

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de l'environnement



Mémoire de master

Option : biotechnologie et valorisation des plantes

Thème :

Contribution à l'étude phytochimique et l'activité
antioxydante de la khella de la région de Sidi Bel Abbès.

Présenté par :

Mr TAYEBI Tewfik

Soutenu : 28/09/2020

Devant la commission du jury composée de :

Président :	Mme TOUMI BENALI Fouzia	Professeur, Université de Sidi Bel Abbès
Examineur :	Mlle BENNABI Faiza	Maître de conférences A, Université de Sidi Bel Abbès
Promoteur :	M SAID Mohammed El-Amin	Maître de conférences B, Université de Sidi Bel Abbès

Année universitaire 2019-2020

Remerciments

Nous tenons à remercier tout d'abord, Allah qui nous a donné la force et le courage pour terminer nos études et élaborer ce modeste travail.

*Nous remercions chaleureusement notre encadrante
Mr. SAID Mohammed El-Amin Pour son aide et ses précieux conseils qu'il nous a prodigué durant la réalisation de ce mémoire.*

Nous remercions ceux qui ont laissé leur travail pour nous apporter de l'aide.

Nous remercions notre responsable de la spécialité

Mme TOUMI BENALI Fouzia

ainsi que les membres du jury

Mlle BENNABI Faiza

Qui nous en fait l'honneur d'accepter de participer à cette soutenance.

Dédicace

Je dédie en premier lieu, ce modeste travail qui est ma fierté de toutes mes années d'étude.

*A ma chère **Mère***, qui est le guide vigilant de ma vie, merci pour ton amour, tes efforts et
tes encouragements bien vaillants.

*A mon cher **Père***, qui est mon soutien dans la vie, merci de n'avoir cessé à m'encourager tout
au long de mes années d'études.

*A mes chers **frères** et **secours*** à qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite.

Que ce modeste travail, soit l'expression de ma reconnaissance envers vous,

A mes meilleurs amis.

Que dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur.

A tous mes amis ainsi toute la promotion 2^{ème} **année Master Biotechnologie et valorisation**
des plantes.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A toutes celles et ceux qui me donnent des raisons d'être ce que je suis et surtout d'être moi-
même.

TEWFIK

Introduction générale

La nature est pleine de ressources aux vertus bénéfiques pour l'homme. En plus de son alimentation, il y trouve des substances actives qui procurent un bienfait à son organisme. La médecine traditionnelle et plus particulièrement les traitements à base de plantes étaient bien développés en Algérie, mais le recours à la médecine conventionnelle est à l'origine d'un délaissement de ces pratiques ancestrales qui risquent de tomber dans l'oubli. La préservation de ce savoir constitue un enjeu pour la conservation et la valorisation des ressources phytogénétiques.

Ces dernières années, les substances naturelles connaissent un intérêt croissant dans de nombreux domaines. En effet, avec un public de plus en plus réticent à consommer des produits contenant des molécules issus de la synthèse chimique, un certain nombre de secteurs industriels (cosmétique, pharmaceutique, agroalimentaire) se tournent de nouveau vers l'incorporation de ces molécules d'origine naturelle, aux caractéristiques chimiques et biologiques originales, dans leurs formulations. La valorisation de ces principes actifs d'origine naturelle représente donc un potentiel économique énorme. [1]

À cet effet, les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches qui amènent à l'identification des principaux éléments actifs de la plante. Dans le cadre de cette optique, le présent travail portera sur l'étude phytochimie et biologique de la Khella (*Ammi visnaga*) de l'ouest Algérien. Cette espèce est largement connue dans la médecine alternative pour ces vertus médicinales.

Ce mémoire est développé en deux parties :

La première est consacrée aux données bibliographiques, dont le premier chapitre contient une généralité sur la phytothérapie, les plantes médicinales et la plante étudiée, le deuxième chapitre est un aperçu sur les composés phénoliques et le troisième est une généralité sur les radicaux libres et les différentes antioxydantes.

La deuxième partie est consacrée aux la démarche expérimentale. Le premier chapitre présente le matériel et méthodes utilisées pour mener à bien la présente étude et le deuxième chapitre rassemble l'ensemble des résultats présenté et discuté.

Partie I :

synthèse

bibliographique

Chapitre I :

La phytothérapie et
étude de l'espèce
végétale *Ammi visnaga*

I. Phytothérapie

1. Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie provient de 2 mots grecs qui signifient essentiellement «soigner avec les plantes».

La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits des plantes et les principes actifs naturels.

On peut la distinguer en trois (3) types de pratiques :

Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne, basée sur l'utilisation des plantes selon les vertus découvertes empiriquement.

Selon l'OMS, cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est le plus souvent une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'études cliniques.

Une pratique basée sur les avancées et preuves scientifiques qui recherchent des extraits actifs dans les plantes.

Les extraits actifs identifiés sont standardisés. Cette pratique débouche suivant les cas sur la fabrication de médicaments pharmaceutiques ou de phytomédicaments, et selon la réglementation en vigueur dans le pays, leur circulation est soumise à l'autorisation de mise sur le marché (OMS) pour les produits finis, et à la réglementation sur les matières premières à usage pharmaceutique (MPUP) pour les préparations magistrales de plantes médicinales, celles-ci étant délivrées exclusivement en officine. On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique.

Une pratique de prophylaxie déjà utilisée dans l'antiquité. Nous sommes tous phytothérapeutes sans le savoir : c'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage de la ciboulette, de l'ail, du thym, ou simplement du thé vert ... Une alimentation équilibrée et contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique [1].

2. Historique de la phytothérapie

Le premier texte connu sur la médecine par les plantes est gravé sur une tablette d'argile, rédigé par les Sumériens en caractères cunéiformes 3000 ans av. J.-C.; ils utilisaient des plantes telles le myrte, le chanvre, le thym, le saule en décoctions filtrées.

Le Papyrus Ebers, du XVI^e siècle av. J.-C. est le premier recueil connu consacré aux plantes médicinales. De loin le plus volumineux de l'Égypte ancienne avec « 110 pages », il fait référence à de plus anciens documents citant des dizaines de plantes accompagné d'un mode d'utilisation.

Durant des milliers d'années, la phytothérapie a constitué la principale source de remèdes contre de nombreuses maladies. Aujourd'hui, elle est abondamment utilisée avec succès dans le monde par des millions d'êtres humains pour qui la médecine occidentale reste en grande partie inaccessible.

Dans les pays développés, avec l'avènement de la chimie moderne vers la fin du XIX^e siècle et la découverte de nouveaux médicaments considérés comme miraculeux (comme les antibiotiques), la phytothérapie a été reléguée au second plan comme des « remèdes de grand-mère » aux vertus incertaines.

Mais cette mise à l'écart n'a duré qu'un temps : les effets secondaires néfastes de la plupart des médicaments de synthèse se sont vite révélés et on a recommencé à s'intéresser aux plantes.

De nos jours, les progrès dans l'identification des principes actifs, la découverte de nouvelles propriétés pharmacologiques, et l'absence générale d'effets secondaires des médicaments à base de plantes ont contribué à faire de la phytothérapie une médecine à part entière.

Les progrès scientifiques et techniques réalisés ces dernières années dans les domaines de l'agronomie, la chimie végétale et la pharmacologie ont permis de mettre au point des formes thérapeutiques et galéniques encore plus sûres, plus adaptées et toujours plus efficaces.

Le XXI^e siècle est marqué par l'émergence d'une nouvelle phytothérapie qui réconcilie : les traditions séculaires, les preuves d'une efficacité scientifique, une haute technicité garante de la qualité et sécurité des produits ainsi que le respect du végétal et de la Nature[2].

3. La différence entre la phytothérapie traditionnelle et la médecine moderne

La phytothérapie est sans aucun doute la médecine la plus ancienne. De nos jours, la plupart des médicaments sont fabriqués à partir de molécules extraites de plantes, mais leur utilisation traditionnelle devient de plus en plus populaire.

La médecine moderne reconnaît l'herboristerie phytothérapeutique comme une forme de médecine alternative, car la pratique de l'herboristerie n'est pas strictement basée sur des preuves recueillies avec des méthodes scientifiques. La médecine moderne utilise de nombreux composés dérivés de plantes comme base de médicaments pharmaceutiques fondés sur des preuves scientifiques. Bien que la phytothérapie puisse appliquer des normes modernes de test d'efficacité aux herbes médicinales et aux médicaments dérivés de sources naturelles, il existe peu d'essais cliniques de haute qualité et des normes de pureté ou de dosage [3].

4. Les avantages de la phytothérapie

La phytothérapie est rentable et moins coûteuse, totalement naturelle que les médicaments achetés dans une pharmacie allopathique ;

Possibilité de faire pousser et de cultiver certaines plantes bénéfiques pour la santé chez soi ;

Achat sans ordonnance. Les préparations à base de plantes médicinales sont disponibles dans n'importe quel magasin de la santé ;

La phytothérapie et les remèdes sont plus efficaces que la médecine allopathique pour certains maux ;

La médecine chimique prescrite par un pharmacien pourrait avoir certains effets secondaires négatifs. Cependant, la plupart des herbes médicinales et les remèdes n'ont pas d'effets secondaires négatifs. Le cas échéant, ils sont plus doux que la médecine allopathique ;

Le corps humain est mieux adapté à un traitement à base de plantes qu'à une thérapie essentiellement chimique ;

La phytothérapie apparaît d'autre part comme la réponse idéale aux "maladies" qui caractérisent nos sociétés, comme le stress, la perte du sommeil ou la prise de poids [4].

5. Inconvénients de la phytothérapie

Selon l'OMS, certaines plantes sont plus riches en principes actifs l'été que l'hiver. Certains laboratoires mélangent alors les différentes récoltes. Les préparations peuvent alors dans les meilleurs des cas, ne pas contenir suffisamment de principes actifs et dans les pires des cas, en contenir trop, ce qui peut être toxique pour l'homme.

Dans les exploitations produisant les plantes, plus la durée de stockage est grande, plus les vertus des plantes diminuent : elles deviennent alors moins efficaces.

6. Plantes médicinales

Les plantes médicinales regroupent l'ensemble des plantes dont un, ou plusieurs de leurs organes sont utilisés pour leurs vertus thérapeutiques. Il peut s'agir de la tige, des feuilles, de l'écorce ou encore des racines qui sont employées à des fins curatives.

Une plante médicinale est une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Elles sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses [5]. Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne [4].

6.1. Éléments actifs des plantes médicinales

6.1.1. Définition

Le ou les principes actifs d'une plante médicinale sont des composants naturellement présents dans cette plante ; ils lui confèrent son activité thérapeutique. Ces composants sont souvent en quantité extrêmement faible dans la plante : ils représentent à peine quelques pourcent du poids total de celle-ci, mais ce sont eux qui en sont l'élément essentiel.

Des principes actifs se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés.

Exemple type, l'oranger ; ses fleurs sont sédatives; et son écorce est apéritive.

Chez certaines plantes, seule une partie de la plante peut être utilisée [6].

6.1.2. Les différents types principes actifs

6.1.2.1. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées d'origine végétale (elles recèlent des atomes d'azote), toxiques (même parfois à faibles doses) et à caractère alcalin. La toxicité dans une plante est toujours signée par les alcaloïdes, car le corps ne métabolise pas l'azote mais il l'expulse immédiatement. Ce sont des principes amers, apéritifs, et qui ont une action directe sur le système nerveux. Les alcaloïdes sont antispasmodiques, mydriatiques (la mydriase est la dilatation anormale de la pupille), à la fois analgésiques (comme anesthésique local) et narcotiques.

6.1.2.2. Les saponosides

Les saponosides (ou saponines, du latin sapon « savon ») ont la particularité de ne pas avoir d'équivalent en médecine classique. Ainsi, ils sont réellement spécifiques du règne végétal. Les saponosides ont une action émulsionnante; ils donnent à la plante des propriétés purifiante et adoucissante. Grands « nettoyeurs » des reins et des bronches, ils agissent de façon puissante dans les processus vasculaires. Ils ont, de plus, une action lipolytique, c'est-à-dire qu'ils mangent la graisse; ils aident ainsi l'organisme à résorber les tumeurs graisseuses et à dégrader les cellules tumorales.

Cicatrisants notamment au niveau des plaies cutanées, ils sont à la fois anti-inflammatoires (pour certains d'entre eux) et hémolytiques.

6.1.2.3. Les naphtoquinones

Les naphtoquinones sont des molécules à noyau benzénique. Elles sont des dérivées des hydrocarbures. Contenues dans les plantes aromatiques (ce qui rend ces dernières potentiellement toxiques), ces molécules apportent des propriétés neuro-cardiaques, toutefois ils sont irritants au niveau du système nerveux.

Leur champ d'action est étendu :

Les naphtoquinones sont anti-inflammatoires, anti-parkinsonniennes, antispasmodiques, anticonceptionnelles (elles empêchent l'implantation de l'ovule dans l'utérus, et sont donc abortives), antibactériennes et antifongiques. Elles agissent de façon très importante dans les affections gynécologiques, digestives et cutanées.

6.1.2.4. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde vient du latin flavus, signifiant « jaune ». Les flavonoïdes donnent le pigment jaune orangé et bleu aux fleurs. D'une manière générale, ils sont antispasmodiques.

6.1.2.5. Les anthocyanes

Les anthocyanes pigmentent les fleurs bleues. Elles sont présentes dans le bleuet, la violette, la mauve, les fruits rouges. Elles possèdent -selon l'origine des plantes- des propriétés anti-inflammatoires, antidiarrhéique, anti-bacillaire, antidiabétique, cholagogue, spasmolytique, dépurative, astringente ; elles sont également des toniques du sang.

6.1.2.6. Les mucilages

Les mucilages sont des protecteurs des tissus. Ils ont une action adoucissante et calmante, et sont très souvent employés dans les pathologies des systèmes respiratoire et digestif.

6.1.2.7. Les vitamines

Principalement la vitamine A ou rétinol qui présente une action anti-infectieuse et désintoxiquante pour notre organisme. Elle protège les yeux et les muqueuses (internes et externes) ; elle améliore la vision nocturne. Elle soutient la formation du squelette (avec la vitamine D) et des tissus, elle est donc importante lors de la croissance. Elle présente une action régénérante au niveau de la peau, elle l'hydrate et lui redonne de la souplesse. Elle contrôle le système hormonal féminin et joue un rôle important dans la synthèse de la progestérone (grossesse et lactation). Elle favorise la production d'enzymes du foie où elle se dépose (elle y demeure plusieurs mois).

6.1.2.8. Les tanins

Les tanins sont des sucres, dont l'acide de base est l'acide gallique : appelés hétérosides, ils se répartissent en plusieurs sous-groupes, par exemple les gallotanins, les diacides galliques ou encore les ellagitannins. La présence de tanin dans une plante nous apporte l'indication qu'elle a une propriété astringente, c'est-à-dire qu'elle possède la capacité de resserrer les tissus. Cette propriété astringente permet à la plante d'être antidiarrhéique, antibactérienne, antivirale (grâce aux ellagitannins), anti-inflammatoire. Elle présente également une activité hémostatique, c'est-à-dire qu'elle est capable d'arrêter les hémorragies.

Par ailleurs, elle peut diminuer la perméabilité des globules rouges, notamment dans l'hémolyse intravasculaire [7].

6.2.Médicament à base de plantes

Les médicaments à base de plantes sont des extraits de plantes ou parties de plantes réputées pour leurs propriétés curatives. On les appelle également remèdes naturels, médicaments botaniques ou de phytothérapie.

Les préparations à base de plantes ont constitué la base des traitements médicaux depuis des centaines d'années et sont toujours largement utilisées au XXI^e siècle. On peut les considérer comme l'approche biologique initiale des médicaments.

Des médicaments à base de plantes peuvent être utilisés dans le traitement d'affections très diverses, tant aiguës que chroniques. On les voit habituellement comme des produits de médecine parallèle ou médecine douce car l'herboristerie ne repose pas strictement sur des preuves scientifiques. Les médicaments à base de plantes sont principalement utilisés en traitements complémentaires [8].

7. Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes médicinales peuvent s'employer de différentes manières. Voici la liste des préparations les plus courantes :

7.1.Infusions :

l'infusion est la façon la plus simple d'accommoder les feuilles et les fleurs pour obtenir des remèdes ou des boissons fortifiantes ou calmantes. On la prépare exactement comme le thé, à partir d'une seule plante ou d'un mélange de plusieurs, et ce en versant de l'eau bouillante sur ce dernier et on la boit chaude ou froide.

7.2.Décoctions :

Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et des baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergique qu'aux feuilles ou aux fleurs. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux. On peut la consommer chaude ou froide.

7.3.Macérations :

La chaleur détruisant certains principes actifs des plantes, une macération à froid est parfois plus indiquée qu'une décoction [9]. Cette méthode est particulièrement indiquée pour

les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent [10].

7.4. Teintures :

Elles sont préparées à partir des parties végétales fraîches, séchées, râpées, ou pilées [11]. Ce sont des préparations médicinales traditionnelles, et pour obtenir une teinture, il suffit de laisser macérer une plante dans de l'alcool : les substances actives se dissolvant ainsi facilement, les teintures sont plus efficaces que les infusions ou les décoctions. D'un emploi simple, elles se conservent pendant deux ans.

7.5. Sirops :

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontiers.

7.6. Huiles médicinales :

L'infusion d'une plante dans de l'huile permet d'extraire les principes actifs solubles dans l'huile. Les huiles médicinales élaborées à chaud sont portées à faible ébullition, tandis que celles élaborées à froid sont chauffées naturellement par le soleil. Les huiles médicinales ne doivent pas être confondues avec les huiles essentielles, constituants naturels des plantes qui ont des propriétés médicinales propres et un arôme distinct. Ces dernières peuvent être ajoutées aux huiles médicinales pour renforcer leur efficacité thérapeutique.

7.7. Onguents-pommades :

Sont des préparations d'aspect crémeux réalisées à base d'huile ou de tout autre corps gras, dans laquelle les principes actifs des plantes sont dissous. Ils comprennent des constituants médicinaux actifs, tels que les huiles essentielles. On les applique sur les plaies pour empêcher l'inflammation [9].

7.8. Cataplasmes :

Sont des préparations de consistance pâteuse que l'on applique sur la peau. Ils sont particulièrement utiles dans le cas de blessures dont la cicatrisation est difficile, ou dans le cas de contusions profondes [10].

7.9. Inhalations :

A partir des vapeurs d'infusions à base de plantes médicinales qui contiennent des huiles éthérées [11]. Les inhalations sont efficaces contre la bronchite, la sinusite, le rhume des foins et l'asthme. L'action conjuguée de la vapeur d'eau et des substances antiseptiques dégagent les sinus et les voies respiratoires.

7.10. Gargarismes et bains de bouche :

D'une manière générale, les gargarismes et les bains de bouche sont préparés à partir de plantes astringentes qui resserrent les muqueuses de la bouche et de la gorge.

7.11. Bains :

Les bains de plantes se préparent à partir d'huiles essentielles diluées ou d'infusions. Les bains des yeux sont recommandés en cas d'irritation ou d'inflammation de l'œil [9]. Il peut être aromatique, stimulant, fortifiant, relaxant, voire sédatif. Efficaces en cas de rhumatismes, les bains stimulent et rafraîchissent le corps [10].

II. Étude de l'espèce végétale « Ammi visnaga » (AV)

1. Description et morphologie de la plante (AV)

L'Ammi visnaga est une plante ombellifère, annuelle, robuste de 30 à 90 cm de haut, selon la fraîcheur du terrain, entièrement glabre et verte, à odeur aromatique généralisée dans tous les tissus rappelant nettement celle de la Carotte cultivée.

Feuilles bi- ou tripennatiséquées ; segments des feuilles linéaires, canaliculés. Racine pivotante, courte, blanche. Tige rameuse, épaisse, sillonnée surtout au sommet, feuillue tout entière.

Les ombelles comportent de 40 à 80 rayons insérés sur un réceptacle en disque, se dilatant à maturité. Involucre et involucelles grands, étalés, à nombreuses folioles divisées en lanières linéaires. Pédoncules (rayons des ombelles) s'épaississant et se courbant vers l'intérieur après la floraison ; à la fin, redressés, connivents par le sommet et indurés. Ils sont alors très aromatiques et constituent les « cure-dents » utilisés par certaines populations.

Fleurs blanches à pétales à deux lobes inégaux à pointe courbée avec styles réfléchis à la fin. Floraison normale de juillet à septembre ; parfois dès le mois de mai (années sèches ou zones xérophiles).

Fruits ovoïdes, comprimés sur le côté, glabres ; à petite graine, bruns foncés [12].



Figure 01 : *Ammi visnaga* [Photo prise mai 2011 par Kadri Hadjer]

2. Taxonomie

Règne : Plantae.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Ordre : Apiales.

Famille : Apiaceae.

Genre : Ammi.

Espèce : *Ammi visnaga*.

Nom vernaculaire : Khella [13].

3. Distribution

L'AV (fenouil annuel) pousse spontanément autour du bassin méditerranéen, jusqu'au proche Orient, sur des terres en friche et des terres argileuses. Elle est particulièrement cultivée dans la vallée du Nil en Égypte, au Maroc, dans l'ouest algérien et en Tunisie. Bien installée dans tout le pourtour méditerranéen, le fenouil annuel s'est ensuite naturalisé en Europe [14][15].

Le fenouil annuel affectionne les champs et les lieux sablonneux rocaillieux et secs et s'adapte parfaitement aux sols argileux [16]. Vivace, il pousse couramment aux abords des oueds et des chemins [17].

4. Composition chimique

Les études phytochimiques de khella ont révélé sa richesse en diverses molécules telles que furanochromones comme la khelline, la visnagine, la khellol-glucoside, la Khellenine, la Khellinil, l'ammiol et ses glucosides, la visammiol, la khellinone et visnaginone. En plus de ces composé, *A. visnaga* est une source précieuse de pyranocoumarines comme la visnadine, samidine et dihydrosamidine (figure 01) [18]. Ces composés, qui montrent un effet bloquant des canaux calciques, sont bien connus pour leur activité antispasmodique dans les vaisseaux coronaires du coeur, des bronches et des voies urinaires. La visnadine de pyranocoumarine est un vasodilatateur coronaire 5-10 fois plus fort que la khelline; Il a été utilisé dans le traitement de l'angine de poitrine, dans la prophylaxie et le traitement de l'infarctus du myocarde [19].

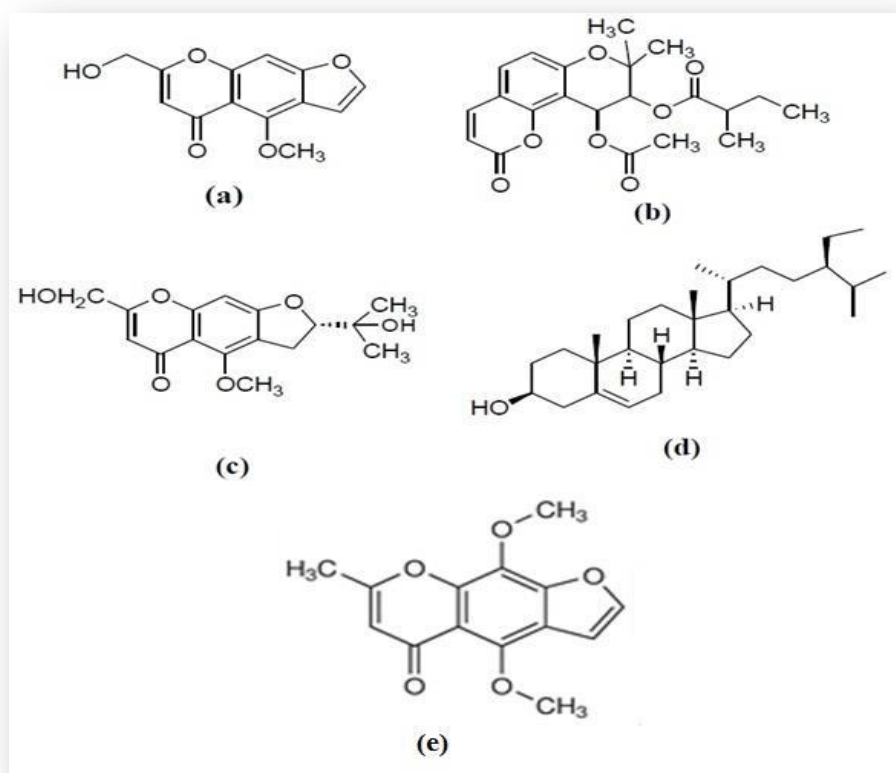


Figure 02: Structure chimique des composés caractérisés la plante *Ammi visnaga* L.

(a): Khellol, (b): Visnadine, (c): Cimifugin (d): β-sitosterol, (e) Khelline [20].

5. Huiles essentielles

L'huile essentielle de khella contient en outre de l' α -terpinène de l' α -thujène, du p-cymène, du limonène, de l'oxyde de linalol (cis, trans) et du γ -terpèneol. Les autres constituants sont présents en faibles quantités. En général, l'huile essentielle d'*Ammi visnaga* est constituée par les monoterpènes (α -thujène, apinène, α -terpinène), les sesquiterpènes - (selinène, α -muurolène, α -farnésène ...), les esters isobutyriques dont l'isobutyrate d'amyle, les acétates dont l'acétate de geranyl, les alcools et les phénols (terpèneol, borneol, linalol ...). L'ensemble de ces composés donne à cette huile une odeur caractéristique verte et acre [21].

6. La Khelline

La Khelline c'est la 2-méthyl-5 : 8-diméthoxy-6-7-furano-chromone et les corps qui l'accompagnent dans les graines d'AV appartiennent à la même famille ; ce sont surtout la Visnagine, nettement moins active que la Khelline ; la Khellinine, glucoside et son aglycone, le Khellol. Ces trois composés toujours à l'étude du point de vue médical paraissent, pour l'instant, moins intéressants que la Khelline. La Khelline a l'avantage d'être une substance cristalline bien définie par ses propriétés physiques et notamment son point de fusion. Douée d'un pouvoir spasmolytique spécifique à la musculature lisse, la Khelline possède également un pouvoir vaso-dilatateur puissant et électif au niveau des artères coronaires ; sa toxicité est pratiquement nulle, ce qui autorise une posologie relativement massive ; ses effets thérapeutiques sont prolongés parce que son élimination est lente [12].

7. Utilisation traditionnelle

Il y a des siècles, les arabes ont découvert que l'AV pourrait soulager une multitude de maux, y compris la douleur lancinante causée par une réduction du flux sanguin vers le cœur. Khellin, la substance dans les fruits accomplit cet exploit et décrite par les scientifiques aujourd'hui comme vasodilatateur coronaire sélectif. Les fruits d'*Ammi visnaga* sont utilisés depuis longtemps en Égypte comme diurétiques, contre les coliques rénales et les calculs uréteriques, angine de poitrine, vaisseaux coronaires, troubles cardiovasculaires et asthme [22].

8. Toxicités

Pour minimiser la photosensibilité, l'exposition au soleil ou d'autres sources de lumière ultraviolette doivent être évités pendant le traitement par *Ammi visnaga* et ses composants. Utilisation à long terme ou surdosage du médicament peut entraîner des nausées, des étourdissements, une perte de l'appétit, les maux de tête et des troubles du sommeil [23].

Références bibliographique

- [1]. **MESSAUDI S. 2008.** Les plantes médicinales. Ed. 3^{ème}. Dar el fikr-Tunis, 14 ;15p.
- [2]. **Web .Le figaro sante.** <https://sante.lefigaro.fr/sante/traitement/phytotherapie/son-histoire>. Consulté le 10-04-2020.
- [3]. **Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001.** Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. Paris. 10-12p.
- [4]. **Elqaj. M et al, 2007.** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.
- [5]. **Farnsworth .N et al, 1986 .**Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé., 64 (2) : 159-164.
- [6]. **BOUZIANE Z., 2017.** L'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région d'Azail (Tlemcen –Algérie). Mémoire du master en Ecologie : Université Aboubakr Belkaid. Tlemcen .Algérie .
- [7]. **Sylvie V. 2015.** LA PHYTOTHERAPIE Une synthèse de référence ILLUSTRÉE pour découvrir LES VERTUS et profiter des BIENFAITS DES PLANTES. Ed Eyrolles .Paris. 175-179p.
- [8]. **Benzie, I.F.F., & Wachtel-Galor, S. 2011.** Médicament à base de plante : Une introduction à son histoire, son usage, la réglementation, tendance actuelle et besoin de recherche. In *Herbal medicine: Bimolecular and clinical aspects* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- [9]. **Iserin P. ISERIN P., MASSON M., RESTELLINI J. P., YBERT E., DE LAAGE DE MEUX A., MOULARD F., ZHA E., DE LA ROQUE R., DE LA ROQUE O., VICAN P., DEELESALLE -FEAT T., BIAUJEAUD M., RINGUET J., BLOTH J., BOTREL A. 2001 .**Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2^{ème} édition de VUEF, Hong Kong: 335p.
- [10]. **ALI-DELLILE L. 2013.** Les plantes médicinales d'Algérie. Ed. Berti .Alger .6-11p.

- [11]. **KUNKELE U et LOBMEYER T.R. 2007.**Plantes médicinales, Identification, Récolte, Propriétés et emplois. Ed. parragon Books L tol : 33 -318p.
- [12]. **Gattefossé, J. 1952.**L'Ammivisnaga et la Khelline, Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale. 32(353), 116-123.
- [13]. **Green, J. 2011** .The Herbal Medicine-Maker's Handbook: A Home Manual. CrossingPress.
- [14]. **Franchomme P., Pénéol D., 2001.** L'aromathérapie exactement. France, Edition Roger Jollois.
- [15]. **Zhiri A., 2004.** Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies. Luxembourg, Éditions Inspir développement.
- [16]. **Garnier G et al., 1961.** Ressources médicinales de la flore française .Ed .Vigotfrères,Tome II, Paris VI.
- [17]. **Lazouni H et al , 2005.** Valeurs nutritives et toxicité du foeniculumvulgare miller. Département de biologie, Faculté des sciences, Université Aboubekr BELKAID, Tlemcen, Algérie.
- [18]. **Sonnenberg H et al . 1995.** Isolation and characterization of an angular type dihydropyranocoumarin glycoside from the fruits of *Ammivisnaga* (L.) LAM. (Apiaceae). Zeitschrift fuer Naturforschung Section C Journal of Biosciences 50(9 10): 729-731. {a}Inst. Pharmazeutische Biol., Freie Univ. Berlin, Koenigin- Luise Str. 2 and 4, D-14195berlin, Germany
- [19]. **Kursinszki, L et al .,1998.** Determination of visnagin in *Ammi visnaga* hairy root cultures using solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography. Microchem. J. 59, 392–398.
- [20]. **Dirar, A. I., Mohamed, M. A., Osman, W. J., Abdalgadir, H., & Khalid, H. S. (2014).** A Phytopharmacological review on four antitumor medicinal plants grown in sudan. Am. J. PharmTech Res, 4(5), 28-41.
- [21]. **Hammouda F.M, et al. 2005.**A Guide to Medicinal Plants in North Africa .
- [22]. **Badr ,S . Abdellah, F .Mohammed ,F . Mohammed,T&Mouna L. B. 2004.**Composition chimique et activité antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle d'Ammivisnaga (L.) Lam. du Maroc, ActaBotanicaGallica, 151:1, 65-71.

[23]. Schimmer O et Rauch P. 1998. Inhibition de activation métabolique des promutagènes, Benzo [α] pyrène, 2-aminofl uorène et 2- aminoanthracène par les furanochromones dans Salmonella typhimurium. Mutagenesis; 13: 385–389.

Chapitre II : Généralités sur les composés phénoliques

I. Généralités

Les composés phénoliques (CPs), dénommés aussi polyphénols, sont des molécules naturelles très largement répandues dans le règne végétal qu'on trouve dans les plantes depuis les racines jusqu'aux fruits [1]. Ils correspondent à une très large gamme de structures chimiques, dont plus de 8000 ont été identifiées [2], allant de simples molécules comme les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées comme les tanins, ils sont donc un bon témoin de l'extraordinaire capacité de biosynthèse des plantes, qui permet à l'homme de les utiliser dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire ou la pharmacologie.

Les CPs jouent un rôle dans le métabolisme de la plante, contribuent à la qualité organoleptique (couleur, astringence, arôme, amertume) et nutritionnelle des végétaux que consomme l'homme [3], et participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques (agents pathogènes, blessure) ou abiotiques (lumière, rayonnements UV, température basse) [4]. L'intervention des CPs dans la santé humaine est maintenant reconnue dans des domaines variés : lutte contre l'athérosclérose, action anti-cancérigène pour certains d'entre eux, action antioxydante permettant de lutter contre le vieillissement cellulaire et de prévenir des dommages oxydatifs induisant diverses pathologies [5].

II. Principales structures phénoliques

L'élément structural fondamental qui caractérise les polyphénols est la présence d'au moins un groupement phénolique (**fig.03**), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside [6].

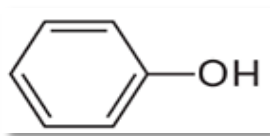


Figure 03 : Structure du groupement phénolique.

Les CPs sont répartis en différentes classes définies d'abord en fonction de la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation ...), enfin par

les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des CPs) [7].

III. Classes des polyphénols

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (Tableau 01). Ces molécules sont généralement trouvées conjuguées aux sucres et aux acides organiques.

Tableau 1 : Les principales classes des composés phénoliques. [8]

Squelette carboné		Classe	Principaux composés	Source principale
C6		Phénols simples	Catéchol	Nombreuses espèces
Acides phénoliques	C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -hydroxybenzoïque acide gallique	Épices, fraises, thé.
	C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique (acide chlorogénique), acide férulique	Pomme de terre, pomme, café, artichaut, carotte, blé, riz.
		Coumarines	Scopolétine, esculétine	Citrus.
C6-C2-C6		Stilbènes	Resvératrol	Vigne, vin, soja, arachides.
C6-C3-C6 Flavonoïdes		• Flavonols	Kamphérols, quercétine	Oignon, brocoli.
		• Flavones	Apigénine, luéoline	Persil, céleri, olive, poivron rouge.
		• Anthocyanes	Cyanidine, pélagonidine	Fleurs et fruits rouges, raisin.
		• Flavanols	Catéchine, épictéchine	Raisin, abricot, chocolat.
		• Flavanones	Naringénine	Citrus (agrumes).
		• Isoflavonols	Daidzéine, génistéine	Soja et produits dérivés.
		• Chalcones		Pomme.
(C6-C3) _n		Lignines	Lignane (C6-C3-C3-C6)	Bois, noyau de fruits, pin.
(C15) _n		Tanins	Polyphénols de HPM	Raisin rouge, kaki, thé.

1. Acides phénoliques et les coumarines

Les acides phénoliques sont présents dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales [9] . Ils sont formés d'un squelette à sept atomes de carbone.

1.1.Acides benzoïques :

Ils sont principalement représentés par les acides p-hydroxy benzoïques, protocatéchiques, vanilliques, galliques, cyringiques, salicyliques, hydroxybenzoïques et gentisiques [10].

1.2.Acides cinnamiques :

Ces acides possèdent une structure du type C_6-C_3 . Les composés les plus fréquents sont l'acide p-coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique et l'acide sinapique [10].

1.3.Coumarines :

On peut considérer que les différentes coumarines dérivent des acides cinnamiques ortho-hydroxylés, de même que la coumarine elle-même dérivée de l'acide o-coumarique. Les coumarines les plus fréquentes sont l'umbelliférone ou ombelliférone, l'aesculétine, la scopolétine, dont les substitutions correspondent, respectivement, aux acides : p-coumarique, caféique et férulique, également la fraxétine et la daphnétin [10].

2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des substances généralement colorées ré pondues chez les végétaux; on les trouve dissoutes dans la vacuole à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, les chromoplastes [11]. Ils ont une très large gamme de composés naturels et sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines, bois. Leur fonction principale semble être la coloration des plantes [12].

2.1. Structure des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et ils possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbone constitué de deux unités aromatiques, de cycle en C_6 (A et B), reliés par une chaîne en C_3 (C) (figure 05) [13].

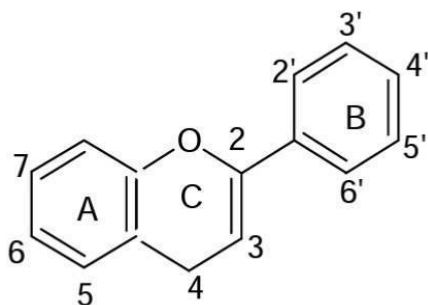


Figure 04: Squelette de base des flavonoïdes [14].

2.2. Classification des flavonoïdes

Structuralement, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules selon le degré d'oxydation et la nature des substituant portés sur le cycle B [15], 6 groupes différents ont été identifiés et qui sont particulièrement les plus répandus et les mieux caractérisés : flavanones, flavones, flavanonols, flavonols, flavan-3-ols, isoflavones (figure 06) [16] .

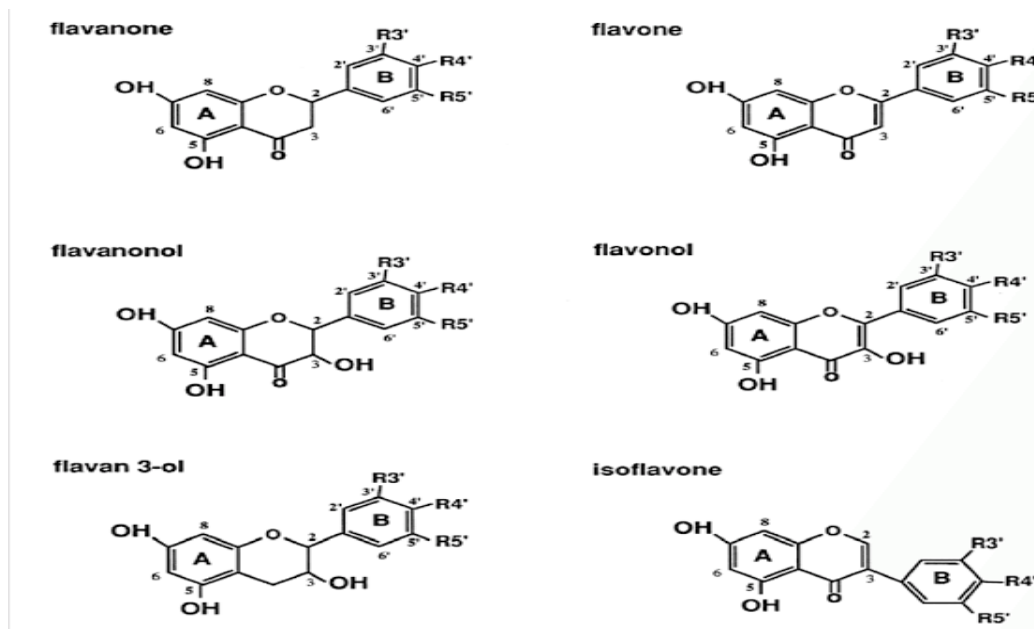


Figure 05 : Principales classes de flavonoïdes [17].

3. Autres composés phénoliques

3.1. Anthocyanosides

Les anthocyanosides sont des dérivés du flavylum ou 2-phényl-benzopyrylium. Ils portent des fonctions phénols libres, éthers ou glycosides. Ce sont des pigments existant sous forme d'hétérosides stables et hydrosolubles responsables de la coloration rouge, rose, mauve, pourpre, bleue ou violette de la plupart des fleurs et des fruits. Ils sont répandus dans plusieurs fruits comme les abricots et ils sont rencontrés dans les légumes comme les racines de la betterave et dans les boissons comme les jus de fruits [18].

3.2. Tannin

Les tannins sont des métabolites secondaires présents dans de nombreuses plantes ligneuses et herbacées. Ils sont localisés dans les différents organes: tiges, feuilles, fruits ou graines et sont facilement libérés [19]. Les propriétés chimiques des tannins sont liées à leur constitution. Ainsi, ils donnent toutes les réactions des phénols: solubilité dans l'eau, coloration par les sels de fer, oxydation par le permanganate à froid [20]. Les tannins sont des molécules s'intégrant dans la défense des végétaux, ils sont divisés en tannins hydrolysables et tannins condensés, dits aussi : proanthocyanidines [21].

Références bibliographiques

- [1]. . Robards K, Prenzler PD, Tucker G, Swatsitang P, Glover W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. Food Chem. sept 1999;66(4):401- 36.
- [2]. Waksmundzka-Hajnos M, Sherma J. High performance liquid chromatography in phytochemical analysis. Chromatogr Sci Ser. 2011;477- 87.
- [3]. Visioli F, Borsani L, Galli C. Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. Cardiovasc Res. 18 août 2000;47(3):419- 25.
- [4]. Dicko MH, Gruppen H, Traore AS, Voragen AGJ, Berkel WJH van. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. Biotechnol Mol Biol Rev. 2006;1(1):20- 37.
- [5]. Dai J, Mumper RJ. Plant phenolics: Extraction, Analysis and Their antioxidant and anticancer properties. Molecules. 21 oct 2010;15(10):7313- 52.
- [6]. Cheynier V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. Am J Clin Nutr. 1 janv 2005;81(1):223S- 229S.
- [7]. Crozier A, Clifford MN, Ashihara H. Plant secondary metabolites: Occurrence, Structure and Role in the human diet. John Wiley & Sons; 2008. 387 p.
- [8]. Macheix JJ, Fleuriet A, Sarni-Manchado P. Les composés phénoliques dans la plante : structure, biosynthèse, répartition et rôles. In: Cheynier V, Sarni-Manchado P Les polyphénols en agroalimentaire. Paris: Tec & Doc Lavoisier; 2005.
- [9]. **Psotova J., Lasovsky J. et Vicar J. 2003.** Metal chelating properties, electrochemical behavior, scavenging and cytoprotective activities of six natural phenolic. Biomed. Papers , vol 142, pp 174-153 .
- [10]. **Ribereau G-P. 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, paris, pp 254 .
- [11] **Gàbor M., Cody V., Middleton E-J., Harborne J-B., Beretz A., et Liss A. 1988.** Plants Flavonoids in biology and Medecine II; Biochemical, Cellular and Medecinal properties. New York, pp 461.
- [12] **Bruneton B., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Lavoisier, paris , pp 1120.

- [13] **Guignard J-L. 1996.** Biochimie végétale. Ed : Masson, Paris, pp 282 .
- [14] **Pietta P-G. 2000.** Flavonoids as antioxidants. Journal of natural products, vol 63, pp 1035-1042.
- [15]. **Heim, E-K., Tagliaferro A-R. et Bobilya, D-J. 2002.** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. The Journal of Nutritional Biochemistry, vol 13, pp 572-584.
- [16]. **Guignard J-L. 2000.** Biochimie végétale. Ed : Dunod, . Paris, pp 272.
- [17]. **Ribereau G-P. 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, paris, pp 254 .
- [18]. **Dragsted L., Strube M., et Leth T. 1997.** Dietary levels of plant phenols and other non-nutritive components: could they prevent cancer. European journal of cancer prevention, vol 6, n° 6, pp 522-528.
- [19]. **Leinmüller E., Steingass H., et Menke K-H. 1991.** Tannins in ruminant feedstuffs. biannual Collection of recent German contributions concerning development through animal research, vol 33, pp 9-62.
- [20]. **Doat J. 1978.** Les tanins dans les bois tropicaux. Division cellulaire et de chimie centre technique foreslier Tropical, vol 182, pp 37-54.
- [21]. **Scelbert A. et Haslam T. 1987.** Polyphenols and chemical defence of the leaves of Quecusrobus. Phytochemistry, vol 26, pp 3191-3195.

Chapitre III:

radicaux libres

et activités

antioxydants

I. Le radical libre

Un radical libre est une espèce chimique, molécule ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante « libre » en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Cela lui confère une grande réactivité donc une demi-vie très courte. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé [1].

II. Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques [2]. Ils protègent essentiellement les constituants de nature lipidique comportant des acides gras insaturés durant le stockage et agissent à la manière d'un catalyseur négatif capable d'interrompre la réaction en chaîne d'oxydation et empêchant la formation de radicaux libres [3].

III. Les antioxydants endogènes

1. Les antioxydants enzymatiques

Le corps humain possède un système antioxydant interne de base contre les radicaux libres. Il est composé de plusieurs enzymes comme : la superoxyde dismutase cytoplasmique, la superoxyde dismutase mitochondriale, la catalase, la glutathion peroxydase, la glutathion oxydase et la glutathion réductase.

La catalase et les glutathions empêchent la production de radicaux libres, tandis que les superoxydes dismutases (SOD) interceptent les radicaux libres produits, arrêtant ainsi la réaction en chaîne.

2. Les antioxydants non enzymatiques

Ces composés sont des réducteurs cellulaires qui participent à la protection de l'organisme contre les espèces activées de l'oxygène. Le glutathion, la bilirubine, l'acide urique, le coenzyme Q10, la mélanine, la mélatonine et l'acide lipoïque représentent les principaux réducteurs endogènes utilisés pour maintenir l'homéostasie redox.

IV. Classification des antioxydants

1. Classification des antioxydants selon leur nature chimique dans les aliments (antioxydants exogènes)

1.1. Antioxydants synthétiques

Il existe de nombreux antioxydants synthétiques dont les squelettes sont souvent dérivés des antioxydants naturels comme les polyphénols de synthèse [4]. Pour une utilisation pratique, les antioxydants doivent remplir les conditions suivantes : Ils ne doivent pas être toxiques, ils doivent être hautement actifs à des faibles concentrations (0.01-0.02%) et doivent être présents à la surface ou dans la phase grasse de l'aliment [5]. Cependant, il reste à les considérer comme des corps étrangers au système biologique. Parmi les polyphénols de synthèse, on peut citer à titre d'exemple : la 3,3', 5,5'-Tetra-*t*-butyl-biphenyl-4,4'-diol (**figure 6**) qui a montré un effet protecteur des cellules neuronales [6].

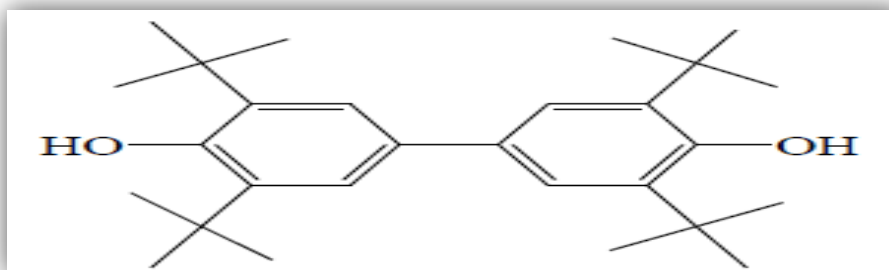


Figure 6 : Structure chimique d'un polyphénol de synthèse.

(3,3',5,5'-Tetra-*t*-butyl-biphenyl-4,4'-diol).

Et le polyphénol dendrimère de synthèse syringaldehyde (**figure 7**) qui a montré, selon le test de DPPH, une activité antioxydante puissante deux fois et 10 fois plus forte que celle de la Quercétine et le Trolox respectivement. Ce polyphénol de synthèse a montré aussi un effet protecteur des LDL humains contre les attaques des radicaux libres [7].

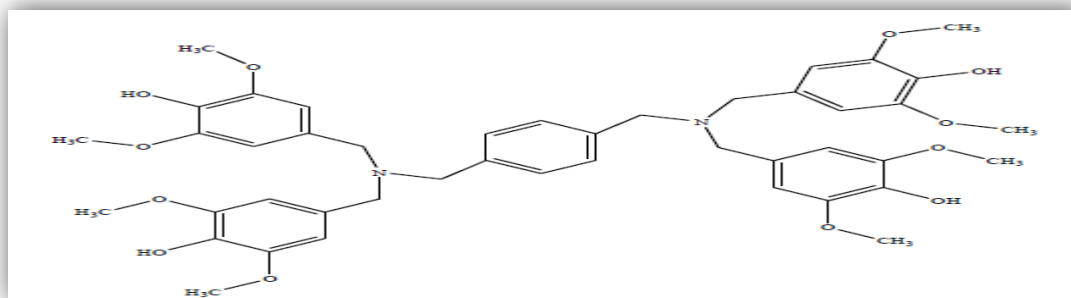


Figure 7: Structure chimique d'un polyphénol de synthèse (dendrimère de syringaldehyde).

1.2. Antioxydants synergiques

Les antioxydants synergiques sont des substances qui ne sont guère actives en tant qu'antioxydants, et dont les propriétés apparaissent surtout en présence des autres antioxydants. Il en est ainsi des lécithines, des acides citrique et tartrique, des acides aminés et de certains flavonoïdes. Leurs propriétés peuvent s'expliquer par un effet chélatant de métaux comme le fer ou le cuivre, dont on connaît bien l'effet pro-oxydant à faible dose. Cependant, ce n'est peut-être pas la seule explication, car plusieurs de ces produits sont d'assez mauvais chélatants. Certains produits ont un effet inhibiteur de la décomposition des hydroperoxydes, et d'autres semblent régénérer des antioxydants, comme les tocophérols ou les dérivés de l'acide ascorbique à partir de leurs formes oxydées.

1.3. Antioxydants naturels

Parmi les antioxydants naturels de faible poids moléculaire, on peut citer les plus connus et les plus importants ci-dessous :

1.3.1. .Acide ascorbique (vitamine C)

La vitamine C ou acide ascorbique représentée par la **(figure 8)** est une vitamine hydrosoluble, sensible à la chaleur, aux ultraviolets et à l'oxygène. Après ingestion, elle passe rapidement dans le sang puis diffuse de façon variable dans tous les tissus. Un apport quotidien minimal d'origine alimentaire est donc nécessaire, celui-ci provient essentiellement des fruits et légumes frais [8].

La vitamine C est nécessaire pour de nombreuses fonctions physiologiques de la biologie humaine. La plupart des plantes et des animaux peuvent synthétiser de l'acide ascorbique contrairement aux singes et aux humains en raison du manque de l'enzyme gulonolactone oxydase [9].

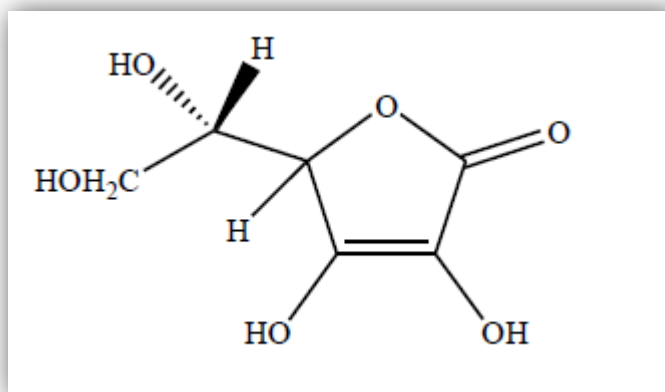


Figure 8 : Acide ascorbique.

La vitamine C piège l'anion superoxyde, le radical hydroxyle, l'oxygène singulet et réduit le peroxyde d'hydrogène en eau via l'ascorbate peroxydase [10].

1.3.2. Tocophérols (la vitamine E)

La vitamine E, liposoluble, est un antioxydant membranaire. La forme la plus active est l' α -tocophérol (**figure9**). Elle piège les radicaux libres organiques provenant de l'oxydation des lipides et contribue à diminuer la peroxydation lipidique. La vitamine E peut mettre fin à une réaction radicalaire en se chargeant du radical. Devenue radicalaire, la vitamine E est relativement stable [11]. Elle neutralise les radicaux peroxyde, alkyle et alcoyle [12] [13].

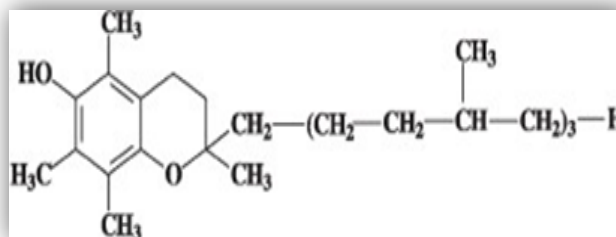


Figure 9 : Structure chimique de l'alpha-tocophérol ou vitamine E (d'après Flora et al., 2008).

1.3.3. Caroténoïdes

Les caroténoïdes (**figure 10**), sont des pigments fabriqués par les végétaux. Les plus importants sont le bêta-carotène, l'alpha-carotène, la lutéine, la zéaxanthine et le lycopène. [14]. Les caroténoïdes piègent les molécules d'oxygène singulet formées par les radiations solaires [15]. Grâce à leur longue chaîne carbonée, riche en doubles liaisons, ils sont également de bons piègeurs de radicaux peroxydes. Une molécule de caroténoïde peut piéger plusieurs espèces radicalaires avant d'être détruite [16].

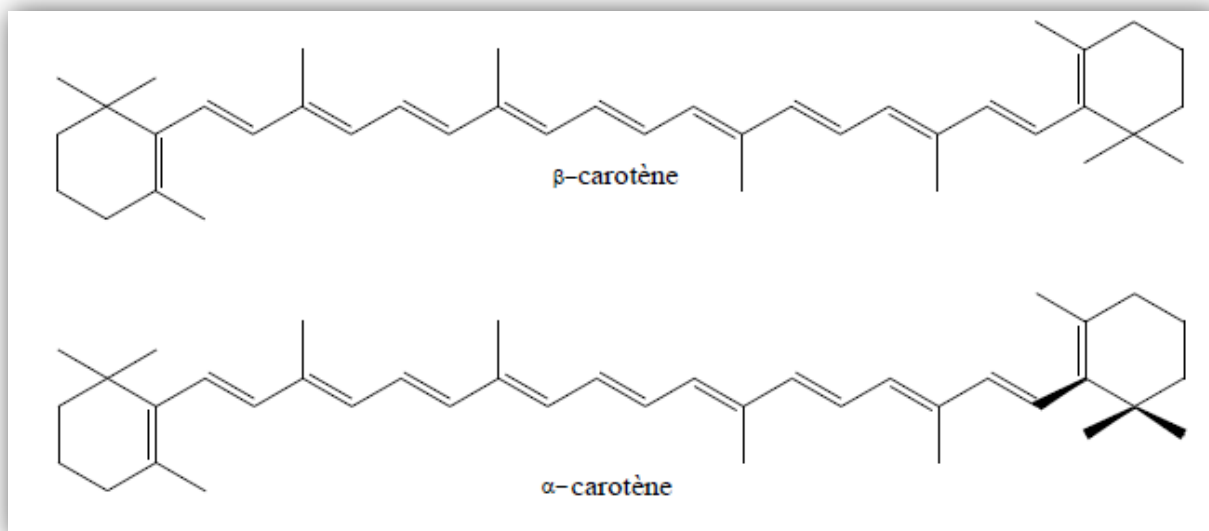


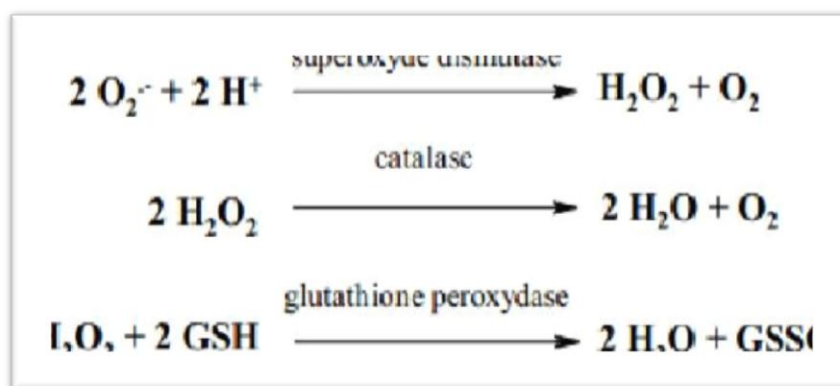
Figure 10 : Deux exemples des structures des caroténoïdes.

2. Classification des antioxydants selon leurs mécanismes d'action

Les antioxydants peuvent être classés en deux groupes selon leur mode d'action :

2.1. Antioxydants primaires (endogènes)

La cellule est pourvue d'enzymes antioxydants qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase (SOD), de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate) [17]. Ces enzymes antioxydants permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :



De ce fait elles préviennent la formation de radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires notamment et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydation lipidique [18].

2.2. Les antioxydants secondaires (exogènes)

Ce sont des molécules exogènes, contrairement aux enzymes antioxydantes. Une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre, et pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes [18].

Plusieurs substances pouvant agir en tant qu'antioxydants *in-vivo* ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, le β -carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques,...etc. [19].

Références bibliographique

- [1]. **Goudable, J. & Favier, A. 1997.** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme* **11**,115-120.
- [2]. **Favier, A. (2003).** Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'Actualité chimique*. 108-117p.
- [3]. **Pascal G., Martel P., 1992.** Additifs antioxygènes. In *Additifs et auxiliaires de fabrication des matières premières naturelles organiques*, Paris, Ed. Apria, p.216-240. (Tec. & Doc.).
- [4]. **Lee, C. Y., Sharma, A., Cheong, J. E. & Nelson, J. L. 2009.** Synthesis and antioxidant properties of dendritic polyphenols. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **19**, 6326-6330.
- [5]. **Bauer W.J., Badoud R., Löliger J et Etournaud A., 2010.** Science et technologie des aliments. Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 698p.
- [6]. **Duong, T. T. H., Antao, S., Ellis, N. A., Myers, S. J. & Witting, P. K. 2008.** Supplementation with a synthetic polyphenol limits oxidative stress and enhances neuronal cell viability in response to hypoxia–re-oxygenation injury. *Brain Research*. **1219**,8-18.
- [7]. **Lee, C. Y., Sharma, A., Cheong, J. E. & Nelson, J. L. 2009.** Synthesis and antioxidant properties of dendritic polyphenols. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. **19**,6326–6330.
- [8]. **Fain, O. 2004.** Mise au point : Carences en vitamine C. *La revue de médecine interne*. **25**,872–880.
- [9]. **Naidu, K. A. 2003.** Vitamin C in human health and disease is still a mystery?. *An Overview. Nutrition Journal*. **2**(7), 1-10.
- [10]. **Noctor G, Foyer CH.1998.** Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol.*, **49**,249-279.
- [11]. **Kamal-Eldin A & Appelqvist LA. 1996.** The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*. **31**(7),671-701.

- [12]. **Lecerf, J. M., Luc, G. &Fruchart, J. C. 1994.** Vitamine E, antioxydants et athérosclérose, Rev. Mid. Interne .15, 641-649.
- [13]. **Herrera, E. & Barbas, C. 2001.** Vitamin E: action, metabolism and perspectives. J. Physiol. Biochem. 57, 43-56.
- [14]. **Causse, C. 2005.** Les secrets de santé des antioxydants : C'est naturel, c'est ma santé. Alpen éditions s.a.m, 30p.
- [15]. **Stahl, W &Sies, H. 2002.**Carotenoids and protection againstsolar UV radiation.SkinPharmacol. Appl. Skin Physiol. 15(5),291-6.
- [16] . **Stahl, W &Sies, H. 1997.** Antioxidant defense: vitamins E and C and carotenoids. Diabetes. 46(Suppl 2), S14-8.
- [17]. **Favier, A. 2006.** Stress oxydant et pathologies humaines. Ann. Pharm. Fr. 64, 390-396.
- [18]. **Dacosta, Y. 2003.** Les phytonutriments bioactifs:669 réféérences bibliographiques. Ed. Yves Dacosta, Paris, 317p.
- [19]. **Kohen, R., &Nyska, A. 2002.** Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. Toxicol. Path.30, 620-650.

Partie II :

Partie

expérimentale

Chapitre IV :

matériels et

méthodes

I. Échantillonnage et Préparation de la matière végétale

1. Présentation de la zone d'étude

1.1.Historique

Sidi-Bel-Abbès est une ville qui a été bâtie par les légionnaires en 1843 sur les rives de la Mekker, car il s'agit d'un endroit stratégique et bien irrigué. C'est le capitaine du génie Prudon qui dessina la ville. Comme toutes les villes dessinées par le génie militaire, Sidi-Bel-Abbès fut construite sur un plan en damier avec des fortifications et des portes à chaque coin. Sa création fut officialisée par un décret de l'état daté du 5 janvier 1849. Son premier nom fut Biscuit Ville puis, en 1859, elle prend le nom de Bel-Abbès-Napoléon un très court temps pour devenir Sidi-Bel-Abbès, le nom d'un saint musulman "Sidi Bel-Abbès Bouzidi".

1.2..Géographies

Elle est à 470 m d'altitude, située sur la Mékerra, au centre d'une vaste plaine comprise entre le Djébel Tessala au Nord et les monts de Daya au Sud. Sidi-Bel-Abbès était connue comme base du 1er régiment de la Légion étrangère. Sidi-Bel-Abbes fut construite par les Français sur un plan en damier dans une enceinte rectangulaire, percée de quatre portes, indiquant les points cardinaux. À 1,5 km du centre se trouve le marabout de Sidi-Bel-Abbès, c'est celui d'un saint personnage de la lignée des descendants du Prophète et fils de Sidi El Bouzidi qui aurait vécu au 18 ème siècle, qui a laissé dans toute la région un souvenir vénéré et donné naissance à de merveilleuses légendes[1].

Découpage administratif de la wilaya de Sidi Bel Abbès

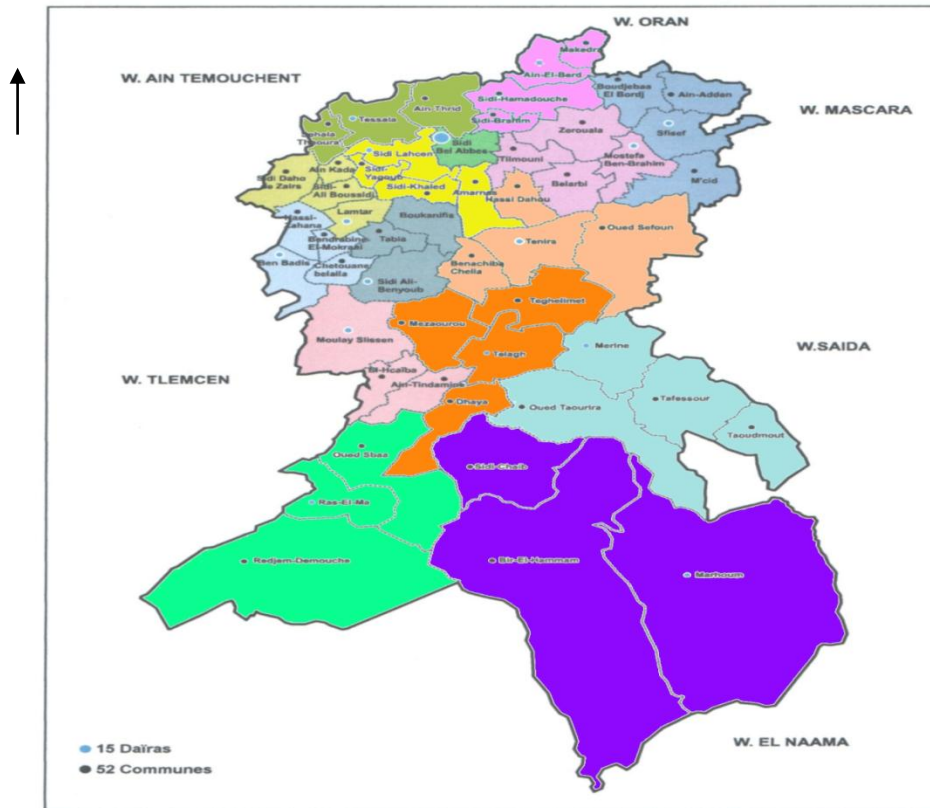


Figure 11: découpage administratif de la wilaya de Sidi Bel Abbès

1.3. Position géostratégique de la ville:

- Carrefour de la région ouest, la Wilaya de Sidi Bel Abbès est située à :
- 80 km d'Oran et de Tlemcen.
- 60 km de Mascara et de Temouchent
- 150 km de Mostaganem.
- 160 km de Mechria.
- 100 km de Ras El Ma, circonscription administrative de la Wilaya et base militaire importante.
- Par le moyen de l'autoroute Est-Ouest, Sidi Bel Abbès est à moins de 40 mn de deux Aéroports internationaux (Senia, Oran et Zenata, Tlemcen).
- Par le moyen de chemin de fer des hauts plateaux, Sidi Bel Abbès devient facilement accessible pour les Wilayas du Sud.

De part ses avantages, la Wilaya de Sidi Bel Abbès devient le point de jonction stratégique entre les différentes wilayas limitrophes [2].

2. Etude phytochimiques

2.1.Récolte

La matière végétale a été récoltée pendant la matinée pendant le mois de juin entre 11h et midi dans un temps ensoleillé. Dont des plantes saines ont été choisies d'une manière aléatoire.

2.2.Séchage

Une fois ramené au laboratoire, le matériel végétal est subdivisé en trois échantillons (feuilles, fleurs et fruits) puis étalé en vue du séchage qui a duré en moyenne 10 jours pour les feuilles et les fleurs et environ 3 semaines pour les fruits après les avoir dénoyautés et découpés en petits morceaux, Le séchage a été effectué à l'air libre, à température ambiante et à l'abri de la lumière mis-a-part les fruits qui ont subi un séchage solaire.

Une fois séchés (les feuilles et fleurs deviennent cassantes et les fruits molles), la matière végétale est préparée pour des éventuelles extractions.

2.3.Extraction

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire «solide», et un solvant d'extraction «liquide» [3]. Lors des examens phytochimiques, l'extrait est préparé en utilisant un mélange hydroalcoolique (20 % eau / 80 % éthanol). La technique d'extraction utilisées dans ce travail est la macération.

2.3.1. Macération

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par Herzi avec quelques modifications.

5 g de matière végétale finement découpée a été mise dans un bécher avec 50 ml du solvant (éthanol 80 %). Ce dernier a été renouvelé chaque 24 h pendant 3 jours (3 cycles). Après chaque cycle, le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre. Les phases organiques obtenues après filtration ont été concentrées à sec sous pression réduite (évaporateur rotatif) ensuite récupérées puis pesées pour déterminer le rendement d'extraction (R%) [4]. A la fin de l'extraction, l'extrait obtenu est conservé à une température de 4°C.

2.3.2. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est le rapport entre le poids de l'extrait sec obtenu et celui de la matière végétales échées, exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante:

$$R\% = (\text{poids de l'extrait sec} / \text{poids de la matière végétale}) \times 100$$

3. Dosage des métabolites secondaires

3.1. Dosage des phénols totaux

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés. Le dosage des phénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit dès 1965 par Singleton et Rossi.

3.1.1. Mise en œuvre pratique

Un volume de 200 µl des extraits bruts est introduit dans des tubes à essai, le mélange (1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et 0,8 ml de carbonate de sodium à 7.5 %) est additionné. Les tubes sont agités et conservés durant 30 minutes à température ambiante.

L'absorbance est mesurée à 765 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre Jenway 6504 UV/VIS.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif.

Les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent d'Acide Gallique par gramme d'extrait (mg eq AG/g).

3.2. Dosage des flavonoïdes

3.2.1. Mise en œuvre pratique

500µl des extraits bruts sont mélangés avec 1500 µl d'eau distillée, puis ajoutés à 150 µl de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5 %. Après 5 min, 150 µl de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) à 10 % (m/v) est rajouté au mélange. Après 6 min d'incubation à la température ambiante, 500 µl d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 4 % est additionné. Immédiatement, le mélange est complètement agité afin d'homogénéiser le contenu. L'absorbance de la solution de couleur rosâtre est déterminée à 510 nm contre un blanc.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant de la catéchine comme contrôle positif.

La teneur en flavonoïdes totaux des extraits de la plante étudiée est exprimée en milligramme (mg) équivalent de la Catéchine par gramme d'extrait (mg eq C/g).

3.3. Dosage des tanins condensés

3.3.1. Mise en œuvre pratique

Un volume de 50 µl des extraits bruts est ajouté à 1500 µl de la solution vanilline/méthanol (4 %, m/v) puis mélangé à l'aide d'un vortex. Ensuite, 750 µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) est additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à la température ambiante pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 550 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre Jenway 6504 UV/VIS.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant de la catéchine comme contrôle positif.

Les résultats de la plante étudiée sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par gramme d'extrait (mg eq C/g).

4. Test d'activité antioxydante par le piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est un radical libre de couleur violacée, présentant une absorbance caractéristique dans l'UV-Visible à la longueur d'onde de 515 nm [13] Il fut l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante des composés phénoliques [14]. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote (figure 12) Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas de dimères, au contraire elles restent sous leur forme monomère relativement stable à température ordinaire [15]

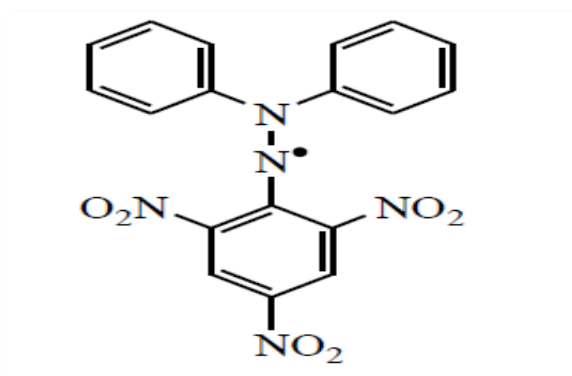


Figure 12: Structure chimique du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) [16].

La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-Visible en mesurant la diminution de l'absorbance à 515 nm provoquée par la présence des composés à propriété anti-radicalaire. Le substrat DPPH• initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie en réagissant avec un atome d'hydrogène « H » du groupement hydroxyle « -OH », provenant d'une structure antioxydante (composé phénolique), et se transforme par la suite en DPPH-H de couleur jaune avec la perte de son absorbance (figure 13)

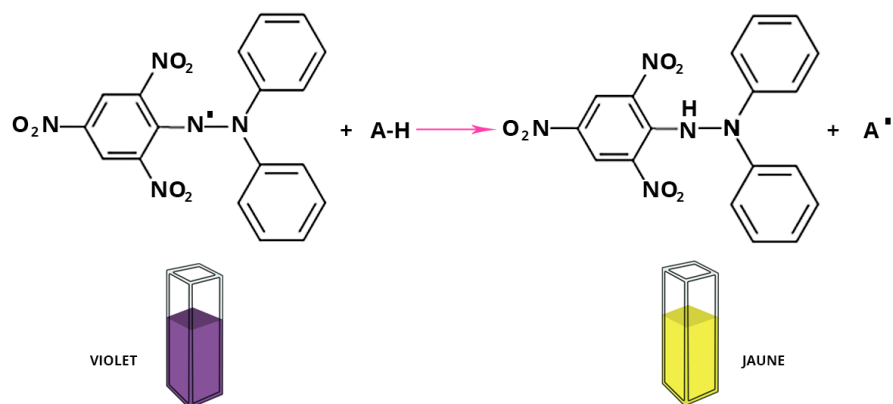


Figure 13 : Réduction du radical DPPH•[17].

Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques, donc l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (figure14) [18].

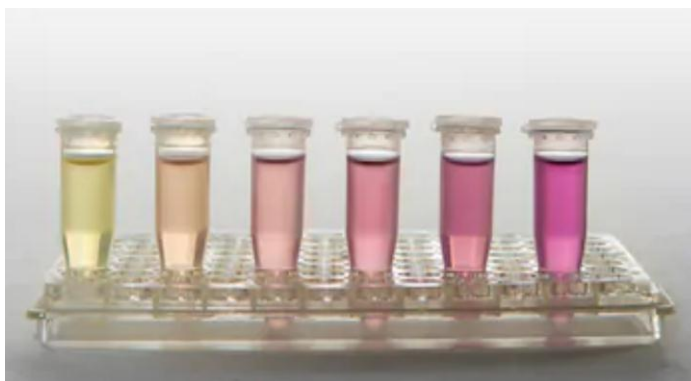


Figure 14 : l'intensité de la coloration du DPPH en fonction de concentration des antioxydants présents dans le milieu [19].

Les réactions sont lieu à température ambiante et en milieu méthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants.

4.1.Mise en œuvre pratique

Le protocole expérimental suivi est celui décrit par Benhamou *et al.* On prépare des concentrations de 2, 1, 0.5, 0.25, 0.12, 0.06 mg/ml à partir des extraits de la plante et des contrôles positifs (acide ascorbique, acide gallique, catéchine) ; ensuite, 50 µl de chaque concentration a été ajouté à 1950 µl de la solution méthanolique du DPPH (25 mg/l). Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à une température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre [20].

5. Expressions des résultats

5.1.Calcul des pourcentages d'inhibitions

Nous calculons ainsi les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition de DPPH} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ex}} / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

- A_{DPPH} : Absorbance de solution du DPPH sans extrait.
- A_{ex} : Absorbance de DPPH en présence d'extrait.

5.2.Calcul des IC_{50}

Les résultats sont exprimés en concentrations inhibitrices de 50 % du radical DPPH (IC_{50}), ce paramètre est défini comme étant la concentration d'antioxydant requise pour réduire de 50 % la concentration initiale du DPPH en solution, il est calculé graphiquement à travers l'équation de régression de la droite établie pour la partie linéaire de la courbe des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des différentes concentrations.

Références bibliographiques

- [1] **Web master.** sidi bel abbes ville <https://www.ces-med.eu/fr/projet/pays/alg%C3%A9rie/sidi-bel-abb%C3%A8s> (consulté le mars 14, 2020).
- [2] **Web master.** Giographies sidi bel abbes (map) . https://viagallica.com/v/abricotier_commun.htm (consulté le mars 14, 2020).
- [3] **GOT N., 1958.** L'abricotier. Ed: La maison rustique. Paris. 140 p .
- [4] **Herzi N., Camy S., Bouajila J., Destrac P., Romdhane M., et Condoret J. S., octobre 2013.** Supercritical CO2 extraction of *Tetraclinis articulata*: Chemical composition, antioxidant activity and mathematical modeling , J. Supercrit. Fluids, vol. 82, p. 72- 82 .
- [5] **Nshimiyimana D. S. et He Q., 2010.** Radical Scavenging Capacity of Rwandan CTC Tea Polyphenols Extracted Using Microwave Assisted Extraction. Pakistan Journal of Nutrition. 9 (6): 589-593. .
- [6] **Konkon N. G., Simaga D. et Adjoungova A., 2006.** Etude phytochimique de *Mitragyna inermis* (willd.) o. ktze (rubiacaceae), plante a feuille antidiabetique», Pharm Méd Trad Afr. Vol. 14 , pp 73-80. .
- [7] **Rouessac F., 2004.** Analyse chimique. Ed. Dunod. Paris. 462p. .
- [8] **Ribereau, G.P.,1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod. Paris. 398p. .
- [9] **Boizot, N. & Charpentier, J.P., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Pp 79-82 In : Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques Paris : INRA. .
- [10] **Zhishen J., Mengcheng T. et Jianming W., 1999.** The determination of flavonoid contents in mulberry and their scanning effects on superoxide radicals. Food Chem. Vol 64:555-559. .
- [11] **Price, M. L., Van Scoyoc S., Butler L. G., 1978.** A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem. Vol 26:1214-121. .
- [12] **Mole S. et Waterman P. G., avril 1987.** A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies : I. Techniques for chemically defining tannins », Oecologia, vol. 72, no 1, p. 137- 147.

- [13] **Marco G. J., sept. 1968.** A rapid method for evaluation of antioxidants », J. Am. Oil Chem. Soc. », vol. 45, n° 9, p. 594- 598.
- [14] **Sun T. et Ho C. T., mai 2005.** Antioxidant activities of buckwheat extracts », Food Chem., vol. 90, no 4, p. 743- 749.
- [15] **Chew Y. L., J. Goh J., et Lim Y., septembre 2009.** Assessment of in vitro antioxidant capacity and polyphenolic composition of selected medicinal herbs from Leguminosae family in Peninsular Malaysia », Food Chem., vol. 116, p. 13- 18.
- [16] **Web master.** Test DPPH : une nouvelle méthode optimisée pour mesurer la capacité antioxydante des vins blancs . <https://www.linkedin.com/pulse/test-dpph-une-nouvelle-m%C3%A9thode-optimis%C3%A9e-pour-mesurer-etienne-kayser> (consulté le juin 02, 2020).
- [17] **Web master.** Chimactiv - Ressources pédagogiques numériques interactives dans l'analyse chimique de milieux complexes ». <http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe> (consulté le juin 02, 2020).
- [18] **Gonen S., 03 Mars 2009.** Topical treatment of acne with combined herbal extracts and minerals,», US7498049B1.
- [19] **Web master.** Antioxidant Activity Dpph Method : photo de stock (modifier maintenant) 366795518 », Shutterstock.com. </image-photo/antioxidant-activity-dpph-method-366795518> (consulté le juin 02, 2020).
- [20] **Benhammou N., Ghambaza N., Benabdelkader S., Atik-Bekkara F., KadifkovaPanovska, T., 2013.** Phytochemicals and antioxidant properties of extracts from the root and stems of *Anabasis articulata*. International Food Research Journal, Vol 20:2057-2063.

Chapitre V:

résultats et

discussion

I. Rendements des extractions

Le rendement d'extraction obtenu par l'éthanol 80% est de 55%. Ce rendement important est obtenu grâce à une série de macérations réalisées qui nous ont permis d'extraire le maximum de composés solubles dans notre solvant.

Dans la littérature, plusieurs études ont été réalisées sur l'*Ammi visnaga*, comme celle réalisée par El-Sharkawy *et al.* où le rendement de l'extrait aqueux de la khella obtenu par macération est de 17% [1]. Une autre étude réalisée par Benbakhti sur l'extrait brute de cette même plante obtenu par décoction est de 1,97% [2].

Toutefois, Il est souvent difficile de comparer ce genre de résultats avec ceux de la bibliographie, car le rendement n'est que relatif et dépend de plusieurs facteurs comme la méthode et les conditions d'extraction, la nature chimique des composés (solubilité dans les solvants), la granulométrie, la saison ou la période de récolte, la durée et les conditions de stockage et la présence de substances interférentes [3].

II. Dosage des composés phénoliques

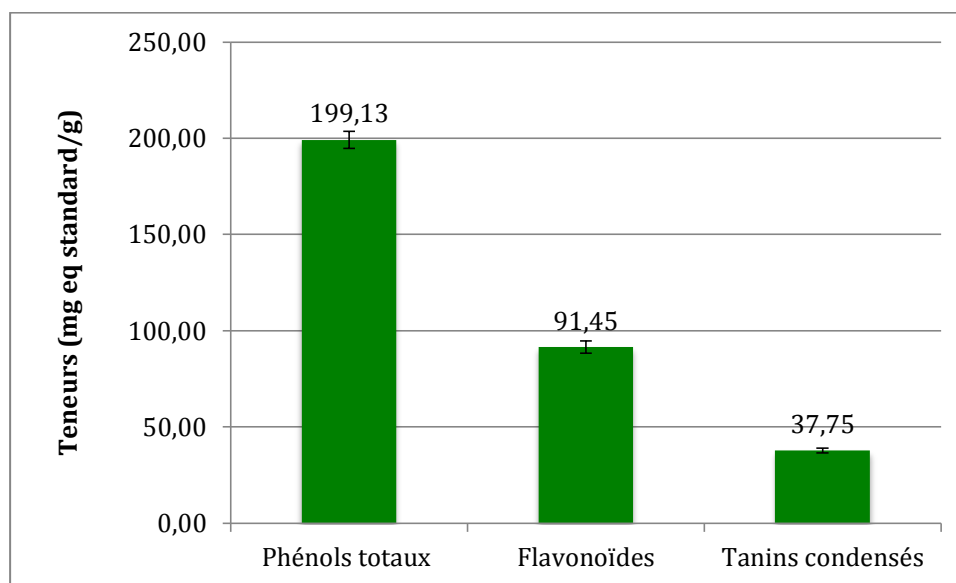


Figure 17 : Teneur en phénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés de l'extrait hydroalcooliques d'*Ammi visnaga*.

Les résultats présentés dans la figure 17 montrent les teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés de l'extrait hydroalcooliques d'*Ammi visnaga*.

On constate que la teneur de notre extrait en polyphénols totaux (199,13 mg eq AG/g) est supérieur à la teneur en les flavonoïdes et en tanins condensés (91,45 mg eq C/g et 37,75 mg eq C/g respectivement), ce qui prouve que *Ammi visnaga* est riche en polyphénols totaux avec des teneurs importantes par rapport ou autre composés phénolique et ce dans l'extrait obtenu par la méthode de macération.

Plusieurs études similaires ont été réalisées sur les extraits d'*Ammi visnaga*, comme celle de Djaat *et al.* sur l'extrait de la Khella obtenu par décoction, où les teneurs en polyphénols totaux et flavonoïdes sont de 517,22 $\mu\text{g.Eq AG / g}$ et 145 $\mu\text{g.Eq C / g}$ d'extrait respectivement. Une autre étude réalisée par El-Sharkawy *et al.* montre que la teneur en phénols totaux et en flavonoïdes de l'extrait aqueux de cette plante obtenu par décoction est de 31,4 mg.Eq AG / g d'extrait et 19,6 $\mu\text{g.Eq C / g}$ d'extrait respectivement. Une étude similaire réalisée sur des extraits

de l'*AV* obtenus par plusieurs solvants a révélé que la teneur maximale en phénols totaux et en flavonoïdes ne dépasse pas les 122,7 mg/g d'extrait [6].

Il faut noter qu'il est difficile de comparer les résultats du dosage avec ceux de la bibliographie, car l'utilisation de différentes méthodes d'extraction, solvant et protocole de dosage réduit la fiabilité d'une comparaison entre les études. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques, des études récentes ont montré que les facteurs extrinsèques (tels que les facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols. [7].

III. Activité antioxydante

1. Test de réduction du radical libre DPPH

Les résultats des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits hydroalcooliques de l'*Ammi visnaga* obtenus par macération, comparés à ceux de différents standards de référence (acide ascorbique, acide gallique et catéchine), sont représentés dans la figure 20.

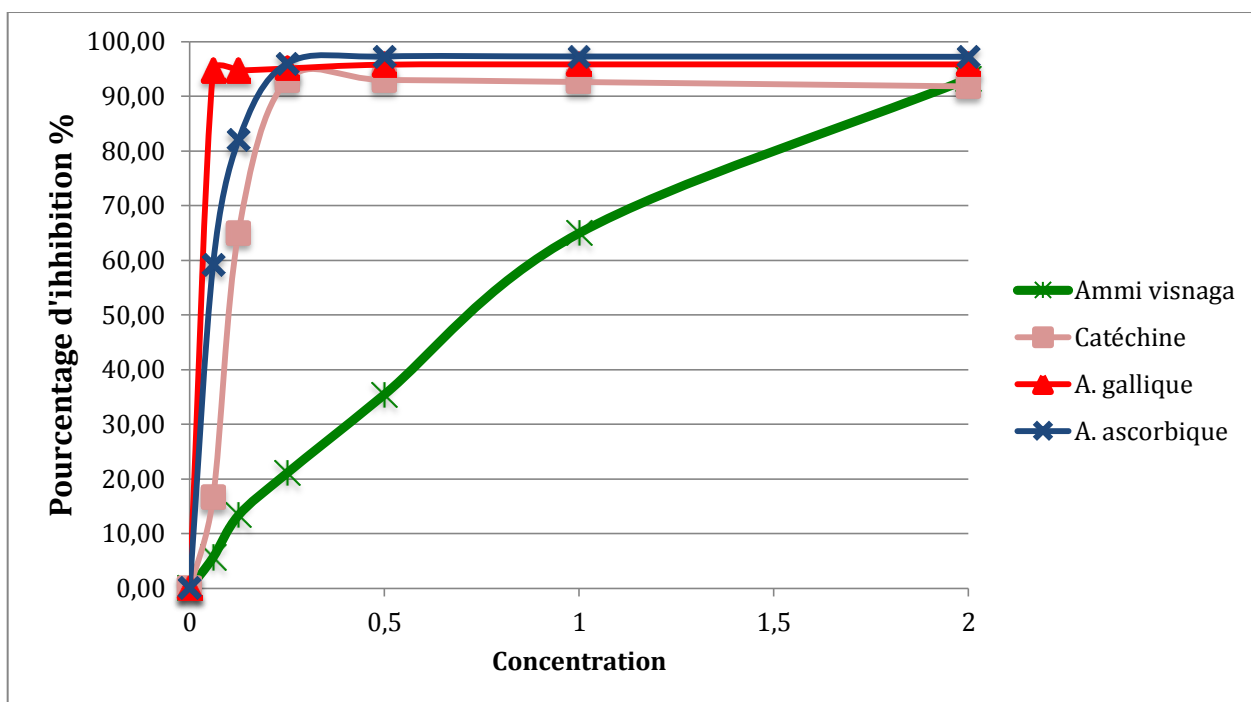


Figure 18 : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait d'Ammi visnaga comparés avec les trois standards.

Les pourcentages d'inhibition du radical stable (DPPH) enregistré par l'extrait hydroalcoolique d'Ammi visnaga et les standards phénoliques sont portés par la figure 18. La lecture de ces résultats a montré que les pourcentages d'inhibitions du radical stable (DPPH) augmentent toujours avec l'augmentation des concentrations. Les pourcentages d'inhibitions les plus élevés sont obtenus avec les plus fortes concentrations (0.25 mg/ml pour les standards et 2mg/ml pour l'extrait).

Ainsi, on remarque que les antioxydants de référence ont presque le même pouvoir antioxydant, comparativement à l'extrait hydroalcoolique qui est moins actif. L'effet de notre extrait est positivement corrélé à la concentration avec un pourcentage d'inhibition maximal de 93.16% à la concentration 2mg/ml.

2. Évaluation de la concentration inhibitrice de 50% du radical de DPPH (IC₅₀) :

Afin de décrire d'avantage nos résultats, on a calculé les valeurs d'IC₅₀. Cette valeur est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante d'un composé, parce qu'elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour inhiber 50% du radical libre DPPH. Ainsi, plus la valeur d'IC₅₀ est petite, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande.

Les valeurs d'IC₅₀ de nos extraits et des standards sont calculées à partir des équations données par les droites de régression tracées à partir des pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations testées avec un coefficient de corrélation (R²) supérieur à 0.9. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 19.

Tableau 2 : Valeurs d'IC₅₀ de l'extrait d'*Ammi visnaga* et les standards de références obtenus par le test du DPPH.

Extraits	Ammi visnaga	Catechine	A. gallique	A.ascorbique
IC ₅₀ (mg/ml)	0,74	0,085	0,034	0,076

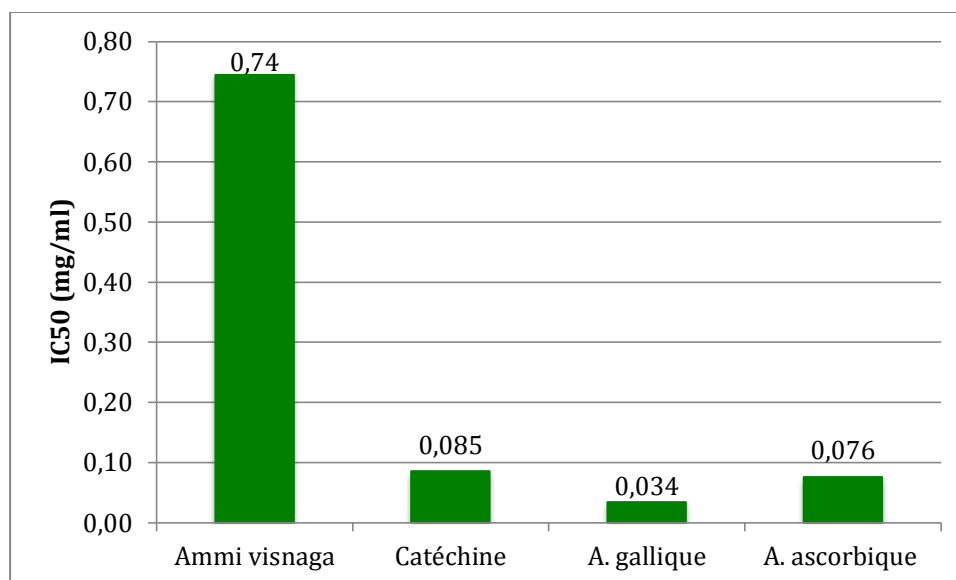


Figure 19 : Valeurs d'IC₅₀ de l'extrait d'Ammi visnaga et les standards de références obtenus par le test du DPPH.

A partir des résultats présentés dans la figure précédente, on peut dire que l'extrait d'AV obtenu par la méthode de macération a une activité antioxydante inférieure à celles des standards de références qui ont des propriétés antioxydantes puissantes de l'ordre de 34, 76 et 85 µg/ml pour l'acide gallique, la catéchine et l'acide ascorbique respectivement, ce qui explique leur nature nucléophile et le fait qu'ils sont capables de céder facilement des électrons afin de piéger le radical DPPH. Par contre l'extrait hydroalcoolique d'Ammi visnaga est le moins actif avec une valeur d'IC₅₀ supérieure de l'ordre de 740 µg/ml, mais sa reste un pouvoir réducteur très considérable et montre que l'extrait renferme des antioxydants puissants dont leur identification et isolement sont d'un grand intérêt.

Les radicaux libres sont synthétisés dans l'organisme d'une manière naturelle par certaines enzymes, mais c'est le cumul de la production de ces espèces chimiques à cause de quelques facteurs exogènes qui provoque ce qu'on appelle le stress oxydatif [9]. Ce dernier peut induire la lésion tissulaire dans plusieurs états pathologiques, y compris les maladies cardiovasculaires, le cancer, l'athérosclérose, le diabète, les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer et de Parkinson ... etc. [10].

Par comparaison avec la littérature, nos résultats sont proche des résultats de BENBAKHTI qui a prouvé que l'extrait aqueux de la Khella avait une forte capacité antioxydante (794 µg/ml) [2]. De même, nos résultats sont en accord avec ceux de Jaradat *et al.* qui ont montré que l'extrait méthanolique d'*Ammi visnaga* présente une IC₅₀ égale à 634 µg/ml contre le Trolox utilisé comme contrôle positif (IC₅₀ = 1,5 µg/ml) [11].

D'autres études ont prouvé que les extraits bruts de l'*Ammi visnaga* ont un bon pouvoir antioxydant vis-à-vis du radicale libre DPPH [6] [12].

Références bibliographiques

- [1]. **Reyad El-Sharkawy M et Hamed El-Shora M. 2020.** Biocontrol of Wilt-Inducing *Fusarium oxysporum* by Aqueous Leaf Extract from Egyptian *Ammi majus* and *Ammi visnaga*. Egypt. J. Bot. 60, No.2
- [2]. **BENBAKHTI O.2017.** Contribution à l'étude phytochimique et l'activité antioxydante des extraits d'*Ammi visnaga*. Memoire En Sciences Biologies, Option : Biochimie : Molécules Bioactives. Universite de Tlemcen.Algerie.
- [3]. **Lee K., Kim Y., Lee H., Lee C., 2003.** Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than Teas and Red wine. Agric. Food chem; 51: 7292-7295.).
- [4]. **Singleton V. L. et Rossi J. A., 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic phosphotungstic acid reagent, Am. J. Enol. Viticul., 16 : 144–158. .
- [5]. **Hasbay Adil I., cetin H. I, YenerM. E . et Bayındırlı A., 2007.** Subcritical (carbon dioxide + ethanol) extraction of polyphenols from apple and peach pomaces, and determination of the antioxidant activities of the extracts. J. of Supercritical Fluids, 43:55–57.
- [6]. **KADRI H.2017.** Etude phytochimique de quelques plantesde la Numidie Algérienne.These de doctorat en Chimie Option : Synthèse et Développement de Molécules Bioactives.Universite de BADJI MOKHTAR- Annaba . Algerie
- [7]. **Ali S., Masud T. et Abbasi K. S., 2011.** Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Northern Areas of Pakistan. Scientia Horticulturae, 130: 386–389.
- [8]. **Kouamé J., Gnoula C., Palé E., Bassolé H. I. Guissoul I .P., Simporé J. et Nikiéma J. B., 2009.** Etude des propriétés cytotoxiques et anti radicalaires d'extraits de feuilles et de galles de *Guiera senegalensis* J. F. Gmel (Combretaceae). Science et technique, Sciences de la santé.Vol. 32: n° 1 et 2.
- [9]. **Denys J C,2003.** Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Sources, springer, New York, 610p.
- [10] **Fenkel T et Holbrook NJ.2000.** Oxidants, oxidative stress and the biology of aging. Nature. Vol 408:240-247.

- [11] J. (Jaradat, A. N., Murad, A., Motasem, A. M., Reem, S., Ibrahim, J. M. A. A., &Ayed, A. M. 2015. Phytochemical Screening and In-vitro Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Entire Khella Plant (*Ammivisnaga*. L.).
- [12] Reguia B, Habiba K, Ahmed K, Zahia K and Maurice J. 2011. Flavonols and Antioxidant Activity of *Ammi visnaga* L. (Apiaceae). Laboratoire d'Obtention de Substances Thérapeutiques, Département de Chimie, 25000Constantine, Algérie.

Conclusion générale

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la valorisation des plantes médicinales algériennes, en effet nous nous sommes proposé à étudier une espèce médicinale largement utilisée par la population locale dans notre région, qui est la Khella (*Ammi visnaga*).

Le présent travail est porté sur l'étude phytochimique et l'activité biologique (activité antioxydante) des extraits hydroalcooliques de *l'Ammi visnaga* de la région de Sidi Bel Abbès.

D'après nos résultats, l'extrait obtenu par macération a un rendement de l'ordre de 55%. Ce rendement important est obtenu grâce à la série de macération réalisée et qui nous a permis d'extraire le maximum de composés solubles dans notre solvant.

L'étude phytochimique constate que la teneur de notre extrait en phénols totaux (199 mg eq AG/g) est supérieure à la teneur en flavonoïdes et en tannins (91 mg eq C/g et 37 mg eq C/g respectivement). Le test de l'activité antioxydante de l'extrait brut a montré que *l'Ammi visnaga* a un pouvoir antioxydant plus ou moins important. L'effet de notre extrait est positivement corrélé à la concentration avec un pourcentage d'inhibition maximal de 93.17% à la concentration 2 mg/ml avec une valeur IC_{50} de 740 μ g/ml. Cela montre que ce dernier renferme des antioxydants puissants dont leur identification et isolement est d'un grand intérêt.

En perspective et vu l'importance des constatations et la pertinence des résultats, il serait fort intéressant de compléter cette étude phytochimique par l'isolation, la purification et l'identification des métabolites secondaires contenus dans cette plante en utilisant des techniques plus précises et aussi la vérification des autres propriétés biologiques de ces extraits.

Table de matière

Dédicaces

Remercîment

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale..... 1

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : La phytothérapie et étude de l'espèce végétale Ammi visnaga

I. Phytothérapie	4
1. Définition de la phytothérapie	4
2. Historique de la phytothérapie	4
3. La différence entre la phytothérapie traditionnelle et la médecine moderne	6
4. Les avantages de la phytothérapie	6
5. Inconvénients de la phytothérapie	7
6. Plantes médicinales	7
6.1. Éléments actifs des plantes médicinales	7
6.1.1. Définition.....	7
6.1.2. Les différents types principes actifs.....	8
6.1.2.1. Les alcaloïdes.....	8
6.1.2.2. Les saponosides	8
6.1.2.3. Les naphthoquinones	8
6.1.2.4. Les flavonoïdes	9
6.1.2.5. Les anthocyanes	9
6.1.2.6. Les mucilages	9
6.1.2.7. Les vitamines	9
6.1.2.8. Les tanins.....	9
6.2. Médicament à base de plantes	10
7. Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales.....	10

7.1. Infusions :	10
7.2. Décoctions :	10
7.3. Macérations :	10
7.4. Teintures :	11
7.5. Sirops :	11
7.6. Huiles médicinales :	11
7.7. Onguents-pommades :	11
7.8. Cataplasmes :	11
7.9. Inhalations :	12
7.10. Gargarismes et bains de bouche :	12
7.11. Bains :	12
II. Étude de l'espèce végétale « Ammi visnaga » (AV).....	12
1. Description et morphologie de la plante (AV).....	12
2. Taxonomie	13
3. Distribution	13
4. Composition chimique	14
5. Huiles essentielles	15
6. La Khelline	15
7. Utilisation traditionnelle.....	15
8. Toxicités	15

Chapitre II : Généralités sur les composés phénolique

I. Généralités.....	19
II. Principales structures phénoliques.....	19
III. Classes des polyphénols	20
1. Acides phénoliques et les coumarines	21
1.1. Acides benzoïques :	21
1.2. Acides cinnamiques :	21
1.3. Coumarines :	21
2. Flavonoïdes	21
2.1. Structure des flavonoïdes	21

2.2. Classification des flavonoïdes	22
3. Autres composés phénoliques	23
3.1. Anthocyanosides	23
3.2. Tannin.....	23

Chapitre III : Radicaux libre et activité antioxydant

I. Le radical libre	27
II. Les antioxydants	27
III. Les antioxydants endogènes	27
1. Les antioxydants enzymatiques	27
2. Les antioxydants non enzymatiques	27
IV. Classification des antioxydants.....	28
1. Classification des antioxydants selon leur nature chimique dans les aliments (antioxydants exogènes).....	28
1.1. Antioxydants synthétiques	28
1.2. Antioxydants synergiques	29
1.3. Antioxydants naturels	29
1.3.1. .Acide ascorbique (vitamine C)	29
1.3.2. Tocophérols (la vitamine E)	30
1.3.3. Caroténoïdes	31
2. Classification des antioxydants selon leurs mécanismes d'action.....	32
2.1. Antioxydants primaires (endogènes)	32
2.2. Les antioxydants secondaires (exogènes).....	32

Partie II : partie expérimentale

Chapitre IV : matériels et méthodes :

I. Échantillonnage et Préparation de la matière végétale	37
1. Présentation de la zone d'étude	37
1.1. Historique.....	37
1.2. .Géographies.....	37
1.3. Position géostratégique de la ville:	38
2. Etude phytochimiques	39
2.1. Récolte	39

2.2.	Séchage	39
2.3.	Extraction	39
2.3.1.	Macération	39
2.3.2.	Rendement d'extraction	40
3.	Dosage des métabolites secondaires.....	40
3.1.	Dosage des phénols totaux.....	40
3.1.1.	Mise en œuvre pratique	41
3.2.	Dosage des flavonoïdes.....	41
3.2.1.	Mise en œuvre pratique	41
3.3.	Dosage des tanins condensés.....	41
4.	Test d'activité antioxydante par le piégeage du radical libre DPPH (2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl)	42
4.1.	Mise en œuvre pratique	44
5.	Expressions des résultats	44

Chapitre V : Résultats et discussion

I.	Rendements des extractions.....	50
II.	Dosage des composés phénoliques.....	51
III.	Activité antioxydante.....	52
1.	Test de réduction du radical libre DPPH	52
2.	Évaluation de la concentration inhibitrice de 50% du radical de DPPH (IC ₅₀) :	54
	Conclusion générale.....	61

Liste des figures

Figure 01 : Ammi visnaga [Photo prise mai 2011 par Kadri Hadjer]	13
Figure 02: Structure chimique des composés caractérisés la plante Ammi visnaga L.	14
Figure 03 : Structure du groupement phénolique.....	19
Figure 04: Squelette de base des flavonoïdes [14].....	22
Figure 05 : Principales classes de flavonoïdes [17].....	22
Figure 6 : Structure chimique d'un polyphénol de synthèse.....	28
Figure 7: Structure chimique d'un polyphénol (dendrimère de syringaldehyde).....	29
Figure 8 : Acide ascorbique.	30
Figure 9 :Structure chimique de l'alpha-tocophérol ou vitamine E	31
Figure 10 : Deux exemples des structures des caroténoïdes.	31
Figure 11: découpage administratif de la wilaya de Sidi Bel Abbes	38
Figure 12: Structure chimique du radical libre DPPH.	42
Figure 13 : Réduction du radical DPPH•[19].	43
Figure 14 : l'intensité de la coloration du DPPH en fonction de concentration des antioxydants présents dans le milieu [21].....	44
Figure 15 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Courbe d'étalonnage de la catéchine.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 17 : Teneur en phénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés de l'extrait hydroalcooliques d'Ammi visnaga.	51
Figure 18 : Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait d'Ammi visnaga comparés avec les trois standards.....	53
Figure 19 : Valeurs d'IC ₅₀ de l'extrait d'Ammi visnaga et les standards de références obtenus par le test du DPPH.....	55

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les principales classes des composés phénoliques.	20
Tableau 2 : Valeurs d'IC ₅₀ de l'extrait d' <i>Ammi visnaga</i> et les standards de références obtenus par le test du DPPH.....	54

Résumé

Le présent travail s'intéresse à l'étude phytochimique et à l'activité antioxydante de l'extrait hydroalcoolique de l'*Ammi visnaga* qui est une espèce appartenant à la famille des Apiaceae.

L'étude était faite sur la partie aérienne de notre plante en utilisant la macération par l'éthanol 80 %. Des dosages de composés phénoliques ont été réalisés sur l'extrait, suivis d'une évaluation de l'activité antioxydante en utilisant la méthode du piégeage du radical DPPH.

Les résultats du dosage montre que notre extrait est riche en phénol totaux suivi des flavonoïdes et des tannins avec des teneurs de l'ordre de 199 mg eq AG/ g, 91 mg eq C/ g et 37 mg eq C/ g respectivement. Les résultats de l'activité antioxydante révèlent que l'extrait de la Khella présentent un effet considérable avec un pourcentage d'inhibition maximal de 93.17% à la concentration 2 mg/ml et une valeur IC_{50} de 740 μ g/ml.

Mots clés : *Ammi visnaga*, métabolites secondaires, composés phénoliques, activité antioxydante.

Abstract

The present work focuses on the phytochemical study and antioxidant activity of the hydroalcoholic extract of *Ammi visnaga* which is a species belonging to the Apiaceae family.

The study was done on aerial part of our plant using maceration by ethanol 80 %. Phenolic compound assays were performed on the extract, followed by an evaluation of antioxidant activity using the DPPH radical scavenging method.

The results of the assay show that our extract is rich in total phenol followed by flavonoids and tannins with contents of the order of 199 mg eq AG/ g, 91 mg eq C/ g and 37 mg eq C/ g respectively. The results of the antioxidant activity reveal that Khella extract has a considerable effect with a maximum inhibition percentage of 93.17% at the 2 mg/ml concentration and an IC₅₀ value of 740 µg/ml.

Keywords : *Ammi visnaga*, secondary metabolites, phenolic compounds, antioxidant activity.

الملخص

يركز هذا العمل على الدراسة الكيميائية للنباتات والنشاط المضاد للأكسدة من خلاصة شجرة *Ammi visnaga* التي تنتمي إلى عائلة *Apiaceae* .

أجريت الدراسة على الجزء الجوي من نباتنا باستخدام نقع الإيثانول بنسبة 80%. تم إجراء فحوصات للمركبات الفينولية على المستخلص ، متبوعاً بتقييم نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقة الكسح الجذري DPPH.

تظهر نتائج الفحص أن مستخلصنا غني بالفينول الكلي يليه الفلافونويد والعفص بمحتويات من 199 مغ مكافئ AG / غ و 91 مغ مكافئ C / غ و 37 مغ مكافئ C / غ على التوالي. أظهرت نتائج الفعالية المضادة للأكسدة أن مستخلص الخلطة أظهر تأثيراً معنوياً بحد أقصى نسبة تثبيط 93.17% بتركيز 2 مغ / مل وقيمة IC50 تبلغ 740 ميكروغرام / مل.

الكلمات المفتاحية : *Ammi visnaga* ، المركبات الثانوية ، المركبات الفينولية ، النشاط المضاد للأكسدة.