



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

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

Département de BIOLOGIE



MÉMOIRE

Présenté par

ABOU BEKR Asma

LOUH Rania

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Infectiologie

Thème

Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de feuilles d'*Ocimum basilicum*

Soutenu le **26/06/2022**, devant le jury composé de :

Présidente	MEDJDOUB Houria	MCB	Université Tlemcen
Encadrant	MKEDDER Ilham	MCA	Université Tlemcen
Examinatrice	BOUALI Waffa	MCA	Université Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons nos remerciements profonds à Allah qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour finir ce travail.

Nos sincères remerciements et nos grands respects à Madame **Dr. MKEDDER Ilham** maître de conférences « A » à l'université Abou Bekr bel kaid de Tlemcen ; recevez ici, madame, nos sincères remerciements pour la confiance, les conseils que vous avez accordés tous le long de ce travail. Merci également pour votre encadrement et votre disponibilité. Nous vous adressons notre profonde reconnaissance pour vos remarques et conseils en vue d'améliorer ce manuscrit.

Nous remercions **Dr.MEDJDOUB Houria** maitre de conférences « B » à l'université Abou Bekrbelkaid de Tlemcen, d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous remercions également **Dr.BOUALI Waffa** maitre de conférences « A » à l'université Abou BekrBelkaid de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.

De même, nos remerciements se portent vers notre responsable de Master Infectiologie **Dr. BOUKLI HASSEN Latifa** maitre de conférences « A » à l'université de Tlemcen pour tous ses efforts durant ces deux années.

Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, spécialement aux ingénieurs des laboratoires de Biochimie, Faculté SNV-STU.

Dédicace

Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail. Je tiens c'est avec immense plaisir que je dédie à :

A la plus chère à ma vie ma mère

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mon très cher père

Qui a semé en moi le respect et l'amour de la science Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité Tu es le meilleur Papa qui a toujours fait de ton mieux avec nous.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que vous avez déployés pour mon éducation et ma formation. Vous êtes les plus chers à mon cœur

*À mon cher frère adoré merci d'avoir été présent quand J'avais vraiment besoin
A toute ma famille et surtout à ma chère grand-mère la plus douce que Dieu le tout puisse la protège et lui donne une longue et joyeuse vie.*

*A mes amies sans exceptions Merci à tous pour vos encouragements et votre soutien
A mon binôme Rania, pour, sa sympathie, sa compréhension tout au long de ce projet dont laquelle j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler avec elle. Je te souhaite plein d'autres réussites et beaucoup de bonheur*

Asma

Dédicace

À mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma Considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon Bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez, Quoique je fasse, je ne pourrais vous récompenser. Ce travail est le couronnement de Vos efforts. Je prie Dieu de vous accorder santé, bonheur et longue vie inchallah.

À mes chers frères adorés

Khalifa Habib et Menouar

Je vous remercie pour tout le bonheur que vous m'apportez pour vos gentillesse et votre joie De vivre qui nous comble au quotidien et encore merci d'avoir été présents quand J'avais vraiment besoin. Je vous aime.

À toute la grande famille

(Louh et Garrouddji)

À tous mes cousins et cousines

À tous mes amis

Je vous remercie pour votre soutien moral, vous patience et vos dévouements à ce Travail, Je vous dédie le fruit de nos efforts.

À mon binôme ASMA, *qui partage avec moi tous les moments difficiles pendant Notre étude en la souhaitant un radieux plein de bonheurs et de succès.*

Rania

Résumé

Ocimum basilicum est une plante médicinale aromatique appartenant à la famille des Lamiacée. Dans la présente étude nous avons tenté d'évaluer l'activité antioxydante d'une variété extraits préparés à partir des feuilles d'*Ocimum basilicum* à travers le traitement de deux articles.

Les résultats des tests phytochimiques ont mis en évidence la présence des polyphénols, flavonoïdes, alcaloïdes, tèrenoïdes, et tanins. Les résultats de TPC et TFC montrent la richesse des extraits (aqueux, éthanolique) en composés phénoliques et en flavonoïdes. L'étude a montré également la richesse des feuilles de basilic originaire de l'Égypte en linalol, estragole, et cinnamate de méthyl.

L'effet antioxydant a été évalué par la méthode de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). Tous les extraits ont présenté une activité antioxydante, avec une efficacité élevée de l'extrait éthanolique préparés dans les deux études.

Mots clés : plante médicinale, *Ocimum basilicum*, extraction, Les tests phytochimiques, activité antioxydante, DPPH.

Abstract

Ocimum basilicum is an aromatic medicinal plant belonging to the Lamiaceae family. In the present study, we attempted to evaluate the antioxidant activity of a variety of extracts prepared from the leaves of *Ocimum basilicum* through the treatment of two articles. The results of the phytochemical tests revealed the presence of polyphenols, flavonoids, alkaloids, tannin and terpenoids. The TPC and TFC results show the richness of the extracts (aqueous, ethanolic) in phenolic compounds and flavonoids. The study also showed the richness of basil leaves from Egypt in linalool, estragole, and methyl cinnamate. The antioxidant effect was evaluated by the DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. All extracts exhibited antioxidant activity, with high efficiency of the ethanolic extract prepared in the two studies.

Keywords: medicinal plant, *Ocimum basilicum*, extraction, phytochemical tests, antioxidant activity, DPPH.

الملخص

بازيليك هو نبات طبي عطري ينتمي إلى عائلة لاميسيا حاولنا في هذه الدراسة تقييم النشاط المضاد للأكسدة لمجموعة متنوعة من المستخلصات المحضرة من أوراق نبات الريحان من خلال معالجة عنصري تحديد أظهرت نتائج الاختبارات الكيميائية النباتية وجود البولي فينول والفلافونويد والقلويدات والتربينويدات والعفص نتائج تحديد محتوى الفلافونويد الكليوثرأء المستخلصات (المائية، الإيثانولية) في المركبات ومحتوى الفينول الكلي (الفينولية والفلافونويدات، كما أظهرت الدراسة ثراء أوراق الريحان من مصر في لinalol، استراغول، وميثيل سينامات ثنائي فينيل-1 بيكريليهيدرازيل جذري-2،2، تم تقييم التأثير المضاد للأكسدة بواسطة طريقة أظهرت جميع المستخلصات فعالية مضادة للأكسدة مع فعالية عالية للمستخلص الإيثانولي المحضر في كلا الدراستين.

ثنائي-2،2. الكلمات المفتاحية: نبات طبي، نبات الريحان، استخراج، اختبارات كيميائية نباتية، نشاط مضاد للأكسدة، فينيل-1 بيكريليهيدرازيل جذري

Table de matières

Introduction générale.....	01
Première partie : Synthèse bibliographique.....	02
Chapitre 01 : le stress oxydant	03
1. Les radicaux libres.....	05
2. Les antioxydants	06
2.1.Mécanismes d'actions des antioxydants.....	06
2.1.1. Les antioxydants des préventions	07
2.1.2. Les antioxydants scavenger.....	07
2.1.3. Les antioxydants de novo et de réparation	07
3. Les antioxydants d'origine végétale.....	07
Chapitre 02 : <i>L'Ocimum basilicum</i>.....	08
1. Historique et l'origine	10
2. Description botanique	10
3. Systématique	10
4. Composition chimique	11
5. Propriétés biologiques	11
5.1.Activité antioxydants.....	11
5.2.Activité antibactérienne.....	11
6. Utilisations.....	11
6.1.En alimentation.....	11
6.2.En pharmacie.....	11
6.3.En médecine traditionnelle.....	11
Chapitre 03 : les composés phénoliques.....	13
1. Localisation des composés phénoliques	14
2. Principale classe : les acides phénoliques.....	14

3. Rôles et propriétés des composés phénoliques	15
3.1.Chez les végétaux	15
3.2. Dans nourriture.....	15
3.3.Chez l’homme	15

Deuxième partie : Matériel et méthodes.....

1. Objectif.....	19
2. Travaux réalisés.....	19
2.1.Préparation des extraits.....	19
• Les huiles essentielles.....	19
• Extrait éthanolique.....	19
• Extrait éthanolique /extrait aqueux.....	20
2.2. Tests phytochimiques	20
• Les alcaloïdes.....	20
• Les tanins.....	20
• Les sucres réducteur.....	21
• Les terpénoïdes.....	21
• Les flavonoïdes.....	21
• Les anthraquinones.....	21
2.3.Détermination de du contenu phénolique total	21
2.4.Détermination de la teneur totale de flavonoïdes.....	22
2.5.Évaluation de l’activité antioxydant.....	22

Partie 3 : Résultats et discussion.....

1. Tests phytochimiques.....	27
2. Composition chimique des huiles essentielles	27

3. Dosage des composés phénoliques.....	28
4. Dosage des flavonoïdes.....	31
5. Activité antioxydante des feuilles d' <i>Ocimum basilicum L.</i>	31
Conclusion Générale.....	36
Références bibliographiques.....	38

Liste des figures

Figure 01 : Origine de ERO.....	05
Figure 02 : <i>Ocimum basilicum</i>	09
Figure 03 : Montage d'extraction des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum L</i>	19
Figure04 : Structure chimique du radical libre DPPH.....	23
Figure 05 : Contenu phénolique total des extraits de basilic.....	29
Figure 06 : Contenu phénolique total des huiles de basilic.....	29
Figure 07 : Contenu phénolique total desextraits éthanoliques de basilic.....	30
Figure08 : Teneur totale en flavonoïdes dans les extraits de basilic.....	31
Figure09 : Test de piégeage des radicaux DPPH des extraits de basilic.....	32
Figure 10 : Test d'ABTS des extraits de basilic.....	32
Figure 11 : Test de piégeage des radicaux DPPH des huiles essentielles de basilic.....	34
Figure 12 : Test de piégeage des radicaux DPPH des extraits éthanoliques de basilic...	35

Liste des tableaux

Tableau 01 : Détermination du contenu phénolique total (TPC).....	22
Tableau 02 : Test de DPPH	24
Tableau 03 : tests phytochimiques des extraits des feuilles d' <i>O. basilicum</i>	27
Tableau 04 : Principaux composants des huiles des feuilles d' <i>O.basilicum</i>	28
Tableau 05 : Contenu phénolique total (TPC) /Activité antioxydante des différents extraits (Test de DPPH)	35

Liste des abréviations

AH	Antioxydant
AIA	Acide B-indoyl acétique
AlCl₃	Chlorure d'aluminium
ATP	Adénosine triphosphate
C°	Degré de Celsius
CH₃COOK	Acétate de potassium
Cm	Centimètre
D.O extrait	Absorbance de l'extrait
D.O témoin	Absorbance du témoin négatif
DPPH	Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl
ERO	Espèces réactives d'oxygène
FeCl₃	Chlorure de fer
g	Gramme
GAE	Aacide gallique
H₂O₂	Peroxyde d'hydrogène
H₂SO₄	Acide sulfurique
H₃PW₁₂O₄₀	Acide phosphotungstique
HCl	Acide chlorhydrique
HgCl₂	Chlorure de mercure
HO°₂	Hydroperoxyde
HOCl	L'acide hypochloreux
I₂	Iode
LDL	Lipoprotéines de basse densité
ml	Millilitre
Na₂CO₃	Carbonate de sodium
NH₄OH	Hydroxyde d'ammonium
NO°	Monoxyde d'azote
NO°₂	Dioxyde d'azote
O^{-2°}	Radical superoxyde
O₂	Oxygène
OH°	Hydroxyle
OMS	L'organisation mondiale de la santé
ONOO°	Oxydant
PE	Pyrocatechol
PI	Pourcentage d'inhibition
RNS	L'azote
RO°	Alcoxyle
RO°₂	Peroxyle
ROS	Espèces réactives de l'oxygène
SOD	Superoxydedismutase
TFC	Teneur totale de flavonoïdes
TPC	Contenu phénolique total

Introduction

Pendant des milliers d'années, l'homme utilisait les plantes trouvées dans la nature, pour traiter et soigner des maladies (**Sanago, 2006**).

L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement un centre d'intérêt auprès du public ; selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 2003**), environ 65-80 % de la population mondiale a recours à la médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne les activités biologiques des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. Ces propriétés sont dues essentiellement à la fraction d'huile essentielle et aux composés phénoliques contenues dans les plantes (**Ma et al., 1997**).

Dans l'organisme et sous l'action d'éléments environnementaux, plusieurs mécanismes biochimiques peuvent s'activer en produisant de manière excessive des espèces oxygénées actives, qui vont submerger très rapidement toutes nos défenses antioxydants. Il en résulte un stress oxydant qui est à l'origine de plus de 200 pathologies (maladies cardiovasculaire, dégénérative et inflammatoires, cancer, diabète, sida ...) (**Pincement et al., 2001**).

Les plantes sont utilisées dans le traitement des pathologies liées à une production accrue des radicaux libres grâce à leur grande richesse en substances antioxydants capables de réduire considérablement le processus de stress oxydatif (**kazemi, 2014**).

Parmi les plantes connues par leur activité antioxydante, on trouve *L'Ocimum basilicum*, une plante de la famille lamiacée largement utilisée pour ses propriétés culinaires et thérapeutiques (**Chenni, 2016**).

Dans ce contexte, ce travail consiste à la réalisation d'une synthèse de deux articles scientifiques portant sur la recherche de l'effet antioxydant des feuilles basilic doux.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Le stress oxydant

Le stress oxydant est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydantes d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire (**Barouki, 2006**). Il semble que la vraie origine d'un stress oxydant ne soit pas la génération d'espèce réactive d'oxygène elle-même, mais le déséquilibre spatiotemporel entre la production d'espèces réactives d'oxygène (ERO) et leur élimination. L'équilibre peut être rompu lorsque la production est trop élevée ou lorsque les systèmes de détoxification sont trop peu nombreux ou mal situés (**Morel, 2007**).

À l'exception de certains organismes anaérobies et aérotolestants¹, l'oxygène (ou dioxygène, O₂) est indispensable à la production d'énergie par de nombreuses formes de vie (animaux, plantes, bactéries). Cette production d'énergie (sous forme d'ATP) appelée phosphorylation oxydative se fait notamment par l'intermédiaire de chaînes de transport d'électrons présentes dans la membrane interne des mitochondries (**Mazat et al 2010**). Ainsi, depuis que l'atmosphère terrestre a commencé à s'enrichir en oxygène il y a environ deux milliards d'années, les organismes aérobies se sont adaptés à ces conditions en apprenant à consommer et à utiliser l'oxygène mais aussi à éliminer les métabolites produits. En effet, lors d'un métabolisme normal, l'oxygène est réduit en eau tétravalente (**figure 01**). Elle est réalisée en plusieurs étapes successives qui abaissent les intermédiaires potentiellement inférieurs, appelés radicaux primaires ou espèces réactives de l'oxygène (ROS), car ces entités radicalaires et moléculaires sont beaucoup plus réactives que l'oxygène qui a conduit à leur ascension. Ainsi, environ 2 % de l'oxygène consommé au niveau mitochondrial est converti en radicaux superoxydes. Lors de la première réduction électronique de l'oxygène (**Camille et al 2011**).

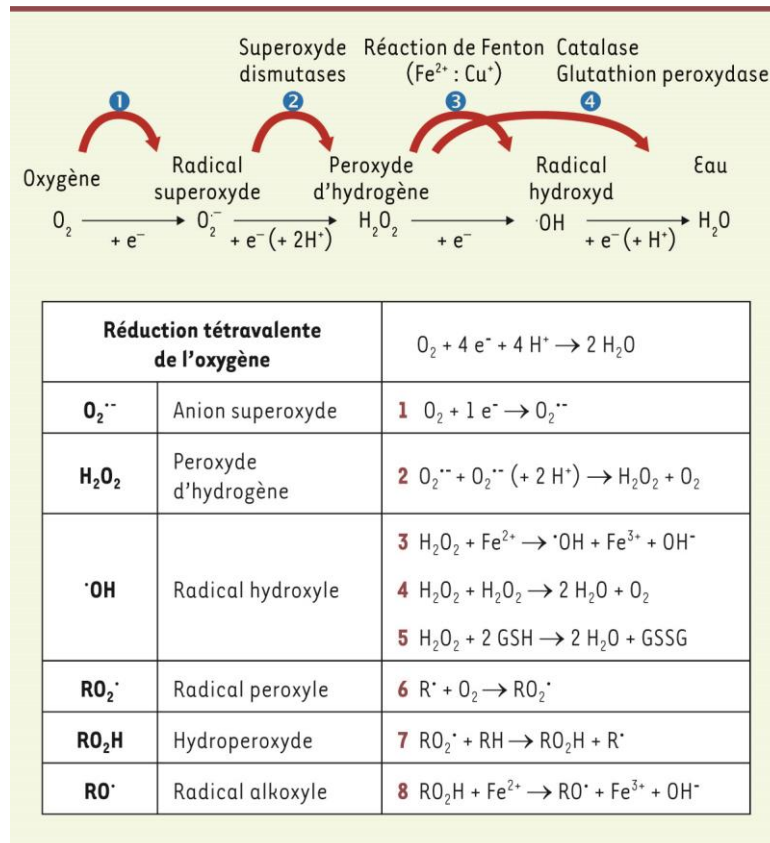


Figure 01 : Origine des ERO (Migdal et Serres, 2011).

1. Les radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes qui ont un ou plusieurs électrons libres non appariés sur leur enveloppe externe (Asmus et al 2000). Ce sont des espèces parasites de toutes les réactions biochimiques impliquant le transfert d'électrons ou le partage d'oxygène par divers mécanismes physiologiques. Des études ont montré que de faibles doses de radicaux libres sont bénéfiques pour le bon fonctionnement de l'organisme (Meziti, 2009). Les radicaux libres ont tendance à revenir immédiatement à un état d'équilibre en donnant un électron ou en prenant un à une autre molécule : ils peuvent donc être réducteurs ou oxydants, la durée de leur vie est courte (Koechlin, 2006). Des exemples de radicaux libres dérivés de l'oxygène (ROS) sont le radical superoxyde ($O_2^{\cdot -}$), hydroxyle (OH^{\cdot}), peroxyde (RO_2^{\cdot}), alkoxyde (RO^{\cdot}) et hydroperoxyde (HO_2^{\cdot}). Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote (NO_2^{\cdot}) sont deux types de radicaux dérivés de l'azote (RNS). Les radicaux libres dérivés de l'oxygène et de l'azote peuvent être convertis en d'autres espèces réactives non radicalaires telles que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'acide hypochloreux ($HOCl$) (Favier, 2003).

Dans l'organisme, et plus précisément au niveau des mitochondries, l'oxygène est à l'origine de la formation des espèces réactives de l'oxygène parmi lesquels se trouvent des radicaux libres. Des radicaux libres se forment lors de différents processus biologiques : respiration, stress, inflammation... Par exemple, lors de la respiration cellulaire, la molécule de dioxygène gagne un électron et forme un superox.

Les ERO peuvent avoir des effets opposés selon leur lieu de formation et les quantités produites (**Delattre et al., 2003**). Le monoxyde d'azote (NO°) en est un exemple classique, il joue un rôle clé dans la neurotransmission et la régulation de la pression artérielle, en activant la guanylatecyclase, la régulation immunitaire (**Valko et al., 2007**), mais à forte concentration, le NO devient nocif pour cellules, notamment en réagissant avec O^{2-} pour former un peroxy-nitrite fortement oxydant (ONOO°) (**Densiov et al 2005**).

2. Les antioxydants

Plusieurs substances chimiques présentes dans les aliments sont appelées antioxydants parce qu'elles possèdent la propriété d'empêcher les réactions en chaîne néfastes provoquées par les radicaux libres. Ce sont des « pare-balles » pour l'organisme.

Les principaux antioxydants naturels sont les bio flavonoïdes, les caroténoïdes, les vitamines C et E, et le sélénium (**Beecher et al., 2004**).

Les antioxydants peuvent être définis comme une substance qui, lorsqu'elle est présente à de faibles concentrations par rapport à celles du substrat oxydant, empêche ou retarde significativement l'oxydation du substrat. Les antioxydants peuvent être définis comme une substance qui, lorsqu'elle est présente à de faibles concentrations par rapport à celles du substrat oxydant, empêche ou retarde significativement l'oxydation du substrat (**Priogwell, 2008**).

2.1.Mécanismes d'action des antioxydants

Du point de vue de leur fonction mécanique, les antioxydants peuvent être classés en :

- Antioxydants de prévention
- Antioxydants de récupération, ou antioxydants Scavenger
- Antioxydants de novo et réparation antioxydante.

2.1.1. Les antioxydants de prévention

Ils ont été utilisés comme première ligne de défense dans la cellule, en empêchant la formation des espèces réactives d'oxygène par exemple en utilisant du peroxyde d'hydrogène, des hydroxydes de lipides dans l'eau et des hydroxydes de lipides apparentés. De plus, en isolant les ions métalliques tels que le cuivre et le fer (Niki, 2010).

2.1.2. Les antioxydants scavenger

Les antioxydants rapides éliminent rapidement les radicaux libres avant qu'ils ne puissent attaquer les molécules biologiques, en convertissant le superoxyde SOD en peroxyde d'hydrogène. Les composés phénoliques et les amines phénoliques agissent principalement comme antioxydants anti-radicaux libres (Niki., 2010).

2.1.3. Les antioxydants de novo et de réparation

Les enzymes agissent principalement comme une troisième ligne de défense, réparant les dommages, nettoyant les déchets et restaurant les fonctions perdues. (Berger, 2006). La quatrième ligne de défense est représentée par la fonction adaptative par laquelle les bons antioxydants sont produits au bon moment et transportés au bon endroit à des concentrations appropriées (Niki, 2010).

3. Les antioxydants d'origine végétale

Les plantes possèdent un grand système de défense antioxydant formé d'enzymes et de métabolites tels que des métabolites secondaires (les polyphénols, les flavonoïdes...) participent à la détoxification des ROS sous différents stress environnementaux (Du *et al.*, 2018 ; Nadarajah, 2020).

Yang *et al.*, (2008) suggère que les molécules polaires présentes dans les extraits végétaux contribuent à l'augmentation de l'activité antiradicalaire. Les composés phénoliques semblent être de bons candidats pour leurs activités anti oxydantes du fait de la présence de nombreux groupements fonctionnels hydroxyles, pouvant réagir avec les radicaux libres (Roudsari *et al.*, 2009). Les polyphénols et plus particulièrement les flavonoïdes sont capables de réduire rapidement les radicaux superoxydes, peroxydes (ROO•), alkoxydes (RO•) et hydroxyle par transfert d'hydrogène (Morand *et al.*, 2014).

Chapitre 02 : *L'Ocimum
basilicum*

Les plantes et herbes aromatiques et médicinales étaient très connues et utilisées chez nos ancêtres. Ces plantes sont connues depuis longtemps comme une matière première pour la fabrication des médicaments, des produits cosmétiques et en gastronomie. Ces utilisations sont les mêmes à nos jours.

Le basilic est une espèce aromatique très populaire, appréciée pour la force de son parfum et saveur (Carron *et al.*, 2004), il est connu à travers le monde pour son importance économique ; car il est utilisé dans plusieurs domaines, médecine, culinaire, cosmétologie et dans l'industrie alimentaire, vu sa richesse en vitamines, surtout en vitamine "C" (El-hadj, 2004).

Les feuilles de basilic (*Ocimum basilicum L.*) se composent essentiellement des huiles essentielles, qui sont largement utilisées dans la pharmacognosie (Richard, 1974).

La culture de basilic est ancienne dans le sud Algérien, cultivé surtout pour la consommation familiale (Sud Magazine, 2009), deux variétés du basilic sont plus cultivées et très adaptées au climat saharien, le Grand vert et le nain compact.

L'*Ocimum basilicum* a pour nom commun « le basilic », le mot basilic à l'origine vient de grec basilikom qui signifie plante royale (Chenni, 2016).

Les *Ocimum basilicum* sont des plantes à croissance rapide (Métali *et al.*, 2016) c'est une plante de la famille lamiacée largement utilisée comme plante condimentaire pour ces propriétés culinaires, par ailleurs cette plante est utilisée en médecine traditionnelle. (Chenni, 2016) (Figure 02)



Figure 02 : *Ocimum basilicum* (Chenni, 2016)

1. Historique et origine

Le basilic est originaire d'Asie, l'Amérique et l'Inde. Au début des années 1600, les anglais utilisent le basilic dans leur nourriture (Mueen *et al.*, 2015). Le basilic a une longue histoire de légende et utilisé à échelle mondiale. Il est aussi référé comme sacré dans l'Inde, car il est utilisé pour désinfecter la maison contaminée par Paludisme lequel tue les moustiques. (Karthika *et al.*, 2017)

L'*Ocimum basilicum* a été cultivé et vendu dans l'Etat de New York depuis la fin de 17^{ème} siècle. (Mueen *et al.*, 2015).

2. Description botanique

Le basilic est une plante herbacée pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur, son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé, un sol irrigable, riche en matières organiques. (Dupont *et al.*, 2012)

*les tiges : anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et couleur généralement verte à l'aspect brillant.

*Les feuilles : sont nombreuses, opposées pétiolées de forme ovale, lancéolée et ailées.

Elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords, de couleur verte pale à verte foncée. (Belkamel *et al.*, 2008).

3. Systématique

La classification Systématique du basilic est :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Labiaceae

Genre : *Ocimum*

Espèce : *Ocimum basilicum L.*

Nom Scientifique : *Ocimum basilicum L*

4. Composition chimique

Les feuilles de basilic contiennent environ 5% de tanins, d'acide oléanolique (0,17%) et d'une petite quantité d'acide ursolique, protéines (14%), de glucides (61%), ainsi et des concentrations relativement élevées de vitamine (A, B1, B2, C et E) et l'acide rosmarinique (**Ouibrahim, 2015**) En outre, elles renferment des flavonoïdes (0,6 à 1,1%) dont flavonoïdes aglycones (**Viorica, 1987**)

5. Propriétés biologiques

5.1. Activité anti-oxydant

L'extrait des feuilles de basilic fraîches provoque l'élévation de la réponse enzymatique antioxydant par l'augmentation de façon importante de l'activité du glutathion hépatique réductase et du SOD. L'activité antioxydant a été également expliquée par le niveau de teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes dans l'extrait. (**Dasgupta et al., 2004**).

5.2. Activité antibactérienne

L'étude de **Karthika et al., (2017)** a montré que l'extrait de basilic à différentes concentrations allant de 100, 200 et 300 mg / ml, inhibe la croissance de différentes souches bactérienne à savoir : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis*.

6. Utilisations

6.1. En alimentation

Comme herbe aromatique fraîche. Les feuilles sèches sont utilisées pour assaisonner des ragoûts, des dressages et des potages. Les feuilles et les jeunes tiges sont séchées, ou utilisées comme source d'huile essentielle. (**Magness et al., 1971**)

6.2. En pharmacie

Les feuilles peuvent être préparées selon plusieurs mode (infusion, poudre,...), et sont utilisées comme antispasmodique des voies digestives, diurétique, antimicrobienne, contre l'indigestion et vermifuge. Elle éloignerait les moustiques et c'est un remède contre l'héméralopie (**Magness, et al., 1971**).

6.3. En médecine traditionnelle

La médecine populaire mentionne des propriétés antispasmodique, stomachique, carminative et galactagogue. On administre huile essentielle de basilic ou l'infusé contre la gastrite,

constipation, les crampes d'estomac (**Carron, 2004**). Dans tout l'Afrique de l'ouest le basilic est utilisé en infusion pour le traitement de la fièvre (**Pousset, 2004**). Au sud d'Algérie les feuilles et sommités fleuries servent à préparer des infusions et des cataplasmes pour soulager des piqûres d'insectes, notamment celles du scorpion (**Sud Magazine, 2009**).

Chapitre 03

Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont largement distribués dans le règne végétal et abondant dans nos régimes alimentaires, « *les composés phénoliques* » sont aujourd'hui les composés phytochimiques les plus étudiés (**Knežević et al., 2012**). Plus de 8000 composés naturels appartiennent à cette famille a été identifié et le nombre ne cessent de croitre (**Ignat et al., 2011**), ils ont en commun un noyau benzénique portant au moins un groupement hydroxyle. Ils comprennent essentiellement les phénols simples, les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les lignanes et lignines. Ils peuvent être conjugués avec plusieurs résidus sucrés liés ou ils peuvent également être liés avec d'autres composés chimiques, tels que les acides carboxyliques, les amines ou les lipides ou avec d'autres phénols existants (**Martin et al., 2002**).

1. Localisation des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont omniprésents dans les végétaux, mais leur répartition au niveau tissulaire, cellulaire et subcellulaire n'est pas uniforme. Les composés phénoliques solubles sont présents dans les vacuoles tandis que celles insolubles se trouvent au niveau des parois cellulaires. Ces dernières sont plus ou moins riches en polyphénols selon la localisation de la cellule : les parties charnues du fruit en sont pauvres (les polyphénols sont alors principalement contenus dans la vacuole), contrairement aux cellules dont la paroi a atteint le stade supérieur de rigidité (cellules de la peau et des pépins, épicarpes des grains de blé) [(**Knežević et al., 2012**) ; (**Macheix et al., 1990**)].

2. Principale classe : les acides phénoliques

Le terme acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction hydroxyle carboxylique et phénolique (**Bruneton, 1999**). La pratique courante en phytochimie est de réserver ce terme aux dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Les acides hydroxybenzoïque et hydroxycinnamique se trouvent rarement sous des formes libres, mais se trouvent généralement sous des formes conjuguées d'esters et de glycosides (**Hager et al 2009**).

Les acides phénoliques sont directement impliqués dans les réactions de stress environnemental, telles que les attaques de ravageurs, et contribuent au processus de guérison des plantes en éclaircissant les tissus endommagés (**Manach et al., 2004**).

3. Rôles et propriétés des composés phénoliques

3.1. Chez les végétaux

Les composés phénoliques participent à deux principaux processus de l'activité des plantes : la photosynthèse et la respiration. De plus, ils interviennent dans d'autres processus tels que : la croissance, la germination, la morphogénèse des tiges et dans le processus de lignification. On sait que les polyphénols agissent sur les auxines et les enzymes responsables de leur destruction catabolique, en particulier l'AIA (Acide B-indoyl acétique) oxydase, enzyme ayant un rôle dans la dégradation de l'auxine (**Merghem., 2009**).

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans l'interaction de la plante avec son environnement, en particulier contre les radiations UV, les attaques microbiennes... (**Moheb et al., 2011**). Les flavonoïdes sont reconnus par les pollinisateurs, par exemple les insectes, les oiseaux et les animaux, ainsi, l'une des propriétés majeures de ces composés est de contribuer à la couleur des plantes et notamment à celle des fleurs. Or, c'est par la couleur de ses fleurs que la plante exerce un effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs, assurant par ce biais une étape fondamentale de sa reproduction. On peut noter que certains flavonoïdes, en repoussant certains insectes par leur goût désagréable, peuvent jouer un rôle dans la protection des plantes. Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est-à-dire de métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries (**Havsteen., 2002**).

3.2. Dans la nourriture

Dans les aliments, les composés phénoliques peuvent contribuer à l'amertume (principalement les flavanones), à l'astringence, à la couleur, à la saveur, à l'arôme et à la stabilité oxydative des aliments (**Shahidi et al., 2004**).

3.2. Chez l'homme

La consommation d'aliments riches en polyphénols réduit l'incidence de nombreuses maladies, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et le diabète (**Hanhineva., 2010**). Ceci peut s'expliquer par le fait que ces composés ont la capacité de moduler de nombreux facteurs impliqués dans la genèse de ces maladies. En effet, les polyphénols sont considérés :

- Capable d'abaisser la tension artérielle chez le rat, d'empêcher l'oxydation des LDL (lipoprotéines de basse densité), d'inhiber la prolifération des cellules musculaires lisses vasculaires, d'empêcher l'agrégation plaquettaire et de stabiliser le système immunitaire des cellules (**Martin et al., 2002**).

- Il est décrit comme antioxydant, antiplaquettaire, anti-inflammatoire, antiallergique, anticoagulant et antinéoplasique (**Hanhineva, 2010**).

Ils ont été décrits comme neuroprotecteurs, antiviraux et chimio-préventifs, et de plus en plus de preuves indiquent que les polyphénols ont un effet sur le métabolisme des lipides et des glucides (**Hanhineva, 2010**).

Matériel et méthodes



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Food Science and Human Wellness

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fshw



Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants

Adel F. Ahmed^{a,b,*}, Fatma A.K. Attia^{c,d}, Zhenhua Liu^{a,c}, Changqin Li^{a,c}, Jinfeng Wei^{a,c,*},
Wenyi Kang^{a,c,*}

^a National R & D Center for Edible Fungus Processing Technology, Henan University, Kaifeng 475004, China

^b Medicinal and Aromatic Plants Researches Department, Horticulture Research Institute, Agricultural Research Center, Egypt

^c Joint International Research Laboratory of Food & Medicine Resource Function, Henan Province, Kaifeng 475004, China

^d Department of Ornamental, Medicinal and Aromatic Plants, Faculty of Agriculture, Assiut University, Egypt

Studies on chemical, polyphenol content, flavonoid content, and antioxidant activity of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.)

V T Nguyen^{1,2}, N Q Nguyen^{1,2}, N Q N Thi^{1,2}, C Q N Thi^{1,2}, T T Truc³ and P T B Nghi^{4,*}

¹Center of Excellence for Biochemistry and Natural Products, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam;

²NTT Hi-Tech Institute, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam;

³College of Agriculture, Can Tho University, Can Tho City, Vietnam

⁴College of Engineering Technology, Can Tho University, Can Tho City, Vietnam

*Corresponding author: nghib1800202@student.ctu.edu.vn

1. Objectif

Nous avons traité des articles portant sur l'extraction et l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits *d'Ocimum basilicum L.*

2. Travaux réalisés

2.1. Préparation des extraits

Dans l'étude d'**Ahmed *et al.*, (2019)**, deux extraits sont préparés à partir des feuilles et tiges de basilic collectés au niveau de 3 régions d'Egypte (Assiut, Minia et BeniSuef),

- **Les huiles essentielles**

Les huiles essentielles de basilic séché (100 g) ont été extraites par la méthode d'Hydrodistillation pendant 3 heures dans un appareil de type Clevenger (**Figure 03**). L'huile essentielle obtenue a été séchée sur du sulfate de sodium anhydre, et stockée à 4 °C pour une utilisation ultérieure. La composition des huiles a été analysé par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (GC-MS).

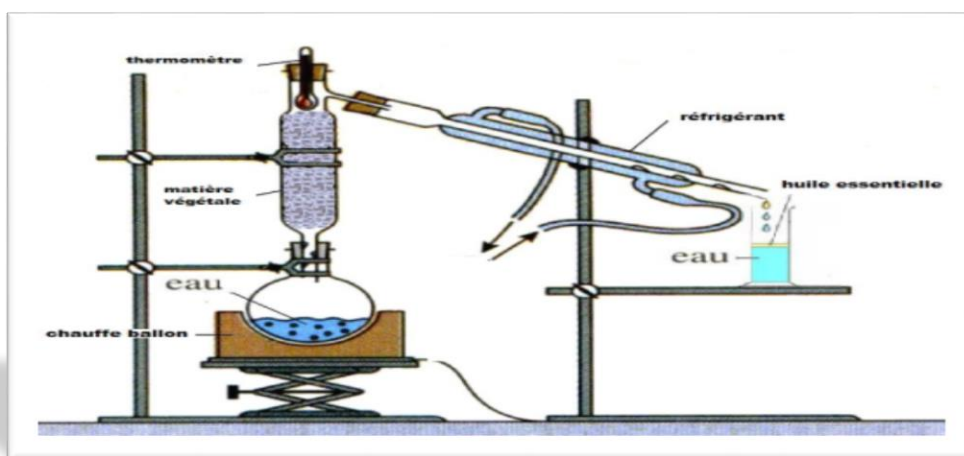


Figure 03 : Montage d'extraction des huiles essentielles *d'Ocimum basilicum L* (Clevenger, 1928).

- **Extrait éthanolique**

Les échantillons séchés de basilic ont été écrasés et extraits par de l'éthanol à 70% sous 50 °C trois fois pendant 9 heures. Les extraits ont été ensuite filtrés sous entonnoir Buchner et concentré sous pression réduite à 40 °C par un évaporateur rotatif.

Les extraits conservés à - 40 °C pendant une nuit, puis séchés dans un lyophilisateur, puis recueillis et stockés à - 4 °C jusqu'à leur utilisation pour des analyses ultérieures. (**Ahmed et al., 2019**).

Nguyen et al., (2020) ont préparé deux extraits à partir des feuilles d'*Ocimum basilicum* collectées dans les fermes de province de Tay Ninh, au Vietnam.

- **Extrait éthanolique /extrait aqueux**

Le matériel végétal a été séchées a l'ombre pendant 72h et a été broyées en une poudre fine (1,0mm) après séchage et stockés à -20C.Des échantillons séchés de 10 g ont été extraits avec 300 ml d'éthanol à 70% **ou** d'eau distillée à 60 °C pendant 1 heure. Après l'extraction, l'extrait de feuilles de basilic doux a ensuite été acheminé à travers un papier filtre Whatman N° 1 et condensé à 45 °C sous pression réduite.

2.2. Tests phytochimiques

L'analyse phytochimique des extraits éthanoliques et aqueux des feuilles de basilic doux dans le travail de **Nguyen et al., (2020)** a été réalisée en utilisant des méthodes standard pour détecter les métabolites secondaires de la plante (**Ciulei, 1982**).

- **Les alcaloïdes**

Pour chaque extrait on réalise la procédure suivante : on ajoute 5 ml d'HCl 1% à 1ml de chaque extrait, le tout est chauffé au bain marie, puis on divise chaque extrait en deux volumes égaux. Un volume est traité par le réactif de Mayer, l'autre par le réactif de Wagner. La formation d'un précipité blanc ou brun révèle la présence des alcaloïdes.

Les réactifs de Mayer et de Wagner sont préparés comme suite :

Réactif de Mayer : Dissoudre 1.358 g d'HgCl₂ dans 60ml d'eau distillée puis 5g de KI dans 10ml d'eau distillée. Mélanger les deux solutions et ajuster le volume total à 100 ml.

Réactif de Wagner : Dans 75 ml d'eau distillée, dissoudre 2 g de KI et 1.27 g de I₂. Le volume obtenu est ajusté à 100 ml avec l'eau distillée. (**Majob, 2003**)

- **Les tanins**

Un volume de 2 ml de chacun des deux extraits, est additionné à 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl₃ à 1%. Après quelques minutes d'incubation, le chlorure ferrique développe une coloration verdâtre qui indique la présence des tanins catéchiques ou bleu-noirâtre qui révèle l'existence des tanins galliques (**Karumi et al., 2004**).

- **Les sucres réducteur**

On ajoute 1 ml de liqueur de Fehling à 5 ml de chaque extrait. Un test positif est indiqué par l'apparition d'un précipité rouge brique (Ciulei, 1982).

- **Les terpénoïdes**

À 5 ml de chaque extrait, on ajoute 2 ml de chloroforme et 3 ml de H₂SO₄ concentrée. La présence des terpénoïdes est révélée par l'apparition de deux phases et une couleur marronne en interphase. (Edeoga *et al.*, 2005).

- **Les flavonoïdes**

À 5 ml de chaque extrait, on ajoute quelques gouttes d'HCl concentré et quelques milligrammes de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge ou orange. (Karumi *et al.*, 2004).

- **Les anthraquinones**

À 10 ml de chacun de nos extraits, on ajoute 5 ml de NH₄OH à 10% et on agite. L'apparition de couleur violette indique un test positif. (Oloyede, 2005).

2.3. Détermination du contenu phénolique total (TPC)

La teneur en polyphénols totaux des extraits des plantes est déterminée par la méthode de Singleton et Ross (1965) utilisant le réactif de Folin–Ciocalteu. Le Folin-Ciocalteu est un acide jaune constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation des composés phénoliques par le réactif (Vermerris *et al.*, 2006). Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe bleu composé d'oxyde detungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est directement proportionnelle à la teneur en composés phénoliques oxydés. (Boizot et al 2006).

- **Mode opératoire**

L'extrait a été mélangé avec de réactif de FolinCiocalteu. Ensuite le Na₂CO₃ a été ajouté au mélange, et il a été incubé dans l'obscurité. L'absorbance de la solution complexe a ensuite été déterminée. (Tableau 01)

Les concentrations des polyphénols sont réalisées à partir des gammes d'étalonnage, avec le TPC de 1 g d'extrait sec a été rapporté à l'acide gallique comme standard (mg GAE/g). (Nguyen *et al.*, 2020) ; et en équivalent pyrocatechol (PE) par g d'extrait. (Ahmed *et al.*, 2019)

Tableau 01 : Détermination du contenu phénolique total (TPC)

	Ahmed et al.,2019	Nguyen et al., 2020
Extrait (ml)	0,2	0,5
Réactif de Folin-ciocalteu (ml)	2,5	0,5
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃) (ml)	2	10
Incubation (min)	60	60
Longueur d'onde (nm)	765	765
Standard	Pyrocatechol	L'acide gallique
Références	Kang et al., 2010	Thuy et al., 2017

2.4. Détermination de la teneur totale de flavonoïdes (TFC)

Les teneurs totales en flavonoïdes ont été estimées dans l'étude de **Nguyen *et al.*, 2020** par un test colorimétrique selon la méthode précédemment décrite par **Mahboubi *et al.*, (2013)**. L'extrait a été mélangé avec 10% d'AlCl₃, 1M CH₃COOK et de l'eau distillée, puis vigoureusement agité. L'absorbance a été mesurée à la longueur d'onde de 415 nm en utilisant le spectromètre UV-Vis. Le TFC de 1 g d'extrait séché a été donné en se référant à la quercétine comme standard (mg QE/g).

2.5. Évaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation des capacités antioxydantes des différents extraits préparés dans les deux articles [(**Ahmed *et al.*, 2019**) ; (**Nguyen *et al.*, 2020**)] a été effectuée par le test du piégeage du radical libre (DPPH).

- **Evaluation de l'activité antioxydante par le test de test du piégeage du radical libre (DPPH)**

Principe

Le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (**Figure04**), l'un des rares radicaux azotés organiques stables, est utilisé pour analyser l'activité antioxydante (**Zaghoudi *et al.*, 2016**). Le DPPH possède une couleur violette profonde et un maximum d'absorption UV-Vis à 515 nm (**Prior, et al., 2005**). Il fut l'un des premiers radicaux libres utilisé pour étudier la relation structureactivitéantioxydante des composés phénoliques [(**Osman, 2011**) ; (**Flegel *et al.*, 2011**)]. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote (**Popovici *et al.*, 2009**).

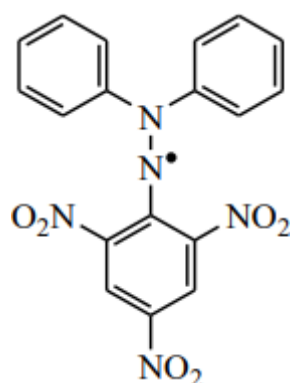


Figure04: Structure chimique du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) (Osman,2011).

Les composés testés (antioxydants) réduisent le radical DPPH de couleur violette intense (à température ambiante) en DPPH-H. Son passage à la forme non radicalaire, après saturation de ses couches électroniques s'accompagne d'une disparition de la coloration violette (Hadj Salem, 2009). Le pouvoir réducteur peut être évalué en mesurant la diminution de son absorbance. Au final, les résultats sont indiqués par la CI50 (Antolovich *et al.*, 2002).



Avec: AH: un antioxydant

- **Mode opératoire**

Cette activité a été mesurée en suivant la méthodologie décrite par Blois (1958) avec quelques modifications (Tableau 2)

Les extraits préparés dans le méthanol à différentes concentrations sont ajoutés à une solution méthanolique de DPPH°. Pour chaque concentration un blanc est préparé. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé, en parallèle, en mélangeant du méthanol avec une solution méthanolique de DPPH° à la même concentration utilisée. Après incubation à l'obscurité à la température ambiante, la réduction du DPPH° s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution. La lecture des absorbances est effectuée à

517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, selon la formule

$$PI = (D.O_{\text{témoin}} - D.O_{\text{extrait}} / D.O_{\text{témoin}}) \times 100$$

PI : pourcentage d'inhibition, *D. O_{témoin}* : absorbance du témoin négatif, *D.O_{extrait}* : absorbance de l'extrait.

Tableau 02 : Test de DPPH (Blois, 1958)

	Ahmed <i>et al.</i>, 2019	Nguyen <i>et al.</i>, 2020
Extrait (ml)	0,01	0,5
DPPH (ml)	0,175	3 ,5
Incubation (min)	20	30
Longueur d'onde (nm)	517	515
Références	Kang <i>et al.</i>, 2010	Thuy <i>et al.</i>, 2017

Une méthode supplémentaire a été effectuée dans l'étude de **Nguyen et al., (2020)**, il s'agit de Test de Activité de piégeage de l'ABTS

- **Le test ABTS**

Le radical préformé 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) ou ABTS^{•+} est généré par l'oxydation de la molécule stable d'ABTS avec le persulfate de potassium (**Re *et al.*, 1999**).

La formation de radical ABTS^{•+} se traduit par l'apparition d'une coloration vert bleu intense.

En présence d'un donneur de H[•], le passage du radical ABTS^{•+} à la forme non radicalaires l'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée spectrophotométriquement à une longueur d'onde de 734 nm. Cette décoloration résulte d'une réaction entre le radical ABTS^{•+} et un donneur de H[•] (**Hadj Salem, 2009**).

- **Mode opératoire**

La capacité à piéger l'ABTS a été évaluée selon la méthode décrite par **Thuy et al. (2017)**.

La solution de radicaux libres ABTS a été préparée en ajoutant une solution d'ABTS 7,4 ml à une solution de persulfate de potassium $K_2S_2O_8$ 2,6 Mm. Incubée dans l'obscurité pendant 24 heures. Le mélange a été dilué avec du méthanol pour donner une valeur d'absorbance de $1,1 \pm 0,02$ à 734 nm.

L'ABTS a été ajouté à l'échantillon dilué et incubée dans l'obscurité, pendant 30 minutes, et L'activité de piégeage de l'ABTS a été déterminée selon la formule suivante :

$$PI = (D.O_{\text{témoin}} - D.O_{\text{extrait}} / D.O_{\text{témoin}}) \times 100$$

PI : pourcentage d'inhibition, D.O témoin : absorbance du témoin négatif, D.O extrait: absorbance de l'extrait.

Résultats et discussion

1. Tests phytochimiques

L'étude phytochimique effectuée sur les échantillons préparés dans l'article de **Nguyen et al., (2020)** a permis la détection des différentes familles de composés chimiques dans les extraits préparés. Les résultats expérimentaux mentionnés dans le **tableau 3** montrent la présence ou l'absence de certains groupes chimiques selon le solvant utilisé pour l'extraction.

Selon les résultats obtenus nous avons observé la présence des flavonoïdes, terpénoïdes et tanins, dans les deux extraits. Alors que les anthraquinones sont indétectables. Les alcaloïdes et les coumarines ne sont présents que dans l'extrait éthanolique, tandis que les saponines et les sucres réducteurs sont présents dans l'extrait aqueux seulement.

Des études précédentes ont montré que chacun de ces composés présentait de nombreuses activités biologiques importantes. Par exemple, le groupe des polyphénols est principalement responsable de la défense contre les agents oxydants qui affectent certains types de protéines cellulaires et de matériel génétique. (**Marja et al., 1999**)

Tableau 03 : Résultats des tests phytochimiques des extraits des feuilles d'*Ocimum basilicum* L.

Extrait	Tanins	Flavonoïdes	Alcaloïdes	Coumarines	Terpénoïdes	Anthraquinones	Saponines	Sucres réducteurs
Aqueux	+	+	-	-	+	-	+	+
Ethanolique	+	+	+	+	+	-	-	-

(+) : présence, (-) : absence

2. Composition chimique des huiles essentielles

L'Analyse de la composition des huiles extraites des feuilles d'olivier récoltées de trois régions (Assiut, Minia, et Beni Suef) par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie a montré que les huiles représentent 93,75%, 93,20%, et 92,27% de l'huile totale, respectivement. La composition de ces huiles est variée, et les principaux constituants des huiles sont le linalol, l'estrageole (le méthyl chavicol), et le cinnamate de méthyl. (**Tableau 4**).

Tableau 04 : Principaux composants des huiles des feuilles d'*Ocimum basilicum*

Localisation	Linalol (%)	L'estragol (%)	Cinnamate de méthyl (%)
Assiut	31,65	17,37	15,14%
Minia	28,18%	16,97%	13,39%
BeniSuef	27,64 %	15,96%	10,48%

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux décrits dans la littérature, **Simon *et al.*, (1999)** et **Chenni *et al.*, (2016)**, ont identifié le linalol et le méthyl chavicol comme les principaux constituants de l'huile essentielle d'Egypte. Cependant, **Ismail. (2006)** a rapporté que le linalol, le 1,8-cinéole, l'eugénol, et le cinnamate de méthyle comme les principaux composants de l'huile essentielle de basilic égyptien. Ces variations dans les constituants de l'huile essentielle de basilic entre les régions peuvent être probablement dues aux conditions environnementales et aux facteurs génétiques, aux différents chémotypes et aux éléments nutritionnels des plantes, ainsi qu'à d'autres facteurs qui peuvent influencer la composition de l'huile.

3. Dosage des composés phénoliques

La **figure 05** représente le résultat de la quantification des composés phénoliques (TPC) dans les extraits aqueux et éthanolique préparés dans l'étude de **Nguyen *et al.*, (2020)**.

Nous constatons que le TPC de l'extrait éthanolique (29.60 ± 1.64 mg GAE/g) est plus élevé que celui de l'extrait aqueux (12.98 ± 0.53 mg GAE/g).

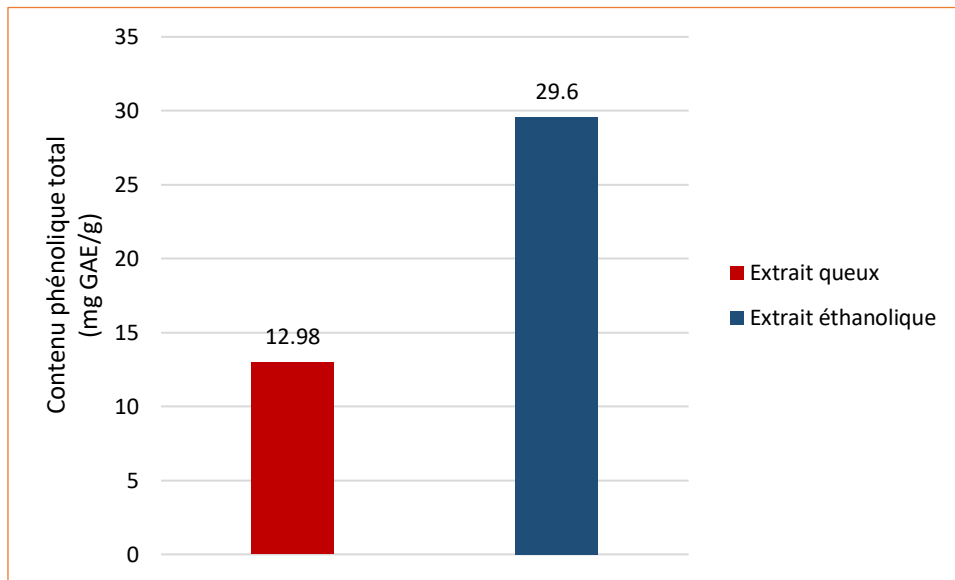


Figure 05 : contenu phénolique total des extraits de basilic (Nguyen *et al.*, 2020)

Les résultats de dosage des composés phénoliques dans l'article d'Ahmed *et al.*, (2019) indiquent que le contenu phénolique des différentes huiles essentielles et des extraits varie de manière significative. Parmi les huiles essentielles, le TPC le plus élevé (41,3 mg PE/g) a été obtenu avec l'huile essentielle de basilic Minia suivie de 25,91 et 24,61 mg PE/g pour l'huile essentielle de basilic Assiut et BeniSuef, respectivement. (Figure 06).

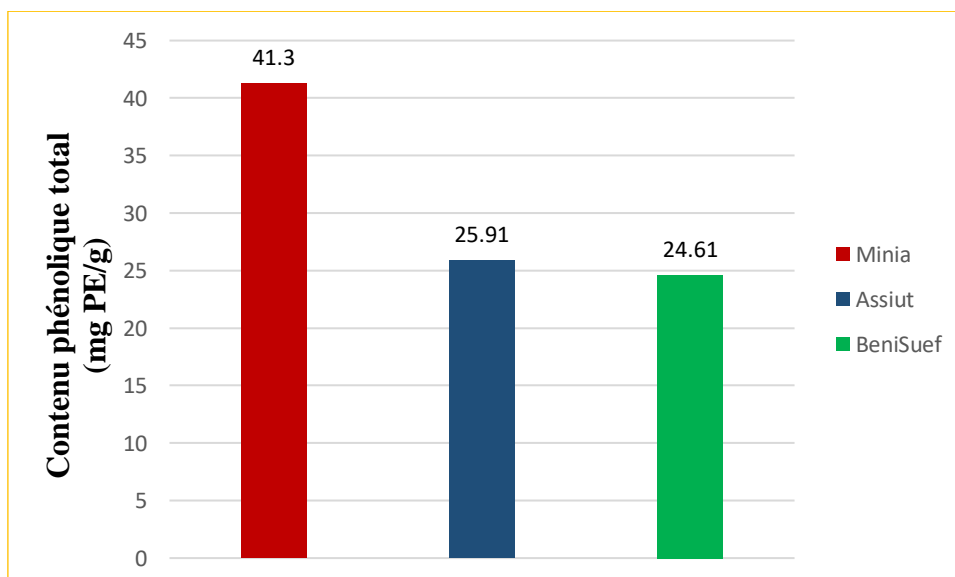


Figure 06 : contenu phénolique total des huiles de basilic (Ahmed *et al.*, 2019)

Le TPC des extraits éthanoliques (Ahmed et al., 2019) ont montré des tendances similaires à celles des huiles essentielles. Le TPC le plus élevé (82,45 mg PE/g) a été obtenue à partir de l'extrait de basilic de Minia, suivie par 69,12 et 66,48 mg PE/g pour les extraits de basilic Assiut et BeniSuef, respectivement. (Figure 07).

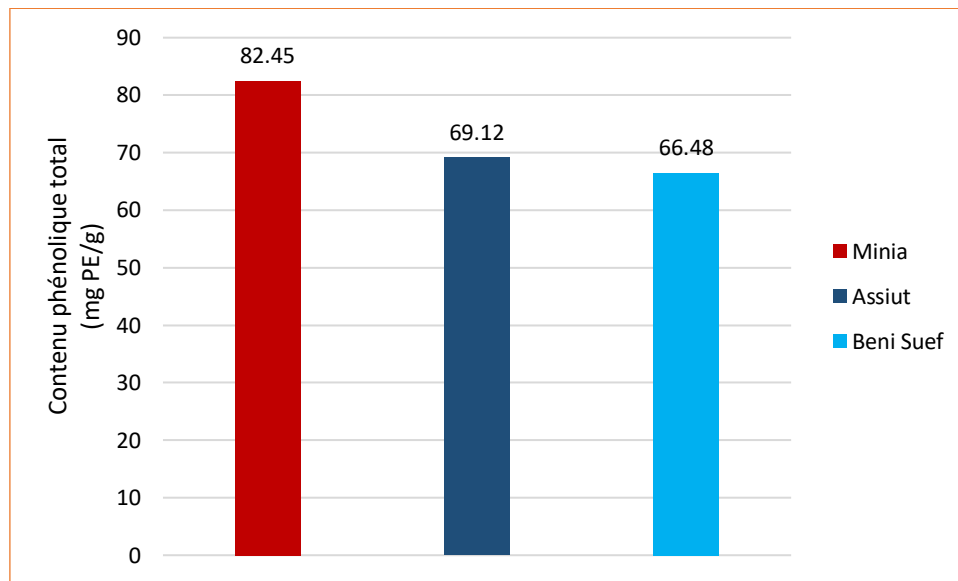


Figure 07 : contenu phénolique total des extraits éthanoliques de basilic (Ahmed et al., 2019)

Les extraits éthanoliques de basilic présentait des teneurs en composés phénoliques plus élevées que celles des huiles essentielles. Cette différence dans la quantité de CPT peut être due à des conditions agro climatiques (climatiques, saisonnières, géographiques) variées selon les endroits.

Du même les extraits éthanoliques d'Ahmed et al., (2019) sont plus riches en composés phénoliques de ceux préparés dans l'article de Nguyen et al., (2020). Ceci peut être attribué aux conditions génétiques, climatiques mais aussi aux conditions de l'extraction.

Parmi tous les extraits préparés dans les deux articles, nous remarquons que les extraits préparés dans l'éthanol présentent les meilleures quantités en composés phénoliques, ce ci indique que le solvant approprié pour une extraction phénolique plus efficace des feuilles de basilic doux est l'éthanol.

4. Dosage des flavonoïdes

La **figure 08** représente le résultat de la quantification des flavonoïdes (TFC) dans les extraits aqueux et éthanolique préparés dans l'étude de **Nguyen et al., (2020)**

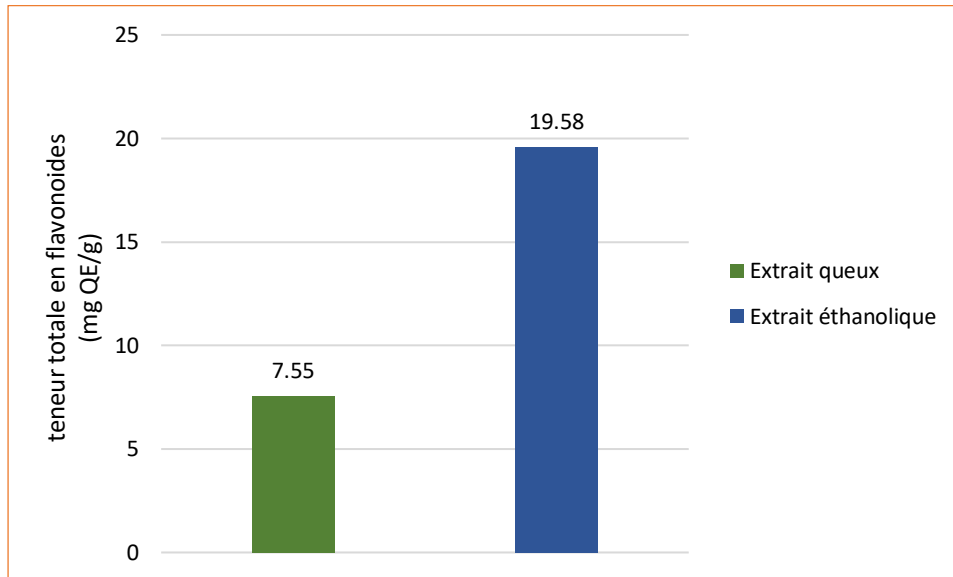


Figure 08 : Teneur totale en flavonoïdes dans les extraits de basilic (**Nguyen et al., 2020**)

Nous remarquons que TFC de l'extrait éthanolique (19.58 ± 0.93 mg QE/g) est plus élevé que celui de l'extrait aqueux (5.77 ± 0.25 mg QE/g), ce résultat démontre que l'éthanol est le meilleur solvant pour l'extraction des flavonoïdes.

5. Activité antioxydante des feuilles d'*Ocimum basilicum L.*

De nombreuses études ont montré que le PTC et l'activité antioxydante sont en forte corrélation. Le piégeage des radicaux du DPPH et de l'ABTS sont deux méthodes courantes pour évaluer l'activité antioxydante dans la recherche (**Jin et Russell, 2010**). La capacité antioxydante des extraits est exprimée par la valeur IC50, qui est la concentration de l'échantillon qui inhibe 50 % des radicaux libres. Plus la valeur IC50 est faible, plus l'activité antioxydante n'est élevée.

La **figure 09** montre la capacité de piégeage des radicaux DPPH des extraits aqueux et éthanolique des feuilles du basilic doux dans l'étude de (**Nguyen et al., 2020**). Comme le montrent les valeurs IC50 des extraits éthanolique (IC50 de $91,31 \pm 4,28$ µg/ml) et aqueux (IC50 de $258,55 \pm 6,08$ µg/ml), le premier a montré un meilleur effet de piégeage des radicaux DPPH que le second, mais elle est inférieure à celle de l'acide ascorbique.

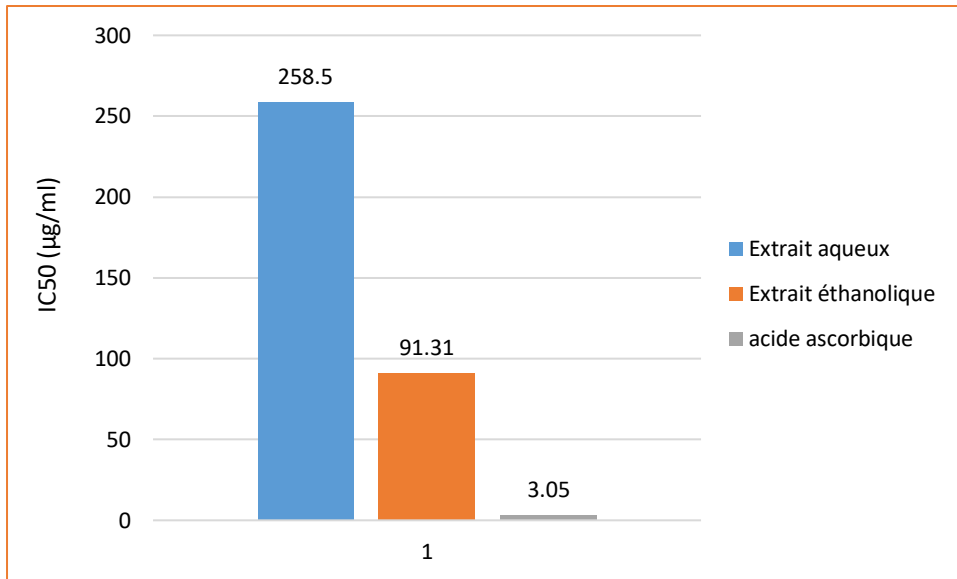


Figure 09 : Test de piégeage des radicaux DPPH des extraits de basilic (Nguyen *et al.*, 2020)

En utilisant le test ABTS, Les résultats de ce test étaient en accord étroit avec le test DPPH réalisé précédemment dans l'article de Nguyen *et al.*, (2020), L'extrait d'éthanol a également montré une activité antioxydante plus élevée avec une valeur IC50 de 85.17 ± 3.91 µg/ml que l'extrait aqueux avec une valeur IC50 de 223.13 ± 7.32 µg/ml, mais elle est toujours inférieure à celle de l'acide ascorbique. (Figure 10)

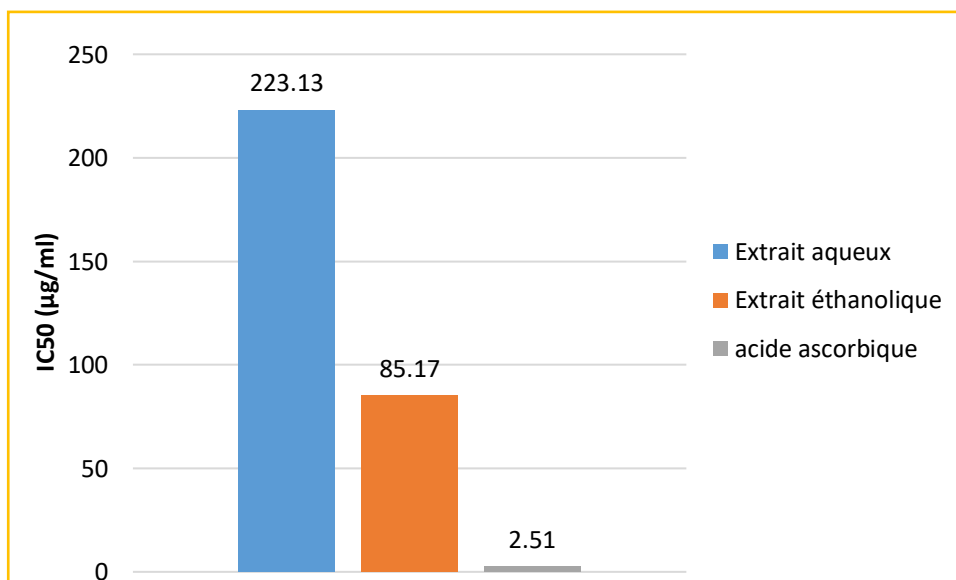


Figure 10 : Test d'ABTS des extraits de basilic (Nguyen *et al.*, 2020)

D'autre part, dans le travail d'**Ahmed et al., (2019)**, le test DPPH des huiles essentielles et des extraits de basilic a montré que la capacité de piégeage des radicaux libres augmente avec la concentration des huiles essentielles et des extraits. Les huiles essentielles provenant de différents endroits possèdent une bonne activité de piégeage des radicaux libres, mais inférieure à celle de l'antioxydant synthétique BHT (IC50 de 6,80 mg/ml). L'activité de piégeage des radicaux la plus élevée a été enregistrée par l'huile essentielle de Minia avec une valeur d'IC50 (11,23 mg/ml), suivie de 17,52 et 55,15 mg/ml pour les huiles essentielles d'Assiut et BeniSuef, respectivement. **(Figure 11)**

Une faible corrélation ($R^2 = 0,441$) a été constatée entre les données sur l'activité antioxydante des tests DPPH (IC50) et le contenu phénolique total des huiles essentielles de basilic provenant de différents endroits. Ce résultat permet de conclure que l'activité antioxydante des huiles essentielles de basilic ne se limite pas aux composés phénoliques mais elle peut également provenir de la présence d'autres métabolites secondaires antioxydants.

L'augmentation de l'activité de piégeage des radicaux de l'huile essentielle de Minia est probablement due à l'augmentation de la teneur en eugénol qui a enregistré une concentration plus élevée (7.33%) que celle des huiles essentielles d'Assiut (3.59%) et de BeniSuef (2.78%) respectivement.

Cependant, l'eugénol n'était pas le principal composant des huiles. **Politeo et al., (2007)** suggère que la capacité antioxydante (IC50 de 1,4 g/l) de l'huile essentielle de basilic d'Autriche est due uniquement ou principalement à la présence de l'eugénol (5,9%) dans sa composition chimique.

De même, **Dabire et al., (2011)** ont signalé que la diminution du taux d'eugénol dans l'huile essentielle de *O. basilicum* entraîne une diminution de son pouvoir antioxydant. **Lee et al., (2005)** ont également trouvé que l'eugénol (0,896 mg/g) était le principal contributeur de l'activité antioxydante de l'extrait volatil de basilic collecté aux Etats-Unis par rapport aux autres composants.

Hadj-Khalifa et al., (2012) qui ont rapporté que l'huile essentielle d'*O. basilicum* d'Algérie contenant du linalol comme composé principal présentait des effets antioxydants plus faibles (IC50 = 83,4 mg/ml) que la vitamine E (IC50 = 22,0 mg/ml). Une situation tout à fait différente a été observée, ou le composant principal des huiles extraites le méthyl chavicol, ne présente pas de propriétés antioxydantes. **(Dawidowicz et al., 2014)**.

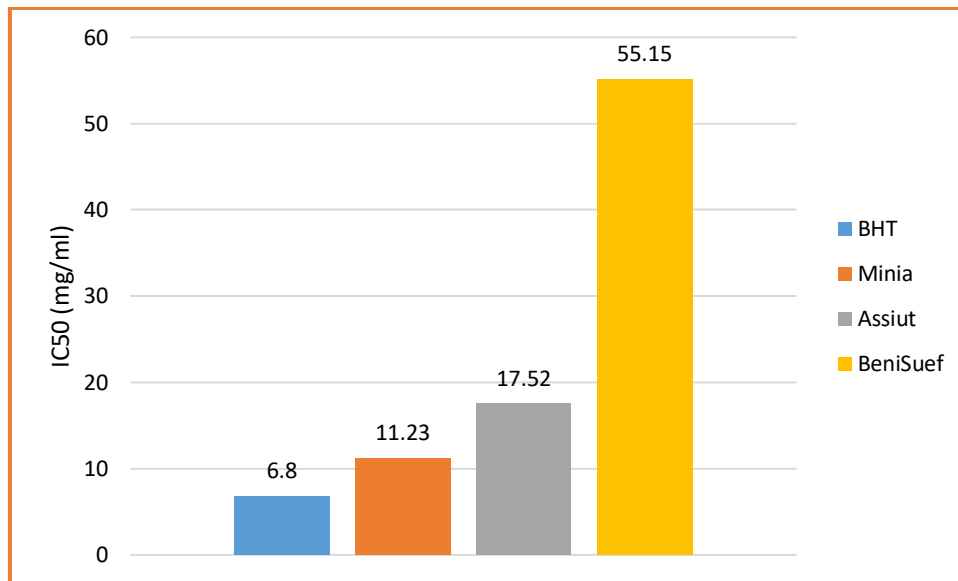


Figure 11 : Test de piégeage des radicaux DPPH des huiles essentielles de basilic
(Ahmed *et al.*, 2019)

Les extraits éthanoliques de basilic provenant de différents endroits ont montré une activité de piégeage de radicaux plus forte que celle de l'antioxydant synthétique BHT (IC₅₀ = 6,80 mg/ml).

Comme illustré dans la **figure12**, l'extrait de basilic de Minia a enregistré la plus forte activité de piégeage des radicaux dans tous les sites avec une valeur IC₅₀ de 1,29 mg/ml, suivi de 2,50 et 2,98 mg/ml pour les extraits d'Assiut et de BeniSuef, respectivement.

Une corrélation élevée ($R^2 = 0,985$) entre les données de l'activité antioxydante des tests DPPH (IC₅₀) et le contenu phénolique total des extraits de basilic provenant de différents sites a été observée. Ce résultat suggère que la capacité antioxydante des extraits de basilic résulte de la contribution des composés phénoliques. **Javanmardi *et al.*, (2003)** ont rapporté que 71% de la capacité antioxydante des accessions iraniennes d'*Ocimum* résulte de la contribution des composés phénoliques.

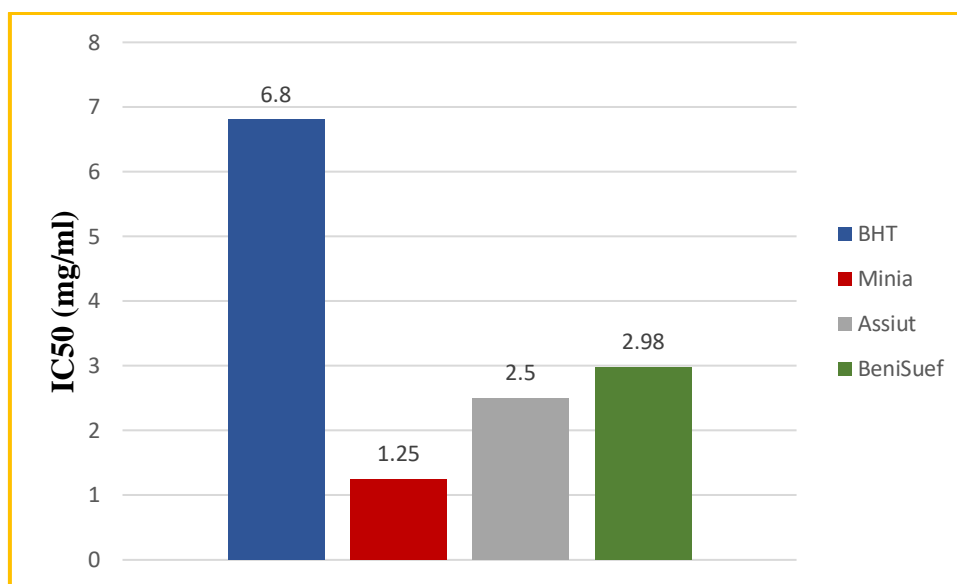


Figure 12 : Test de piégeage des radicaux DPPH des extraits éthanoliques de basilic (Ahmed *et al.*, 2019)

Les résultats obtenus dans les deux articles indiquent que l'extrait éthanolique présente la meilleure activité antioxydante. (Tableau 05)

Tableau 05 : Contenu phénolique total (TPC) /Activité antioxydante des différents extraits (Test de DPPH)

Extrait		TPC	IC50 _{DPPH} (mg/ml)	Référence
Aqueux		12,98 (mg GAE/g)	0.258	Nguyen <i>et al.</i> , 2020
Ethanolique		29,60 (mg GAE/g)	0,09131	
Huiles essentielles	Minia	41,30 (mg PE/g)	11,23	Ahmed <i>et al.</i> , 2019
	Assiut	25,91 (mg PE/g)	17,52	
	BeniSuef	24,61 (mg PE/g)	55,15	
Ethanolique	Minia	82,45 (mg PE/g)	1,25	
	Assiut	69,12 (mg PE/g)	2,5	
	BeniSuef	66,48 (mg PE/g)	2,98	

Conclusion

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture.

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'effet antioxydant des feuilles de basilic doux à travers une synthèse de deux articles.

Il ressort de cette étude que les feuilles de basilic doux contiennent une variété de molécules biologiques telles que les flavonoïdes, les saponines, les alcaloïdes, les coumarines, les tanins, les sucres réducteurs et les terpénoïdes.

Les résultats de la recherche ont également montré que l'extrait éthanolique et aqueux de feuilles de basilic doux présentait une assez bonne activité antioxydante avec des teneurs totales relativement élevées en polyphénols et en flavonoïdes.

D'autre par l'étude d'**Ahmed et al., (2019)** montrent la richesse des huiles essentielles des feuilles de basilic en le linalol, l'estragole (le méthyl chavicol), et le cinnamate de méthyl, ces composés sont connus par leurs capacités antioxydantes.

L'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits par le test de DPPH a montré que les extraits éthanoliques préparés au cours des deux recherches présentent la meilleure capacité antioxydante.

Les résultats de ces études nous encouragent à évaluer l'activité antioxydante de basilic mais aussi d'autres plantes utilisées localement dans la région de Tlemcen.

Références bibliographiques

A

- Ahmed A.F., Attia F.A.K., Shi M., Liu Z., Li C., Wei J., kang W. (2019).** Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum L.*) plants. *Food Science and Human Wellness*. 8 : 299-305.
- Antolovich M., Prenzler P. D., Patsalides E., McDonald S., Robards K. (2002).** Methods for testing antioxidant activity. *The Analyst*. 127 : 183–198.
- Asmus K.D., Bonifacic M. (2000).** Free radical chemistry. In: Sen CK, Packer L, Hanninen O, editors. *Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise*. Amsterdam: Elsevier: 3-53.

B

- Barouki R. (2006).** Stress oxydant et vieillissement. *Médecine/sciences*. 22 : 266-72.
- Belkamel, A. et al. (2008).** Propriety of basilic. 155 : 467–476.
- Belwal T., Pandey A., Bhatt I.D., Rawal R.S. (2020).** Optimized microwave assisted extraction (MAE) of alkaloids and polyphenols from Berberis roots using multiple-component analysis. *Scientific Reports*.
- Benmehdi H. (2000).** Valorisation des plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Thèse de Magister. Chimie organique appliquée. Université Tlemcen.
- Blois M.S., (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 26 : 1199 – 1200.
- Boizot N et Charpentier J-P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fougère. Le cahier des Techniques de l'Inra. 79-82.
- Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie: Plantes médicinales, Eds. Technique et documentation Lavoisier, Paris.

C

- Carron C.A., Rey C.H., Brutin. (2004) :** Essai de variétés de basilic en montagne revue suisse viticulture. Arboriculture. *Horticulture*. 38 : 51 -55.
- Chenni M., El Abed D., Rakotomanomana N., Fernandez X. F. (2016).** Chemat, Comparative study of essential oils extracted from Egyptian basil leaves (*Ocimum basilicum L.*) using hydro-distillation and solvent-free microwave extraction, *Molecules*. 21113.

Ciulei I. (1982). Methodology for analysis of vegetable drug. Practical manual an industrial utilization of medicinal and aromatic plants (Bucharest: Ministry of chemical industry. 67–85 .

Clevenger J.F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal . American. Pharmamaceutical. Association.* 17: 336-341.

D

Dabire C., Roger H.C., Nebie R.H.C., Belanger A., Nacro M., Sib F.S. (2011). Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits d'*Ocimum basilicum* , *International journal . Biology. chemistry. Science.* 5 : 1082–1095.

Dasgupta T. (2004). Chemomodulatory of efficacy of basil leaf (*Ocimum basilicum*) on drug metabolizing and antioxidant enzymes, and on carcinogen-induced skin and forestomach papillomagenesis. *Phytomedicine.*, 11. p. 139-151.

Dawidowicz A.L., M. Olszowy. (2014). Des antioxidant properties of the main component of essential oil reflect its antioxidant properties. The comparison of antioxidant properties of essential oils and their main components. *Natural Product Research.* 1952–1963.

Delattre J, Théron P, Bonnefont-Rousselot D. (2005). Espèces réactives de l'oxygène, anti-oxydants et vieillissement. In : Delattre JB, Bonnefont-Rousselot D, eds. Radicaux libres et stress oxydant. Aspects biologiques et pathologiques. Paris : Lavoisier : 281-309.

Densiov E.T., Afanas'ev, I.B. (2005). IN: Oxidation and antioxidants inorganic chemistry and biology. Eds: Taylor & Francis Group états_unis Amériques. 703- 861.

Du B., Kreuzwieser J., Winkler J. B., Ghirardo A., Schnitzler J. P., Ache P., Alfarraj S., Hedrich R., White P., amp; Rennenberg H. (2018). Physiological responses of date palm (*Phoenix dactylifera*) seedlings to acute ozone exposure at high temperature. *Environmental pollution* (Barking, Essex : 1987), 242 : 905–913.

Dupont F. et Guignard J.L. (2012). « Botanique : Les familles de plantes », Ed. Elsevier. Masson SAS, Issy-les-Moulineaux Cedex, France, pp. 237–240.

F

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

Floegel A., Kim D.O., Chung S.J., Koo S. I., amp Chun O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24 : 1043–1048.

H

Hadj Salem, J. (2009). Extraction, Identification, caractérisations des activités biologiques de flavonoïde de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces molécules par voie enzymatique. (INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE).

Hager T., Howard L. (2009). Berry fruit phytochemicals. Berry Fruit, CRC Press.

Hanhineva K., Törrönen R., Bondia-Pons I., Pekkinen J., Kolehmainen M., Mykkänen H., Poutanen H. (2010). Impact of Dietary Polyphenols On Carbohydrate Metabolism. *International Journal .Molécule* .11: 1365-1402.

Havsteen B.H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*. 96 :67-202.

Hadj-Khelifa L., Brada M., Brahmî F., Achour D., Fauconnier M.L., Lognay G. (2012). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil of *Ocimum basilicum* leaves from the northern region of Algeria, *Top class journal of herbal .Medecine*. 1 : 25–30.

I

Ignat I., Volf I., Popa I.V. (2011). A critical review of methods for characterization of Poly phenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry*. 126: 1821-1835.

Ismail M. (2006). Central properties and chemical composition of *Ocimum basilicum* essential oil, *Pharmaceutical .Biology*. 44 619–626.

J

Javanmardi J., Stushnoff C., Locke E., Vivanco J.M. (2003). Antioxidant activity and Total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions, *Food Chemistry*. 83 : 547–550.

K

Kazemi . (2014). phytochemical composition antioxidant anti inflammatory and anti- microbial *.Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 1002-1011.

Karumi Y, Onyeyili P.A., Ogugbuaja V.O.(2004). Identification of active principes of balsamina (Balsamapple) leaf extract. *Journal. Medecine. Science* . 4: 179-182.

Knežević S.V., Blazekwic B., Stefan M.B., Babac M. (2012). Plant polyphenols as Antioxydants influencing the human health. In “Phytochemicals as nutraceuticals-global approaches to their role in nutrition and health. Edition Venketeshwer Rao. 155-180.

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

L

Lee S.J., K. Umamo, T. Shibamoto, K.G. Lee. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties, *Food chemistry*. 91 131–137.

M

Ma W. G., Tan R. X., Fuzzati N., Li Q. S., Wolfender J. L. et Hostettmann K. (1997). Natural occurring and synthetic polyene glycosides. *Phytochemistry*. 45 : 411- 415.

Macheix JJ, Fleuriot A., Billot J. (1990). Fruit phenolics. CRC Press, Boca Raton.

Magness, J.R., G.M. Markle, C.C. Compton . (1971). Food and feed crops of the United States, Bul. 828 New Jersey Agricultural Experiment Station

Mahboubi M, Kazempour N, and Nazar A R. (2013). Jundishapur Journal. Natural. Pharmaceutical. Product. 815–19.

Majob F., Kamalinejab M., Ghaderi N., Vahidipour H.R., (2003). Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 77-82.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C. et Jimenez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal Clinical Nutrition*. 79(5), 727-747.

Marja P K, Anu I H, Heikki J V, Jussi-Pekka R, Kalevi P, Tytti S K and Marina H J. (1999) . *Agricultural. Food Chemistry*. 47 3954–61.

Martin S et Andriantsitohaina R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angiologie* 51, 304-315.

Merghem R. (2009). Eléments de biochimie végétale. Edition Bahaeddine: 107-133.

Métali, Mouna et Kerras, Kheira. (2016). Etude des activités antibactériennes et antioxydantes des extraits d'*Ocimum basilicum* (basilic) dans la région de Ain Defla. Mémoire de Master. Khemis Miliana : Université Khemis Miliana, , 113 pages.

- Meziti ,A(2009).**Activité antioxydante des extraits étude in vitro et vivo. Thèses en ligne de université BATNA 2 .
- Migdal C., Serre M (2011).** ESP7CE Réactives de l'oxygène et stress oxydant .médecinesciens ,27(4)405_412.
- Moheb A., Ibrahim R.K., Roy R., Sarhan F. (2011).** Changes in wheat leaf phenolome inresponse to cold acclimation. *Phytochemistry* 72: 2294- 2307.
- Morand, C., Milenkovic, D. (2014).** Polyphénols et santé vasculaire : mise en évidence du rôle direct des polyphénols dans les effets bénéfiques des agrumes dans la protection vasculaire. *Innovations Agronomiques*, 42, 47-62.
- Morel C. (2007).** Etude de la régulation de la sulfhydryl oxydase QSOX1 et deson implication dans l'apoptose induite par le stress oxydant. Thèse de Doctorat de l'université de Franche Comté.
- Mueen, Ahmed. (2015).**biologicalproperties of the sweetbasil (Ocimum basilicum). *British Journal of Pharmaceutical Research*,; 7(5); p.336-339.

N

Nadarajah, K.K. (2020). ROS Homeostasis in Abiotic Stress Tolerance in Plants. *International journal of molecular sciences*, 21(15), 5208.

Nawaz H, Shad M A, Rehman N. (2010).Andaleeb H and Ullah N 2020 *Brazilian. Journal . Pharmaceutical.Science . 56 e17129*Niki EAssessment of AntioxidantCapacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*49: 503-515.

O

O. Politeo, M. Jukic, M. Milos . (2007).Chemical composition and antioxidantcapacity of free volatile aglycones frombasil (Ocimum basilicum L.) comparedwithits essential oil, *Foodchemistry*. 101 379–385.

Oloyede, O.I; (2005).Chemical Profile of UnripePulp of Caricapapaya. *Pakistan journal of nutrition*. 4: 379-381.

Osman A. M. (2011). Multiple pathways of the reaction of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH·) with (+) -catechin : evidence for the formation of a covalent adductbetweenDPPH· and the oxidizedform of the polyphenol. *Biochemical and biophysicalresearchcommunications*, 412(3), 473–478.

Ouibrahim, Amira .(2015). Evaluation de l'effet antimicrobienne et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Lorusvobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinusofficinalis* L.) de l'Est algérien. Thèse de doctorat : Université Bordj Mokhtar –Animal, , 117pages.

P

Pincemail, j, lecomotecastiauxj;collart ; limet , R defraigne j (2011).Evaluation de létatde stress oxydatif chez fotballeurs professionnels.

Popovici, C., Saykova, I., &Tylkowski, B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydantedescomposés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel* 4, 25-39.

Pousset J.L., (2004) : Plante médicinales d'Afrique, Provence.188p.

Prior, R. L., Wu, X., &Schaich, K. (2005). Standardizedmethods for the determination of antioxidantcapacity and phenolics in foods and dietarysupplements. *Journal .agriculturaland foodchemistry*, 53(10), 4290–4302.

R

Rahimi R, Ghiasi S, Azimi H, Fakhari S and AbdollahiM . (2009). *Cytokine*. 49 123–9.

Rajamanickam, Karthika. et al.(2017).PhytochemicalAnalysis, Antioxydant and Antibacterial Activities of twotraditionallyusedIndianmedicinal plants. *Asian Journal of Biology*,; 4(5) ; p.1-11.

Re, R., Pellegrini, N., A. Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Ricevans,C.(1999). Antioxydantactivityapplying an improved ABTS radical cationdecolorizationassay. *FreeRadicalBiology. Medecine.*, 26, 1231-1237.

Richard H. (1974) : Quelques épices et aromates et leurs huiles essentielles. Massy.2. 14 p.

Roudsari, M., Chang, P., Pegg, R., Robert, T.(2009). Antioxydant capacity of bioactives Extracted rom canola meal by subcritical water, ethanolic and hot water extraction. *Food Chemistry*, 114, 717-726.

S

S.M (Sud Magasine), 2009 : L'aube de toutes les promesses.

Sanago R. (2006) . Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako(Mali): 53.

Singleton, V. L., & Rosi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144–158.

Simon JS, M.R. Morales, W.B. Phippen, R.F. Vieira, Z. Hao . (1999). Basil: a source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb, in: J. Janick (Ed.), Perspectives on New Crops and New Uses, Actuaités sociales hebdomadaires Press, Alexandria, Virginie_(États-Unis). , pp. 499–505.

T

Thuy P H N, Tang N V, Quan V V, Bowyer M C and Scarlett C J J. (2017) . Food Process. President. 41 e12879 .

V

Vermerris W., Nicholson R. (2006). Phenolic Compound. USA: Springer Nueva York, Their Effects on Human Health; 3(16):151-153.

Viorica H . (1987). Polyphenols of Ocimum basilicum L. ChujulMedecine,; vol 60; p. 340-344.

W

W.Y. Kang, C.F. Li, X.Y. Liu . (2010) . Antioxidant phenolic compounds and flavonoids of *Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze in vitro, *Medecine.Chemistry. Research.* 19 1222_1232.

Y

Yang, J., Guo, J., & Yuan, J. (2008). Propriétés antioxydantes in vitro de la rutine, *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie .Food Science and Technology*, 41(6), 1060- 1066.

Z

Zaghdoudi, K., Framboisier, X., Frochot, C., Vanderesse, R., Barth, D., Kalthoum Cherif, J., Blanchard, F., & Guiavarc H. Y. (2016). Response surface methodology applied to Supercritical Fluid Extraction (SFE) of carotenoids from Persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Food chemistry*, 208, 209–219.

