulée, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6 μm , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm , *E. coli* représente la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës d'appareil urinaire, elle provoque également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires (**Percival, 2004**).

- **Candida albicans :**

Actuellement, le genre *Candida* comprend 81 espèces de champignon levuformes. *Candida albicans* est l'agent pathogène fongique le plus répandu et est l'organisme responsable de la majorité des infections fongiques localisées chez l'homme (**Beck-S et al, 1993 ; Dupont, 1995 ; McCullough et al, 1996**). On peut le trouver dans la cavité buccale et dans les voies digestives et vaginales. Mais on ne retrouve qu'exceptionnellement *Candida albicans* au niveau de la peau. Cette espèce est responsable de plus de 80% des infections connues sous le terme de candidose, comme les infections superficielles cutanées, infections superficielles muco-cutanées (**Delorme et Robert, 1997**).

- **Pseudomonas aeruginosa :**

P. aeruginosa est une bactérie à Gram négatif de forme non sporulée, elle est aérobie, mobile grâce à la présence de 1 à 2 flagelle, il s'agit de bactéries résistantes pour plusieurs antibiotiques (**Percival, 2004**) qui infecte les patients blessés, brûlés, immunodéficients qui cause un large éventail d'infections (**Wood, 1976**), elle est responsable de 16% des cas de pneumonie nosocomiale, 12% des infections urinaires, 8 % des infections suites aux blessures chirurgicales (**Van Delden et Iglewski, 1998**).

- **Staphylococcus aureus :**

Staphylococcus aureus est une bactérie Gram positive anaérobie facultative avec un diamètre de 0,5 à 1,5 μm , de forme non sporulée, qui tendent à se grouper en paires, petites chaînes, elles sont habituellement non capsulée, ou possédant des capsules limitées. C'est une bactérie ubiquitaire qui colonise 20 à 30% de la population humaine (**Van Belkum et al, 2009**), elle représente l'agent commun des infections postopératoires de blessures, endocardite aigue, intoxication alimentaire (**Dworkin et Falkow, 2006**).

Chapitre II :

Résultats et

discussion et

synthèse

II.1 Résultats et discussion :

II.1.1 Screening phytochimique :

Les résultats du screening phytochimique des graines de *Nigella sativa*, *Sesamum indicum.L* sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau (3) : Résultats du screening phytochimique des graines de *Nigella sativa* et *Sesamum indicum.L*

Substance chimique	Teste	Nigelle	Sésame
Anthocyanes	NH ₄ OH	+ -	-
Tanins	FeCl ₃	++	+ -
tanins catéchiques	Ch ₂ O-HCL	+ -	-
tanins galliques	C ₂ H ₃ NaO ₂ -FeCl ₃	++	+
flavonoïdes	HCL-Mg	+	-
glucosides	H ₂ SO ₄	++	++
muschliges	C ₂ H ₅ OH	++	++

(+ -) faiblement positive, (+) moyennement positive, (++) fortement positive.

D'après le **tableau (3)** sur l'ensemble des résultats obtenus, nous remarquons que les graines de nigelles sont généralement plus riches en métabolites secondaires par rapport aux graines de sésame

Nous notons la forte présence des mucilages, glucosides, tanins gallique et une présence moyenne des anthocyanes et des tanins catéchiques et des flavonoïdes dans la nigelle.

La présence des glucosides dans les graines de la nigelle a été déjà notée par **Karna, (2013)**.

Dans le sésame les glucosides et les mucilages sont fortement présents. Les tanins galliques sont moyennement présents.

Ces résultat sont conformes à ceux rapportés dans les études de **Yogranjan et al, (2014)** et **Rizki et al, (2015)** qui ont noté la présence chez le sésame des dérivés des tanins tels que la sésamine et de la sésamoline.

On note aussi l'absence totale des anthocyanes, des tanins catéchique et des flavonoïdes, l'absence de ces derniers a été déjà notée par **Djouder et Babouri, (2017)**.

II.1.2 Rendement de l'huile végétale :

Les résultats du rendement de l'huile végétale extraite selon la méthode traditionnelle des graines des plantes étudiées, sont mentionnés dans le tableau ci- dessous :

Tableau (4) : Rendements de l'huile végétale des graines de *Nigella sativa* et de *Sesamum indicum.L*

Huile de sésame	Huile de nigelle
0.38 %	0.18 %

Selon les résultats montrés dans le **tableau (4)** nous remarquons que le rendement de l'huile de sésame est plus fort que celui de l'huile de nigelle.

Massi et M'Barki (2018) on obtenu un rendement de 0.88% pour l'huile de sésame et 0.57% pour les graine de nigelle. On note que le rendement obtenue par **Massi et M'Barki** est plus élevé que le rendement qu'on a obtenu, ceci est peut être du aux conditions de culture des plantes (région, ensoleillement, humidité ... etc.), de variété ou de la date de récolte.

II.1.3 Les Analyses physique :

Les résultats des analyses physiques de l'huile végétale extraite selon la méthode traditionnelle des graines étudiées. Sont représentés dans le (**Tableau 5**).

Tableau (5) : Propriétés organoleptiques des huiles de nigelle et de sésame.

	Huile de nigelle	Huile de sésame
Aspect	Liquide, huileux, limpide	Liquide, huileux et fluide
Couleur	vert foncé	Jaune claire
Odeur	Très aromatiques, épicé et forte	Douce typique a celle de graine
Goût	Prononcé et amer	Prononcé

Les huiles des deux espèces : *S.indicum* et *N. sativa* obtenues après extraction traditionnelle présentent une odeur forte et un aspect liquide et huileux. La couleur est jaune claire pour l'huile de sésame et vert foncé pour l'huile de nigelle.

Nous n'avons pas pu les réaliser l'évaluation des activités antioxydante et antimicrobienne, donc nous exposons une synthèse des résultats obtenus par d'autres auteurs.

II.2 Synthèse :

II.2.1 Étude de l'activité antioxydante :

Le radical libre DPPH permet l'estimation du pouvoir antioxydant de l'extrait des graines. C'est un radical synthétique de couleur violette qui vire vers le jaune quand il est capté. L'intensité de la couleur jaune reflète la capacité anti-radicalaire de ces produits testés.

Dans ce contexte des études on été faite par **Aliouat et Boulkelia (2014)** en utilisant le test de DPPH. Les résultats obtenus sont montrés ci-dessous :

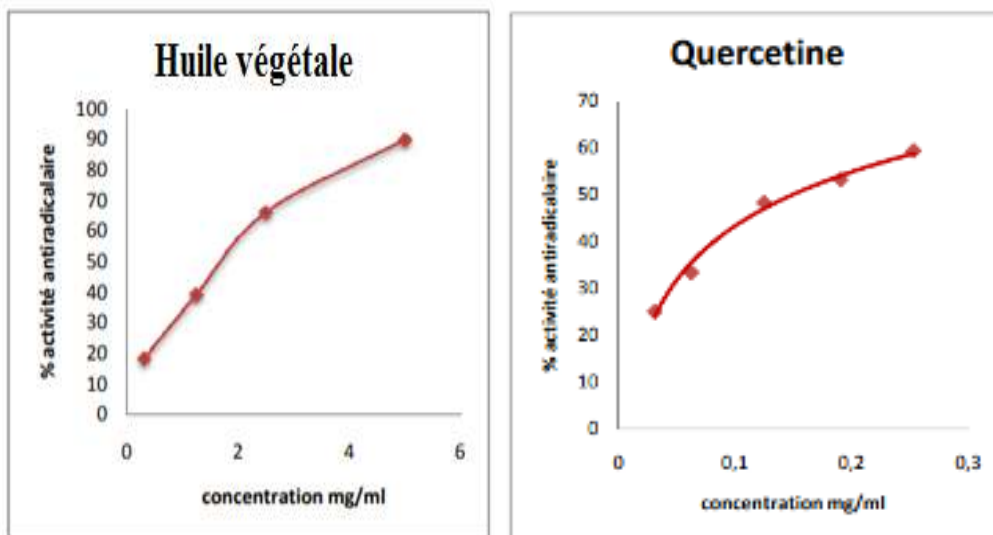


Figure (9) : Activité anti radicalaire de l'huile de graine de nigelle et de la quercetine.

Les résultats obtenus montrent que l'huile de *Nigella sativa L* possède une activité antioxydante dose dépendante. Pour évaluer le pouvoir de cette huile de piéger le radical DPPH **Aliouat et Boulkelia (2014)** ont déterminé la concentration inhibitrice à 50% (IC50) (**Figure 9**) En effet, l'huile représente l'extrait le plus actif avec une IC50 de l'ordre de 2,06 mg/ml.

A des fin comparatives un antioxydant standard a été utilisé (la quercetine), il a montré une activité antioxydante importante avec une IC50 de l'ordre de 0,172 mg/ml, en comparaison avec ce standard l'huile est moins actifs.

Ces résultats concordent positivement avec les résultats de **Ramadan et ses collaborateurs (2002)** qui ont montré une activité antioxydante moins importante.

Dans une autre étude de **Ramadan et Mörsel (2003)**, L'huile fixe et ses fractions (lipides neutres, glycolipides et phospholipide) ont montré une activité antioxydante vis-à-vis des deux radicaux libres stables (DPPH et le radical glavinoxyl).

II.2.2 Étude de l'activité antimicrobienne :

M'barki et Chabane (2018) ont testé l'activité antimicrobienne de l'huile végétale de *Nigella sativa* et de *Sesamum indicum.L*, extraite selon la méthode traditionnelle, en utilisant la méthode de diffusion par disque sur des germes aérobie, de levures et de moisissures et sur trois souches bactériennes (*E. coli*, *S. aureus*, et *Salmonella sp*), les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau (6) : Diamètres de zones d'inhibition (ZI en mm) de la croissance microbienne de l'huile végétale des graines *Nigella sativa*, *Sesamum indicum.L*.

			Zones d'inhibition (mm)				Norme
			<i>E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	Germe aérobie	Leveurs et moisissure	
L'huile végétale	Sésame	Méthode traditionnelle	9	10	10	6	Souche résistante $\emptyset < 8$ mm Souche sensible $9 \leq \emptyset \leq 14$ Très sensible $15 \leq \emptyset \leq 19$ Extrêmement Sensible $\emptyset > 20$
	Nigelle	Méthode traditionnelle	15	14	14	12	

Selon les résultats montrés dans le **tableau (6)** on constate :

- Toutes les souches microbiennes étudiées sont soit très sensible ou sensible vis-à-vis l'huile végétale traditionnelle de la nigelle (diamètre variant entre 12 mm et 15 mm).
- Les deux souches bactériennes (*E. coli* et *S. aureus*) et les germes aérobies sont soit sensible ou très sensible vis-à-vis des huiles végétales des graines de sésame et de nigelle (diamètre ZI=9 mm et ZI=10 mm).
- Les levures et les moisissures sont résistantes aux huiles végétales des graines de sésame (diamètre ZI=6 mm).

On note nettement que l'huile végétale de la nigelle présente une meilleure activité antimicrobienne. Cela a été déjà obtenu par certains auteur (**Ferdous, et al, 1992**) ont montré une sensibilité des *Escherichia coli*. **Harzallah et son équipe (2012)** ont prouvé que cette huile à un très faible pouvoir d'inhibition sur *E. coli* traduit par un diamètre de 7mm.

Mariam et Abu-alsal (2009) et Aboulela (1996) ont noté une sensibilité des *S.aureus* à l'huile végétale de la nigelle. Ce résultat correspond bien aux travaux de **Harzallah et al, (2012)** qui ont trouvé avec la méthode de diffusion des disques, que la

souche de référence *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 était la plus sensible parmi l'ensemble des souches testées dont le diamètre de la zone d'inhibition était de l'ordre de 16.66 mm.

Selon **Mariam et Abu-Al-basal (2009)** l'activité antimicrobienne de l'huile de *N.Sativa* peut être expliquée par la présence des constituants ayant un grand pouvoir antimicrobien avec des concentrations élevées. Le mode spécifique de l'action de ces constituants actifs est attribué à leur composition chimique et leur morphologie (**Enwuru et al, 2008**).

Les constituants des graines de *Nigella sativa* tels que la thymoquinone est caractérisée par plusieurs activités pharmacologiques telles qu'anti-inflammatoire (**Mutabagani et El-Mahdy, 1997**), et antibactérienne (**Hosseinzadeh et al, 2007 ; Morsi, 2000**).

McCutcheon et al., (1995) et **Harzallah et al, (2012)** soulignent fortement que l'origine de l'activité antimicrobienne de l'huile de nigelle pourrait être Attribuée à la présence de certains acides gras tels que l'acide linoléique et l'acide oléique qui demeurent des composés majoritaires.

Bien que l'acide linoléique et l'acide oléique soient des composés majoritaires de l'huile fixe de *N. sativa*, il est probable que d'autres composés peuvent agir en mode d'addition ou de synergie en augmentant les propriétés antimicrobienne de cette huile (**Harzallah et al, 2012**).

D'après les résultats de **M'barki et Chabane (2018)** on remarque l'efficacité de l'huile végétale de la nigelle contre les souches étudiée par rapport a l'huile de sésame cela peut-être lier ou composons qui constituer les huiles végétales de ces graine.

Dans une autre étude sur l'activité antimicrobienne de sésame faite par **Mohamed Saleem (2011)** ou il à utilisé la méthode de microdilution, il a calculé la concentration minimale inhibitrice (CMI, µl/ml) de espèces bactériennes de référence à Gram positif et à Gram négatif. Les résultats de la CMI de l'huile de sésame sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau (7) : Valeur de CMI de l'huile de sésame.

Micro organisme	Valeur de CMI de l'huile de sésame
<i>Bacillus subtilis</i>	350
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	350
<i>Proteus vulgaris</i>	500
<i>Salmonella typhi</i>	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	350
<i>Streptomyces gresius</i>	350
<i>Escherichia coli</i>	500

D'après le **tableau (7)**, nous remarquons que la CMI la plus basse d'huile de sésame (10 µl) est enregistrée contre *Salmonella typhi*. La CMI pour les autres microorganismes est de 350 µl pour *Corynebacterium diphtheria*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et pour *Streptomyces gresius* et elle est 500 µl pour *Proteus vulgaris* et *Escherichia coli*.

En utilisant la méthode de diffusion par disque il a obtenu les résultats suivants :

Tableau (8) : activité antimicrobienne de l'huile de sésame

Micro organisme	zones d'inhibition (mm)	
	Huile de sésame	Kenamycine
<i>Bacillus subtilis</i>	18	23
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	24	40
<i>Proteus vulgaris</i>	20	24
<i>Salmonella typhi</i>	25	24
<i>Staphylococcus aureus</i>	19	25
<i>Streptomyces gresius</i>	20	19
<i>Escherichia coli</i>	15	19

D'après les **tableaux (7 et 8)** on constate que l'huile de sésame présente de forts effets antimicrobiens contre tous microorganismes testés, avec des zones d'inhibition allant de 15 à 25 mm. La *Salmonella typhi* et *Corynebacterium diphtheriae* est plus sensible (zone d'inhibition: 24 et 25 mm respectivement) par rapport aux Kenamycine standard dont les zones d'inhibition varient.

Anand et coll. (2008) ont aussi rapporté que l'huile de sésame présente une activité antibactérienne contre *Streptococcus mutans* et sur *Lactobacilli acidophilus*.

De nos jours, un grand nombre de plantes médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes liées certainement aux vertus thérapeutiques attribués à une gamme extraordinaire de molécules bioactives synthétisées par la plante non seulement comme des agents chimiques contre les maladies, les herbivores et les prédateurs mais aussi comme des agents médicaux tels que les antioxydants et les antimicrobiens.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les activités antimicrobiennes et antioxydante des huiles végétales des graines de sésame et des graines de nigelle. Ce travail n'a pas été réalisé à cause du confinement excipé par la pandémie du Covid-19.

Dans la première partie de ce travail, nous nous sommes intéressés à détecter les différentes familles chimiques existantes dans les graines de nigelle et de sésame, et d'extraire l'huile végétales de ces dernières.

L'étude phytochimique de nos graines (nigelle et sésame) montrent que :

- Les graines de nigelle sont riches en mucilages, glucosides, tanins gallique et moyennement riche en anthocyanes, tanins catéchiques et en flavonoïdes.
- Les graines de sésame sont riches en glucosides et en mucilages, moyennement riches tanins galliques et pauvre en anthocyanes, en tanins catéchique et en flavonoïdes.

L'extraction traditionnelle des huiles végétales de nos graines donnent un rendement de (0.18%) pour la nigelle et (0.38%) pour le sésame.

Afin de compléter ce présent travail, il serait intéressant de :

- Terminer cette étude dès que possible.
- Réaliser une étude sur les activités antioxydante et antimicrobienne d'un mélange des huiles des graines de sésame et de graines de nigelle.
- Réaliser une étude quantitative plus approfondie pour déterminer la composition chimique des huiles des graines de sésame et des graines de nigelle.
- Faire des analyses *in vivo* pour tester les effets thérapeutiques des huiles étudiées.

Références

Bibliographiques

A

- Abdel-Daim MM, Ghazy EW,. “Effects of Nigella sativa oil and ascorbic acid against oxytetracycline-induced hepato-renal toxicity in rabbits”. Iran J Basic , (2015), Med Sci 18:221
- Abigorr R., Uadia P., Foglia T., et al,. “Lipase-catalyzed production of biodiesel fuel from some Nigerian lauric oils”, Biochem Soc Trans(2000), 28 : 979-81.
- Aboulela M., EL-Shaer N, &Ghanem N., “ Antimicrobialevaluation and chromatographicanalysis of some essential and fixed oils ». Die Pharmazie, (1996), 51 (12), pp. 993-994.
- Afonso, V., Champy, R., Mestrovic, D., Collin, P., and Lomri, A. “Reactive oxygen species and superoxide dismutases: role in joint diseases”. Revue du romatisme, (2007), 74: 636-643.
- Agrawal R., Kharya M.D., Shrivastava R. “Antimicrobial anthelmintic activities of the essential oil of *Nigella sativa* Linn“. *Indian journal of experimental biology*, (1979), 17: 1264-1265
- Agarwal A., Prabakaran S., Allamaneni S.“ What an andrologist/urologist should know about free radicals and why“. *Urology* (2006), 67: 2–8.
- Agarwal C., Narula A., Vyas DK., Jacob D. “Effect of seeds of kalaunji on fertility and sialic acid content of the reproductive organs of male rat“. *Geo Bios* (1990), 17:269- 272.
- Agbo N., ChatIgre K., Ronald E,. “Canarium schweinfurthii Engl. : chemical composition of the fruit pulp“. *J Am Oil Chem Soc*, (1992), 69 : 317-20.
- Al-Ali A., Alkhawajah A., Randhawa M., Shaikh NA. “ Oral and intraperitoneal LD50 of thymoquinone, an active principle of *Nigella sativa*, in mice and rats. *J Ayub Med Coll Abbottabad*.(2008), 20(2):25-27.
- Alban M., “Huile de sésame“ . (1997) <http://www.albanmuller.fr/français/Produit@huiles-vegetales/sesame.html>, siteinternet.
- Al-ghamdi M., “The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *J Ethnopharmacol*“. (2001), 42:45–8.
- Al-Hader A., Aqel M., Hasan Z., “Hypoglycemic effects of the volatile oil of *Nigella sativa* seeds“. *Int J Pharmacog*, (1993), 31: 96–100.
- Aliouat A et Boulkelia. “Activité antioxydant des extraits des graines de la plante *Nigella sativa* L“. Mémoire master, université de Constantine 1,(2014).



Aljabre M., Alakloby O., Randhawa M., “Dermatological effects of *Nigella sativa*. J Dermatol Dermatologic Surgery, (2015), 19(2): 92- 98.

Allard J., Royall D., Kurian R., Muggli R. et Jeejeebhoy K. “Effects of β carotene supplementation on lipid peroxidation in humans“. Am. J. Clin. Nutr, (1994) 59 : 884-90.

AL-majed A., AL-omar F., Nagim N. “Neuroprotective effects of thymoquinone against transient forebrain ischemia in the rat hippocampus“. European Journal of Pharmacology. (2006), 543:40-47.

Amin B., Hosseinzadeh H. “Black Cumin (*Nigella sativa*) and Its Active Constituent, Thymoquinone: An Overview on the Analgesic and Anti-inflammatory Effects“. Planta Med, (2016), 82(1-2): 8-16

Amoukou I. “Projet de Développement Rural de Mayahi/FENU□NE : Le Sésame, Étude diagnostique“. Faculté d’agronomie, (1995), Niamey (NE) : 67 p.

Anand DT, Pothiraj C, Gopinath RM, Kayalvizhi B. “Effect of oil-pulling on dental caries causing bacteria“. Af J Mic Res, (2008), 2:063-066

Anilakumar K., Pal A., Khanum F., Bawa A. “Nutritional, Medicinal and Industrial Uses of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds - An Overview. Agriculturae Conspectus Scientificus, (2010), 75(4): 159-168.

Ashri A. “Sesame Breeding“. Plant Breed, (1998), Rev., 16 : 179□228.

B

Baudin B. “Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires“. mt cardio, (2006), 2(1): 43-52.

Bedigian D, Harlan JR. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. Econ Bot 1986; 40:137-154.

Bedigian D. “Origin, diversity, exploration and collection of sesame. In : « Sesame: Status and Improvement »“.FAO Plant Production and Protection Paper, (1981), 29. FAO, Rome (IT) : 164□169.

Beloued A. “Plantes médicinales d’ Algérie“. offices des publication universitaire Ben-aknoun Alger, (2001). 277p.

Benkaci–Ali, F., Baaliouamer, A., Meklati, B.Y., Chemat, F. “Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation“. Flavour and Fragrance Journal, (2007), 22: 148-153.

Bonnier G. “La grande flore en couleur“. (1990) 184 p.



Borchani C, Besbes S, Blecker CH, Attia H. "Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Sesame Seed, Sesame Paste, and Olive Oils". *J. Agr. Sci. Tech.* 12 (2010) 585-596.

Bouyer, J. "Méthodes statistiques, médecine biologie". (1996) 139p.

Burits M, Bucar F. "Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil". *Phytother Res*, (2000), 14: 323–328.

C

Campbell P., Pelletier E et Denizeau F. "Défaillance de la synthèse des hormones corticostéroïdes : exposition de poisson et amphibiens aux métaux et aux pesticides In : « écotoxicologie moléculaire : principes fondamentaux et perspectives de développement ». Ed. Presses de l'université du Québec. Canada, (2004), p :161-190.

Cheikh-Rouhou S, Besbes S, Hentati B, Blecker C, Deroanne C, Attia H. "*Nigella sativa*L: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction". *Food Chemistry*, (2007), 101:673–681.

Cemeli E., Baumgartner A., Anderson D. "Antioxidants and the Comet assay". *Mutation Research*, (2009), 681:51–67.

Clement R. Aux racines de la phytothérapie : entre traditions et modernité. *Phytothérapie*, (2005), 4:171-175.

Cmolik J, Pokorny j., Dolezalm. "Svobodaz. Geometrical somerization of polyunsaturated fatty acids in physically refined raspessed oil during". (2007).

Corn H., Akoh C. "Structured lipids-novel fats with medical, nutraceutical, and food applications". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, (2002), 3 : 93-103.

Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Bell H.C. Gustafson J.E., Warmington J.R., Wyllie S.G. "The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology*, (2000), 88, 170–175.

D

Debruyne I. "Soja transformation et aspects industriels. Techniques de l'ingénieur". (2001). F6030.pp :1-12.



Delattre, J., Beaudoux, J. L., & Bonnefont. "Rousselot. Radicaux libres et stress oxydant: aspects biologiques et pathologiques". Edition Lavoisier TEC & DOC éditions Médicales Internationales, Paris, (2005), p 14 , 93 , 94.

Delaveau P. "Les épices, description et usage des différentes épices, aromates et condiments". *Ed Albin Michel*, (1987), pp.14, 24 et 250.

Deme T., Haki GD., Retta N., Woldegiorgis A., Geleta M. " Mineral and AntiNutritional Contents of Niger Seed (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass., Linseed (*Linum usitatissimum* L.) and Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties Grown in Ethiopia". *Foods*, (2017), 6(27).

Dizadaroglu M., Jaruga P., Birincioglu M., Rodriguez H. " Free radical induced damage to DNA: mechanisms and measurement". *Free Radical Biology & Medicine* (2002), 32: 1102–1115.

Djilas SM, Jasna M, Brunet C, Cetkovic GS. " Antioxidants in food". *Chem.Ind*, (2002), 56(3):105-112.

Dorman H.J.D., Deans H.J.D. " Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils". *Journal of Applied Microbiology*, (2000), 88 (2) 308–316.

El khasmi M., Issaoub Allah A., Farh M, et al. "Effet de l'huile fixe de la nigelle (*Nigella sativa* L.) sur le profil des androgènes chez le rat mâle". *Phytothérapie*, (2011), 9:338–42

E

Enwuru, N.V., S.O. Ogonnia, F. Nkemhule, C.a. Enwuru and O. Tolani. "Evaluation of antibacterial activity and acute toxicity of the *Stachytarpheta angustifolia* (Mill) Vahl". *Afr. J. Biotechnol*, (2008), 7: 1740-1744.

El-Abhar HS., Abdallah DM., Saleh S. "Gastroprotective activity of *Nigella sativa* oil and its constituent, thymoquinone, against gastric mucosal injury induced by ischaemia/reperfusion in rats". *J Ethnopharmacol*, (2003), 84(2-3):251-8.

EL-Fataty H.& EL-Alfy T. "Isolation and structure assignment of an antimicrobial principle from the volatile oil of *Nigella sativa* L. seeds". *Die Pharmazie*, (1975), 30 (2), pp. 109-111.

Evans, W. J. "Vitamin E, vitamin C, and exercise". *Am J Clin Nutr*, (2000), 72, 647S– 652S.

E



Favier A. “ Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension Des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique“. L’actualité chimique, (2003), 108-115.

Ferdous A.J., Islam S.N.,Ahsan M.,Hasan C.M. “ In vitro antibacterialactivity of the volatile oil of Nigella sativa seeds against multiple drugresistantisolates of Shigella ssp. andisolates of Vibrio cholerae and Escherichia coli“. Phytother.Res, (1992), 6 137-140.

Flamini G., Cioni P.L., Puleio R., Morelli I., Panizzi L. “Antimicrobial activity of the essential oil of Calamintha nepeta and its constituent pulegone against bacteria and fungi“. Phytother Res, (1999), 13(4): 349-351.

G

Ganther H.E. “Selenium metabolism, selenoproteins and mechanisms of cancer prevention: complexities with thioredoxinreductase“. Carcinogenesis.20, (1999), (19): 1657- 1666.

Ghedira K. et Le Jeune R. Huile de nigelle cultivée, Nigella sativa L. (Ranunculaceae). Phytothérapie, (2010), 8 :124-128.

Gholamnezhad Z., Keyhanmanesh R., Boskabady MH. “Antiinflammatory, antioxidant, and immunomodulatory aspects of Nigella sativa for its preventive and bronchodilatory effects on obstructive respiratory diseases: A review of basic and clinical evidence“. J Functional Foods, (2015), 17: 910-927.

Goreja WG. “Black seed: nature's miracle remedy“. New York, NY: Amazing Herbs Press, (2003).

Goudable J. et Favier A. “Radicaux libres oxygénés et antioxydants“. Journal of Nutrition Clinique Métabolique, (1997), 11 :115 -20.

Guinard, J.L. In <>. 12ème Edition Masson, paris, (2001), p304.

Gurib-Fakim, A. “Toutes les plantes qui soignent. Plantes d'hier, médicaments d'aujourd'hui“. Ed. Michel Lafond, (2008).

H

Haddouche F et Benmansour A. “Article de synthèse: Huiles essentielles et activités biologiques, Application à deux plantes aromatiques“. Journal les technologies de laboratoire N°8, (2008).

Hadi V., Kheirouri S. , Alizadeh M., Khabbazi A and Hosseini H. “Effects of Nigella sativa oil extract on inflammatory cytokine response and oxidative stress status in patients with rheumatoid arthritis: a randomized, double-blind, placebo-controlled. clinical trial, (2016), 6(1): 34–43



Hajhashemi V., Ghannadi A and Jafarabadi H. "Black cumin seed essential oil, as a potent analgesic and antiinflammatory drug". *Phytother Res*, (2004), 18(3): 195- 199.

Haleng J., Pincemail. J., Defraigne J.O., Charlier C. et Chapelle J.P. "Le stress oxydant". *Revue Médicale*, (2007), 62 (10) :628-638.

Hannan A., Saleem S., Chaudhary S., Barka M., Arshad MU. " Anti-bacterial activity of *Nigella sativa* against clinicalisolates of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*". *J Ayub Med Coll Abbottabad*, (2008), (3):72-74.

Harbone J.B. *Phytochemical methods a guide to moderns techniques of plants analysis*. 3rd edition, (1998), P: 412.

Harwoore J et Aparicio R. "Handbook of olive oil-Analysis and proprieties. " An Aspen publication, Ed. Aspen publishers Ins. Gaithersburg, Maryland, USA, (2000), 620P.

Harzallah H.J., Noumi E., Bekir K., Bakhrouf A and Mahjoub T. "Chemical composition, antibacterial and antifungal properties of Tunisian *Nigella sativa* fixed oil". *African Journal of Microbiology Research* , (2012), Vol. 6(22) pp. 4675-4679

Hennebelle T., Sahpaz S. and Bailleul F. "Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif". *Phytothér*, (2004), 1: 3-6.

Heshmati J., Namazi N. "Effects of black seed (*Nigella sativa*) on metabolic parameters in diabetes mellitus: a systematic review". *Complement Ther Med*, (2015), 23(2): 275-282.

Hirose N, Inoue T, Nishihara K, Sugano M, Akimoto K, Shimizu S et al. Inhibition of cholesterol absorption and synthesis in rats by sesamin. *J Lipid Res* 1991; 32:629- 638.

Hosseinzadeh H., Parvardeh S., Asl M.N., Sadeghnia H.R., Ziaee T. "Effect of thymoquinone and *Nigella sativa* seeds oil on lipid peroxidation level during global cerebral ischemia-reperfusion injury in rat hippocampus". *Phytomedicine*, (2007), 14: 621-627.

Houghton PJ., Zarka R., de las Heras B., Hoult JRS. "Fixed oil of *Nigella sativa* and derived thymoquinone inhibit eicosanoid generation in leukocytes and membrane lipid peroxidation". *Planta Med*, (1995), 61: 33–36.

Hsu AF., Jones K, Foglia TA, Marmer WN. "Immobilized lipase-catalyzed production of alkyl esters of restaurant grease as biodiesel". *Biotechnol Appl Biochem* , (2002) ; 36 : 181-6.

I

Ichal C., Quintard H. et Orban J.C. "Oxygène et stress oxydant « In Désordre métabolique et réanimation : de la physiopathologie au traitement » ". Ed. Springer-Verlag France, (2011), p : 427 -438.



Ilhan N., Seckin D. "Protective effect of Nigella Sativa seeds on CCL4-induced hepatotoxicité. F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi, (2005), 19(3): 175-179

J

Jenner P. "Oxidative stress in Parkinson's disease". Ann. Neurol, (2003), 53: S26-S36.

Johns D, W. and Sons. "Composition and Characteristics of Individual Fats and Oils", New York, (1981), 4th ed.

K

Kafiriti EM., Deckers J. "Sésame : Sesamum indicum L. In Raemaekers, Agriculture en Afrique Tropicale". Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI) : Bruxelles, Belgique, (2001), 1634p.

Kapoor S. "Emerging clinical and therapeutic applications of Nigella sativa in gastroenterology". World J Gastroenterol, (2009), 15:2170-1.

Karna SKL. "Phytochemical Screening and Gas Chromatography - Mass Spectrometry and Analysis of Seed Extract of Nigella sativa Linn". Int J Chem Studies, (2013), 1(4): 183-188.

Kassam A.H. "Crops of the west African semi-arid Tropics. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh (IN)", (1976).

Keshri G., Singh MM., Lakshmi V., Kamboj VP. "Post-coital contraceptive efficacy of the seeds of Nigella sativa in rats". Indian J Physiol Pharm, (1995), 39(1):59-62.

Khalife R., Hodroj MH., Fakhoury R., Rizk S. "Thymoquinone from Nigella sativa Seeds Promotes the Antitumor Activity of Noncytotoxic Doses of Topotecan in Human Colorectal Cancer Cells in Vitro". Planta Med, (2016), 82(4): 312-321.

Khare CP. "Indian herbal remedies: rational Western therapy, ayurvedic, and other traditional usage, botany". SpringerVerlag, Berlin, Germany, (2004), 523 p

Kiritsakis et Christie. "Analysis of Edible Oils .In: Hand book of olive oil-Analysis and properties". An Aspen publication, Aspen publishers, Inc; Gaithersburg, Maryland, USA, (2000), p: 129-158.

Kobayashi T. "The wild and cultivated species in the Genus Sesamum". Sesame: status and improvement. Proceeding of Expert Consultation, Rome , 8-12 December 1980. F.A.O, (1981), 157-163.



Kobayashi T., Kinoshita M., Hattori S., Ogawa T., Tsuboi Y., Ishida M., Ogawa S. & Saito H. Development of the sesame metallic fuel performance code. Nucl. Technol, (1990), 89: 183-193.

Koechlin-Ramonatxo C. “Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires“. Nutrition clinique et métabolisme, (2006), 20 : 165-177.

Koechlin-Ramonatxo, C. “Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires“. Nutrition clinique et métabolisme, (2006), 20: 165-177.

Kohen R., Nyska A. “Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification“. Toxicologic pathology, (2002), 30: 620-650.

Kothari S., Thompson A., Agarwal A., Plessis S. “ Free radicals: their beneficial and detrimental effects on sperm function“. Indian Journal of Experimental Biology, (2010), 48: 425- 435.

Krippel-Drewe P., Lang F., Haussinger D. and Drewe G. “H₂O₂ induced hyperpolarization of pancreatic B-cells“. Pflugers Arch, (1994), 426:552-554

L

Lautenbacher LM . “Schwarzkümmelöl“. Dtsch Apoth Ztg, (1997), 137: 68-69

Lehucher-Michel, M. P., Lesgards, J. F., Delubac, O., Stocker, P., Durand, P., & Prost, M. Oxidative stress and human disease, Current knowledge and perspectives for prevention. Presse Medicale, (2001), 30, 1076 – 1081.

Leong, X.F., Rais M., Jaarin, K. “Nigella sativa and Its Protective Role in Oxidative Stress and Hypertension“. Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM , (2013) 120732

Lucy Sun Hwang, Chapter 12. Sesame Oil, VOLUME 2: EDIBLE OIL AND FAT PRODUCTS: EDIBLE OILS, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Edition, Fereidoon Shahidi, Hardcover, (2005) 537-576.

M



-
- Machlin L., Bendich A. "A free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients". *Faseb J*, (1987), 1:441-445
- Mahmoud MR., El-Abhar HS., Saleh S. "The effects of *Nigella sativa* oil against the liver damage induced by *Schistosoma mansoni* in mice". *J Ethnopharmacol*, (2002), 79: 1–11.
- Majdi A. "Maitrise de la technologie fromagère et contrôle qualité des fromages". http://www.memoireonline.com/01/13/6660/m_maitrise, (2008).
- Mariam A., Abu-Al-Basal. "In vitro and in vivo anti-microbial effects of *nigella sativa* linn. seed extracts against clinical isolates from skin wound infection". *American Journal of Applied Sciences*, (2009), 6(8): 1440-1447.
- Marfak A. Thèse de doctorat Radiolyse Gamma des flavonoïdes, Etude de leur réactivité avec des radicaux issus des alcools, (2003), pp: 6-7-10-.
- Marioda A., IBRAHIM R.M., ISMAIL M., ISMAIL N. "Antioxidant activity and phenolic content of phenolic rich fractions obtained from black cumin (*Nigella sativa*) seedcake. *Food Chemistry*". (2009), 116: 306-312.
- Max W., Robert A. "Plantes thérapeutiques (tradition, pratique officinal, science et thérapeutique)". 2eme édition, (2003), P : 416.
- Mazars G. "Les phytomédicaments ayurvédiques". *Phytothérapie*, (2003), 6: 162-168.
- M'barki F et Chabane M. "Étude de l'activité antimicrobienne et essai d'incorporation d'un extrait végétal dans un produit industriel". *Mémoire Master*. Blida, université Saad Dahelb, (2018).
- Médart, J. "Manuel pratique de nutrition: l'alimentation préventive et curative". 2ème édition. Edition de Boeck Université, (2009), p 51 , 52.
- Medicinal Plants of the World, Volume 3, Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses By Ivan A. Ross, Totowa, New Jersey Humana Press 2005.
- Mendonça-Filho RR. "Bioactive phytochemicals: new approaches in the Phytosciences. In: Ahmad I, Aqil F et Owais M (ed) *Modern phytomedicine*". *Turning Medicinal Plants into Drugs*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, (2006), pp 3–17.
- Menvielle-Bourg, F. J. "La superoxyde dismutase, puissant antioxydant naturel, désormais disponible par voie orale". *Phytothérapie*, (2005), 118 – 121.
- Meral I., Yener Z., Kahraman T., Mert N. "Effect of *Nigella sativa* on glucose concentration, lipid peroxidation, anti-oxidant defence system and liver damage in experimentally-induced diabetic rabbits". *J Vet Med*, (2001), A 48: 593–599.
- Meziti A. "Activité antioxydante des extraits des graines de *Nigella sativa*". *Mémoire pour l'obtention du Diplôme de magister en biochimie appliquée Université El-Haj Lakhdar Batna*, (2009), p. 21-32.



Michel F., Bonnefont-Rousselot D., Mas E, Draï J., Thérond P. “Biomarqueurs de la peroxydation lipidique: aspects analytiques“. *Ann Biol Clin*, (2008), 66 (6) : 605-20.

Mitscher L., Segaran P., Gentry E et Shankel D. “Multiple Drug Resistance”. *Medicinal Research Reviews*, (1999) vol. 19, no 6, p. 477-496.

Mohamed AM., Metwally NM., Mahmoud SS. “*Nigella sativa* seeds against *Schistosoma mansoni* different stages“. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, (2005), 100(2):205-211.

Mohamed S and Eman Halawani. “Comparative Antimicrobial Activity of Some Active Constituents of *N. sativa* L“. (2012), 20(2):182-189.

Mohammed et al. “*Microchemical Journal*“. 140, (2018), 269–277.

Morris JB. “Food, industrial, nutraceutical, and pharmaceutical uses of sesame genetic resources“. In *Trends in New Crops and New Uses*, Alexandria VA (Eds.). ASHS Press, (2002), 153-156.

Morsi N.M. “Antimicrobial effect of crude extracts of *Nigella sativa* on multiple antibiotics-resistant bacteria“. *Acta microbiologica Polonica*, (2000), 49: 63-74.

Mutabagani A., El-Mahdy S.A. “Study of the anti-inflammatory activity of *Nigella sativa* L“. and thymoquinone in rats. *J Saudi Pharm*, (1997), 5:110-113.

N

Nadkarni AK . “*Indian Materia Medica*“. Popular Parkishan: Bombay, India, (1976), p 854.

Nagi MN., Alam K., Badary OA. “Thymoquinone protects against carbon tetrachloride hepatotoxicity in mice via an antioxidant mechanism“. *Biochem Mol Biol*, (1999), Int 47: 143–159.

Nakai M., Harada M., Nakahara K., Akimoto K., Shibata H., Miki W., Kiso Y. “Novel antioxidative metabolites in rat liver with ingested sesamin“. *J. Agric. Food Chem*, (2003), 51(6): 1666-1670.

Nayar N.M & Mehra K.L. “Sesame □ its uses, botany, cytogenetics, and origin“. *Econ. Bot*, (1970), 24: 20□31.

Nelson L., Foglia T., MARMER W. “Lipase-catalyzed production of biodiesel“. *J Am Oil Chem Soc*, (1996), 73 : 1191-5.

Nemmar A., Al-Salam S., Zia S., Marzouqi F., Al-Dhaheri A., Subramaniyan D et al. “Contrasting actions of diesel exhaust particles on the pulmonary and cardiovascular systems and the effects of thymoquinone“. *Br J Pharmacol*, (2011), 164(7):1871-1882.

Nohl H. “Generation of superoxide radicals as byproduct of cellular respiration“. *Ann Biol Clin*, (1994), 52:199-204.

Nzikou JM., Matos L., Bouanga-Kalou G., Ndangui CB., Pambou-Tobi NPG., Kimbonguila A., Silou T., Linder M., Desobry S. “Chemical Composition of the Seeds and Oil of Sesame



(*Sesamum indicum* L.) Grown in CongoBrazzaville“. *Advance Journal of Food Science and Technology*, (2009), 1(1): 6-11. <http://maxwellsci.com/print/ajfst/6-11.pdf>.

O

Ornella Z. “Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émission de composés organiques volatils (COV) “. Thèse de doctorat de l'INSA de Rouen, Spécialité : Chimie macromoléculaire, Ecole Doctorale Normande de Chimie, (2009).

Ouattara B. “Étude de la variabilité dans une collection de sésame (*Sesamum Indicum* L.) “. Mémoire de fin d'études. Institut Supérieur Polytechnique (I.S.P.), Université de Ouagadougou, (1985), (BF) : 77 p.

P

Pagès-Xatart-Parès X. *Technologie des corps gras (huiles et graisses végétales)*. Ed. Techniques de l'ingénieur, (2008), p 1-17.

Parihar A., Parihar MS., Milner S., Bhat S. “Oxidative stress and anti-oxidative mobilization in burn injury“. *Burns*, (2008), 34:6-17.

Pasket V. *La fabrication des huiles végétales: de nombreuses étapes accidentogènes*_Face rrique. (2019), _n° 553.

Penna C., Mancardi D., Rastaldo R., Pagliaro P. “Cardioprotection: A radical view Free radicals in pre and postconditioning“. *Biochimica et Biophysica Acta*, (2009), 1787: 781–793.

Periasamy VS., Athinarayanan J., Alshatwi AA. “ Anticancer activity of an ultrasonic nanoemulsion formulation of *Nigella sativa* L. essential oil on human breast cancer cells“. *Ultrasonics Sonochem*, (2016), 31: 449-455.

Pham-Huy, M., et Hébuterne, X. “ Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health“. *International journal of Biochemical Science*, (2008), 4(2):89-96.

Plantescap deodorization. *Eur J Lipid Scitechnol*, (2007), 109 : P 656_662.

Premkumar J et al. “Sesamol: a powerful functional food ingredient from sesame oil for cardioprotection“. (2020), (14).12.



R

Rakotorimana S.R. Contribution à l'amélioration de la comestibilité de l'huile d'arachide artisanale par raffinage. Mémoire d'Ingénieur en Génie chimique. Université d'Antananarivo, (2010), P 110.

Ramadan M.F., Kroh L.W., Morsel T.J. "Radical Scavenging Activity of Black Cumin (*Nigella sativa* L.), Coriander (*Coriandrum sativum* L.), and Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) Crude Seed Oils and Oil Fractions". *J. Agric. Food Chem.*, (2003), 51: 6961-6969.

Ramadan M. F., Mörsel J. T. "Direct isocratic normal-phase HPLC assay for fat soluble vitamins and β -carotene in oil seeds". *European Food Research and Technology.* (2002), 214: 521-527.

Rastogi RP and Mehrotra BN. "Compendium of Indian Medicinal Plants". reprinted edn, Vol. 3, CSIR, New Delhi, (1993), pp. 452-453.

Reddy P.S., & Pati D. Le sésame. "Ensemble des pratiques culturelles pour augmenter la production". Conseil de recherches sur les plantes oléagineuses, Rajendranagar, Hyderabad □ 500030, (1995), Inde 2ième éd. 19 p.

Rizki H., Kzaiber F., Elharfi M., Nablousi A., Ennahli S., Hanine H. "Assessment of antioxidant capacity of 16 cultivars of sesame (*Sesamum indicum*.L) from different areas". *International Journal of Innovation and Scientific Research*, (2015), 18(2) : 379-385.

Roberts CK., Sindhu KK. "Oxidative stress and metabolic syndrome". *Life Sciences* (2009), 84: 705–712.

S

Sagdic O., Kuscu A., Özcan M., Özcelik S. "Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7". *Food Microbiology*, (2002), 19: 473-480.

Salem M. "Immunomodulatory and therapeutic properties of *Nigella sativa* L. seed. *IntImmunopharm*". (2005), 5: 1749-1770.

Salih B., Sipahi T., OybakDonmez E. "Ancient nigellaseedsfromBoyalıHoyuk in north-central Turkey". *J. Ethnopharmacol*, (2009), 124: 416–420 .

Santens P. "Agriculture spéciale; fascicule 13: Le sésame, le voandzou, le fonio. Unité de production des moyens pédagogiques". *Projet PNUD/FAO □ NER*, (1982), 77/003: 2 □ 7.

Sayed MD. "Traditional medicine in health care". *J Ethnopharmacol*, (1980), 2: 19–22



Scheibmeir HD., Christensen K., Whitaker SH., Jegaethesan J., Clancy R., Pierce JD. “A review of free radicals and antioxidants for critical care nurses“. *Intensive and Critical Care Nursing*, (2005), 21:24—28.

Schilling R. & Cartan P. “La culture du sésame en Afrique tropicale“. In *Oléagineux*, (1991), 46, 3: 125 □ 136.

Sene B et al. “Synthèse des connaissances et quelques acquis de recherche sur le sésame (*Sesamum Indicum* L.) au Sénégal“. (2018), 12(3): 1469-1483,).

Sene B., Sarr F., Sow M ., Diouf D., Niang M., Traoré D. “Physico-Chemical Composition of the Sesame Variety (*Sesamum indicum* L.) 32-15 and Characterization of its Derived Products (Seeds, Oil and Oilcake) in Senega“*I. Food Science and Quality Management*, (2017), 65(2017): 2225-0557.

Serteyn D., Mouithys-Micjalad A., Franck T, Grulke S., Lamy M., Deby C., DebyDupont G. “La nature chimique et la réactivité de l’oxygène“. *Ann.Méd.Vét*, (2002), 146:137-153.

Shahidi F, Liyana-pathirana CM, Wall D. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. *Food Chem* 2006; 99:478-483.

Sies, H. Oxidative stress. “ introduction In: oxidative stress oxidants and antioxidants“ .H. Sies Ed. London .London academicpress, (1991), pp15-22.

T

Teuscher E. , Anton R., Lobstein A. “Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. *Lavoisier, Paris*, (2005), 522 p.

The Plant List (2013). Version 1.1. 2013. Available at:www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Nigella. Accessed April 15, 2017.

T.S. Mohamed Saleem. “ Anti-microbial activity of sesame oil“. *Int. J. Res. Phytochem. Pharmacol*, (2011), 1(1), 21-23.

Thiebault C.M. et Sprumont P. “Radicaux libres et croissances In : « l’enfant et le sport : introduction à un traité de médecine du sport chez l’enfant » “. Ed. De Boeck et Larcier s.a. Paris, Bruxelles, (1998), pp : 141-152.

Thurston H.D. “Tropical plant diseases“. *American phytopathological society*, (1984), 161p.

Toufektsian MC., Boucher FR., Tanguy S., Morel S., Leiris JG. “ Cardiac Toxicity of Singlet Oxygen: Implication in Reperfusion Injury“. *Antioxidants & redox Signalling*, (2001), 3(1):63-69.



Turkdogan MK., Agaoglu Z., Yener Z., Sekeroglu R., Akkan HA., Avci ME. “The role of antioxidant vitamins (C and E), selenium and *Nigella sativa* in the prevention of liver fibrosis and cirrhosis in rabbits, new hopes“. *Dtsch Tierarzt Wschr*, (2000), 108: 71–73.

V

Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin MTD., Mazur M., Telser J. “Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease“. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, (2007), 39:44–84.

Vishwanath H., Anilakumar KR., Harsha SN., Khanum F and Bawa AS. “ In vitro antioxidant activity of *Sesamum indicum* seeds“. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, (2012), 5(1): 56-60.

W

Warrier PK., Nambiar VPK., Ramankutty. “ Indian medicinal plants-a compendium of 500 species“. Chennai Orient Longman Pvt Ltd, (2004), 139-142.

Weiss E.A. *Castor, Sesame and Safflower*, Edition Leonard Hill Books, London, (1971), 201 p.

Weiss EA. *Oilseed Crops* (second edition). Blackwell Science LTD: United Kingdom, (2000), 355p.

Y

Yogranjan., Satpute GK0., Marabi RS., Manish KM., Mishra SP. “Global resurgence of sesame (*Sesamum indicum* L.) utilization: a current scenario“. *IndoAm. J. Agric. & Vet. Sci*, (2014), 2(3) : 2321- 9602.

Z

Zafeer MF., Waseem M., Chaudhary S., Parvez S. “ Cadmiuminduced hepatotoxicity and its abrogation by thymoquinone“. *J Biochem Mol Toxicol*, (2012), 26(5):199-205.





Annexe

Cette étude a été réalisée au niveau des Laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales du département de biotechnologie, université de Blida 1.

I. Matériels :

I.1 Matériels végétale :

Les graines de nigelle et les graines de sésame constituent la partie utilisée de cette plante dans cette étude. Elles ont été achetées chez un herboriste de la ville de Boufarik (wilaya de Blida) en janvier 2020.

Une fois réceptionnées, les graines sont nettoyées triées et débarrassées des débris végétaux, puis conservées dans un récipient.

I.2 Matériels utilisés pour le screening phytochimique :

Balance.

Agitateur magnétique.

Erlenmeyers.

Tubes.

Aluminium.

Fiole.

Pipette graduées.

Papiers Filtres.

Porte tube.

Spatule.

I.3 Produits chimiques utilisés :

Ammoniaque 1/2 (NH_4OH).

Chlorure de fer (FeCl_3).

Réactive de stiasny (10 ml de 40° et 5 ml d'HCL concentré).

Acétate de sodium ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$).

Acide chlorhydrique (HCL).

Magnésium (Mg) en copeau.

Alcool isoamylique ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$).

Acide sulfurique (H₂SO₄) (10 %).

Ethanol absolu (C₂H₅OH).

II- Méthodes :

II-1 Broyage et tamisage :

Les graines sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Cette dernière est tamisée dans le but d'obtenir une poudre plus fine.

II-2 Screening phytochimique :

Ce test consiste à détecter les différentes familles chimiques existantes dans la partie étudiée de la plante soit sur la poudre de broyat, soit sur un infusé par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé (**Bouyer, 1996**).

II-2-1 Préparation de l'infusé :

A 10 g de poudre végétale, sont ajoutés 100 ml d'eau distillée bouillante, laissé infuser pendant 15 min avec agitation de temps en temps, après filtrer et récupérer le surnageant à l'aide d'une pipette.

II-2-2 Identification de quelques métabolites secondaires :

- **Les anthocyanes :**

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés quelques gouttes d'ammoniaque 1/2. L'apparition d'une couleur rouge, indique la présence des anthocyanes.

- **Les tanins**

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ à 5%. La réaction donne une coloration bleue noir en présence des tanins.

- **Les tanins catéchiques**

15 ml d'infusé, sont additionnés à 7 ml de réactif de Stiasny (10 ml de formol à 40 % et 5ml d'HCL concentré. La réaction donne une coloration rouge en présence des tanins catéchique.

- **Les tanins galliques**

A 5 ml d'infusé, sont ajoutés 2 g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl₃. La réaction donne une coloration bleue foncée en présence des tanins galliques.

- **Les flavonoïdes**

A 5 ml d'infusé, sont additionnés 5 ml d'HCL, un copeau de Mg et 1 ml d'alcool isomylique. La réaction donne une coloration rouge orangée en présence des flavonoïdes.

- **Les glucosides**

A 2 g de poudre végétale, sont ajoutées quelques gouttes d'acide sulfurique. La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des glucosides.

- **Les mucilages**

On Introduit 1 ml de l'infusé dans un tube et on lui ajoute 5 ml d'éthanol absolu, l'obtention d'un précipité floconneux indique la présence des mucilages.

II-3 Extraction traditionnelle de l'huile végétale :

L'extraction de l'huile végétale a été réalisée selon les étapes suivantes :

- **Lavage** : Les graines ont été lavées avec de l'eau courante en éliminant les graines moisies qui flottent sur l'eau.
- **Séchage** : Les graines lavées ont été égouttées et ensuite séchées dans un endroit aéré à l'abri de la lumière pendant 24 heures.
- **Broyage et malaxage** : Les graines ont été ensuite écrasées, y compris les enveloppes et malaxées pour les transformer en une pâte, un peu de l'eau chaude a été ajoutée en triturant soigneusement le mélange.
- **Co-pression** : Le mélange obtenu a été versé dans un tissu à mailles fines. L'ensemble est compressée à la main pour obtenir l'huile végétale qui subi un filtrage pour sépare des déchets solide.

Les huiles obtenu on été conservé dans des flacons en verre.

II-4 Étude de pouvoir antioxydant :

- **Principe** :

Le principe est fondé sur le pouvoir des antioxydants qui jouent le rôle des piègeurs de radicaux libres. En présence de ces antioxydants : soit synthétique ou naturels, le radical libre DPPH (2,2 diphényl-1-picryl hydrazyl), qui est caractérisé par sa couleur violette, se réduit en 2,2diphényl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (**Figure 7**). La réduction du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV- Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants (**Molyneux, 2004**).

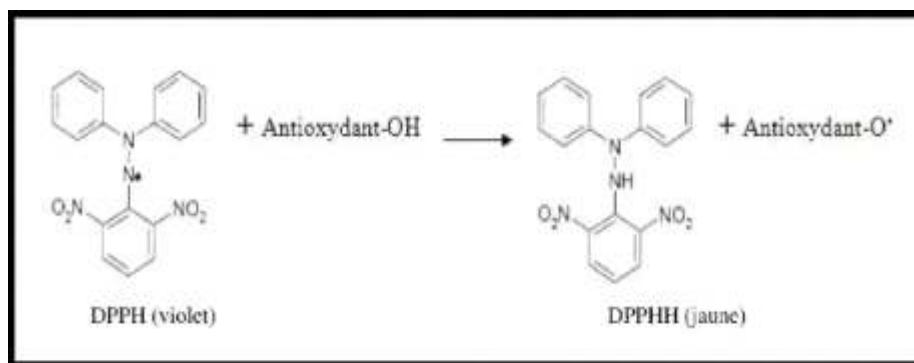


Figure (7) : Réaction de test DPPH (2.2 Diphenyl-1-picryl hydrazyl) (Cité par Massi et M'Barki, 2018).

II-5 Étude de pouvoir antibactérien :

- **Méthode de l'aromatogramme :**

Selon Sallé, (1991) : Cette méthode est une technique microbiologique qui permet d'étudier la sensibilité des germes à différentes huiles végétales, c'est-à-dire leur pouvoir antibactérien et antifongique.

- **Principe :**

Cette technique est comparable à l'antibiogramme. Le principe de cette méthode repose sur la diffusion du produit à tester (avec une concentration connue) en milieu solide, dans une boîte pétri préalablementensemencée. L'agent antimicrobien diffuse dans le milieu, créant une zone claire d'inhibition de croissance du germe autour du disque chargé d'agent antimicrobien (**Figure 8**).

La lecture des résultats est effectuée en fonction de l'existence ou non des zones d'inhibition (**Massi et M'Barki, 2018**). En fonction du diamètre d'inhibition on peut classer les souches étudiées en souches sensibles, intermédiaires ou résistantes (**Massi et M'Barki, 2018**).

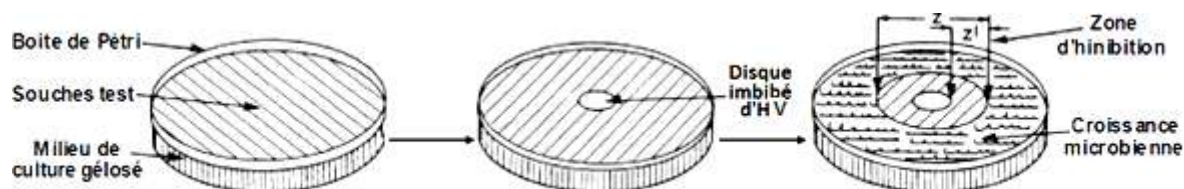


Figure (8) : Illustration de la méthode d'aromatogramme sur boîte de pétrie (Cité par Massi et M'Barki, 2018).