

*République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen*

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



*Département de Biologie  
Laboratoire :*

*Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité  
Biologique*

*Master En Biologie*

*Option : Biochimie appliquée*

*En vue d'obtenir le diplôme de :*

*Mastero2*

*du thème*

**Contribution à l'étude de l'activité antioxydante de quelques plantes  
médicinales antidiabétiques**

*Présenté par : M<sup>elle</sup> Zirar Nesrine*

*Soutenue le 28 juin 2014 devant le jury composé de :*

M <sup>r</sup> DJAZIRI R	Professeur	Promoteur	Université de Tlemcen
M <sup>r</sup> AZZI R	Maitre de conférences	Examineur	Université de Tlemcen
M <sup>elle</sup> BENARIBA N	Maitre de conférences	Présidente	Université de Tlemcen

**Année Universitaire : 2013-2014**

## *Remerciements*

*T*out d'abord nous remercions le dieu d'avoir donné à l'homme le pouvoir de raisonner d'exploiter les vérités de l'univers.

*J*e tiens à exprimer ma plus vive reconnaissance à mon encadreur monsieur **Djaziri R.** professeur au département de Biologie Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen.

*M*onsieur **Azzi R.** maitre de conférence au département de Biologie Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen, d'avoir présidé le jury de ce travail.

*J*e tiens à exprimer mes sincères remerciements et gratitude à Melle **Benariba N.** maitre de conférences ou département de biologie Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen pour avoir accepter de présider le jury.

*U*n grand merci va à madame **Bachiri A.** doctorante en biochimie à l'Université de Abou Bekr Belkaïd Tlemcen pour son aide, pour le partage de ses expériences et son suivi, pour sa disponibilité et sa gentillesse.

*J*e tiens à remercier à **Mm Bouchrit Z.** professeur au département de biologie Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen, et directrice de laboratoire de recherche antibiotiques, antifongique, physico-chimie, synthèse et activité biologique pour sa disponibilité.

*M*erci à tous les personnes que j'ai mais je n'ai pas cité, j'espère n'avoir oublié personne dans le cas contraire. Merci

# Dédicace

*A mes parents*

*A ma famille*

*A mon fiancé*

*A mon cher et unique frère Mohammed pour son aide précieuse*

*A ma très chère sœur Chahinez*

*A mes amies*

*A toutes les mains qui m'ont été tendues....*

## Résumé

Le travail est réalisé dans le cadre d'évaluer l'activité antioxydante de quelques plantes médicinales *Cinnamomum cassia*, *Berberis vulgaris*, *Trigonella foenumgraecum*,

*Myrtus communis* et *Nigella sativa* qui sont utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète, seuls on se forme de mélanges

Les tests phytochimiques réalisés lors de cette étude révèle la présence des différentes familles de composés chimiques de métabolites secondaires existant à des teneurs variables selon la plante analysée.

Le dosage des polyphénols et des flavonoïdes totaux nous a permis de constater que l'extrait aqueux de *Myrtus communis* et *Cinnamomum cassia* présente le taux le plus élevé en polyphénols 295.43 et de 261.51  $\mu\text{g.Eq AG /mg}$  extrait respectivement, alors pour les flavonoïdes totaux l'extrait de *Berberis vulgaris* et de

*Cinnamomum cassia* présentent les teneurs les plus élevés 75.86 et de 231.15  $\mu\text{g.Eq}$  de catéchine/mg de extrait respectivement.

Le pouvoir antioxydant, a été mesuré à l'aide de la méthode de DPPH, et les résultats obtenus montrent que l'extrait de *Cinnamomum cassia* et *Myrtus communis* présentent le pouvoir antioxydant le plus élevé avec une  $\text{IC}_{50}$  = 5.87 et 6.30  $\mu\text{g/ml}$  respectivement .ces valeurs sont comparés avec ceux de l'acide ascorbique qui a une concentration de 0,3 mg/ml et avec un pourcentage de réduction 97.41%.

L'activité antiradicalaire semble être fortement liée à la richesse de ces plantes polyphénols et en flavonoïdes.

**Mots clés :** *Nigella sativa*, *Berberis vulgaris*, *Cinnamomum cassia*, *Myrtus communis*, *Trigonella foenumgraecum*, activité antiradicalaire, étude phytochimique, DPPH, polyphénols, synergie.

## Abstract

The work is performed under evaluate the antioxidant of some medicinal plants *Cinnamomum cassia* , *Berberis vulgaris*, *Trigonella foenumgraecum*, *Myrtus communis* , *Nigella sativa* which are traditionally used in the treatment of diabetes and the synergy between these plants.

Phytochemical tests in these studies reveal the presence of different families of existing chemicals with varied intensity of the other plant.

The dosage of polyphénols and flavonoids total we found that the aqueous of “myrtus communis” and “Cinnamomum cassia” present 295.43µg.EQ of Gallic acid/mg extract and 261.51µg.EQ of Gallic acid/mg extract then for total flavonoid extract “Berberis vulgaris” and “Cinnamomum cassia” have a content of 75.86 µg.EQ catechin/mg of extract and 231.15 µg.EQ catechin /mg of extract respectively these values comparing with those of ascorbic acid has a concentration from 0.3mg/ml and with a percentage reduction 97.41%.

Concerning the antioxidant activity, it was used the method of DPPH and the results showed that the extract of *Cinnamomum cassia* and *Myrtus communis* have the most antioxidant power with a IC50= 5.87 µg/ml and 6.30 µg/ml respectively.

The antiradical activity is strongly linked to the richness of these plants in polyphénols and in flavonoids .

**Keywords:** *Cinnamomum cassia*, *Berberis vulgaris*, *Trigonella foenumgraecum*, *Myrtus communis*, *Nigella sativa*, antiradical activity, phytochemical study, DPPH, polyphénols, synergy.

## ملخص

يتم تنفيذ العمل في إطار تقييم النشاط المضادة للأكسدة لبعض النباتات الطبية تدعى *Berberis vulgaris* , *Trigonella foenum-graecum* , *Myrtus communis* , *Nigella sativa* , *Cinnamomum cassia* والتي تستخدم عادة في علاج مرض السكري و كذلك التأزر بين هذه النباتات .

كشفت التجارب الكيميائية النباتية التي أجريت في هذه الدراسة عن وجود عائلات مختلفة من المركبات الكيميائية و التي تختلف من نبتة إلى أخرى.

تم تحديد الفينولات الكلية و الفلافونيدات فأثبتنا أن مستخلصات *Myrtus communis* و *Cinnamomum cassia* تحتوي على أكبر كمية من البوليفينول و التي تقدر ب  $295.43 \mu\text{g.Eq}$  و  $261.51 \mu\text{g/mg}$  على الترتيب, اما بالنسبة للفلافونيدات الكلية للمستخلصات *Berberis vulgaris* و *Cinnamomum cassia* تكشف عن مستوى مهم جدا منها تقدر ب  $75.86 \mu\text{g.Eq}$  و  $231.15 \mu\text{g.Eq}$  على الترتيب.

أما فيما يتعلق عن النشاط المضادة للأكسدة, استخدمنا طريقة DPPH حيث اظهرت النتائج أن مستخلص

*Myrtus communis* و *Cinnamomum cassia* لديهما نشاطات مضادة للأكسدة بنسبة كبيرة مع

$\text{IC}_{50} = 5.87 \mu\text{g/ml}$  et  $6.30 \mu\text{g/ml}$  على التوالي.

يمكن القول لن نشاطات مضاد الأكسدة ترتبط بتراء هذه النباتات بالبوليفينول و الفلافونيدات

كلمات البحث *Berberis vulgaris* , *Trigonella foenum-graecum* , *Myrtus communis* , *Nigella sativa* , *Cinnamomum cassia* النشاط المضادة للأكسدة , DPPH , التأزر , دراسة الكيمياء النباتية , الفينولات .

## Liste des tableaux :

<b>Tableau n°01</b> : la composition chimique de quelques plantes médicinales.....	<b>08</b>
<b>Tableau n°02</b> : l'activité biologique de quelques plantes médicinales .....	<b>09</b>
<b>Tableau n°03</b> : Les différentes méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante.....	<b>11</b>
<b>Tableau n°04</b> : quelques caractéristiques des extraits préparés de chaque plantes.....	<b>24</b>
<b>Tableau n°05</b> : Résultats des tests phytochimiques de chaque extrait.....	<b>26</b>
<b>Tableau n°06</b> : teneur en polyphénols totaux des extraits des plantes étudiées exprimée en (µg.Eq AG/mg extrait) ou (µg AG/100 g extrait).....	<b>28</b>
<b>Tableau n°07</b> : teneur en flavonoïdes totaux des extraits des plantes étudiées exprimée en(µg.Eq catéchine /mg extrait) ou (µg catéchine/100 g extrait).....	<b>31</b>
<b>Tableau n°08</b> : IC50 des extraits de notre plantes.....	<b>38</b>

## Listes des figures :

<b>Figure n°01 :</b> Structure de base des flavonoïdes.....	<b>05</b>
<b>Figure n°02 :</b> structure de tannin condensée et l'acide associé.....	<b>06</b>
<b>Figure n°03 :</b> Structure de tannin hydrolysable et leur monomère.....	<b>07</b>
<b>Figure n°04 :</b> plantes à étudiées.....	<b>13</b>
<b>Figure n°05 :</b> Montage de dispositif pour extraction sous reflux à chaud.....	<b>14</b>
<b>Figure n°06 :</b> Schéma explicatif pour préparation des extraits des plantes.....	<b>15</b>
<b>Figure n°07 :</b> forme libre et réduite du DPPH.....	<b>20</b>
<b>Figure n°08 :</b> rendement des extraits obtenus de chaque plante.....	<b>24</b>
<b>Figure n°09 :</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu ( $\lambda = 700\text{nm}$ ).....	<b>27</b>
<b>Figure n°10 :</b> Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage de flavonoïdes. ( $\lambda = 510\text{nm}$ ).....	<b>28</b>
<b>Figure n°11 :</b> a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « <i>Myrtus communis</i> » .....	<b>30</b>
b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « <i>Myrtus communis</i> ».....	<b>30</b>
<b>Figure n°12 :</b> a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « <i>Cinnamomum cassia</i> ».....	<b>31</b>
b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « <i>Cinnamomum cassia</i> » .....	<b>31</b>
<b>Figure n°13 :</b> a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « <i>Trigonella foenum greacum</i> » .....	<b>32</b>



b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Trigonella foenum greacum* ».....32

**Figure n°14 :** a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Berberis vulgaris* » .....33

b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Berberis vulgaris* »....33

**Figure n°15 :** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Nigella sativa* » .....34

b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Nigella sativa* » .....34

**Figure n°16 :** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour le mélange .....35

b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour le mélange .....35

**Figure n°17 :** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour l'acide ascorbique .....36

b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour l'acide ascorbique.36

**Figure n°18 :** histogramme des valeurs des concentrations finales inhibitrices 50 des différents extraits en µg/ml .....37

## Liste des abréviations

**µg/ml** : microgramme/millilitre

**Mg/kg**: milligramme/kilogramme

**mg/ml** : milligramme/millilitre

**ERO** : reactif oxygène species.

**MCV** : maladies cardiovasculaires

**BHA** : butylhydroxyanisole

**BHT** : butylhydroxytoluène

**DPPH**: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

**FRAP**: Ferric Reducing *Antioxidant* Power

**ORAC**: Oxygen Radical Absorbance Capacity

**TEAC**: acide 2'2, azino-bis-(3-éthylebenzothiazoline)-6-sulfonique

**OMS** : organisation mondiale de la santé

**Eq** : équivalent

**OMS**: organisation mondiale de la santé

**min** : minute

**Rdt** : rendement

**Ext** : extrait

**ARP** : pouvoir antiradicalaire

**MeOH** : méthanol

## Synthèse bibliographique

---

Le stress oxydatif se définit comme un déséquilibre de la balance oxydants/antioxydants en faveur des oxydants, entraînant des dommages cellulaires (**Atamer et al., 2008**). Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire, induite soit par production de radicaux libres, soit par diminution de la capacité de défense antioxydant

**(Dfraise et Pincemail, 2008).**

Les radicaux libres sont des espèces chimiques (atomes ou molécules) qui possèdent un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié) sur leur couche externe, rendant cette espèce chimique beaucoup plus réactive que l'atome ou la molécule dont il est issu (**Maritim, 2003**). Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, on distingue les radicaux primaires et les radicaux secondaires, qui se forment par réaction de ces radicaux primaires sur des composés chimiques de la cellule. Ces radicaux primaires dérivent de l'oxygène (**Yoshikawa, 2000**).

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO). Elles représentent la plus importante classe d'espèces réactives générées dans les organismes vivants à cause de l'importance du métabolisme aérobie (**Valko et al., 2007**). Notre organisme produit donc en permanence ces ERO, leur production est nécessaire pour le maintien du statut Redox de l'organisme, ainsi ces espèces sont impliquées dans la régularisation des activités cellulaires, signalisation et différenciation cellulaire, activation des voies métaboliques et immunité (**Manea et al., 2010**), aussi le fonctionnement de certaines neurones notamment ceux de la mémoire, et à la fécondation de l'ovule lors qu'ils agissent en faible concentration

**(Dalton et al., 2002).**

Mais L'excès de production de ces radicaux libres entraîne des conséquences cytotoxiques et des lésions tissulaires par dégradation des protéines, altération de l'ADN, des glucides et surtout des lipides constitutifs des membranes (**Cadet et al., 2002**).

Parmi les différentes classes de radicaux libres, les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont les radicaux les plus abondants. Cette classe de radicaux libres regroupe des radicaux qui dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron, comme l'anion superoxyde

( $O_2^{\bullet -}$ ), le radical hydroxyle ( $OH^{\bullet}$ ), le radical peroxy ( $ROO^{\bullet}$ ), le radical alkoxy ( $RO^{\bullet}$ ) et le radical perhydroxyle ( $HO_2$ ). (**Fang et al., 2002, Favier, 2006**).

## Synthèse bibliographique

---

En effet, les sources de radicaux libres sont très variées: la pollution atmosphérique, le tabac, le rayonnement UV, les radiations ionisantes, les radiations cosmiques, le métabolisme cellulaire (activité mitochondriale, réactions enzymatiques), l'inflammation et les métaux toxiques (chrome, cuivre) (**Favier, 2006 ; Uttara et al., 2009**).

Dans ce contexte, les EROs, devenues toxiques pour la cellule, peuvent être associées au développement de certaines pathologies telles que, les maladie d'Alzheimer

(**Smith et al., 1996 ;Smith et al., 2004**), de Parkinson (**Bolton et al., 2000**), les maladies cardiovasculaires et déficience cardiaque (**Jha et al., 1995**), les œdèmes et vieillissement prématuré de la peau (**Georgetti et al., 2003**) et le cancer (**Ali et al., 2008**) Le diabète les rhumatismes (**Favier, 2003**).

Le diabète est aujourd'hui une maladie métabolique grave menaçant, d'une manière croissante, la santé publique dans le monde (**Kebièche et al., 2011**).L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estimait à 220 millions le nombre d'individus affectés en2011.Ces anomalies représentent un important facteur de risque des maladies cardiovasculaires (MCV) (**Maahs et al., 2011**).

Plusieurs travaux rapportent une augmentation du stress oxydatif au cours du diabète, a la diminution des activités des enzymes antioxydants et des taux des vitamines antioxydantes (**Furukawa et al.,2004 ; Morrow, 2003**), les radicaux libre interviennent chez l'homme dans l'apparition des troubles de la sécrétion d'insuline et de la sensibilité à l'insuline qui caractérisent le diabète de type 2, d'une part, les cellules beta sont très sensibles au stress oxydatif, d'autre part de nombreuses données expérimentales indiquent que ce dernier pourrait représenter un mécanisme par lequel l'hyperglycémie chronique aggrave la fonction insulinosécrétoire dans la diabète de type 2 (**Morrow, 2003**), et aussi d'autre études sur les lignées cellulaires in vitro démontrent que le stress oxydatif inhibe la transduction du signal de l'insuline .en inhibant l'autophosphorylation de récepteur de l'insuline (**Hansen et al., 1999**) il inhibe également la translocation du transporteur de glucose GLUT4 et l'activation de la protéines kinase B stimulées par l'insuline dans les cellules adipeuses ces effet son bloqués en présence d'un antioxydant

(**Rudich et al., 1999**).

## Synthèse bibliographique

---

L'organisme a développé des systèmes de défense très efficaces contre la production des radicaux libres. Les molécules contrôlant cette production sont désignées par le terme «antioxydant». Du point de vue biologique, les antioxydants sont toutes substances qui, présentes à faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable, retardent ou inhibent significativement l'oxydation de ce substrat (**Abuja et Albertini., 2001**) et dont les produits de la réaction entre l'oxydant et l'antioxydant ne doivent pas être toxiques et ne branchent pas la réaction radicalaire (**Durackova, 2008**).

Les systèmes de régulation se composent d'enzymes antioxydantes tels que les superoxydes dismutase (**Landis et Tower, 2005**), la catalase et plusieurs formes de peroxydases à glutathion (**Valko et al., 2007**), et les antioxydants non enzymatique tels que, sélénium, la vitamine C (**Valko et al., 2007 ; Van Antwerpen, 2006**), la vitamine E (**Pryor, 2000 ; Valko et al., 2007**).

Par ailleurs, Les antioxydants de synthèse Le butylhydroxyanisole (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT), les esters de l'acide gallique (gallate de propyle, gallate d'octyle et gallate de dodécyle) sont des antioxydants synthétiques lipophiles. Le BHA et le BHT sont les plus fréquemment utilisés. Ceux-ci sont principalement employés comme conservateurs, à faible concentration, dans les produits cosmétiques et alimentaires afin de protéger les lipides du rancissement. Néanmoins, leur utilisation reste controversée, les produits de dégradation du BHA et du BHT étant suspectés d'être cancérigènes

(**Ito et al., 1983 ;Chen et al., 1992**).

Les scientifiques se trouvent devant l'obligation de chercher de nouveaux moyens de lutte. en effet, ces problèmes mettent la praticien dans des situation délicates surtout lorsque la vie de malade est mise en jeu .La solution de ces problèmes s'avère donc urgente et impose la recherche de nouvelles molécules (**Aburjai et al., 2001 ; Chebaibi et al., 2007**). C'est sur cette base que des produits alternatifs d'origine naturels doivent être disponibles, et variés pour qu'il y ait un véritable choix de traitement, c'est le domaine de la phytothérapie. La phytothérapie souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques (**Iserin et al., 2001**).

## Synthèse bibliographique

---

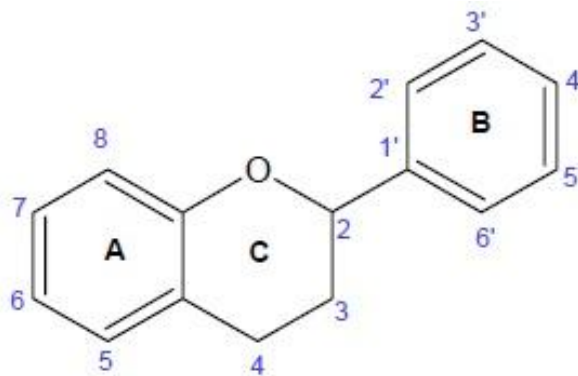
Aujourd'hui, les plantes médicinales retrouvent leur place dans notre vie quotidienne. Leur efficacité et leur innocuité sont recherchées et intensément étudiées. En Afrique, jusqu'à 80% de la population utilise les plantes médicinales pour répondre à ses besoins de soins et de santé primaire (**OMS, 2003**). En outre les plantes ont les particularités de présenter un important métabolisme secondaire. Ils synthétisent un grand nombre de substances chimiques appelés métabolites secondaire (**Krief, 2003**). Ces métabolites secondaires qui peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la survie des plantes (**Sylnain, 2011**).

Actuellement plus de 100000 métabolites secondaire ont été identifié, ils appartiennent à trois classes principales qui sont les terpènes (un groupe des lipides), les alcaloïdes (dérivés d'acides aminées), et les composés phénoliques (dérivés de glucides) (**Benamor, 2008**)

Les composés phénoliques sont appelés aussi les polyphénols, font l'objet de nombreuses recherches. Ils sont largement utilisés en thérapeutique comme inhibiteurs enzymatique, antioxydants et anti radicalaires (**El-demerdash et al., 2005 ; Gehin et al., 2006 ; Bouayed et al., 2007 ; Sivapriya et al., 2007**). Les polyphénols constituent un des groupes les plus nombreux et largement distribué des substances dans la reigne végétal, avec plus de 8000 structures phénoliques connues. Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire et présents dans tous les organes de la plante. Ils possèdent plusieurs groupement phénoliques, avec ou non d'autres fonctions (OH alcoolique, carboxyle,...). (**Dacosta, 2003**). Parmi les composés phénoliques connus : les flavonoïdes, les tannins , les quinones, les coumarines (**Laraoui, 2007**)

Le nom flavonoïde est dérivé du mot grec «*FLAVUS*» qui veut dire jaune. Les flavonoïdes sont des constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien, à l'exception des algues. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (**Nkhili, 2009**)

Les flavonoïdes représentent la plus grande classe des polyphénols. On estime que 2% de l'ensemble du carbone photo-synthétisé par les plantes est transformé en flavonoïdes. Structuralement les flavonoïdes ont un squelette de base commun constitué de 15 atomes de carbone assemblés en trois cycles nommés A, C et B. Selon la structure du cycle intermédiaire (cycle C) (**Dacosta, 2003**).



**Figure 01** : Structure de base des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont des propriétés physico-chimique et biologiques diverses en l'occurrence la solubilité, l'absorption de la lumière UV et visible, ainsi que la coloration des plantes en bleu, rouge, mauve rose ou orange (**Chebil, 2006 ; Gravot, 2009**).

Plusieurs études ont souligné que les flavonoïdes de différentes sources botaniques agissent comme antioxydants puissants. Selon **Cheng** le thé peut être utile dans le contrôle de l'obésité, par la stimulation du métabolisme des lipides hépatique, de l'inhibition de lipase, de la modulation de l'appétit ou du synergisme avec de la caféine (**cheng, 2006**), grâce à sa richesse en flavonoïdes tels que le flavanols et flavonols qui représentent 30 - 42 % de la masse sèche des feuilles (**Brown, 1999**). L'obésité est maintenant identifiée comme un état d'inflammation chronique (**Lyon et al., 2003**). Une caractéristique des patients obèses est le développement de la résistance d'insuline et par conséquent du diabète type 2. Le diabète sucré est lié à la rétinopathie diabétique, plaques athérosclérotiques néphropathie.

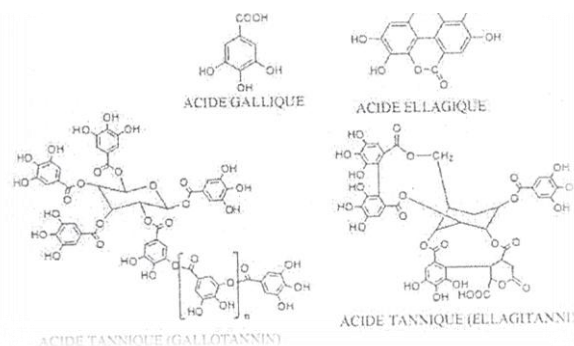
(**Soares et Azevedo, 2007**). D'autres études ont montré que les polyphénols de cannelle améliorent également la sensibilité d'insuline en réduisant le triglycéride, le cholestérol total et la HDL-cholestérol sanguin. La consommation d'extrait aqueux de cannelle améliore la tension artérielle systolique et le pourcentage de la graisse du corps (**Anderson, 2008**), un extrait d'aloë vera riche en polyphénol (350mg/kg) administré oralement aux souris iICR (résistantes à l'insuline), pouvait diminuer de manière significative les niveaux de glucose et poids corporel, d'où la suggestion que l'aloë vera pourrait être efficace dans le contrôle de la résistance à l'insuline de (**Pérez et al., 2007**).

## Synthèse bibliographique

---

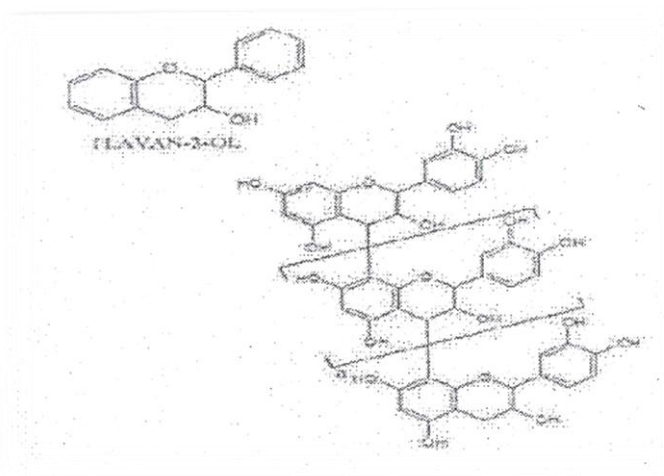
Les tannins ce sont des composés polyphénoliques qui permettent de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections. Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples, pour drainer les sécrétions excessives, pour réparer les tissus endommagés par une brulure (**Nowitz et Bottet, 2000**). Le rôle biologique des tanins dans la plante est lié à sa propre protection contre les infections, les insectes, et les animaux herbivores (**Khanbaba et Ree, 2001**), en plus de la protection contre les infections fongiques et bactériennes (**Peronny, 2005**)

Les tannins sont très répandus dans la règne végétal, ils sont particulièrement abondants chez les conifères, les fagacées, les rosacée (**Ghestem et al., 2001**). tous les organes végétaux peuvent en renfermer (l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits, les racines, les grains) (**Khanbaba et Ree, 2001**). Les tannins sont présents dans une variété de plantes utilisée dans l'alimentation notamment les céréales, les légumineuses (abricots sec, petit pois,...) et les fruits (pomme, raisin, datte,...). Sur la base de leur caractéristique structurale, il est possible de diviser les tannins en 2 groupes : les tannins condensés (proanthocyanidines) et les tannins hydrolysables. Tannins condensés ce sont des polymères ou oligomères flavanique, constitués d'unités flavan-3-ol, le plus souvent épicatechine et catéchine, avec un degré de polymérisation compris entre deux et plus de 50 unités ( **Khanbaba et Ree, 2001** ).Tannins hydrolysables : Ce sont des oligo ou polyesters d'un sucre (ou d'un polyol apparenté) et d'un nombre variable d'acide phénolique. Le sucre est très généralement le glucose. L'acide phénolique soit l'acide gallique dans le cas des tannins galliques... (**Bruneton, 1999**)



**Figure 02** : structure de tannin condensée et l'acide associé (**Peronny, 2005**)





**Figure 03 :** Structure de tannin hydrolysable et leur monomère (Peronny, 2005)

De nombreuses plantes aromatiques ou médicinales, renferment ces substances antioxydantes (Bravo, 1998 ; Anderson et al., 2001). Récemment, l'attention s'est portée sur les herbes et les épices qui ont une capacité antioxydante non négligeable, parfois même plus élevée que celle de certains fruits et légumes et qui peuvent être employés pour se protéger contre les effets du stress oxydant (Mata et al., 2007).

Au cours de ces dernières années, l'étude ethnobotanique des plantes utilisées comme antidiabétiques a suscité un grand intérêt. D'après les études ethnobotaniques réalisées par Allali et al et Azzi et al, *Berberis vulgaris*, appelé communément Ghriss est utilisé par la population locale de Tlemcen, pour traiter le diabète sucré (Allali et al., 2008 ;

Azzi et al., 2012).

En Algérie, la décoction et l'infusion des racines et feuilles de *Berberis vulgaris* sont utilisées pour traiter le diabète sucré (Meliani et al., 2011 ; Azzi et al., 2012). Dans la région de Tlemcen, les informations ethnobotaniques recueillies par Benmehdi en 2000 confirment l'importante dépendance de la population locale vis-à-vis les plantes médicinales pour traiter le diabète. Plus de 80 espèces de plantes médicinales réputées pour leurs effets antidiabétiques telles que : *Trigonella foenumgraecum*, *Citrullus colocynthis*, *Ammoides verticillata*, *Globularia alypum* etc... (Benmehdi, 2000)

## Synthèse bibliographique

---

Dans certains systèmes de médicaments traditionnels, le mélange des plantes sont utilisées plutôt que d'une espèce, bien que les mêmes concepts de synergie s'appliquent; c'est-à-dire le mélange des deux (ou plusieurs) espèces pour donner une meilleure activité

(Mukherjee et al., 2008). Plusieurs autre études ont montrées que L'activité de la combinaison est de huit fois supérieure à celle des composés individuels

(Fivelman et al., 2004 ; Srivastava et Vaidya, 1999).

**Tableau 01** : la composition chimique de quelques plantes médicinales

La plante	Composition chimique	Référence
<i>Myrtus communis</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monoterpènes : l'<math>\alpha</math>-pinène</li><li>• Composés polyphénoliques : l'acide gallique, l'acide ellagique.</li><li>• Acide caféique, la (-) catéchine, la (-) épicatechine, la (-) épigallocatechine.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• (Lawrence, 1976)</li><li>• (El-Sissi et El-Ansary, 1967)</li><li>• (Romani et al., 1999)</li></ul>
<i>Cinnamomum Cassia</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flavonoïde : catéchine, flavanols.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• (Picher et al.1984 ; Ahmed et al., 1970)</li></ul>
<i>Nigella sativa</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monoterpènes</li><li>•Alcaloïdes : Nigellicine Nigellidine.</li><li>• Flavonoïdes.</li><li>• les sels minéraux : vitamines B 1, B2, B6, PP et de l'acide folique.</li><li>• Sélénium.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• (Burits et Bucar, 2000)</li><li>• (Atta-Ur-Rahman et al., 1995)</li><li>• (Merfort et al.,1997)</li><li>• (Nergiz et Ötles, 2003)</li><li>• (Al-Saleh et al., 2006)</li></ul>
<i>Berberis vulgaris</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flavonoïde : Feuilles</li><li>• Flavonoïde : Fruits</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•(Imanshahidi et Hosseinzadeh, 2008)</li><li>• (Mortzaeinezahad et Safavi, 2011)</li></ul>

## Synthèse bibliographique

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcaloïde : racine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Yusupov <i>et al.</i>, 1990) ; (Khamidov <i>et al.</i>, 1995)</li> </ul>
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcaloïdes : la trigonelline</li> <li>• Flavonoïdes, Stérols, Tannins.</li> <li>• Glucides</li> <li>• Saponosides</li> <li>• Acide aminé : 4-hydrox-isoleucine</li> <li>• Protéines ; Albumine, Huile d'éther, Glycérides, Acides Gras insaturés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Marles et Farnsworth, 1994 ; Dey <i>et al.</i>, 2002)</li> <li>• (Ghani, 2003).</li> <li>• (Shirani et Ganesharane, 2008).</li> <li>• (Uemura <i>et al.</i>, 2011).</li> <li>• (Broca <i>et al.</i>, 1999).</li> <li>• (Maletic et Jevdjovic, 2007).</li> </ul>

**Tableau 02** : l'activité biologique de quelques plantes médicinales

Les plantes	Activités biologique	Reference
<i>Myrtus communis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité antioxydante</li> <li>• Antiseptique et antimicrobienne</li> <li>• Anti-parasitaires</li> <li>• Anti-génotoxiques</li> <li>• Anti-hyperglycémiant</li> <li>• Anti-inflammatoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Gardeli <i>et al.</i>, 2008).</li> <li>• (Bharate, 2007)</li> <li>• (Azadbakht <i>et al.</i>, 2003)</li> <li>• ( Hayder <i>et al.</i>, 2003 ;Romani <i>et al.</i>, 2004)</li> <li>• (Onal <i>et al.</i>, 2005)</li> <li>• (Al hindawi <i>et al.</i>, 1989)</li> </ul>
<i>Cinnamomum Cassia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité antioxydante et antimicrobienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Mancini-filho <i>et al.</i>, 1998 ; Lopez <i>et al.</i>, 2005) ; (Shan <i>et al.</i>, 2005) .</li> <li>• (Khan <i>et al.</i>, 2003 ; Verspohl <i>et al.</i>, 2005)</li> </ul>

## Synthèse bibliographique

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antidiabétique</li> <li>• Anti-tumorale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(Picher et al., 1984 ; Ahmed et al., 1970).</b></li> </ul>
<b><i>Nigella sativa</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anti-inflammatoire</li> <li>• Antidiabétique</li> <li>• effet cytotoxique</li>   <li>• Antioxydant</li> <li>• Activité anti-tumorale</li> <li>• Activité analgésique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(Ghannadi et al., 2005).</b></li> <li>• <b>(AL-Hader et Aqel, 1993 ).</b></li> <li>• <b>(Badary et al., 2000 ; El Dakhakhny et al., 2000 ;El-Daly, 1998 ; Nair et al., 1991).</b></li>   <li>• <b>(Burits et Bucar, 2000).</b></li>   <li>• <b>(Salomi et al., 1991).</b></li>   <li>• <b>(Khanna et al., 1993).</b></li> </ul>
<b><i>Berberis vulgaris</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité antidiabétique</li> <li>• Antioxydante</li> <li>• Activité hypotensive</li> <li>• Antiinflammatoire</li> <li>• Activité antimicrobienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(Meliani et al., 2011).</b></li>   <li>• <b>(Zovko Cončić et al., 2010).</b></li>   <li>• <b>(Fatehi et al., 2005 ).</b></li>   <li>• <b>(Ivanovska et Philipov, 1996).</b></li>   <li>• <b>(Kosalec et al., 2009)</b></li> </ul>
<b><i>Trigonella foenum-greacum</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antidiabétique</li> <li>• Anti-inflammatoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>(Shane-McWhorter, 2009).</b></li> <li>• <b>(Ghani, 2003 ; Uddin, 2006).</b></li> </ul>

Il existe plusieurs méthodes utilisées pour déterminer l'activité antioxydante « *in vitro* » d'un échantillon mais chacun de ces méthodes a des avantages et des inconvénients ; le tableau ci-dessous résume ces différentes méthodes :

# Synthèse bibliographique

**Tableau n°03** : les différentes méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante

Méthode de l'évolution de l'activité antioxydante « in vitro »				
tests	DPPH	ABTS ou TEAC	FRAP	ORAC
<b>Mécanisme réactionnels</b>	• Transfère d'électron majoritaire	• Transfère d'électron ou de proton	• Transfère d'électron	• Transfère de proton
<b>Nature des molécules testées</b>	• Hydrophile et lipophiles	• Hydrophile et lipophiles	•hydrophiles	•hydrophiles et lipophiles
<b>Expression des résultats</b>	• CI50 et/ou en mg ou $\mu$ mol équivalent Trolox®	• CI50 et/ou en mg ou $\mu$ mol équivalent Trolox®	•en mg ou $\mu$ mol équivalent Fe <sup>2+</sup>	• CI50 et/ou en mg ou $\mu$ mol équivalent Trolox®
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•très facile à mettre en œuvre</li> <li>• peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• très facile à mettre en œuvre</li> <li>• cinétique de réaction très rapide</li> <li>• peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• très facile à mettre en œuvre</li> <li>•peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•facile à mettre en œuvre</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• encombrement stérique de molécules à hauts poids moléculaires</li> <li>•interférences possibles à 515 nm</li> <li>•forte dépendance au pH et au solvant</li> <li>• radical inexistant <i>in vivo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produits de dégradation antioxydants</li> <li>• radical inexistant <i>in vivo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•pH utilisé non physiologique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mécanismes de génération des ROO• non physiologique</li> <li>• interférences possibles des protéines</li> </ul>
<b>Références</b>	(Brand-Williams <i>et al.</i> , 1995) ; (Pinelo <i>et al.</i> , 2004)	(Awika <i>et coll.</i> , 2003) ; (Arts <i>et al.</i> , 2004);( Osman <i>et al.</i> , 2006)	(Benzie <i>et Strain</i> , 1996) ; (Ou <i>et al.</i> , 2002)	(Ou <i>et al.</i> , 2001); (Lopez <i>et al.</i> , 2003)
[Prior <i>et al.</i> , 2005]				

## Synthèse bibliographique

---

Selon la bibliographie, les plantes médicinales sont souvent utilisées sous forme de mélange afin de bénéficier de leur effet complémentaire ou synergique. L'objectif de notre étude porte sur l'étude de propriété antioxydante d'un mélange des plantes constitués de : *Myrtus communis*, *Cinnamomum Cassia*, *Nigella sativa*, *Berberis vulgaris*,

*Trigonella foenum-graecum*. Ces plantes sont connues par leurs diverses propriétés biologiques et utilisées en médecine traditionnelle.

Ce travail réalisé au sein du laboratoire Antibiotique Antifongique : Physico-chimie, synthèse, et Activités biologiques, Au cours de ce travail, on réalise.

- \* Une préparation des extraits de chaque plantes.
- \* Une analyse phytochimique des extraits préparés en vérifiant la présence ou l'absence de polyphénol, flavonoïde, saponoside, tannin, les sucres,....
- \* Un dosage de polyphénols et de flavonoïde totaux dans chaque extrait.
- \* Une étude antiradicalaire, en testant l'effet des extrais de chaque plantes plus le mélange sur la réduction du radical libre le DPPH

*Matériels et méthode*

# Synthèse bibliographique

---

## 1. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est représenté par : les feuilles de

*Myrtus communis*, les racines de *Berberis vulgaris*, l'écorce de *Cinnamomum cassia*, les graines de *Trigonella foenumgraecum* et les graines de *Nigella sativa*. Ils sont achetés auprès d'herboristes de la ville de Tlemcen.



*Nigella sativa*

( Nigelle , Habet El-baraka)



*Berberis vulgaris*

(Vinettier, Ghriss)



*Myrtus communis*

(Myrte, Rayhan)



*Cinnamomum cassia*

(Cannelle, Korfa)



*Trigonella foenumgraecum*

(Fenugrec, Halba)

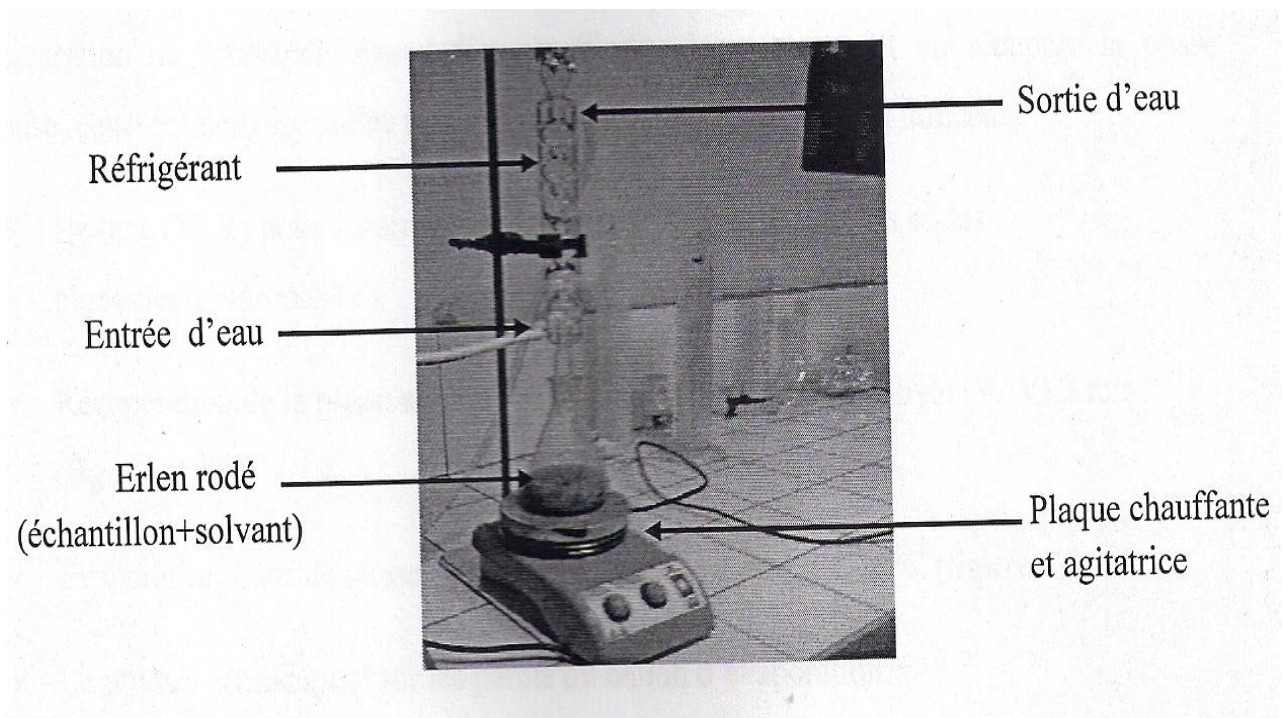
**Figure n°04** : plantes à étudiées : nom scientifique et nom vernaculaire



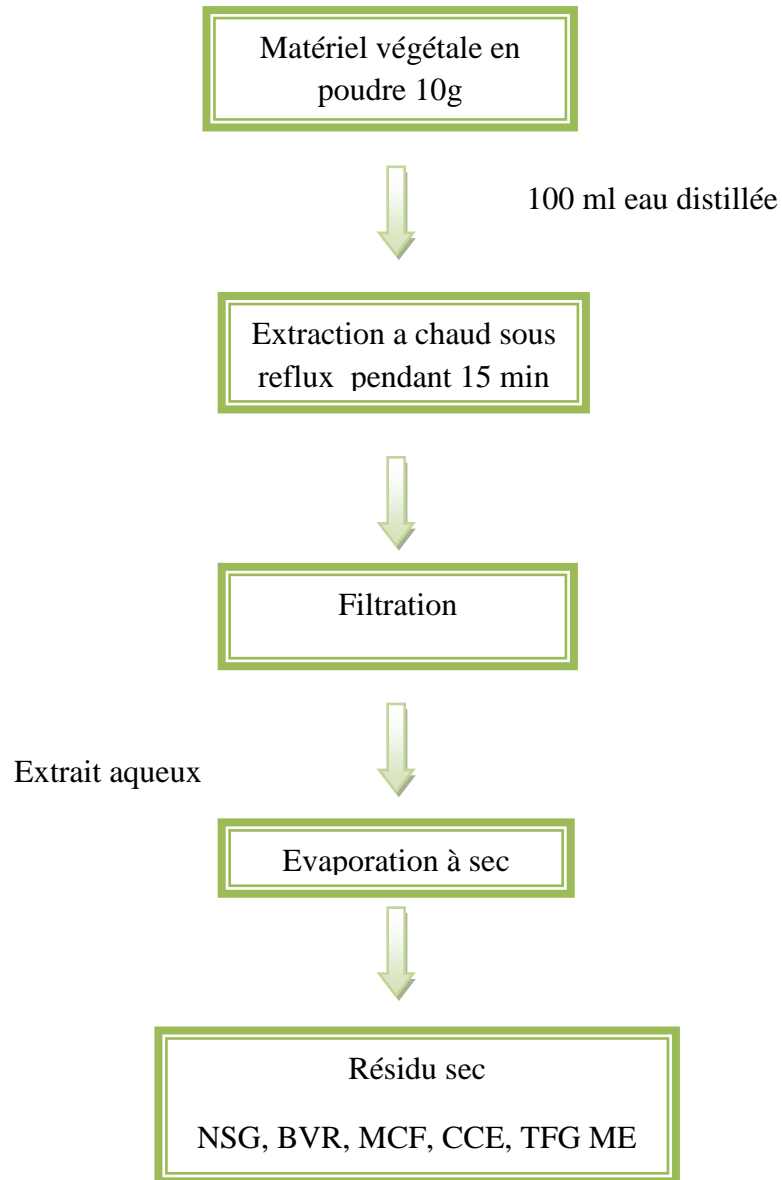
## 1. Méthodes :

### 1.1. Préparation des extraits aqueux :

- 10g de matériel végétal broyé est placé dans 100ml de l'eau distillée et porté à ébullition sous reflux avec agitation pendant 15 min ;
- La solution obtenue est filtrée après refroidissement, filtration sur papier filtre
- Evaporation à sec du filtrat à l'étuve pendant 24h ;
- Récupération du produit solide conserver à 4°C .



**Figure n°05 :** Montage du dispositif d'extraction sous reflux à chaud



**Figure n°06 :** Schéma explicatif pour préparation des extraits aqueux des plantes

**NSG :** graine de *Nigella sativa*

**CCE :** écorce de *Cinnamomum cassia*

**BVR :** racine de *Berberis vulgaris*

**TFG :** grain de *Trigonella foenumgraecum*

**MCF :** feuille de *Myrtus communis*

**ME :** Mélange

### 2.3.1 Calcul des rendements en extraits :

Le rendement en extrait sec obtenu après évaporation est calculé selon le rapport suivant :

*P1 : poids de ballon après évaporation*

$$\text{Rdt (\%)} = (p1-p2/p3) \times 100$$

*p2 : poids de ballon avant évaporation (ballon vide)*

*P3 : poids de matière végétale de départ*

### 2.2. Screening phytochimique des extraits :

Un criblage phytochimique est réalisé dans les extraits préparés, afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de certains composés chimiques en utilisant des réactifs spécifiques comme indiqué ci-dessous :

#### \* Les flavonoïdes :

Traiter 1ml de chaque extrait avec quelques gouttes d'HCl concentré, ajouter quelques milligrammes de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge orange et rose (N'Guessan et al, 2009).

#### \* les tannins :

A 1 ml de chaque extrait, on ajoute 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl<sub>3</sub> à 1%. Après quelques minutes d'incubation, un test positif est révélé par l'apparition d'une couleur bleu ou verte foncée (Karumi et al., 2004).

#### \* Les alcaloïdes :

La présence ou l'absence des alcaloïdes est confirmée par 2 essais :

A 2 ml de chaque extrait, on ajoute 5 ml d'HCl à 1%, incubation au bain marie, on divise chaque extrait en deux parties puis on ajoute au premier le réactif de Mayer, au

## Synthèse bibliographique

---

Second le réactif de Wagner. La formation d'un précipité blanc ou brun révèle la présence des alcaloïdes (**Majob, 2003**)

\* **Stérols et triterpènes : « réaction de libermann-Burchard »**

A 1ml de chaque extrait, on ajoute 1 ml d'anhydride acétique et quelques gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. Les stéroïdes donnent avec cette réaction une coloration violacée au vert ou une couleur rouge marron de la couche d'interface indiquant la présence des saponosides triterpéniques. (**Edeoga et al., 2005**).

\* **Les quinones libres :**

A 1 ml de chaque extrait, on ajoute quelques gouttes de NaOH à 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres.

\* **Les terpénoïdes :**

Traiter 1 ml de chaque extrait avec 0,4 ml de chloroforme et 0,6 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, la présence des terpénoïdes est révélée par l'apparition de deux phases et une couleur marron en interphase (**Khan et al., 2011**)

\* **Les anthraquinones :**

A 1ml de chaque extrait, on ajoute 0,5 ml de NH<sub>4</sub>OH à 10% et on agite. L'apparition d'une couleur violette indique un test positif. (**Oloyede, 2005**).

\* **Les sucres réducteurs :**

A 5 ml de chaque extrait et 1ml de liqueur de Fehling (A+B) chauffé au bain marie pendant 5min. L'apparition d'un précipité de couleur rouge brique indique un test positif. (**Cai et al., 2011**).

\* **Les amines :**

On applique sur papier filtre une goutte de chaque extrait, après séchage à 80°C (à l'étuve), on ajoute une goutte de la ninhydrine. Le papier est séché à l'étuve (110°C) pendant 5 min. L'apparition d'une tache violette indique un test positif

## \* Les saponosides

1ml de l'extrait plus 2ml de l'eau distillé chaude est agité pendant 15 secondes puis laissé au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieur à 1 cm indique la présence de saponosides (N'Guessan *et al.*, 2009).

## 2.2.2. Dosage de polyphénols et de flavonoïdes totaux :

### a. dosage des polyphénols totaux

#### ❖ Principe

La quantification des polyphénols totaux est réalisée par une méthode à base de Folin Ciocalteu, ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et l'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène.

La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 700 est 750 nm. Elle est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans des extraits végétaux (Ardestani *et al.*, 2007)

#### ❖ Mode opératoire :

- ✓ 0.1 ml de l'échantillon de chaque extrait est mélangé avec 2ml d'une solution de carbonate de sodium à 2% ;
- ✓ Agitation des tubes au vortex ;
- ✓ Incubation pendant 5min à température ambiante ;
- ✓ Addition de 100 $\mu$ l de réactif Folin Ciocalteu à 0,2N ;
- ✓ Incubation pendant 30 min à température ambiante et à l'abri de la lumière ;
- ✓ La lecture se fait à 700 nm contre le blanc.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif à différentes concentrations initiales (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 mg/ml).

## Synthèse bibliographique

---

Les résultats sont exprimés en ( $\mu\text{g AG/mg Ext.}$ ) ou ( $\mu\text{g AG/100g Ext.}$ ). Calculée selon la formule suivante :

$$\text{Quantité de polyphénols} = a .f/b$$

a : Concentration des flavonoïdes en mg/ml déterminée à partir de la courbe étalon

f : Facteur de dilution (x22)

b : Concentration initiale de l'extrait (1 mg/ml)

### **b.dosage des flavonoïdes totaux :**

#### **❖ Principe :**

La quantification du taux de flavonoïde est estimée par la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) et la soude ( $\text{NaOH}$ ). Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, et la soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm (**Vladimir et al., 2011**).

#### **❖ Mode opératoire :**

- ✓ 250  $\mu\text{l}$  de chaque extrait est mélangé avec 1ml d'eau distillé ;
- ✓ Addition de 75  $\mu\text{l}$  d'une solution de nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) à 15% ;
- ✓ Agitation puis incubation pendant 6min à température ambiante ;
- ✓ Addition de 75 $\mu\text{l}$  de chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$ ) à 10% ;
- ✓ Agitation puis incubation pendant 6 min ;
- ✓ Addition de 1ml d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) à 4% ;
- ✓ Le volume total est complété à 100 ml d'eau distillé ;
- ✓ Agiter et laisser reposer pendant 15 minutes ;

La mesure de l'absorbance est faite à 510 nm contre le blanc. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif à différentes concentrations (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1mg/ml)

## Synthèse bibliographique

---

Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent de la catéchine /mg d'extrait sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Quantité de flavonoïde} = a \cdot f / b$$

a : Concentration des flavonoïdes en mg/ml déterminée à partir de la courbe étalon

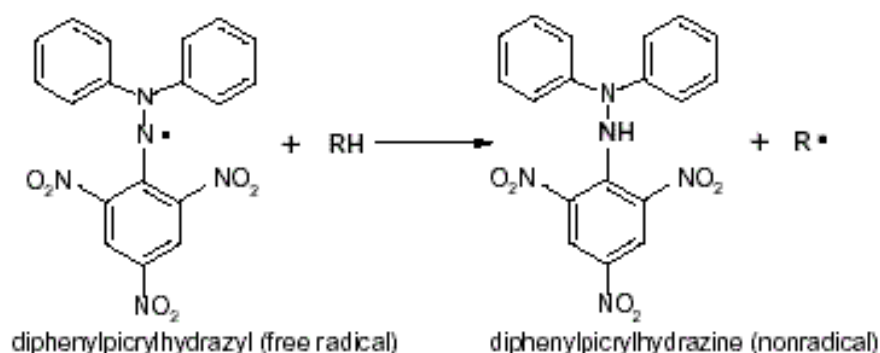
f : Facteur de dilution (x10)

b : Concentration initiale de l'extrait (1mg/ml)

### Evaluation de l'activité antiradicalaire (Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) :

#### ❖ Principe :

Pour évaluer l'activité antiradicalaire, nous avons utilisé la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) selon le protocole décrit par **Sanchez et al., (1998)**. Le DPPH est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. En présence des composés anti-radicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune. Le DPPH réagit avec un antioxydant par arrachement d'un hydrogène, il se forme alors le 2,2-diphénylhydrazine DPPH<sub>2</sub> (**figure n° 03**)



**Figure n°7** : forme libre et réduite du DPPH (**Brand-williams et al., 1995**)

## ❖ Mode opératoire

Le test de DPPH a été effectué selon le protocole de **Atoui et al., (2005)**

- ✓ Préparation de la solution de DPPH à la concentration de 0.025mg/ml dans du méthanol ;
- ✓ Préparation de la solution d'extrait dans du méthanol à différentes concentrations ;
- ✓ Préparation de la gamme d'acide ascorbique dans le méthanol (standard) à différentes concentrations (0,2-7,5 µg/ml) ;
- ✓ Un volume de 50µl des différentes concentrations de chaque extrait est ajouté à 1950 µl de la solution du DPPH ;
- ✓ Pour chaque concentration un blanc est préparé ce qui concerne le contrôle négatif, en mélangeant 50µl du méthanol avec 1950 µl de la solution de DPPH;
- ✓ incubation pendant 30 min à température ambiante, à l'obscurité ;
- ✓ chaque concentration est répétée trois fois ;
- ✓ la lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

## ❖ Expression des résultats

- Calcul des pourcentages d'inhibitions

Le pourcentage est calculé selon la formule suivante :

$$I\% = ((Ac-At)/Ac)*100$$

Ac : absorbance du contrôle

At : absorbance de l'extrait testé

- **Détermination IC50 :**

La valeur IC50 ou concentration d'inhibition 50 est la concentration du substrat qui assure la réduction de 50% de l'activité du DPPH déterminée graphiquement (**Samarth et al., 2008**).



## Synthèse bibliographique

---

- **Calcul de l'activité antiradicalaire: (Scavenging activity)**

L'activité antiradicalaire est déterminée en calculant l'inverse des valeurs des IC50 (Maisuthisakul et *al.*, 2007).

$$\text{ARP} = 1/\text{IC50}$$

**ARP** : pouvoir antiradicalaire

**IC50** : concentration de l'extrait nécessaire pour réduire à 50% la concentration initiale du radical DPPH

*Résultats*

*Et*

*Interprétations*

# Synthèse bibliographique

---

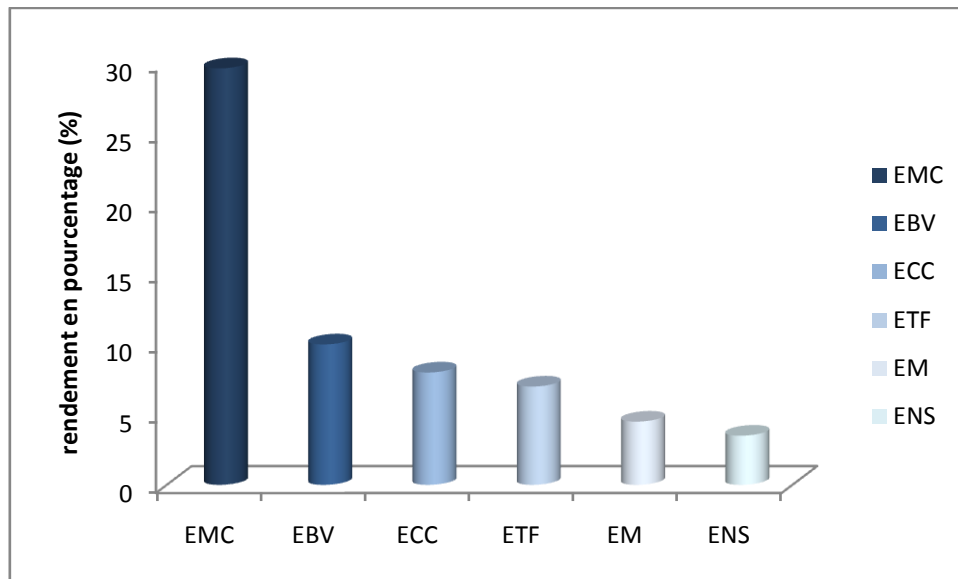
## 1. Etude phytochimique

### 1.1 caractérisation des extraits

Après extraction, séchage, récupération des extraits sous forme sec, de couleur variable avec des rendements différents, **le tableau n°04** résume les caractéristiques de chacun de ces extraits

**Tableau n°04** : quelques caractéristiques des extraits préparés de chaque plantes

Extrait de :	Rendement %	aspect	couleur	Solubilité
<i>Nigella sativa</i>	3.5%	Poudre	Jaune clair	Eau
<i>Cinnamomum cassia</i>	8%		Marron orangé	
<i>Myrtus communis</i>	29.66%		Marron foncé	
<i>Trigonella foenumgraecum</i>	7%		Jaune clair	
<i>Berberis vulgaris</i>	10%		Marron foncé	
Mélange	4.5%		Jaune clair	



**Figure n° 08 :** rendement des extraits obtenus à partir de chaque plante

**EMC :** Extrait de *Myrtus communis*.

**ETF :** Extrait de *Trigonella foenumgraecum*.

**EBV :** Extrait de *Berberis vulgaris*.

**EM :** Extrait du mélange des 5 plantes

**ECC :** Extrait de *Cinnamomum cassia*.

**ENG :** Extrait de *Nigella sativa*.

D'après les résultats obtenus ; on remarque que le rendement le plus élevé est celui de l'extrait de la *Myrtus communis*, il est de (29.66%).

De plus, les résultats montrent que le rendement des trois extraits suivants :

*Berberis vulgaris*, *Cinnamomum cassia* et *Trigonella foenumgraecum* ont presque le même rendement.

Cependant, l'extrait de *Nigella sativa* (3.5%) et le mélange (4.5%) présentent un faible rendement par rapport aux autres extraits.

Aussi, les résultats mentionnés dans le tableau montrent que tous nos extraits sont récupérés sous forme de poudre et de couleurs caractéristiques. De plus ces extraits sont solubles dans l'eau.

# Synthèse bibliographique

## 1.1. Tests phytochimiques

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différents familles de composés existant dans la partie de la plante par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitations ou de colorations par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé. Les résultats obtenus sont représentés dans le **tableau n°5**

**Tableau n°05:** Résultats des tests phytochimiques de chaque extrait.

Les composés		<i>Myrtus communis</i>	<i>Berberis vulgaris</i>	<i>Cinnamomum cassia</i>	<i>Nigella sativa</i>	<i>Trigonella foenum greacum</i>	mélange
Les Flavonoïdes		+++	-	+	-	++	+
Tannin	gallique	+++	-	-	-	-	+++
	Catéchiques	-	+++	+++	++	++	---
Les alcaloïdes	Mayer	-	+++	-	-	-	-
	Wagner	-	+++	-	-	-	-
Les saponosides		-	++	++	-	-	-
Les quinones libres		-	-	+++	+++	+++	+++
Les terpénoïdes		++	-	+++	+++	+++	+++
Les anthraquinones		++	-	-	-	-	+
Les sucres réducteurs		+++	+++	+++	+++	+	+++
Les Amines		-	+++	+++	+++	+	+
Réaction libermann		-	-	-	-	-	-

## Synthèse bibliographique

---

(+++) : Test fortement positif.

(++) : Test positif.

(+) : Test faiblement positif

(-) : Test négatif.

Les résultats expérimentaux mentionnés dans le **tableau n°5** montrent la présence des saponosides dans l'extrait de *Cinnamomum cassia* et de *Berberis vulgaris* et l'absence totale des alcaloïdes seuls dans l'extrait de *Berberis vulgaris* qui présente un test fortement positif pour la classe des alcaloïdes.

Par contre, on note un test fortement positif des tannins catéchiques dans les extraits de *Berberis vulgaris*, *Cinnamomum cassia*, *Nigella sativa*, *Trigonella foenumgraecum* ainsi que le mélange. Quant aux tannins galliques ils sont en forte quantité dans l'extrait de *Myrtus communis* et mélange uniquement.

Les flavonoïdes sont absents dans l'extrait de *Berberis vulgaris* et *Nigella sativa* mais se trouve en quantité plus au moins importante dans tout les autres extraits .Les quinones libres sont absents dans les extraits de *Myrtus communis* et *Berberis vulgaris* mais présentent en forte quantité dans quatre autres extraits.

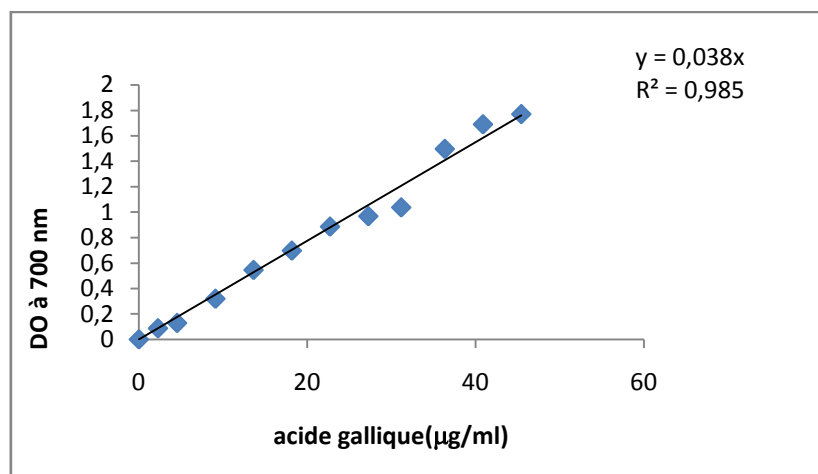
Concernant les terpénoïdes, on note un test fortement positif dans tout les extraits à l'exception de *Berberis vulgaris* qui présente un test négatif .On note également la présence des sucres réducteurs et les amines dans tout les extraits. Les anthraquinones sont présent uniquement dans l'extrait de *Myrtus communis* et le mélange en plus faible quantité.

L'indice de mousse, test spécifique des saponosides, révèle leur présence dans les extraits de racines de *Berberis vulgaris* et extrait écorce de *Cinnamomum cassia*.

### 1.2. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par la méthode spectrophotométrique de Folin-Ciocalteu.

Les résultats obtenus sont exprimés en  $\mu\text{g AG /mg}$  d'extrait **tableau n°06**, en utilisant l'équation de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique **figure n°09**



**Figure n° 09 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu (λ = 700nm)

**Tableau n° 06 :** teneur en polyphénols totaux des extraits des plantes étudiées exprimée en (μg.Eq AG/mg extrait) ou (μg AG/100 g extrait)

	Polyphénols	
	(μg.Eq acide gallique/mg d'extrait)	(μg.Eq acide gallique/100g de matière végétale)
<i>Myrtus communis</i>	295.62 ± 0.01	8762.45
<i>Cinnamomum cassia</i>	260.35 ± 0.0057	2082. 8
<i>Berberis vulgaris</i>	121.38 ± 0.0062	1213.8
mélange	105.58 ± 0.006	475.11
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	44.28 ± 0.0011	309.96
<i>Nigella sativa</i>	35.99 ± 0.00081	125.965

Les résultats obtenus ont démontré la richesse de l'extrait de la *Myrtus communis* en polyphénols totaux un avec taux de 295.62(μg.Eq AG/mg extrait), suivi par l'extrait de

## Synthèse bibliographique

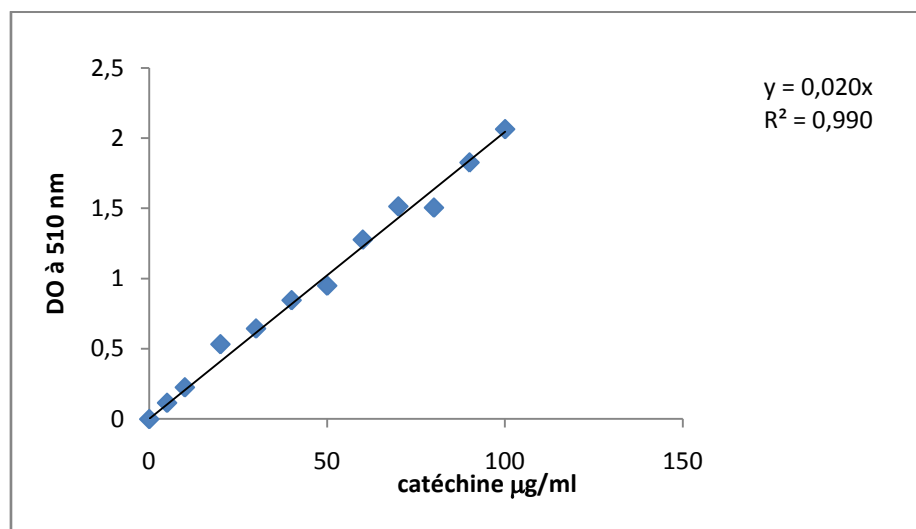
---

*Cinnamomum cassia* qui contient aussi une quantité importante des polyphénols 260.35( $\mu\text{g.Eq AG/mg}$  extrait),ils sont suivis respectivement par l'extrait de racines de *Berberis vulgaris* 121.38 ( $\mu\text{g.Eq AG/mg}$  extrait), de l'extrait obtenu du mélange des 5 plantes 105.58 ( $\mu\text{g.Eq AG/mg}$  extrait), puis des extraits de grains de *Trigonella foenumgraecum* et les grains de *Nigella sativa* qui montrent les teneurs les plus basses en polyphénols.

### 1.3 Dosage des flavonoïdes :

La détermination de la teneur en flavonoïde dans les extraits de plantes étudiées nous donne les résultats suivants indiqués dans le **tableau n°07**.

Une courbe d'étalonnage, utilisant la catéchine comme standard à différents concentrations. Les résultats obtenus sont reportés dans la **figure n°10**



**Figure n° 10** : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes ( $\lambda = 510\text{nm}$ )



**Tableau n° 07** teneur en flavonoïdes totaux des extraits des plantes étudiées exprimée en ( $\mu\text{g.Eq}$  catéchine /mg extrait) ou ( $\mu\text{g}$  catéchine/100 g extrait)

	Flavonoïdes	
	( $\mu\text{g.Eq}$ acide gallique/mg d'extrait)	( $\mu\text{g.Eq}$ acide gallique/100g de matière végétale)
<i>Cinnamomum cassia</i>	231.15 $\pm$ 0.008	1849.2
<i>Berberis vulgaris</i>	45.18 $\pm$ 0.003	451.8
<i>Myrtus communis</i>	25.92 $\pm$ 0.001	768.78
Mélange	24.81 $\pm$ 0.0007	111.64
<i>Nigella sativa</i>	7.91 $\pm$ 0.0004	27.68
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	4.1 $\pm$ 0.0002	28.7

D'après le **tableau n°07**, nous avons mentionné que l'extrait de l'écorce de

*Cinnamomum cassia* présente la teneur la plus élevée en flavonoïde, suivi par l'extrait de racines de *Berberis vulgaris*, suivi de l'extrait de feuille de *Myrtus communis* et du mélange de plantes présentant 25.92 et 24.81 ( $\mu\text{g.Eq}$  catéchine/mg d'extrait) respectivement. En fin nous remarquons que l'extrait de grains de *Nigella sativa* et de *Trigonella foenumgraecum* présentent que 8.15 et 4.1 respectivement ( $\mu\text{g.Eq}$  catéchine/mg d'extrait), les taux les plus bas.

## 2. Etude de l'activité antiradicalaire

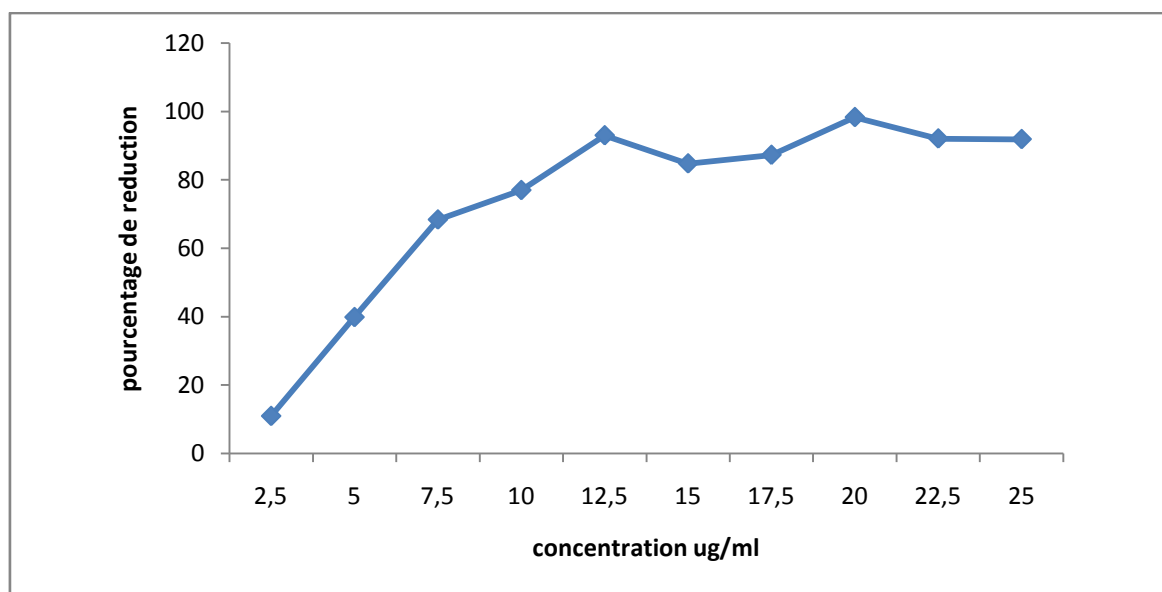
### 2.2. Evaluation de l'activité antiradicalaire

Dans notre travail nous avons étudié l'activité antioxydante de différents plantes ainsi la synergie entre ces plantes, les valeurs obtenus ont permis de tracer des courbes représentées sur les **figures n°11, 12, 13, 14, 15, 16,17** .a partir de ces dernières, nous

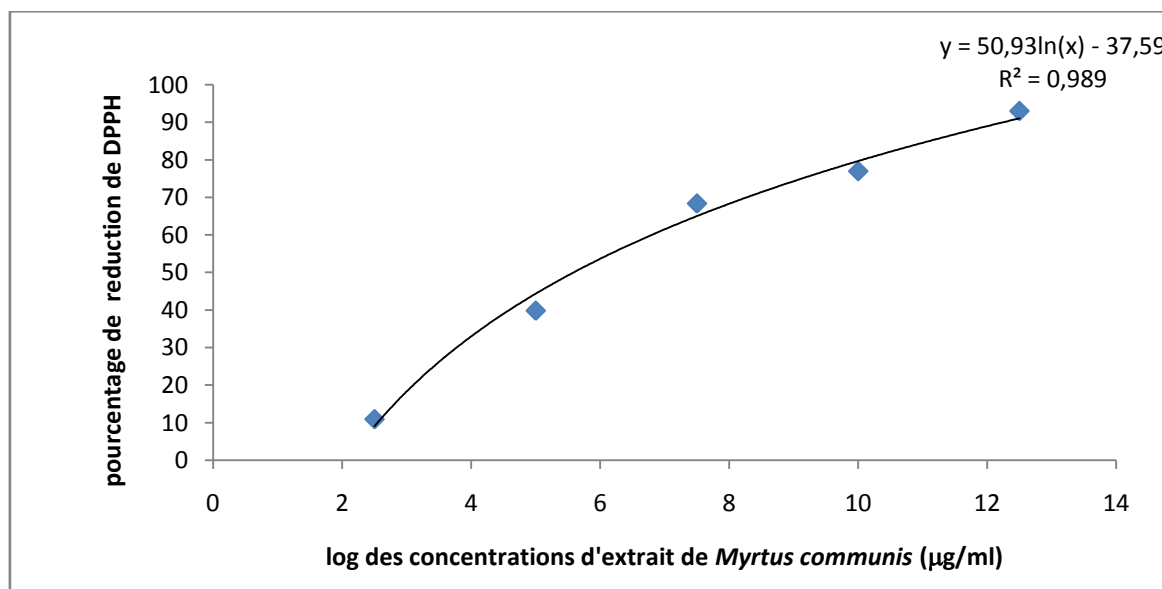
## Synthèse bibliographique

---

pouvons déterminer les pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des concentrations utilisées ainsi que la valeur d'IC50 de chaque extrait.



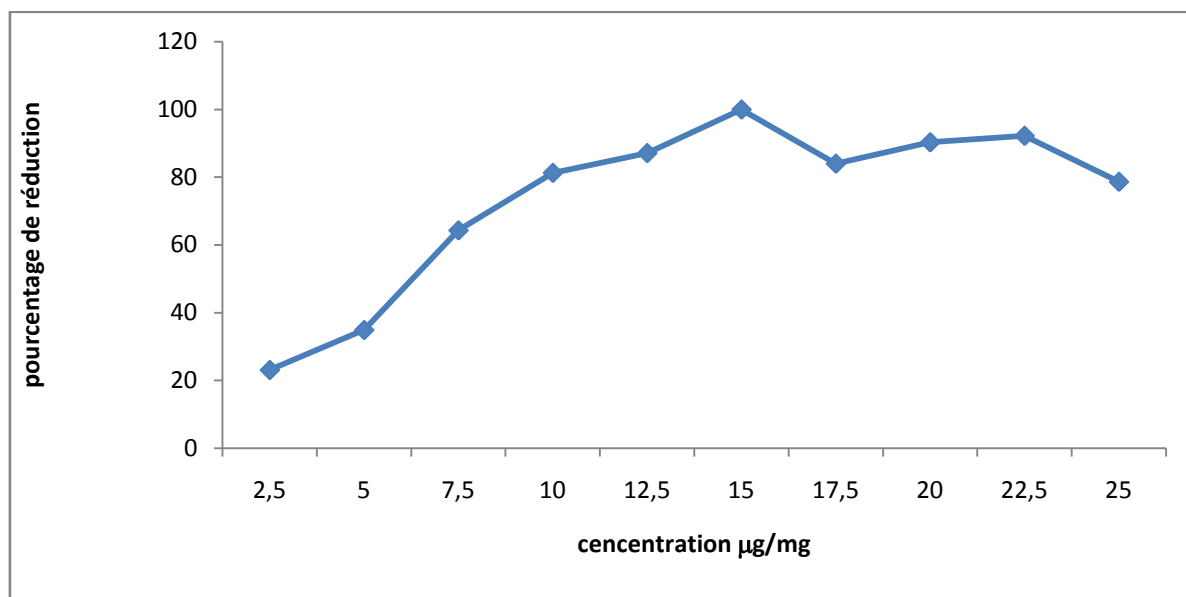
**Figure n°11 :** a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Myrtus communis* »



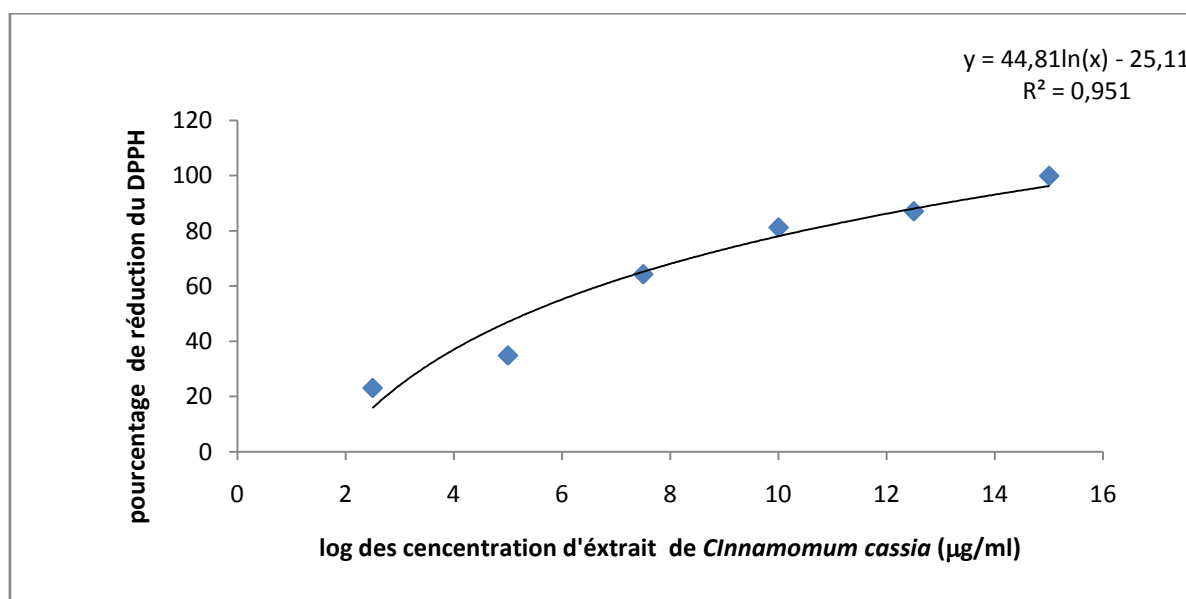
b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Myrtus communis* »

## Synthèse bibliographique

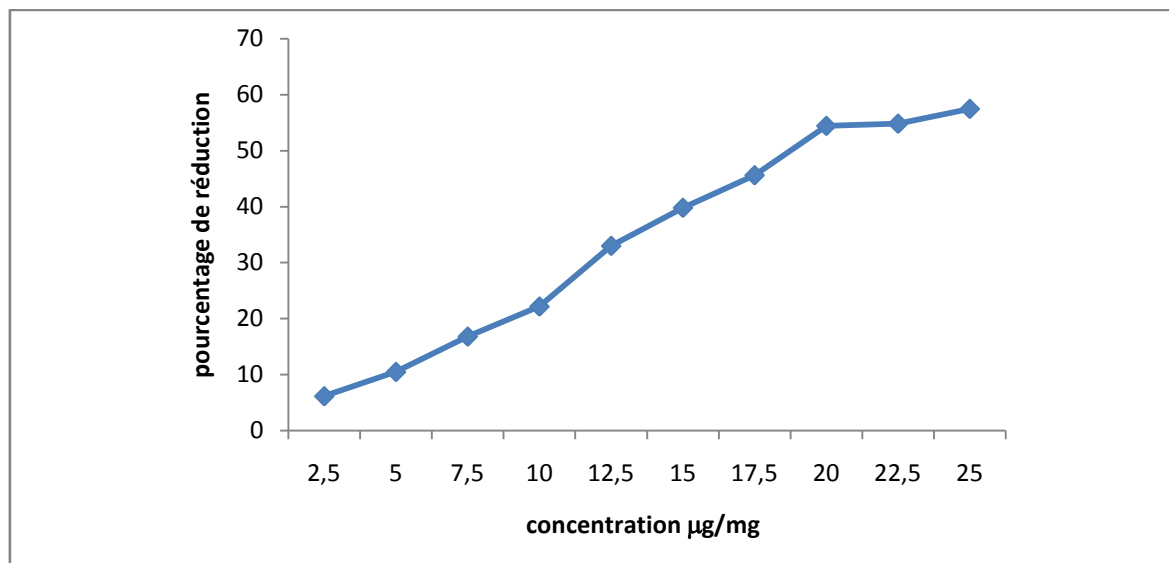
---



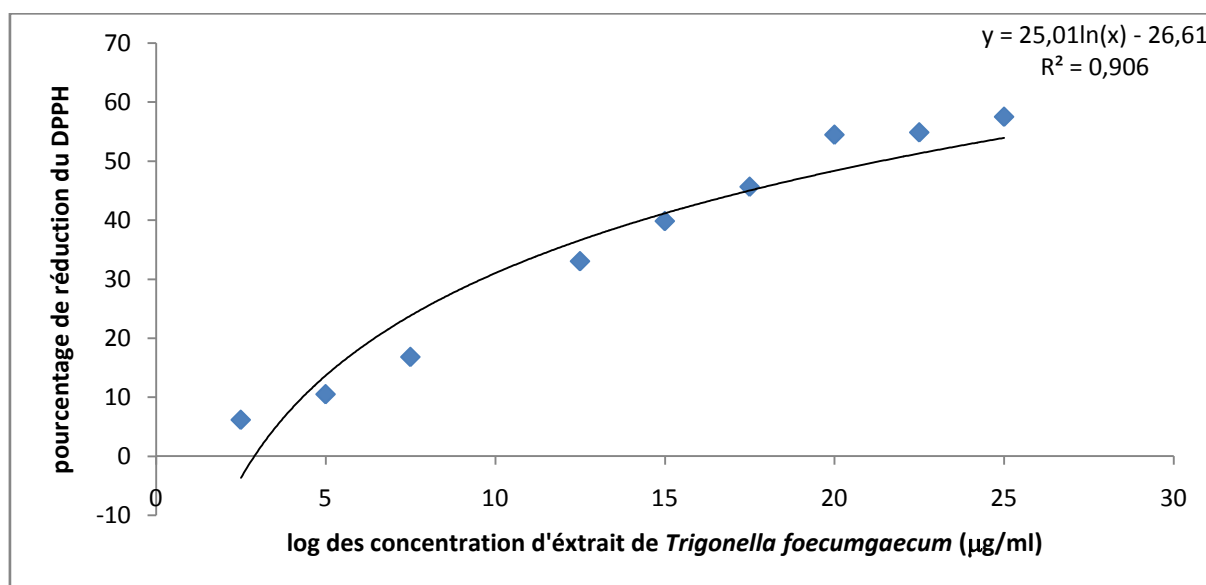
**Figure n°12 :** a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Cinnamomum cassia* »



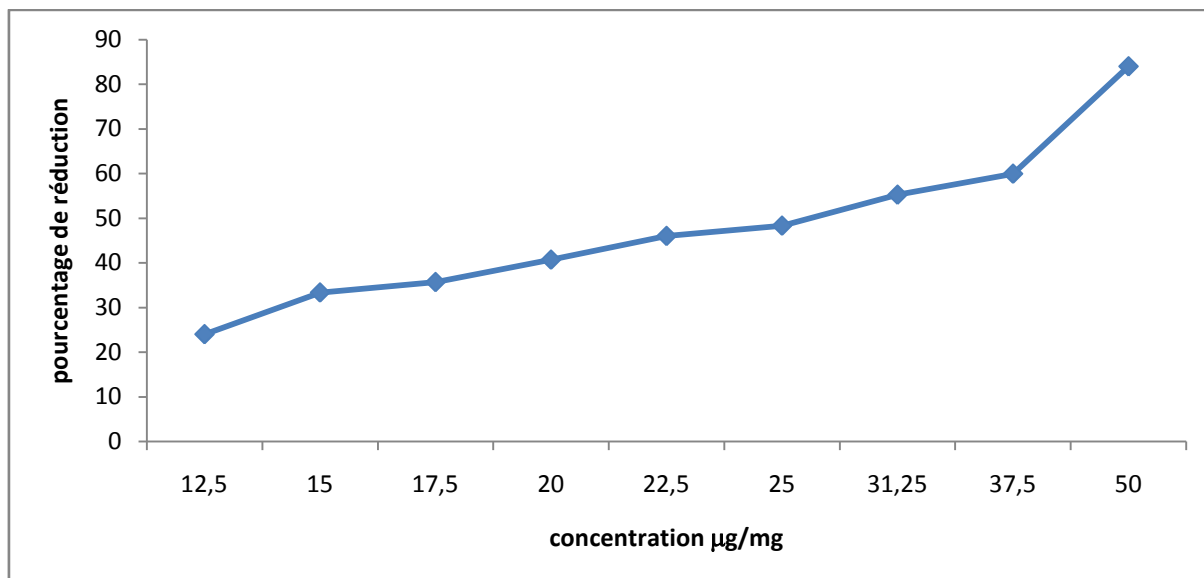
b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Cinnamomum cassia* »



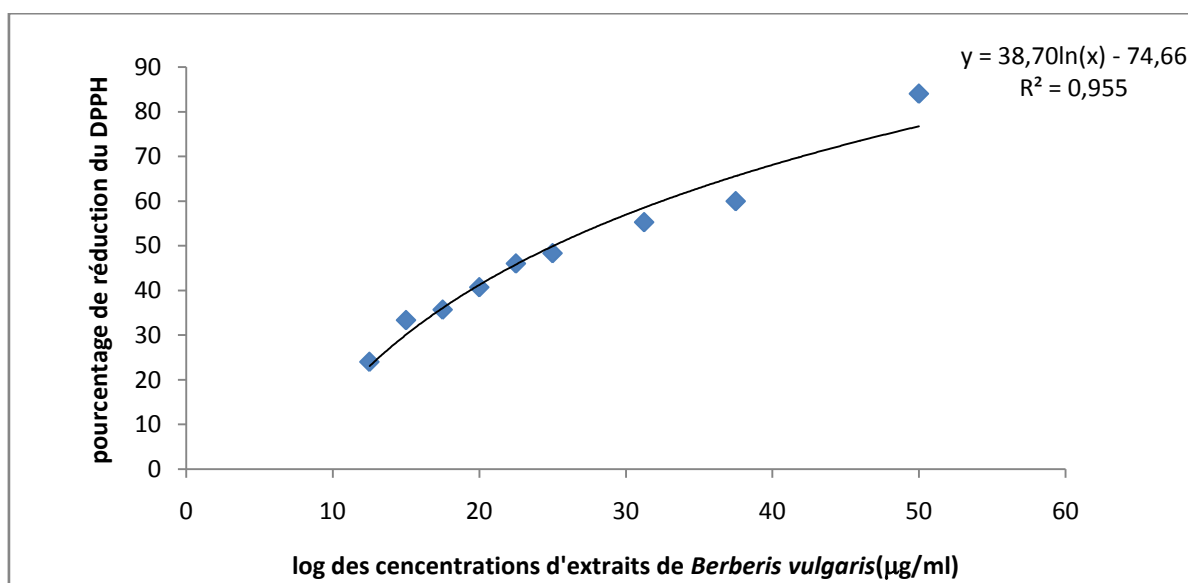
**Figure n°13 :** a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Trigonella foenum graecum* »



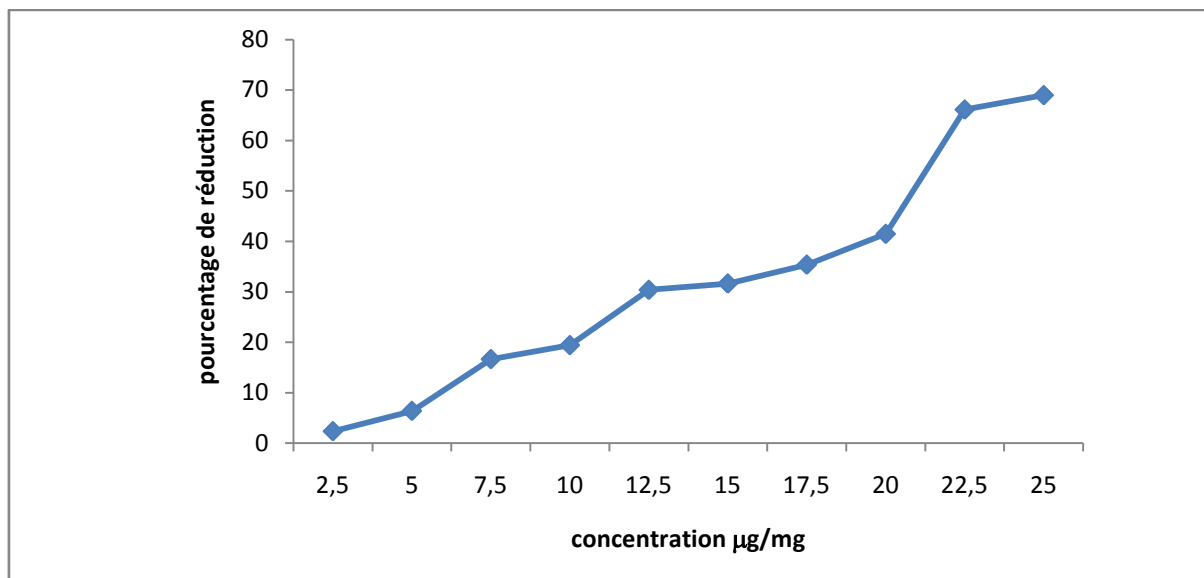
b) représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Trigonella foenum graecum* »



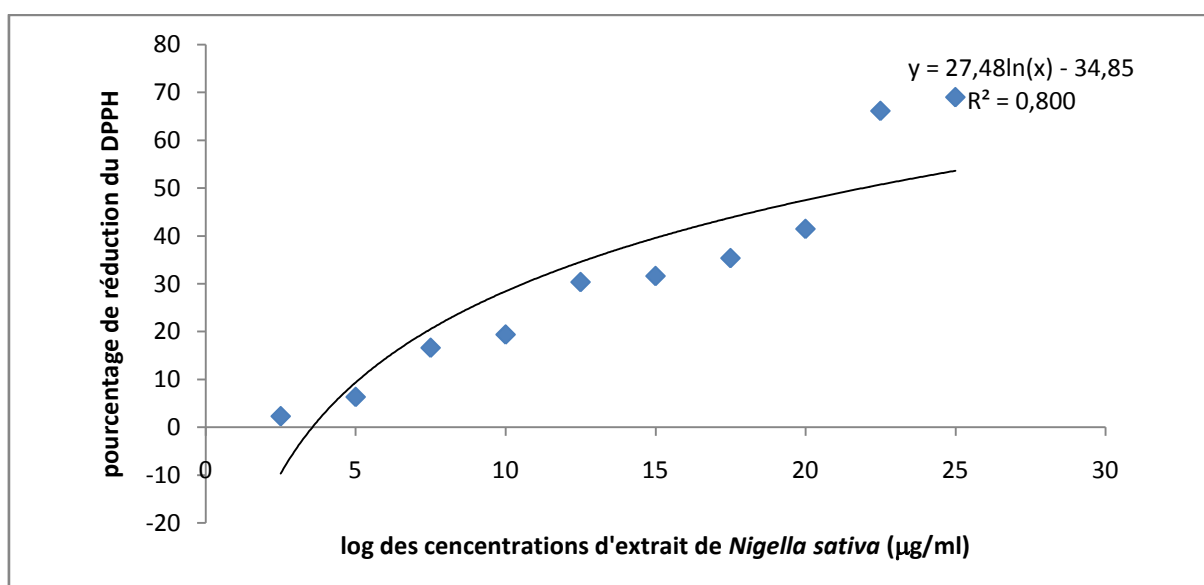
**Figure n°14:** a) pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour la « *Berberis vulgaris* »



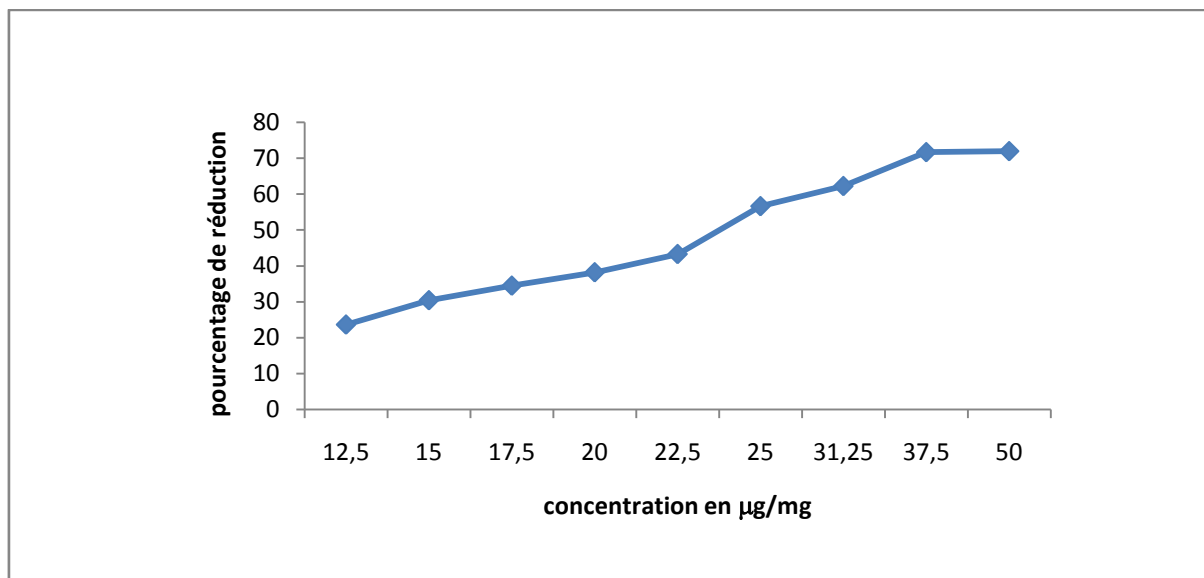
b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Berberis vulgaris* »



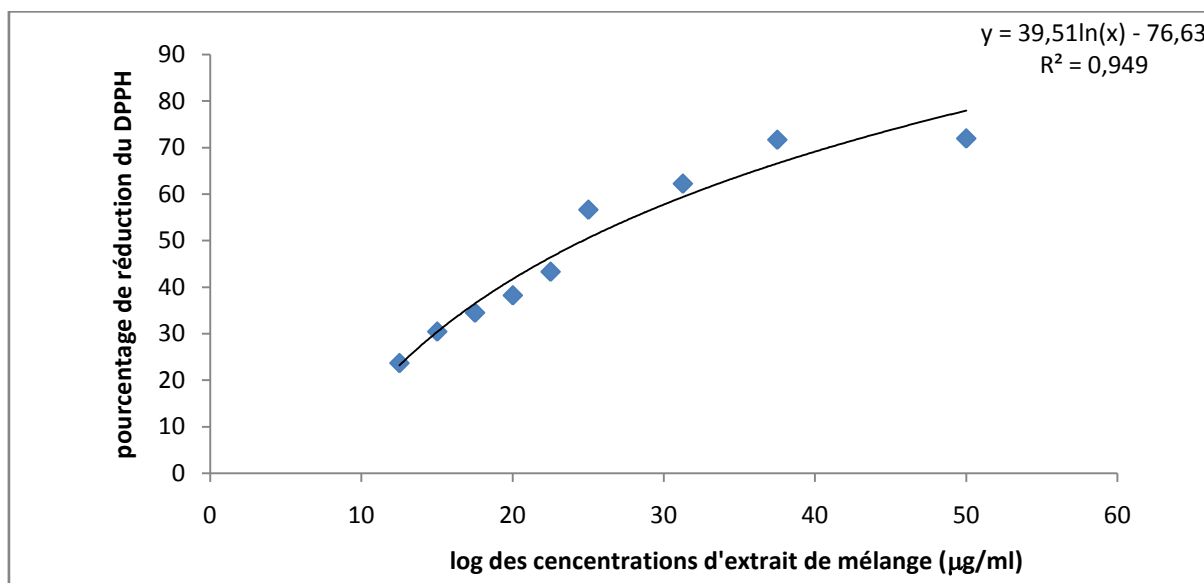
**Figure n°15:** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des Différentes concentrations Utilisé pour la « *Nigella sativa* »



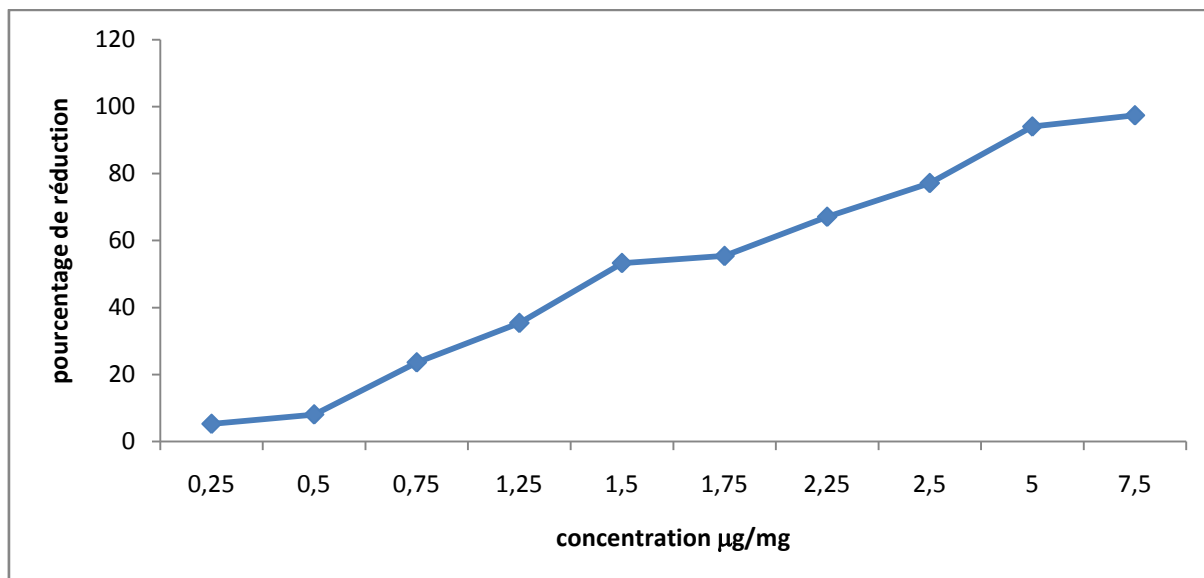
b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour la « *Nigella sativa* »



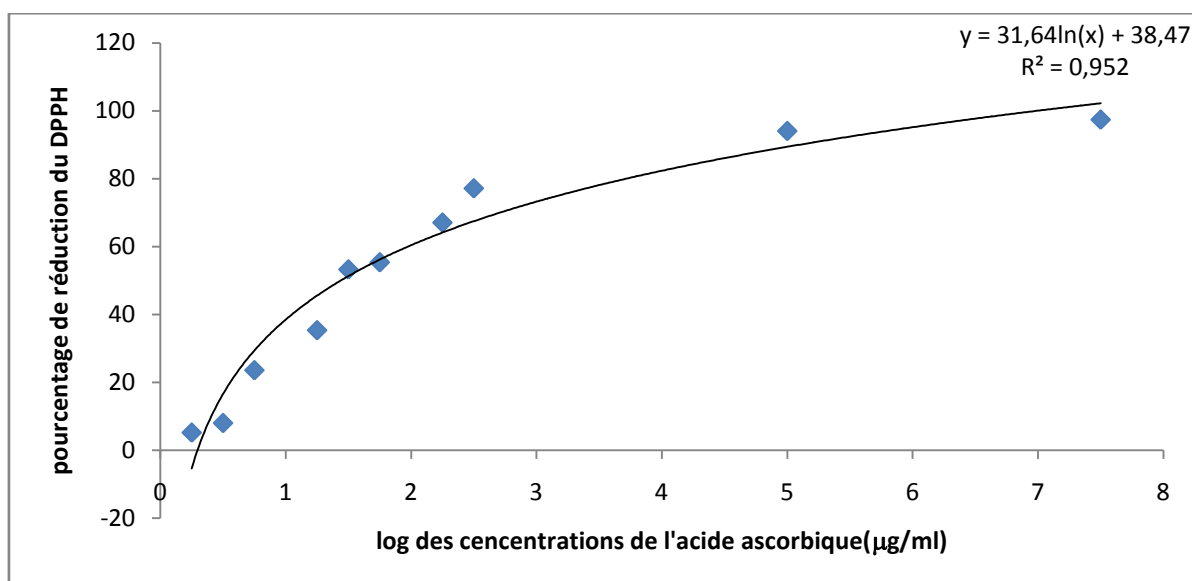
**Figure n° 16:** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour le mélange



b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour le mélange



**Figure n° 17:** a) Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations Utilisé pour l'acide ascorbique



b) Représentation des graphique logarithmique des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différents concentrations utilisé pour l'acide ascorbique

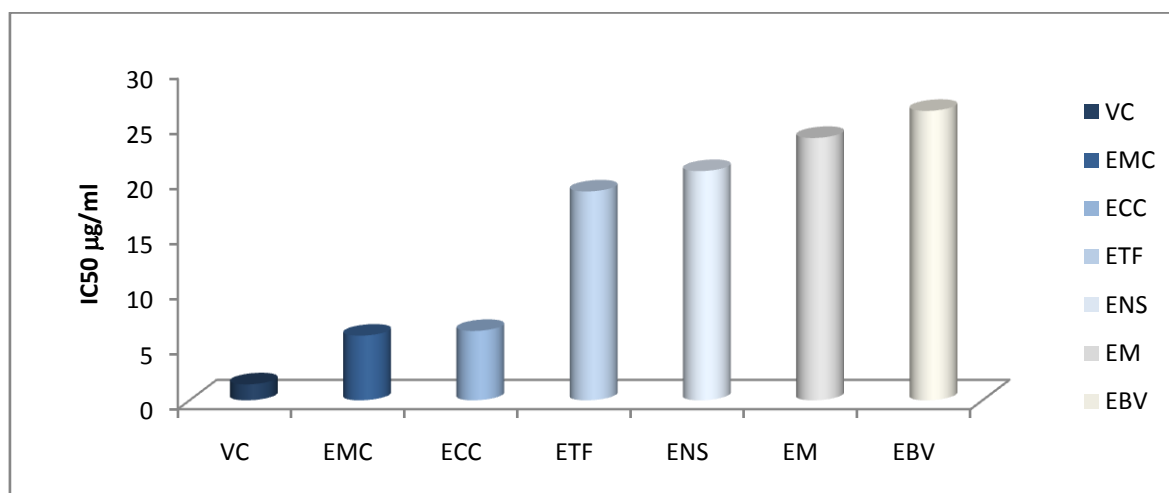


## Synthèse bibliographique

La capacité antioxydante des différents extraits a été déterminé à partir des IC50, c'est la concentration nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH, plus la valeur d'IC50 et petite, plus l'activité des l'extrait testé est grande ( Pokorny et al.,2001)

**Tableau n8° : IC50 des extraits de notre plantes**

Les extraits	Vitamine C	<i>Myrtus communis</i>	<i>Cinnamomum cassia</i>	<i>Trigonella foenumgraecum</i>	<i>Nigella sativa</i>	Mélange	<i>Berberis vulgaris</i>
IC50 µg/ml)	1.45 ±0.014	5.87 ±0.378	6.30 ±0.122	18.97 ±0.515	20.82 ±0.044	23.83 ±0.070	26.29 ±1.181
Activité antiradicalaire 1/IC50	0.86	0.17	0.15	0.052	0.048	0.041	0.038



**Figure n° 18:** histogramme des valeurs des concentrations finales inhibitrices 50 des différents extraits en µg/ml

**VC :** vitamine C

**EMC :** extrait *Myrtus communis*

**ECC :** extrait *Cinnamomum cassia*

**ETF :** extrait *Trigonella foenum-graecum*

**ENS :** extrait *Nigella sativa*

**EM :** extrait mélange

**EBV :** extrait *Berberis vulgaris*

## Synthèse bibliographique

---

Les résultats mentionnés dans le **tableau n°08**, montrent que l'extrait de la *Myrtus communis* et *Cinnamomum cassia* présentent un IC50 le plus faible 5.87 et 6.50 µg/ml respectivement suivit par les deux extrait *Trigonella foenumgraecum* et *Nigella sativa* 18.97 et 20.28 µg/ml qu'ils ont presque le même IC50.

IC50 le plus élevé et celle de *Berberis vulgaris* qui atteinte 26.29 µg /ml et le mélange qui présente IC50 de 23.83 µg /ml comparativement à l'acide ascorbique qui est de 1.45 µg/ml .

En comparaison avec la vitamine C nous pouvons constater que l'extrait de la myrtus communis est celui qui possède l'activité antioxydante la plus élevée car il a l'IC50 la plus faible (5.87 µg /ml).

# *Discussion*

## Synthèse bibliographique

---

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'évaluation de l'activité antioxydante de quelques plantes médicinales « *Berberis vulgaris* », « *Nigella sativa* », « *Cinnamomum cassia* », « *Trigonella foenumgraecum* » « *Myrtus communis* » et ainsi le mélange de ces plantes qui sont utilisées traditionnellement dans le traitement de diabète.

Afin d'évaluer les effets biologiques de ces plantes, nous avons procédé à des extractions des racines de « *Berberis vulgaris* », l'écorce de « *Cinnamomum cassia* », aussi les graines de « *Nigella sativa* », « *Trigonella foenumgraecum* » et les feuilles de « *Myrtus communis* ». L'extraction peut affecter la quantité et la composition en métabolites secondaires d'un extrait, de plus plusieurs facteurs peuvent influencer l'extraction: le mode et le temps d'extraction, la température, la nature des solvants, la préparation de la matière végétale (broyage, granulométrie) etc... (**Green, 2004 ; Ncube et al, 2008**). Nous avons utilisé un seul et même mode d'extraction pour toutes les plantes évaluées sous reflux pendant 15min, afin de pouvoir comparer entre les différentes plantes étudiées.

Selon les travaux de **Petit et al., 1995 et Uemura et al., 2011**, obtiennent un rendement de l'extrait aqueux de *Trigonella foenumgraecum* de 19% (p /p matière végétale), qui est largement supérieur par rapport à nos extraits qui est de 7%.

**Chia et al., (2013)**, ont obtenu un rendement de l'extrait aqueux de la *Cinnamomum cassia* de 10.7% plus proche à celui de notre étude qui est à 8%.

Une extraction aqueuse de *Nigella sativa* réalisée par **Khanzadi et al., (2008)**, montre un rendement de 25.4% cette valeur est largement supérieure par rapport à notre extrait qui est de 2.5% .

Une extraction méthanolique de *Myrtus communis* faite par **Kanoun, (2011)** aboutit à un rendement de 25.03%, comparé avec notre extrait aqueux qui est de 29.66%, nous avons remarqué qu'elles sont proches, parce que le méthanol et l'eau solvants polaires permettent une meilleure extraction de métabolites secondaires.

L'examen phytochimique réalisé sur les écorces des racines de *Berberis vulgaris* a révélé la présence d'alcaloïdes, tanins, de composés réducteurs, de triterpènes en quantités importantes, et ainsi les saponosides. Cependant, nous observons l'absence des flavonoïdes, des anthraquinones dans l'extrait. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par **Meliani et ses collaborateurs**, qui ont détecté la présence des tanins, des alcaloïdes,

## Synthèse bibliographique

---

des saponosides, des stérols et des anthraquinones dans les écorces de racines de *Berberis vulgaris* (**Meliani et al., 2011**).

Dans une étude réalisée par **Kumara et Huat, 2001** il a été possible d'isoler et de caractériser à partir des graines de *Nigella sativa* un saponoside triterpénique ce qui confirme que les grains de *Nigella sativa* sont riches en saponosides.

Par ailleurs, une autre étude réalisée par **Benkaci-Ali et al., (2007)**, a montré que les grains de *Nigella sativa* présentent toujours le composé thymoquinone qui fait partie de la classe des quinones.

Dans notre extrait de *Nigella sativa* les tannins et les sucres réducteurs sont aussi révélées, ces résultats sont compatibles avec ceux de **sultan et al., (2009)**.

Cependant on assiste à quelques différences entre nos résultats et ceux obtenus par (**Merfort et al., 1997**), **Taskin et collaborateurs (2005)** et (**Morikawa et al., 2004**), qui ont révélé la présence de flavonoïdes, de saponosides et d'alcaloïdes qui sont totalement absent dans nos extraits , cette différence pourrait s'expliquer par la durée d'extraction ou le mode d'extraction .

De nombreux travaux antérieurs sur la composition chimique de *Myrtus communis* ont montré la présence de flavonoïdes tannins (**Diazet et Abegar., 1987 ; hinou et al., 1988 ; Hyder et al., 2004**)

La Phytochimie des graines de *Trigonella foenumgraecum* met en évidence la présence de l'acide tannique, alcaloïdes (trigonelline), des saponines stéroïdiens (digitonine, tigogénine) (**Khan et al., 2012**)

Selon **Kwon et al., (2009)**, les espèces du genre *Cinnamomum cassia* sont riches en tannin, en composé terpénique (**Ravindran et al., 2004**);et en flavonoïdes et en stéroïdes (**Bishnu et al., 2009**).

Concernant l'analyse quantitative des composés phénoliques dosés par la méthode de Folin-Ciocalteu.

## Synthèse bibliographique

---

Sur les extraits de feuille de *Myrtus communis* nos résultats sont proches et compatibles a ceux obtenus à partir des feuilles de la même espèce provenant de Grèce, leur taux est de 373 mg GAE/g selon **Chrysavgi et al., (2008)**.

Tandis que le taux de 31.2 mg GAE/g a été obtenu à partir de cette plante poussant au Portugal **Amensour et al., (2009)**. Ce qui laisse supposer que l'écologie de la plante est un facteur déterminant sur sa composition.

S'agissant de *Nigella sativa*, les graines contiennent des proportions variables des composées phénoliques mais relativement proche selon **Boudiaf, 2006** a déterminé 21.81 (µg. EAG/mg extrait).

Autre étude faite par **Bukhari et al., (2008)** sur l'extrait de *Trigonella foenumgraecum* montrent une teneur de 22 (µg. EAG /mg extrait) en polyphénols .

L'étude quantitative de l'extrait hydrométhanolique de racines de *Berberis vulgaris* a pour objectif de déterminer la teneur en polyphénols totaux qui est de 10.48 (mg GAE/g) (**ZovkoKončić et al., 2010**), cette valeur elle est largement inferieur par rapport à notre valeur.

Concernant le dosage des flavonoïdes nos résultats sont comparés avec ceux de l'étude faite par **Wannes et al., (2010)** qui montre que *Myrtus communis* présente une faible teneur en flavonoïde qui varie entre 1.99 et 1.22 (µg.Eq catéchine/mg d'extrait) en comparaison avec nos résultats, nous avons remarqué que notre extrait présente une teneur élever de 25.83 (µg.Eq catéchine/mg d'extrait) de flavonoïdes totaux.

Selon l'étude faite par **Bukhari et al., (2008)** sur la *Trigonella foenumgraecum*, le teneur en flavonoïde a été estimée à 16.6 µg. EAG /mg extrait cette valeur est et supérieur par rapport à nos résultats.

Les résultats d'une étude faite par **Boudiaf, 2006** sur les graines de *Nigella sativa* montrent une teneur en flavonoïdes égale à 3.17 µg.Eq catéchine/mg d'extrait qui est plus faible par rapport à notre extrait.

## Synthèse bibliographique

---

Concernant *Cinnamomum cassia* selon **Nagendra Prasad et al., (2009)**, la teneur en flavonoïde pour *Cinnamomum cassia* et de 981.1 ( $\mu\text{g/g}$ ) quercetin équivalent, cette valeur est supérieure par rapport à nos résultats car il existe plusieurs variétés de

*Cinnamomum cassia* d'Asie (Inde, Srilanka, Thaïlande) dans la composition serait différente. L'origine de celle commercialisée en Algérie n'est pas connue.

En définitif, il est difficile de comparer nos résultats avec ceux de la bibliographie, à cause de plusieurs facteurs qui peuvent influencer sur la répartition qualitative et quantitative des composés phénoliques dans nos extraits, parmi ces facteurs : les facteurs climatiques et environnementaux (**Ebrahimi et al., 2008**) et la période de récolte et conservation (**miliauskas et al., 2004**) ainsi, la méthode d'extraction et de quantification, et aussi la sélectivité du solvant utilisée peuvent également influencer sur la teneur en polyphénols et en flavonoïdes **totaux (Lee et al., 2003)**

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques a augmenté considérablement. De nombreux travaux de recherches et procédés ont été développés pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés naturels à partir de plantes médicinales, aromatiques, ou condimentaires en vue de leur application dans divers domaines industriels pharmaceutiques, agroalimentaire ou cosmétique (**Marc et al., 2004**)

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer l'activité antioxydante par piégeage de radicaux libres telles que : la méthode de FRAP, ORAC, et la méthode utilisant le radical DPPH (**Sharma et al., 2009**). Le radical DPPH est l'un des substrats les plus utilisés généralement pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (**Bozin et al., 2008**)

Les résultats relatifs aux propriétés antioxydantes des échantillons analysés dans cette étude sont comparés à celui de l'acide ascorbique, molécule de référence

L'IC<sub>50</sub> de l'acide ascorbique que nous avons déterminé est de 1.45 $\mu\text{g/ml}$  elle est proche de celle trouvée par **Ben hsouna et al., (2012)**.

## Synthèse bibliographique

---

Une étude faite par **Meziti, 2009**, pour l'extrait aqueux des graines de *Nigella sativa* qui a démontré à une concentration de l'ordre 0-1.2 mg/ml une IC50= 447.67µg/ml, par conséquent nous avons marqué une IC50= 20.82 µg/ml à une concentration de l'ordre

1-10 mg/ml avec une activité antiradicalaire 0.048 donc l'extrait aqueux de la

*Nigella sativa* à cette concentration il a un pouvoir antioxydant plus élevé.

Une autre étude faite par **Madhava Naidu et al., (2011)**, pour l'extrait aqueux de

*Trigonella foenum greacum* qui a montré à une concentration de 50 µg/ml, une valeur de IC50= 156 µg/ml, en comparaison avec notre extrait qui est d'une concentration de l'ordre 2.5-25 µg/ml nous avons obtenus une IC50=18.97 µg/ml avec une activité antiradicalaire 0.052.

Par ailleurs, les travaux rapportés par **Gerdelli et al., (2008)** montrent une valeur d'IC50 entre 9.5-10µg/ml ces résultats sont compatible avec nos résultats. De plus l'extrait de *Myrtus communis* présente l'activité antioxydante la plus importante parmi les autres extraits ces même auteur ont également démontré que l'extrait de la *Myrtus communis* on récolte en période vestival sont les plus antioxydante.

Les valeurs d'IC50 de l'extrait éthanolique des racines de *Berberis vulgaris* de Skard présente une valeur d'IC50=1895µg/ml selon **Zovko Končić et al., (2010)**, en comparaison avec nos extraits aqueux nous avons noté une IC50= 26.29µg/. Ces résultats confirment le rôle de l'environnement dans l'adaptation des plantes.

Nous avons porté une attention particulière sur la synergie entre les plantes et de comparer l'activité antioxydante entre les plantes individuels et le mélange, d'après cette étude nous avons remarqué que le mélange des plante a donné une activité antioxydante mais en comparaison avec les espèces individuels tels que : *Nigella sativa*, *Myrtus communis*, *Cinnamomum cassia*, *Trigonella foenum-graecum* nous avons constaté qu'ils nous a donné une activité antioxydante moins que les autres plantes, par contre dans le cas de *Berberis vulgaris* le mélange nous a donné une activité antioxydante très élever.



## *Conclusion*

## Synthèse bibliographique

---

Les plantes aromatiques et médicinales sont la source de la majorité des antioxydants naturels et elles restent encore sous exploitées dans le domaine médicale. Dans l'industrie pharmaceutique, sachant que les antioxydants sembleraient de manière significative à la prévention des maladies, le développement de nouveaux médicaments à base d'antioxydants d'origine naturelle doit être à l'ordre de jour.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à l'étude phytochimique et du pouvoir antioxydant de différents extraits de *Myrtus communis*, *Berberis vulgaris*, *Nigella sativa* *Trigonella foenumgraecum* et *Cinnamomum cassia* et ainsi le mélange des 5 plantes.

Les résultats obtenus au cours de cette étude ont révélé que les extraits de

*Cinnamomum cassia* et *Myrtus communis* présentent un taux élevé en polyphénols par rapport aux autres extraits.

Concernant l'activité antioxydante, nous avons étudié le pouvoir antioxydant de tous les extraits par la capacité de piégeage de radical DPPH●, afin de localiser l'extrait qui représente l'activité la plus élevée, pour le piégeage du radical libre DPPH● et en comparant les IC50 des différents extraits testés par rapport à celle de l'acide ascorbique, nous avons remarqué une activité antioxydante très importante dans les deux extraits de *Cinnamomum cassia* et *Myrtus communis*. L'étude du pouvoir antioxydant par la méthode de DPPH a confirmé les propriétés puissantes que possèdent les composés phénoliques à piéger les radicaux libres.

Ce travail est préliminaire, il serait intéressant de réaliser d'autre technique et méthode comme :

- L'isolement et l'identification des composés de ces plantes responsable de ces activités.
- Détermination d'autre activité comme : l'activité antibactérienne, l'activité anticancéreuse etc....
- Test in vivo serait souhaitable pour préciser le mécanisme d'action.
- Tester l'effet antiradicalaire de ces extraits par d'autres méthodes ORAC.

## *Références*

- 1. Abuja P.M., et Albertini R., (2001).** Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clinica Chimica Acta* 306 (1-17).
- 2. Aburjai T., Darwish S., Al khalil S., Mahafzah A., and Al Abbadi A., (2001).** Screening of antibiotic resistant inhibitors from local plant materials against two different strains of *pseudomonas aeruginosa* . *journal of Ethnopharmacology*; 76:39-44.
- 3. Ahmed Z.F., Rimpler H., Hamouda F.M., Rizk A.M., et Ismail S.I., (1970).** *Phytochemistry*, 9(7), 1595-1601.
- 4. Al hindawi M.K., Al Deen I.H.S., Nabi M.H.A., et Ismail M.A., (1989).**Anti-inflammatory activity of some Iraqi plants using intact rats". *Ethnopharmacology* ; 26:163-168.seeds. *International Journal of Pharmacognosy*. 31: 96-100.
- 5. Al-Hader A., Aqel M., Hasan Z. (1993).** Hypoglycemic effects of the volatile oil of *Nigella sativa* .
- 6. Ali S.S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U., (2008).** Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int*, 41: 1–15.
- 7. Allali H., Benmehdi H., Dib M.A., Tabti B., Ghalem S., Benabadji N., (2008).** Phytotherapy of Diabetes in West Algeria. *Asi J Chem.*;20 (4): 2701–2710
- 8. Al-Saleh I.A., Billedo G., El-Doush I.I., (2006).** Levels of selenium, DL- $\alpha$ -tocopherol, DL- $\gamma$ -tocopherol, all-trans-retinol, thymoquinone and thymol in different brands of *Nigella sativa* seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 167-175.
- 9. Amensour M., Sendra E., Abrini J., Bouhdid S., Pérez-Alvarez J.A., Fernandez-Lpez J., (2009).** Total phenolic content and antioxidant activity of myrtle (*Myrtus communis*) extracts, *Nat. Prod. Commun.* 4(6):819–824.
- 10 Anderson K.J., Teuber S., Gobeille A., Cremin P., Waterhouse A.L., Steinberg F.M., (2001).** Walnut polyphenolic inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. *Biochemical and molecular action of nutriments*, *J. Nutrition*; 131:2837-42
- 11. Anderson R.A., (2008).**Chromium and polyphénols from cinnamon improve insulin sensitivity . *Proc Nutrsoc* ;67:48-53

## Synthèse bibliographique

---

12. **Ardestani A., Yazdanparast R., (2007).** Flavonoids as potential therapeutic agents for type 1 diabetes. *Medical hypotheses* ; 69(4):955
13. **Arts M. J. T. J., Haenen G. R. M. M., Voss H. P., et Bast A., (2004).** "Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) assay." *Food and Chemical Toxicology* 42(1): 45-49.
14. **Atamer A., et al. (2008).** The importance of paraoxonase 1 activity, nitric oxide and lipid peroxidation in hepatosteatosis. *J. Int. Med. Res* 36, 771-776 .
15. **Atoui A.K., Mansouri A., Boskou G., Kefalas P., (2005).** Tea and herbal infusions : Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chem.*; 89 : 27–36.
16. **Atta-ur-Rahman., Malik S., Hasan S.S., Choudhary M.I., Ni C-Z., Clardy J. (1995).** Nigellidine, a new indazol alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*. *Tetrahedron Letters*. 36:1993-1996.
17. **Avicennae, (2009).** Produits naturels à base de plantes : phytothérapie un choix de la société.
18. **Awika J. M., L., W. Rooney X., Wu R. L., Prior et Cisneros-Zevallos L., (2003).** "Screening Methods to Measure Antioxidant Activity of Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Sorghum Products." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(23): 6657-6662
19. **Azadbakht M., Ziai H., Adbollahi F., et Shabankhani B., (2003).**Effect of essential oils of *Artemisia aucheri* Boiss., *Zataria multiflora* Boiss. *Ans myrtus communis* L. on *trichimonas vaginalis*. *Med. Plant.*8 35-40
20. **Azzi R., Djaziri R., Lahfa F., Sekkal F.Z., Benmehdi H., Belkacem N., (2012).**Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in the traditional treatment of diabetes mellitus in the North Western and South Western Algeria. *J Med Plants Res.*; 6(10):2041–2050
21. **Badary O.A., Abdel-Naim A.B., Abdel-Wahab M.H., and Hamada, F.M., (2000).** The influence of thymoquinone on doxorubicin-induced hyperlipidemic nephropathy in rats. *Toxicology*, 143, pp. 219-226.

- 22. Ben hsouna anis, at Alayed Abdullah Sulaimain, (2012).** gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis and in vitro evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts from *Citrullus colocynthis* (L.) fruits to control pathogen and spoilage bacteria. *African journal of Biotechnology*. 11(47).10753-10760
- 23. Benamor B., (2008).** Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs; texturation par Détente instantanée Contrôlée (DIC). Thèse de doctorat en génie des procédés Industriels. Université de la Rochelle.
- 24. Benkaci-Ali F., Baaliouamer A., Meklati B.Y., Chemat F., (2007).** Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation. *Flavour & Fragrance Journal*. 22: 148-153.
- 25. Benmehdi H.; (2000).** Valorisation de certaines plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Mémoire de magistère en chimie organique appliquée. Département de chimie faculté des sciences Université Tlemcen
- 26. Benzie I. F. F., et Strain J. J., (1996).** "The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay." *Analytical Biochemistry* **239**(1): 70-76.
- 27. Bharate S.B., (2007).** Antiprotazoal and antimicrobial activities of O-alkylated and formylated acylphloroglucinols. *Bioorg. Med. Chemistry*. 1587-96.
- 28. Bishnu J., Sunil L., Anuja S., (2009).** Antibacterial property of different medicinal plants: *Ocimum sanctum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Xanthoxylum armatum* and *Origanum majorana*. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology* 5(1), 143-150
- 29. Bolton J. L., Trush M. A., Penning T. M., Dryhurst G., et Monks T. J., (2000).** Role of quinones in toxicology. *Chem. Res. Toxicol*, 13: 135.
- 30. Bonnaille., Salacs M., Vassilova E., Saykova I., (2012).** étude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L) *Revue de génie industriel* 7:35-45.

## Synthèse bibliographique

---

- 31. Bouayed J., Rammal H., Younnos C.N., Soulimani R., (2007).** positive correlation between peripheral blood granulocyte oxidative status and level of anxiety in mice. *Eur. J. Pharmacol.*; 564:146-149.
- 32. Boudiaf K., (2006)** .Etude des effets anti-xanthine oxydoréductase et anti-radicalaires des extraits des graines de *Nigella sativa*. Thèse de magistère. Département de biologie. Université Ferhat abbas. (Sétif) Algérie.
- 33. Bozin B., Mimica-dukic N., Smojlik I., Goran A., Igc R., (2008).** Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., alliaceae, food chemistry, 111:925-929.
- 34. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C., (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel- Wissenschaft and technology*, 28,25-30.
- 35. Brand-Williams W.M.E., Cuvelier., et Berset C., (1995).** "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity." *LWT - Food Science and Technology* **28**(1): 25-30.
- 36. Bravo L., (1998).** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance , *Nutr. Rev.* ; 56:317-33.
- 37. Broca C., Gross R., Petit P., Sauvaire Y., Manteghetti M., Tournier M., et al., (1999).** 4-Hydroxyisoleucine: experimental evidence of its insulinotropic and antidiabetic properties. *Am J Physiol.*; 277(4 Pt 1):E617-623.
- 38. Brown M.D., (1999).** Green tea (*Camellia sinensis*) extract and its possible role in the prevention of cancer. *Altern Med Rev* 4, 360-70.
- 39. Bruneton J., (1999).** Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales, 2<sup>ème</sup> édition, Paris : Editions médicales internationales, Tecet Doc lavoisier, P1120.
- 40. Bukhari S.B., Bhangar M.I., Memon S., (2008).** Antioxidative activity of extracts from fenugreek seeds [*Trigonella foenum-graecum*]. *Pak J Anal Environ Chem.*; 2:78-83.
- 41. Burits M., and Bucar F., (2000).** Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytother Res*, 14, pp. 323-328.

- 42. Cadet J., Bellonberger M., Bourdat AG., Douki T., Duarte V., Frelon S., Gasparoto D., Muller E., Ravanat J.L., Sauvaigo s., (2002).** DNA damage : guanine lésions, measurement and substrate spécifique of DNA repair glycosylases *Biol Chem.* 383(6) : 93.
- 43. Cai L.Y., Shi F.X., Gao X., (2011).** Preliminary Phytochemical analysis of *Acanthopanan trifoliatum*(L.) Merr. *J Med Plants Res.*; 5 (17): 4059 –4064.
- 44. Chebaibi F., Filali I., Lhlou A., Chahlaoui H., et L’kassmi, (2007).** Journée scientifique « ressources naturelles et antibiothérapie ». Etude de l’activité antimicrobienne des feuilles de l’olivier (*olea europeal*). Faculté des sciences Knitra .
- 45. Chebil L., (2006).** Acylation des flavonoïdes par les lipases de *Candida antarctica* et de *Pseudomonas cepacia*: études cinétique, structurale et conformationnelle. Thèse de doctorat en procédés Biotechnologiques et Alimentaires. Institut national polytechnique.
- 46. Chen C., Pearson A.M., Gray J.I., (1992).** Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds; *Food Chem.*, 43 177-183 .
- 47. Cheng T.O., (2006).** All teas are not created equal. The Chinese green tea and cardiovascular health. *Int jcardiol .*;108:301-8.
- 48. Chia F.Y., Jung S.C., Kuo C.W., Den E.S., Lien C.C., (2013) .** Water extract of *Cinnamomum cassia* Blume inhibited human respiratory syncytial virus by preventing viral attachment, internalization, and syncytium formation. *Journal of Ethnopharmacology.* ; 47: 321–326
- 49. Chryssavgi G., Vassiliki P., Athanasios M., Kibouri T., Michael K., (2008).** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. And *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, *Food Chemistry*, 107:1120–1130
- 50. Dacosta Y., (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (Ed). Paris, p 317.
- 51. Dalton T.P., Shertzer H.G., Puga A., (2002).** Regulation of genes expression by reactive oxygen, signaling. 14: 879.
- 52. Dey lucey M.D., Anoja S., Attele DDS., Chun-Su Yuan M.D., (2002).** Alternative therapies for type 2 diabetes. *Alternative medicine Review.*; 7(1): 45-58.



## Synthèse bibliographique

---

- 53. Dfraise J.O., Pincemail J., (2008).** Stress oxydant et antioxydant: mythes et réalités .Rev Med Liège; 63:Synthèse:10-19
- 54. Diaz A.M; Abeger A., (1987).** Contribution à l'étude des composés phénoliques des graines de *Myrtus communis* L. *Plantes médicinales et phytothérapie*, 21(4):317-322.
- 55. Durackova Z., Djrolo F., Hougbe H., Avode G., Attoulou V., Addra B., Kodjoh N., Avimadj M., (2008).** Oxidants, Antioxidants and Oxidative stress . *Mitochondrial medicine*. Gvozdkakova A (ed). P :19-43.
- 56. Ebrahimi N.S., Hadian J., Mirjalili M.H., Sonboli A., et Youcef Zadi M.,(2008).** Essential oil composition and antimicrobial activity of *thymus caramanicus* at different phonological stages.*Food chemistry.*, 110:927-931.
- 57. Edeoga H.O., Okwu D.E.,Mbaebie B.O., (2005).** Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *Afric J Biotech.*;4 :685–688.
- 58. El Daly E.S., (1998).** Protective effect of cysteine and vitamin E, *Crocus sativus* and *Nigella sativa* extracts on cisplatin-induced toxicity in rats. *J Pharm Belg*, 53, pp. 87-93.
- 59. El-Dakhakhny M., Mady N.I., and Halim M.A., (2000).** *Nigella sativa* L. protects against induced hepatotoxicity and improves serum lipid profile in rats. *Arzneimittelforsch*, 50, pp. 832–836.
- 60. El-demerdash F.M., Youcef M.I., Zoheir M.A., (2005).** Stannous chloride induces alterations in enzyme activities, lipid peroxidation and histopathology in male rabbit: Antioxidant role of vitamin C., *Food Chem., Toxicol .*; 43:1743-1752.
- 61. El-Sissi H.I., El-Ansary H., (1967).** Tannins and polyphenolics of the leaves of *Myrtus communis*, *Planta Medica*, 15, 41-51.
- 62. Fang Y.I., Yang S., and Wu G., (2002).** Free radica/s, antioxidants, and nutrition. *Nutrition* 18: 872-879.
- 63. Fatehi M., Saleh T.M., Fatehi-Hassanabad Z., Farrokhfal K., Jafarzadeh M., Davodi S. A ., (2005)** .pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruit extract. *J Ethnophar.*, 102 : 46 – 52.

## Synthèse bibliographique

---

- 64. Favier A., (2003).** le stress oxydant.intéret conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladie et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique . 108-115
- 65. Favier A., (2006).** Oxidative stress in human diseases. Ann.Pharm.Fr. 64: 390-396
- 66. Fivelman Q.L., Adagu I.S., Warhurst D.C., (2004).**Modified fixed-ratio isobologram method for studying in vitro interactions between atovaquone and proguanil or dihydroartemisinin against drug-resistant strains of Plasmodium falciparum. Antimicrob Agents Chemother, 48:4097-4102.
- 67. Furukawa S., Fujita T., Shimabukura M., Waki M., Yamada Y.,Makajima Y., Nakayama O., Makishima M., Matsuda M., Shimura I., (2004).**Increased oxidative stress in obesity and its impact metabolic syndrome *J. Clin. Invest.*114 (12) : 1752-176
- 68. Gardeli C., Papageorgiou V., Mallouchos A., Theodosis K., Komaitis M., (2008).**Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis*L: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, *Food Chemistry.*,107, 1120-1130.
- 69. Gardeli P.C., Vassiliki M., Athanasios T., Kibouris et Komaltis M., (2008).** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis*L: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food chemistry.* 107:1120-1130.
- 70. Gehni A., Guyon C., Nicod L., (2006).** Glyphosate-induced antioxidant imbalance in HaCaT : The protective effect of Vitamines C and E. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* ; 22 :27-3450.
- 71. Georgetti S.R., Casagrande R., Di Mambro V.M., Azzolini Ana E.C.S., Fonseca Maria J.V., (2003).** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the Chemiluminescence Method. *AAPS Pharm Sci*, 5 (2) : 1-5.
- 72. Ghani A., (2003).** Medicinal plants of Bangladesh: chemical constituents and uses, 2nd edn. Asiatic Society of Bangladesh, Dhaka
- 73. Ghannadi A., Hajhashemi V., Jafarabadi H., (2005).** An investigation of the analgesic and antiinflammatory effects of *Nigella sativa* seed polyphenols . *Journal of medicinal food.* 8: 488-493.

## Synthèse bibliographique

---

**74. Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A-M., (2001).** Le préparateur en pharmacie. Dossier 2. Editions TEC & DOC Paris. 275p.

**75. Gravot A., (2009).** Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Support de cours sur le métabolisme secondaire d'Antoine Gravot, Equipe pédagogique Physiologie Végétale. Université de Rennes.

**76. Green R.J., (2004).** Antioxidant Activity of Peanut Plant Tissues. [Masters Thesis]. USA: North Carolina State University;

**77. Hadj Salem J., (2009).** Extraction, identification, caractérisation des activités biologique de flavonoïdes de *Nitraria Retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces molécules par voie enzymatique. Thèse de doctorat en procédés Biotechnologiques et Alimentaires. Institut national polytechnique de lorraine.

**78. Halliwell B., Gutteridge J.M.C., (1990).** Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol*, 186: 1-85.

**79. Hansen L.L., Ikeda Y., Olsen G.S et al. (1999).** Insulin signaling is inhibited by micromolar concentrations of  $H_2O_2$ . *J Biol Chem*. 274 : 25078-25084.

**80. Hayder N., Kilani S., Abdelwahed A., Mahmoud A., Meftahi K., Benchibani J., Ghedira K., et Chekir-Ghedira L., (2003).** Antimutagenic activities of aqueous extracts and essential oil isolated from *Myrtus communis L.* *Pharmazie* ; 58:523-524.

**81. Hinou J; Lakkas N; Philianos S.,(1988).** Les constituants polyphénoliques de *Myrtus communis L.* *Plantes médicinales et phytothérapies* 22:98 –103.

**82. Hyder N., Abdelwahed A., Kilani S., BenAmmar R., Mahmoud A., Ghedira K., Chekir-Ghedira L., (2004).** Anti-genotoxic and free-radical scavenging activities of extracts from (Tunisian) *Myrtus communis*, 564:89 –95.

**83. Imanshahidi M., et Hosseinzadeh H., (2008).** Pharmacological and Therapeutic Effects of *Berberis vulgaris* and its Active Constituent, Berberine. *Phytother. Res.*; 22: 999–1012

**84. 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., Delesalle –Féat T., Biaujeaud M.,**

- 85. Ringuet J., Bloth J. et Botrel A., (2001).** Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.
- 86. Ito N., Fukushima S., Hagiwara A., M. Shibata, T.,(1983).** Ogiso; Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats; J. Natl. Cancer Inst., 70:343-352
- 87. Ivanovska N., et Philipov S., (1996).** Study on the anti-inflammatory action of *Berberis vulgaris* root extract, alkaloid fractions and pure alkaloids. Int J Immunopharmac. 18 (10) : 553 – 561.
- 88. Jha P., Flather M., Lonn E., Farkouh M., Yusuf S., (1995).** The antioxidant vitamins and cardiovascular disease. A critical review of epidemiologic and clinical trial data. Ann. Intern Med, 123: 860.
- 89. Kanoun K., (2010-2011).** contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extrait de myrtus communis L.(Ryhane) de la région de tlemcen (honaine)
- 90. Karumi Y., Onyeyili P.A., Ogugb uaja V.O., (2004).** Identification of active principles of
- 91. Kebièche M., Lakroun Z., Mraïhi Z., Soulimani R.,(2011).** Effet antidiabétogène et cytoprotecteur de l'extrait butanolique de *Ranunculus repens* L. et de la quercétine sur un modèle expérimental de diabète alloxanique. Phytothérapie. 9:274-282
- 92. Khamidov I., Telezhenetskaya M.V., Karimov A.,(1995).** Investigations of the alkaloids of *Berberis vulgaris*.Chem NatComp.; 31 (3): 503 –504
- 93. Khan A., Safdar M., Ali Khan M.M., Khattak K.N., and Anderson R.A.,( 2003).** Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes. Diabetes Care, 26: 3215-3218. Doi:10.2337//diacare.26.12.3215.PMID:14633804.
- 94. Khan A.M., Qureshi R.A., Ullah F., Gilani S.A., Nosheen A., Sahreen S., et al., (2011).** Phytochemical analysis of selected medicinal plants of Margalla Hills and surroundings . J Med Plants Res.; 5 (25): 6017 –6023.
- 95. Khan V, Najmi AK, Akhtar M, Aqil M, Mujeeb M, Pillai K.K., (2012).** A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential.J Pharm Bioallied Sci.;4(1):27e42.

## Synthèse bibliographique

---

- 96. Khanbaba K., et Ree T.R., (2001).** Tannins: classification and Definition. *Journal of royal society of chemistry*, 18:641-649.
- 97. Khanna T., Zaidi F.A., and Dandiya P.C., (1993).** CNS and analgesic studies on *Nigella sativa*. *Fitoterapia*, 64, pp. 407-410.
- 98. Khanzadi F.K., Thomas J.S., Ihasnullah b., (2008).** Effect of gamma irradiation on the extraction yield, total phenolic content and free radical-scavenging activity of *Nigella sativa* seed. *Food Chemistry*. ; 110: 967–972
- 99. Kosalec I., Gregurek B., Kremer D., Zovko M., Sanković K., Karlović K., (2009)** .Croatian barberry (*Berberis croatica* Horvat): a new source of berberine – analysis and antimicrobial activity. *World J. Microbiol. Biotechnol* ; 25 : 145 – 150.
- 100. Kriel S., (2003).** Métabolites secondaires des plantes et composition animal : surveillance sanitaire et observation de l'alimentation de chimpanzés ( *pan troglodytes schweinfurthii*) en ougenda, activités biologique et études chimique de plantes consommées. Thèse de doctorat en écologie et chimie des substances Naturelles. Muséum National d'histoire naturelle.
- 101. Kumara S.S., Huat B.T., (2001).** Extraction, isolation and characterization of antitumor principle, alpha-hederin, from the seeds of *Nigella sativa*. *Planta medica*.67: 29-32.
- 102. Kwon H.K., Jeon W.K., Hwan J.S., Lee C.G., So J.S., Park J.A., Ko B.S., Im S. H.,(2009).** Cinnamon extract suppresses tumor progression by modulating angiogenesis and the effector function of CD8 $\beta$ T cells. *Cancer Lett.* 278 (2), 174–182.
- 103. Landis G.N., Tower J., (2005).** Superoxide dismutase evolution and life span regulation. *Mech. Ageing Dev.* 126: 365–379
- 104. Laraoui H.,(2007).** Docteur de l'université Louis pasteur "Etude Phytochimique L'Extrait Chloroformique de *BupleurumAtlanticum*" (Chimie Organique, UV El Hadj Lakhdar Batna),
- 105. Lawrence B.M., Essential oils (1976-1977).** Carol Stream, Illinois : Allured Publishing, 1978, 175 pages.

## Synthèse bibliographique

---

**106. Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J., et Lee C.Y., (2003).** Cacao has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Food chemistry*, 51: 7292-7295.

**107. Lopez M., Martinez F., Del Valle C., Ferrit M., et Luque R., (2003).** "Study of phenolic compounds as natural antioxidants by a fluorescence method." *Talanta* **60**(2-3): 609-616

**108. Lopez P., Sanchez C., Batlle R., et Nerin C., (2005).** Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils : susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains. *J. Agric. Food Chem.* 35:6939-6946. Doi:10.1021/jf050709v.PMID:16104824

**109. Lyon C.J., Law R.E., Hsueh W.A., (2003).** Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology* ;144:2195-200

*M. balsamina* (Balsam apple) leaf extract. *J Med Scien.*; 4: 179–182.

**110. Maahs D.M., Nadeau K., Snell-Bergeon J.K., Schauer I., Bergman B., West N.A., Rewers M., Daniels S.R., Ogden LG., Hamman R.F., Dabelea D., (2011).** Association of insulin sensitivity to lipids across the life span in people with Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine.* 28(8):148-155

**111. Madhava Naidu M., Shyamala B.N., Pura Naik J., Sulochanamma G., Srinivas P., (2011).** Chemical composition and antioxidant activity of the husk and endosperm of fenugreek seeds. *Food Science and Technology* 44:451-456

**112. Maisuthisakul P., Suttajit M and Pongsawatmanit.,(2007).** Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chem.*, 100:1409-1418.

**113. Majob F., Kamalinejab M., Ghaderi N., Vahidipour H.R., (2003).** Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranian J Pharma Res.*; 77 –82.

**114. Maletić R., Jevdžović R., (2007).** Sowing date –the factor of yield and quality of Fenugreek seed (*Trigonella foenum graecum L.*). *Journal of Agricultural Sciences* Vol. 52, No 1 pp 1-8

- 115. Mancini-filho J., Van-Koij A., Mancini D.A., Cozzolino F.F., and torres R.P., (1998).** Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne) extracts, *Boll. Chim. Farm.* 137:443-447.PMID:10077878
- 116. Manea A .,(2010).** NADPH oxidase-derived reactive oxygen species:involvement in vascular physiology and pathology. *Cell Tissue Res*;342:325–39.
- 117. Marc Fr., Dacin A., Deglen-Benbrahim L., Ferrand C., et Al.,(2004) .** Méthode d'évaluation du pottentiel antioxydant dans les aliments.Erudit, M/S : médecine sciences 20 (4) , 458-463
- 118. Maritim A.C., Sanders R.A., WATKINS J.B., (2003).** Diabetes, oxidative stress and antioxidants: areview. *JBiochem Mol Toxicol.* 17(1): p. 24-38
- 119. Marles R.J., Farnsworth N.R., (1994).** Plants as sources of antidiabetic agents. *Econ Med Plant Res.*; 6:149-187.
- 120. Martin-Lopez T., Rubio B., Villaescusa L., Fernandez L., Diaz M., (1999).** polyphenolic compounds from pericarps of *Myrtus cummunis*, *Pharmaceutical Biology*, 37, 28-31.
- 121. Mata A.T., Proene C., Ferreira, A.R., Serralheiro M.L.M., Nogueira J.M.F., Araujo M.E.M., (2007).** Antioxidant and anti-acetyl cholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem.*; 103:778-786
- 122. Meliani N., Dib M.E.A, Allali H., Tabti B., (2011).** Hypoglycaemic effect of *Berberis vulgaris L.* in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Asi Pac J Trop Biomed.*; 468–471.
- 123. Meliani N., Dib M.E.A., Allali H., Tabti B., (2011).** Hypoglycaemic effect of *Berberis vulgaris L.* in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Asi Pac J Trop Biomed.*; 468 – 471.
- 124. Merfort I., Wray V., Barakat H., Hussein S.A.M., Nawwar M.A.M., Willuhn G. (1997).** Flavonol triglycosides from seeds of *Nigella sativa*. *Phytochemistry.* 46: 359-363.
- 125. Mezitia A.,( 2009).** Activité antioxydante des extraits des graines de *Nigella sativaL* Étude in vitro et in vivo.Mémoire de magister en Biochimie Appliquée .Université El-Haj lakhdar –batna

- 126. Miliauskas G., Venskutonis P.R., et Van Beek T.A., (2004).** screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. *Food chemistry*.85:231-237.
- 127. Morikawa T., Xu F., Kashima Y., Matsuda H., Ninomiya K., Yoshikawa M., (2004)** .Novel dollabellane-type diterpene alkaloids with lipidmetabolism promoting activities from the seeds of *Nigella sativa*. *Organic letters*. 6: 869-872.
- 128. Morrow J.D., (2003).**Is oxidant stress a connection between obesity and atherosclerosis? *Arleriosder Thromb Vasc.Biol.* 23(3) :368-370.
- 129. Mortazaeinezhad F., et Safavi K., (2011).**Investigation of epicatechin in barberry fruits. *International Conference on Life Science and Technology*. Singapour;. p. 156 –158.
- 130. Mukherjee P.K., Rai S., Bhattacharya S., Wahile A., Saha B.P.,( 2008).**Marker analysis of polyherbal formulation, Triphala- A well known Indian traditional medicine.*Indian Journal of Traditional Knowledge*; 7:379-383
- 131. N’Guessan K., Kadja B., Zirihi G., Traoré D., Aké-Assi L.,(2009).** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d’Ivoire). *SciNat.*; 6 (1): 1 –15.
- 132. Nagendra Prasad K., Yang Bao., Dong Xinhong., Jiang Guoxiang., Zhang Haiyan., Xie Haihui., Jiang Yueming., (2009).**Flavonoid contents and antioxidant activities from *Cinnamomum* species. *Food Science and Emerging Technologies*. ; 10 627–632
- 133. Nair S.C., Salomi M.J., Panikkar B., et Panikkar K.R., (1991).** Modulatory effects of *Crocus sativus* and *Nigella sativa* extracts on cisplatin-induced toxicity in mice. *J Ethnopharmacol*, 31, pp. 75-83.
- 134. Ncube N.S., Afolayan A.J., Okoh A.I,(2008).** Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *Afri J Biotech.*; 7 (12): 1797–1806.
- 135. Nergiz C., Otle S., (2003).** Some characteristics of *nigella* (*Nigella sativa*L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food Chemistry*. 83: 63-68.



## Synthèse bibliographique

---

**136. Nkhili E., (2009).** Polyphénols de l'alimentation: Extraction, Interaction avec les ions du Fer et du cuivre, Oxydation et pouvoir antioxydant. Thèse de Doctorat en sciences des aliments. Université D'Avignon Co-tutelle Université Cadi Ayyad.

**137. Nowitz T., Bottet J., (2000).** Encyclopédie des plantes médicinales: identification, préparation, soins. Edition Larousse.

**138. Oloyede O.I., (2005).** Chemical profile of Unripe Pulp of *Carica papaya*. Pak JNutr.;4: 379–381.

**139. Onal S., Timur S., Okutuku B., et Zihnioglu F., (2005).** Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase by aqueous extracts of some potent antidiabetic medicinal herbs. Prep.biochem.biotech .; 35: 29-36

**140. Organisation Mondiale de la Santé (2003)** Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2003-2005, Genève.

**141. Organisation Mondiale de la Santé (2011).** Journée mondiale du diabète. Centre des médias

**142. Osman A. M., Wong K. K. Y., Hill S. J. et Fernyhough A., (2006).** "Isolation and the characterization of the degradation products of the mediator ABTS-derived radicals formed upon reaction with polyphenols." *Biochemical and Biophysical Research Communications* **340**(2): 597-603.

**143. Ou B., Hampsch-Woodill M., et Prior R. L., (2001).** "Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**(10): 4619-4626

**144. Ou B., Huang D., Hampsch-Woodill M., Flanagan J.A., et Deemer E.K., (2002).** "Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**(11): 3122-3128.

**145. Pérez Y.Y., Jiménez-Ferrer E., Zamilpa A., Hernanàdez-Valencia M., Alarcon-  
146. aguilar F.J., Tortoriello J., Romàn-Ramos R., (2007).** Effect of a polyphenols-rich

## Synthèse bibliographique

---

extract from Aloe vera gel on experimentally induced insulin resistance in mice .Am J Chin Med. ;35 :1037-46

**147. Peronny S., (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le MAKI (Lemurcatta). Thèse de doctorat du Muséum national d'histoire naturelle .Discipline Eco-Ethologie. ; 151p.

**148. petit P.R., Sauvaire Y.D., Hillaire-Buys D.M., Leconte O.M., Baissac Y.G.,Ponsin G.R., et al., (1995).**Steroid saponins from fenugreek seeds extraction,purification, and pharmacological investigation on feeding behavior and plasma cholesterol. Steroids;60:674-80..

**149. Picher M.T., Seon E., and Tortadjada A., (1984).** Phytochemistry, 23(9), 1995-1998.

**150. Pinelo M., Manzocco L., Nunez M. J. et Nicoli M. C., (2004).** "Solvent effect on quercetin antioxidant capacity." *Food Chemistry* **88**(2): 201-207.

**151. Prior R. L., Wu X., et Schaich K., (2005).** "Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**(10): 4290-4302

**152. Pryor W.A., (2000).** Vitamin E and heart disease: basic science to clinical intervention trials, *Free Rad. Biol. Med.* ; 28: 141–164.

**153. Ravindran P.N.,NirmalBabu K.,ShylaiM.,(2004)** .Cinnamon and Cassia(The Genus Cinnamomum). The Chemical Rubber Company Press,Boca R,USA,pp.1–379.

**154. Romani A., Coinu R., Carta S., Pinelli P., Galardi C., et Vincieri F., (2004).**Evaluation of antioxidant effect of different extracts of *Myrtus communis L.* Free radiance research. ; 38:97-103.

**155. Romani A., Pinelli P., Mulinacci N., Vincieri F.F., Tattini M., (1999).** Identification and quantitation of polyphenols in leaves of *Myrtus communis L.*, *Chromatographia* ; 49, 17-20.

## Synthèse bibliographique

---

- 156. Rudich A., Tirosh A., Potashnik R., (1999).** Lipoic acid protects against oxidative stress induced impairment in insulin stimulation of protein kinase B and glucose transport in 3T3-L1 adipocytes. *Diabetologia.*; 42 : 949-957.
- 157. Salomi M.J., Nair S.C., and Panikkar, K.R., (1991).** Inhibitory effects of *Nigella sativa* and saffron (*Crocus sativus*) on chemical carcinogenesis in mice. *Nutr Cancer*, 16, pp. 67-72.
- 158. Samarth R.M., Panawar M.,Soni A., Kumar M., (2008).** Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extract, *Food Chemistry*, 106,868-873.
- 159. Sanchez-Moreno J. A., Larrauri F., Saura-Calixto., (1998).** Effect of Temperature on the Free Radical Scavenging Capacity of Extracts from Red and White Grape pomace Peels *J.Agric.Food Chem.* 1998,46,2694 2694 2697 270
- 160. Sebbagh N., Chabane Sari D., ATaleb S., Ouali F., Magnan C., Ktorza A., (2007).** Évaluation du profil du stress oxydatif chez des rats Wistar rendus diabétiques et ayant reçu un régime à base de l'huile de coloquinte à pouvoir hypoglycémiant. *Diabètes & Métabolisme.* ; 33:153
- 161. Shan B.Y.Z., Sun M., and Corke H., (2005).** Antioxidante capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *J. Agric. Food Chem.* 53: 7749-7759. Doi:10.1021/jf051513y. PMID: 16190627
- 162. Shane-McWhorter L., (2009).** American Diabetes Association Guide to Herbs and Nutritional Supplements. American Diabetes Association.
- 163. Sharma OM P., Bhat T.K., (2009).** DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4),1202.
- 164. Shirani G., et Ganesharane R., (2008).** Extruded products with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecium*) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of food engineering*, vol. 89: 545-554.

**165. Sivapriya M., Srinivas L., (2007).** Isolation and purification of a novel antioxidant protein from the water extract of Sundakai (*Solanum torvum*) seeds. *Food Chem.* ; 104 :510-517.

**166. Smith A.R., Shenvi S.V., Widlansky M., Suh J.H., Hagen T.M., (2004).** Lipoic acid as a potential therapy for chronic diseases associated with oxidative stress. *Curr. Med. Chem*, 11: 1135– 1146.

**167. Smith M.A., Perry G., Richey P.L., Sayre L. M., Anderson V.E., Beal M.F., et al. (1996).** Oxidative damage in Alzheimer's [letter]. *Nature.* ; 382: 120.

**168. Soares R., Azevedo I., (2007).** Inhibition of SIP by polyphenols prevents inflammation and angiogenesis : NF $\kappa$ B, a downstream effector *Free Radic Biol Med.*41:311

**169. Srivastava I.K., Vaidya A.B.,(1999).**A mechanism for the synergistic antimalarial action of atovaquone and proguanil. *Antimicrob Agents Chemother*, 43:1334-1339.

**170. Sultan M. T., (2009).** « *Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil.* », *Pakistan Journal of Botany*, vol. 41, n° 3, p. 1321-1330

**171. Sylvain S., (2011).** Etude de la composition chimiques d'huiles essentielles et d'extraits de method crose et de Kuquats. Thèse de doctorat en chimie organique et Analytique. Université de Crose Pascal Poli.

**172. Taskin M.k., Alankus Caliskan O., Anil H., Abou-gazar H., A.Khan I., Bedir E., (2005).** Triterpène saponins from *Nigella sativa* L. *Turkish Journal of Chemistry.* 29: 561-569.

**173. Uddin S.N., (2006).** Traditional uses of ethnomedicinal plants of the Chittagong Hill Tracts. 1st ed, Rahman MM (ed) Bangladesh National Herbarium, Dhaka, Bangladesh

**174. Uemura T., Goto T., Kang M.S., Mizoguchi N., Hirai S., Lee J.Y., et al., (2011).** Diosgenin, the main aglycon of fenugreek, inhibits LXR $\alpha$  activity in HepG2 cells and decreases plasma and hepatic triglycerides in obese diabetic mice. *J Nutr*;141:17-23.

**175. Uttara B., Singh A.V., Zamboni P., and Mahajan R.T.(2009).** Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. *Curr.Neuropharmacol.*; 7: 65-74

**176. Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T.D., Mazur M.,Telser J., (2007)** .Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39:44-84.

**177. Van Antwerpen P., (2006).** Contribution à l'étude du pouvoir antioxydant de divers agents d'intérêt thérapeutique: Ciblage du système myeloperoxydase / peroxyde d'hydrogène /chlorure. Thèse de doctorat en Sciences Pharmaceutiques, Académie universitaire Wallonie-Bruxelles.

**178. Verspohl E.J., Bauer K., and Neddermann E., (2005).** Antidiabetic effect of *Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum zeylanicum* in vivo and in vitro. *Phytother. Res.*19: 203–206. doi:10.1002/ptr.1643. PMID:15934022.

**179. Vladimir-Knežević s., Blažković B., Bival Štefan M., Alegro A., Kőszegi T., & Petrik J., (2011).**antioxidant activities and polyphenolic contents of three selected *Micromeria* species from Croatia .*meolecules*, Vol.16,No.2,pp.14454-1470, ISSN 1420-3049 et al., 2011

**180. Wannas W.A., Mhamdi B., Sriti J., BenJemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk me., Marzouk B., (2010).**Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis var .italica L.*)leafstemand flower, *Food and Chemical Toxicology*, 48:1362–1370.

**181. Yoshikawa T.,Yamamoto Y., Naito Y.,ToyokuniS., (2000).**Free radical in chemistry, biology and medicine.Ed. *Oica International*, London, pp:31-42.

**182. Yusupov M.M., Karimov A., Lutfullin K.L., (1990).**Alkaloids of *Berberis vulgaris*. XII. *Chem Nat Comp.*; 26 (1): 105 –106

**183. Zovko Cončić M., Kremer D., Karlović K., Kosalec I., (2010).**Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris L.* and *Berberis croatica* Horvat. *Food Chem Toxicol.* ; 48 : 2176-2180.