

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique Université de Tlemcen**

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



**Département de Biologie**

Filière : Sciences Alimentaires

## **Mémoire**

Présenté par :

**YAHYAOUI Djazia et RAMDANI Meriem**

**En vue de l'obtention du diplôme de MASTER**

**Option : Agroalimentaire et Contrôle Qualité**

**Intitulé de mémoire**

**Evaluation du pouvoir antioxydant de l'*Aloe vera***

Soutenu le 30/06/2020, devant le jury composé de :

Président	Mr CHABANE SARI Daoudi	Professeur, Université de Tlemcen
Encadreur	Mme El HASSAR Radjaa	MCB, Université de Tlemcen
Examineur	Mlle GHANEMI Fatima Zohra	MCB, Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

# *Remerciement*

*Ce mémoire est un aboutissement d'un travail dur et beaucoup de sacrifices.*

*Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre encadreur Mme R. MEZIANE, pour son suivi, son aide et son énorme soutien. Ses précieux conseils et ses remarques pertinentes ont été très utiles durant notre étude.*

*Notre gratitude se dirige ensuite vers nos enseignants durant ces cinq années, comme on remercie en particulièrement et très chaleureusement notre professeur responsable Melle F. GHANEMI, pour son dévouement et la qualité de son travail. Grace à eux on est arrivé à ce stade*

*En second lieu nos vifs remerciements vont également au Professeur D. CHABANE SARI, président du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Ainsi que toutes nos reconnaissances également à nos collègues, amies, qui ont manifesté un intérêt plus ou moins grand à notre travail, et qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de notre thèse.*

## *Dédicace*

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes parents, merci d'avoir été toujours derrière moi et de m'avoir soutenue toutes ces années, et de m'avoir poussé à persévérer dans cette voie. Je suis arrivée jusque-là grâce à vous car vous avez toujours cru en moi.

A ma très chère et unique sœur, merci d'être toujours là, de me comprendre et de m'avoir toujours soutenue quoi qu'il arrive.

A toutes ma famille Paternelle et Maternelle.

A toutes mes amis.

**Djazia**

## *Dédicace*

À l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes chers parents

A ma famille

A mes professeurs

A mes amis

**Meriem**

## *Résumé*

L'*Aloe vera* est une plante médicinale multifonctionnelle, utilisée depuis l'Antiquité comme un remède naturel grâce à ces propriétés thérapeutiques. Notre étude a pour but de déterminer la teneur en polyphénols totaux par la méthode de réactif Folin-Ciocalteu, et la teneur de flavonoïdes avec la méthode au chlorure d'aluminium, ensuite évaluer le pouvoir antioxydant par les tests DPPH et FRAP. Le résultat obtenu du rendement d'extraction est de 17.5%, avec un taux de polyphénols qui égale à 1043.26mg EAG/100g, et une teneur en flavonoïde de 82,201mg/100g. Ces résultats nous ont permis d'affirmer que l'*Aloe vera* est considérée comme une plante antioxydante et anti-radicalaire par sa richesse en phénols notamment en flavonoïdes, elle se caractérise aussi par un fort pouvoir réducteur de neutralisation des dommages cellulaires causés par les radicaux libres.

**Mots clés** : *Aloe vera*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydant, DPPH, FRAP

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b> : Quelques photos d' <i>Aloe vera</i>	<b>07</b>
<b>Figure 2</b> : Photos de feuille d' <i>Aloe vera</i>	<b>07</b>
<b>Figure 3</b> : Photos des fleurs d' <i>Aloe vera</i>	<b>09</b>
<b>Figure 4</b> : Structure de polyphénols	<b>14</b>
<b>Figure 5</b> : Structure de flavonoïde	<b>16</b>
<b>Figure 6</b> : Structure de flavonols	<b>17</b>
<b>Figure 7</b> : Structure d'isoflavones	<b>17</b>
<b>Figure 8</b> : Structure d'anthocyane	<b>18</b>
<b>Figure 9</b> : Structure d'acide gallique	<b>18</b>
<b>Figure 10</b> : Structure d'acide hydroxy benzoïque	<b>18</b>
<b>Figure 11</b> : Structure d'acide alcoolique	<b>19</b>
<b>Figure 12</b> : Echantillon d' <i>Aloe vera</i>	<b>29</b>
<b>Figure 13</b> : Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation	<b>30</b>
<b>Figure 14</b> : Les étapes de l'extraction des poly phénols	<b>31</b>
<b>Figure 15</b> : Dosage des poly phénols totaux	<b>32</b>
<b>Figure 16</b> : Structure chimique du radical libre DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyle)	<b>34</b>

<b>Figure 17:</b> Mécanisme réactionnel du test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power)	<b>35</b>
<b>Figure 18 :</b> Rendement d'extraction de la plante d' <i>Aloe vera</i> .	<b>36</b>
<b>Figure 19 :</b> Courbe d'étalonnage d'acide gallique	<b>37</b>
<b>Figure 20 :</b> Courbe d'étalonnage quercétine	<b>39</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b> : La classification de l' <i>Aloe vera</i>	<b>06</b>
<b>Tableau 2</b> : Composition chimique d' <i>Aloe vera</i>	<b>10</b>
<b>Tableau 3</b> : Classes des poly phénols en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule.	<b>15</b>
<b>Tableau 4</b> : Les principaux antioxydants non-enzymatiques et sources alimentaires associées.	<b>27</b>

## *Liste des abréviations*

<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>ARN</b>	Acide ribonucléique
<b>AlCl<sub>3</sub></b>	Chlorure d'Aluminium
<b>ATP</b>	Adénosine triphosphate
<b>CAT</b>	Catalase
<b>COX</b>	Cyclo-oxygénases
<b>DMSO</b>	Diméthylsulfoxyde
<b>DPPH</b>	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.
<b>EAG</b>	Equivalent d'acide gallique
<b>ERO</b>	Espèces réactives dérivées de l'oxygène
<b>EQ</b>	Equivalent de quercétine
<b>FRAP</b>	Ferric reducing-antioxydant power
<b>FDA</b>	Food & Drug Administration
<b>GSH</b>	Reduced glutathione
<b>GSR</b>	Glutathion réductase
<b>GPX</b>	Glutathion peroxydase
<b>IC<sub>50</sub></b>	Concentration Inhibitrice médiane
<b>NO</b>	Oxyde nitrique
<b>NOS</b>	Nitric Oxide Synthase
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>PP</b>	Polyphénols
<b>Rdt</b>	Rendement
<b>RS</b>	Espèces réactives
<b>SAR</b>	Structure-Activity Relationship (Relation structure-activité antioxydante)
<b>SOD</b>	Superoxyde dismutase
<b>TCA</b>	Acide trichloracétique
<b>UV</b>	Ultraviolet

# Table des matières

Introduction .....	01
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>I. Présentation de l'<i>Aloe vera</i></b> .....	<b>03</b>
<b>I.1. Historique et généralité</b> .....	<b>03</b>
<b>I.2. Etymologie</b> .....	<b>05</b>
<b>I.3. Classification</b> .....	<b>06</b>
<b>I.4. Description Botanique</b> .....	<b>06</b>
<b>I.4.1. La feuille</b> .....	<b>07</b>
<b>I.4.2. Le gel d'<i>Aloe vera</i></b> .....	<b>08</b>
<b>I.4.3. L'écorce</b> .....	<b>08</b>
<b>I.4.4. Le latex</b> .....	<b>08</b>
<b>I.4.5. Les fleurs</b> .....	<b>08</b>
<b>I.5. La composition chimique de l'<i>Aloe vera</i></b> .....	<b>09</b>
<b>I.6. Propriétés thérapeutiques</b> .....	<b>11</b>
<b>II. Les polyphénols</b> .....	<b>14</b>
<b>II.1. Définition</b> .....	<b>14</b>
<b>II.2. Classification des polyphénols</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2.1. Les flavonoïdes</b> .....	<b>16</b>
<b>II.2.2. Les non-flavonoïdes</b> .....	<b>18</b>
<b>II.2.3. Rôles des polyphénols</b> .....	<b>20</b>
<b>a. Chez les plantes</b> .....	<b>20</b>
<b>b. Chez l'homme et l'animal</b> .....	<b>20</b>
<b>III. Stress oxydant</b> .....	<b>23</b>
<b>III.1. Généralités</b> .....	<b>23</b>
<b>III.2. Les espèces réactives de l'oxygène (ROS)</b> .....	<b>23</b>
<b>III.3. Antioxydants</b> .....	<b>23</b>
<b>III.3.1. Antioxydants endogènes enzymatiques</b> .....	<b>24</b>
<b>III.3.2. Antioxydants endogènes non enzymatiques</b> .....	<b>24</b>
<b>III.3.3. Antioxydants exogènes</b> .....	<b>26</b>
<b>III.4. Le pouvoir antioxydants des poly phénols</b> .....	<b>28</b>
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>I. Matériel végétal</b> .....	<b>29</b>
<b>II. Objectifs de l'expérimentation</b> .....	<b>29</b>
<b>III. Méthodes</b> .....	<b>30</b>
<b>III.1. Méthode de l'extraction des polyphénols</b> .....	<b>30</b>
<b>III.2. Dosage des poly phénols totaux</b> .....	<b>32</b>
<b>III.3. Dosage des flavonoïdes totaux</b> .....	<b>33</b>
<b>III.4. Mesure du pouvoir antioxydant de l'extrait</b> .....	<b>33</b>
<b>III.5. Test de la réduction du fer FRAP (Ferric reducing- antioxydant power)</b> .....	<b>34</b>
<b>Résultats et discussion</b>	
<b>I. Taux d'extraction</b> .....	<b>36</b>
<b>II. Teneur en polyphénols totaux</b> .....	<b>37</b>
<b>III. Teneur en flavonoïdes</b> .....	<b>38</b>
<b>IV. Test du piégeage du radical libre DPPH</b> .....	<b>40</b>
<b>V. Test de la réduction de fer</b> .....	<b>41</b>



## **Introduction**

Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), environ 65-80% de la population mondiale dans les pays en développement, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne, dépendent essentiellement des plantes médicinales traditionnelles pour leurs soins de santé primaire. Les plantes médicinales représentent en effet, un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité biologique **(Newman et al., 2003)**.

Les polyphénols constituent l'une des principales classes de métabolites secondaires qui se localisent généralement au niveau des différentes parties de la plante. Ces composés suscitent un grand intérêt de par leurs nombreux effets bénéfiques pour la santé: prévention et traitement de certains cancers, traitement des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives **(Nkhili, 2009; Nani, 2007; Ghanemi et al., 2017; Zeriouh et al., 2017; Aboura et al., 2017; Nani et al., 2019)**. Certains d'entre eux sont également utilisés comme additifs pour les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques **(Bougandoura et Bendimerad, 2012)**.

Les polyphénols sont communément subdivisés en flavonoïdes, lignines, tanins, et anthocyanes qui sont dérivés de l'assemblage d'unités phénoliques. En particulier, les flavonoïdes sont connus pour leurs propriétés antioxydants, antibactériennes, antivirales, anti-inflammatoires, antiprolifératives, régulatrices de systèmes enzymatiques... **(Dacosta, 2003)**. Ces activités ont toujours une relation avec leur activité antioxydante et spécialement avec leur capacité à piéger les radicaux libres, chélater les ions métalliques ou inhiber les enzymes responsables de la formation de radicaux **(Boudiaf, 2006)**.

Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études. Il se trouve plus de 300 espèces végétales dans notre patrimoine parmi ces espèces nous avons *L'Aloe vera* qui est souvent appelée «plante miracle» ou «guérisseuse de la nature». *L'Aloe vera* est une plante aux nombreuses surprises, contient différents contenus nutritionnels tels que les vitamines,

les minéraux, les enzymes, sucres, composés de phénol, lignine, saponine, stérol ainsi que des acides aminés (**Mehta, 2017**).

Dans ce contexte, notre étude a pour objectif d'estimer la teneur des composés phénoliques et flavonoïdes dans la plante *Aloe vera*, ensuite d'évaluer le pouvoir antioxydant des extraits phénoliques par le test DPPH anti radicalaire et le test de FRAP dans la plante étudiée.

# **Partie bibliographique**

## **I. Présentation de l'*Aloe vera*.**

### **I.1. Historique et généralité**

L'*Aloe vera* est la plante préférée de plusieurs tribus du monde. Il a été trouvé et décrit dans des différentes cultures et aussi loin que les époques grecque, égyptienne et romaine. Des références ont été trouvées dans les écrits des premières cultures indiennes et chinoises. Elle a été l'une des plantes les plus demandées et recherchées et largement utilisées tout au long de l'histoire (**Mehta, 2017**). Cette espèce est originaire de la région méditerranéenne (ou var. *chinensis* en Inde), mais elle est maintenant largement propagée dans le sud de l'Amérique du Nord, en Asie et en Europe (**Waller et al., 1978**). La plante *Aloe vera* a une histoire remontant à l'époque biblique qui appartient à la famille des liliacées, il existe en effet, près de 400 espèces d'*Aloe vera* présentes dans le monde entier (**Ritchie, 2001 ; Rajasekaran et al., 2005 ; Bozzi et al., 2007**).

Plante mythique connue et consommée depuis plus de 5000 ans, à des époques différentes et dans des régions du monde éloignées les unes des autres, l'homme a toujours utilisé l'*Aloe vera* pour empêcher ou soigner nombre de ses maux. En effet, plusieurs preuves archéologiques et historiques manifestent de ses multiples et semblables usages médicaux dans toutes les grandes civilisations sans aucune exception (**Donadieu, 2006**). L'*Aloe vera*, a été connue dans plusieurs civilisations :

#### **I.1.1. Civilisation Chinoise**

L'histoire de la médecine chinoise peut être désignée par l'étude des Pen T'sao, qui date également du 3<sup>e</sup> millénaire avant J.C. (env. 4 700 ans), et surtout l'illustre Li Che Tchen, qui a révisé ce traité au XVI<sup>e</sup> siècle, classe l'*Aloe vera* parmi les plantes aux vertus thérapeutiques majeures sous l'appellation de « Remède d'harmonie » et la considère comme une plante spéciale pour les traitements des brûlures et des affections de la peau (**Donadieu, 2006**).

#### **I.1.2. Civilisation Égyptienne**

Les anciens égyptiens vénéraient l'*Aloe vera*, qu'ils appelaient « Plante de l'immortalité » (**Ravi et al., 2011**). Le plus ancien document de la médecine égyptienne parvint jusqu'à nous, avec le fameux papyrus d'Ebers (nom de celui qui l'a déchiffré

après sa découverte dans les ruines de Louksor), écrit à Thèbes au cours du 2<sup>e</sup> millénaire avant J.C. (env. 3 500 ans). Cet ouvrage qui a pour titre « Livre de préparation de médicaments pour toutes les parties du corps humain », reproduit en signes hiéroglyphes de nombreuses formulations à base d'*Aloe vera* et détaille pour la première fois les vertus médicinales attribuées à la plante. Il était traditionnel d'apporter une plante d'*Aloe vera* à l'enterrement comme cadeau, car c'était un symbole d'une nouvelle vie et les pharaons le considéraient comme un « Élixir de longue vie » (Schweizer, 2006).

### **I.1.3. Civilisation Arabe**

Les guerriers Touaregs du Sahara et les bédouins connaissent depuis la plus haute antiquité les vertus de l'*Aloe vera* qu'ils appellent « Lys du désert ». Dès le 6<sup>e</sup> siècle avant J.C., la civilisation arabe était parmi les premières dans la production des extraits commerciaux d'*Aloe vera* à base de sève et pulpe mélangées. Ces extraits résineux, qui servaient surtout de laxatif, mais aussi à bien d'autres usages internes et externes, ont largement contribué à la diffusion de l'*Aloe vera* dans de nombreux pays du Moyen-Orient et d'Asie (Boudreau, et al., 2006 ; Inguez-Fern´ et al., 2012).

### **I.1.4. Civilisation Indienne**

Les hindous croyaient que l'*Aloe vera* poussait dans le jardin d'Eden, ils l'appelaient « Le guérisseur silencieux », elle est en bonne place parmi les plantes majeures citées dans les textes fondamentaux de l'hindouisme, consacrés aux plantes et aux préparations secrètes, destinées à soigner toutes sortes de maladies (Schweizer, 2012).

### **I.1.5. Civilisation Européenne**

L'*Aloe vera* est introduit en Europe pendant les croisades « l'Élixir de Jérusalem », vers 1000-1300 après J-C. Composé d'un mélange de vin de palme, de pulpe d'*Aloe vera* et de chanvre, les templiers présentent cette boisson comme un secret de longévité. Les européens du nord ne s'intéressèrent pas à la plante, du fait que cette plante pousse sous des climats chauds, alors qu'en Espagne, au Portugal et en Italie où elle était abondante. Christophe Colomb en parle alors dans ses journaux de bord et l'appelle le « docteur en pot ». Il a aussi dit : « Quatre végétaux sont indispensables à la vie de l'homme : le blé, la

vigne, l'olivier et l'Aloès. Le premier te nourrit, le second te réjouit, le troisième t'harmonise et le quatrième te guérit» (Schweizer, 2006).

### **I.1.6. Civilisation Amérindienne**

L'*Aloe vera* était avec l'agave l'une des 16 plantes sacrées des Amérindiens. Les Indiens cuisaient les feuilles d'*Aloe vera* sous la cendre pour les manger. Ils utilisaient la pulpe afin d'arrêter les hémorragies et cicatriser les blessures. Le gel fermenté était utilisé pour calmer le ventre, nettoyer les reins et la vessie, dissoudre les calculs, arrêter la toux, soulager les fluxions de poitrine et provoquer les menstruations. Les jeunes indiennes appliquaient le jus de l'*Aloe vera* sur leur visage pour attirer les garçons et chasser les parasites (Schweizer, 2012). Dans la culture Maya, le gel de la plante est utilisé en cataplasme pour soigner les migraines. Les femmes Mayas quant à elles, en enduisent leurs seins afin de sevrer leur bébé. Avant de partir à la chasse ou à la guerre, les guerriers frottaient leur corps de la pulpe. Pour les Mazahuas, l'*Aloe vera* guérissait de toutes les maladies, donnait l'esprit clair au fou, lui procurait la force en «faisant venir Dieu en lui», était la plante magique par excellence. Une curieuse tradition indienne assurait que si le pulque (vin de l'agave) rend fou, le vin d'*Aloe vera* guérit de la folie (Schweizer, 2012).

## **I.2. Etymologie**

On pense aujourd'hui que le mot *Aloe vera* a une double origine: arabe et grec, "alloeh" qui, en arabe, signifie: "substance amère" et "alos", qui signifie en grec ancien: "mer", tandis que "vera" en latin signifie "vrai". Cette espèce a été considérée comme la plus efficace en termes d'utilisation thérapeutique et médicale (Eshun, 2004).

L'*Aloe vera* (L) *Burm*, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'*Aloe barbadensis* Miller ou *Aloe vulgaris* Lamark (Ernst, 2005). Aujourd'hui, la classification botanique officielle a retenu le nom d'*Aloe barbadensis* Miller, mais *Aloe vera* reste l'appellation courante, que nous utilisons tout au long de la thèse. Aujourd'hui, de nombreux noms vernaculaires sont attribués à l'*Aloe vera*: Aloès, vrai Aloès, Aloès des Barbades, Aloès vulgaire, lys du désert, docteur vert,

remède d'harmonie, plante médecin, guérisseur silencieux, médecin du ciel, fontaine de jouvence, docteur Aloés, bâton du ciel, plante des brûlures, plante miracle, docteur en pot, élixir de longue vie, plante qui guérit tout, docteur végétal, plante de l'immortalité, cadeau de vénus .Cette multitude de surnoms indique que l'*Aloe vera* est une plante reconnue comme une ancienne plante qui possédant de nombreuses vertus thérapeutiques (Eshun, 2004).

### I.3.Classification

**Tableau 1 : La classification de l'*Aloe vera* (Michayewi, 2013).**

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Liliopsida
<b>Sous-classe</b>	Liliidae
<b>Ordre</b>	Liliales
<b>Famille</b>	Aloeaceae
<b>Genre</b>	Aloe
<b>Espèce</b>	Aloe vera
<b>Nom commun</b>	Aloès

### I.4.Description Botanique

*Aloe vera* est une plante à aspect de rosette large à feuilles épaisses et charnues dont le diamètre peut atteindre 60 à 80cm, avec des racines peu profondes et des feuilles charnues lisses de couleur gris au vert, à section triangulaire, aux extrémités pointues. Ces feuilles sont réunies en rosettes denses au sommet d'un tronc robuste de longueur variable. Les inflorescences en corymbe, naissent au milieu de la rosette, les fleurs petites, tubulaires rouges, jaunes ou blanches (Boullard, 2001).



Plante entière



Les feuilles



Les Fleurs

**Figure 1** : Quelques photos d'*Aloe vera*

#### **I.4.1. La feuille**

L'*Aloe vera* possède des feuilles charnues, fragiles et pourvues d'épines, qui poussent en forme de rose, disposées en spirale, d'une couleur verte, lorsqu'elles sont indirectement au soleil elles atteignent 80 cm de long et 10cm dans leur plus grande largeur, avec des bords munis d'épines jaune clair. Les feuilles les plus jeunes poussent au centre par contre les plus âgées se retrouvent à l'extérieur (**Perrot et Paris, 1971**).

La description de la feuille à l'intérieur peut porter à confusion car on trouve de plusieurs termes pour le désigner : pulpe interne, parenchyme ou tissu mucilagineux, gel ou gelée mucilagineuse, gel interne. En réalité, le terme « pulpe » ou « parenchyme » désigne la partie intacte charnue de la feuille d'*Aloe vera*, contenant entre la paroi des cellules et les organites, alors que le terme « gel » ou « mucilage » se réfère au seul liquide visqueux contenu dans les cellules (**Ni et Tizard, 2004**).



**Figure 2** : Photos de feuille d'*Aloe vera* (**Eshun, 2004**).

#### **I.4.2. Le gel d'*Aloe vera***

La partie blanche et mucilagineuse à l'intérieur de la feuille est composée de cellules parenchymateuses à paroi fine contenant le gel d'*Aloe vera*. Le gel frais d'*Aloe vera* est un agent antibactérien et antifongique qui peut détruire facilement les micro-organismes et nettoyer le corps des toxines. Il contient plusieurs polysaccharides il peut également renforcer votre système immunitaire et accélérer votre métabolisme. Les caractéristiques principales du gel sont sous aspect visqueux, l'absence de couleur, transparent, son goût légèrement amer (**Morin, 2008**). Il représente 65% à 80% du poids de la plante, ce gel est composé de plus de 99% d'eau et plus de 200 éléments différents, et le pH est entre 4.4 et 4.7, cette acidité est due à l'accumulation des organites acides (**Femenia et al., 1999 ; Eshun, 2004; Boudreau et Beland, 2006**).

#### **I.4.3. L'écorce**

L'écorce est la partie extérieure de la feuille, elle représente 20% à 30% de son poids. Cette partie, est composée de dix-huit couches de cellules avec des chloroplastes où sont synthétisés des lipides, des carbohydrates ainsi que des protéines (**Guo et Mei, 2016**).

#### **I.4.4. Le latex**

Au-dessous de l'écorce se trouve la sève de l'*Aloe vera* aussi nommée le latex. Ce mucilage jaune et amer est riche en composés phénoliques (dont les anthraquinones). Il s'agit du système vasculaire de la plante, il permet entre autres, le transport jusqu'à la pulpe de l'eau, des minéraux et des molécules synthétisées dans les racines. Ce latex est utilisé comme agent laxatif régulé par la FDA, quand il est déshydraté. Il peut aussi servir comme agent d'amertume dans certaines boissons et est considéré comme un antibactériens en particulier contre les bactéries Gram +(**Boudreau et Beland, 2006**).

#### **I. 4.5. Les Fleurs**

L'*Aloe vera* commence à fleurir du début du printemps jusqu'au début de mois de juin. L'inflorescence est sous forme d'une grappe dressée qui peut atteindre un mètre de

long et comporte de nombreuses fleurs entourées de bractées jaune-rougeâtres. Le périanthe charnu, d'un jaune orangé, comporte six pièces de 2,5 cm de long, soudées en tube à la base. Ce dernier est d'un jaune orangé dont la partie terminale d'abord verte, vire elle aussi au jaune à maturité, entourant d'un ovaire à trois loges (carpelles), libres et supères pluri ovulé, cet ovaire pâle donne naissance à un fruit qui est une capsule membranaire à déhiscence loculicide renfermant de nombreuses graines à albumen charnu (Perrot, 1971) (Fig.3).



**Figure 3** : Photos des fleurs d'*Aloe vera* (Perrot, 1971).

### **I.5. Composition chimique d'*Aloe vera***

L'*Aloe vera* contient ainsi 75 constituants potentiellement actifs: vitamines, enzymes, minéraux, glucides, lignines, saponines, et des acides aminés.

La plante d'*Aloe vera* est riche en plusieurs substances naturelles, le gel contient environ 98.5% d'eau, la matière sèche constitue 1% du poids sec de la plante, elle se compose de 55% de polysaccharides, 17% de glucides, 16% de minéraux et oligo-éléments, 7% de protéines, et 4% de lipides (Eshun et He, 2004).

Voici un tableau sur certains ingrédients les plus importants dans l'*Aloe vera*.

**Tableau 2 : Composition chimique d'*Aloe vera* (Atherton, 1997; Bazeeb, 2002 ; Yimei Jia et al., 2008).**

<b>Les polysaccharides</b>	Les composants les plus intéressants de l' <i>Aloe vera</i> sont : acémannane et glucomannane.
<b>Les acides aminés</b>	Acide glutamique, glutamine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, Valine.
<b>Les vitamines</b>	A , B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, bêta-carotène
<b>Les enzymes</b>	Amylase, catalase, lipase, bradykinase, cellulase, protéolytiase, carboxypeptidase, phosphatase.
<b>Les minéraux</b>	Cuivre, zinc, bore, potassium, fer, calcium, magnésium, phosphore, sodium, chrome.
<b>L'acide malique</b>	C'est un acide organique indispensable à la formation d'énergie par le corps lors de la digestion.
<b>Les substances antalgiques</b>	Lupéol, magnésium, acide salicylique.
<b>Les substances antiseptiques</b>	Soufre, phénol, lupéol, anthraquinones.
<b>Les dérivés anthracéniques (de la sève)</b>	Barbaloïne, aloe-émодol, isobarbaloïne, aloïnosides.
<b>Les substances anti-inflammatoires</b>	Acides gras, bradykinase, gibbérelline, anthraquinone.
<b>Les autres constituants</b>	Aloesine, aloenine, acide cinnalique, acides chrysophanique, résistanol (dérivé alcoolique de l'acide cinnamique), lignine, saponines, huiles volatiles, choline...

## **I.6. Propriétés thérapeutiques**

L'*Aloe vera* été utilisé dans divers des maladies telles que le diabète de type II, l'arthrite, l'œil maladie, tumeur, vomissements, bronchite et pour d'autre maladies lié au système digestif, il a été également utilisé pour des brûlures, des blessures et problèmes de peau. Le terme *Aloe vera* représente le séché le jus, qui s'écoule des bases transversales de ses feuilles. C'est la meilleure réponse à base de plantes pour soutenir les mécanismes de santé et de guérison du corps par ce qu'il ne guérit pas, il nourrit plutôt les corps propres systèmes afin qu'ils puissent fonctionner de manière optimale et être en bonne santé (**Rajesawari et al., 2012**).

### **I.6.1. Propriétés hydratantes**

Le gel d'*Aloe vera* est composé à 98,5% d'eau, ce qui lui confère ses propriétés hydratantes. Mais ces dernières ne sont pas seulement dues à l'eau contenue dans le gel mais aussi à certains composants qui améliorent l'hydratation cutanée (**Dal'Belo et al., 2006**). En effet, une étude portée sur des préparations cosmétiques contenant plusieurs concentrations de gel d'*Aloe vera* lyophilisé a montré une augmentation de la teneur en eau de la couche stratum corneum (ou couche cornée) après une seule application. Lorsque ces formulations ont été appliquées 2 fois par jour, l'effet a été le même. Certains composants du gel d'*Aloe vera* améliorent donc l'hydratation cutanée c'est donc un moyen idéal pour prévenir ou traiter la déshydratation (**Dal'Belo et al., 2006**).

### **I.6.2. Propriété anti-âge**

Dans une étude réalisée chez 30 femmes âgées de plus de 45 ans, l'application de gel pendant 90 jours a considérablement amélioré l'aspect des rides et l'élasticité de la peau en augmentant la production de collagène et diminuant l'expression du gène MMP-1 dégradant le collagène. Cependant, aucune relation dose-dépendante n'a été relevée. Le mécanisme d'action est inconnu (**Soyun Cho et al., 2009**).

### **I.6.3. Action anti-inflammatoire**

L'inflammation est l'ensemble des réactions locales et générales de l'organisme à toutes réactions tissulaires. L'activité anti-inflammatoire du gel d'*Aloe vera* a été révélée par un certain nombre d'études semble que le gel exerce son activité anti-inflammatoire par l'activité enzymatique de la bradykinase qu'il contient et qui est un médiateur de l'inflammation. La réaction inflammatoire comporte 3 étapes :

- La phase vasculaire avec dilatation et perméabilité des vaisseaux et libération de facteurs chimiotactiques.

-La phase cellulaire marquée par un afflux de polynucléaires et macrophages, une production de lymphokines, une libération d'enzymes lysosomale et la phagocytose.

-La phase de régénération et de cicatrisation, correspondant à la synthèse de collagène par les fibroblastes (**Hamman, 2008**).

### **I.6.4. Propriétés antidiabétiques**

L'*Aloe vera* est un remède traditionnel utilisé contre le diabète sucré dans de nombreuses régions du monde, notamment en Amérique latine, dans la péninsule arabique et en Inde. Certaines preuves rapportées chez les humains et les animaux suggèrent que l'*Aloe vera* est capable de diminuer l'hyperglycémie chronique. Le gel d'*Aloe vera* contient des composés comme l'acémannane, la fibre hydrophile, le glucomannane et le phytostérol, qui réduisent la glycémie et augmentent la sensibilité à l'insuline (**Yeh et al., 2003**).

Un essai clinique réalisé sur des patients diabétiques a montré que l'administration orale d'une cuillère à soupe de jus d'*Aloe vera* deux fois par jour pendant au moins 2 semaines a entraîné une baisse des concentrations en glucose sanguin et triglycérides. Les résultats suggèrent le potentiel du jus d'*Aloe vera* pour son utilisation comme antidiabétique (**Yong chaiyudha et al., 1996**).

Une synthèse publiée en 2010 fait état de données prometteuses 5 des 7 études cliniques menées indiquent que le gel d'Aloès peut réduire la glycémie des patients

souffrant de diabète ou de pré diabète. Mais les auteurs soulignent que les études souffrent de failles méthodologiques (Ngo et al., 2010).

### **I.6.5. Propriétés Gastro-intestinales**

La constipation définie comme un nombre insuffisant de selles est due à deux phénomènes :

-L'obstruction ou le ralentissement du transit colique soit avec un obstacle organique soit avec un trouble du péristaltisme intestinal.

-Une diminution ou une disparition des phénomènes d'exonération due à une insensibilité rectale (Ishii et al., 1990).

Les gens du monde entier ont utilisé l'*Aloe vera* pour traiter la constipation pendant de nombreuses années. Les composés d'anthraquinone trouvés dans l'*Aloe vera* créent un effet laxatif puissant. Une étude sur des personnes souffrant de constipation chronique a montré que la combinaison de l'*Aloe vera* avec d'autres laxatifs augmentait la fréquence des mouvements intestinaux, la consistance des selles et d'autres indicateurs de constipation (Michayewi, 2013).

### **I.6.6. Autres effets**

Parmi les autres effets qui ont été attribués au gel frais d'*Aloe vera*, on peut supposer ses effets curatifs dans les blessures et les traumatismes superficiels de la peau. De même, la réduction de la douleur à la place du trauma est visible après la prise de ce médicament (Henry, 1979).

*Aloe vera* (ou aloès jaune) plante ressemble à un cactus et une plante succulente et aqueuse, dont les feuilles comprennent le tissu de mucilage (gel). Ce mucilage se compose de quelques glycoprotéines, qui préviennent contre l'inflation et la douleur et accélèrent leur tendance à l'amélioration. De même, il comprend des polysaccharides, qui stimulent la croissance et la guérison de la peau. Le mucilage de cette plante peut être utilisé pour le traitement des plaies internes et externes (Eshun et He, 2004 ; Boudreau et Beland, 2006).

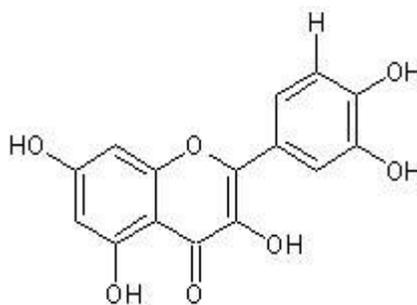
Les effets du gel d'*Aloe vera* sur la peau améliorent également l'absorption cutanée des médicaments. Dans une étude réalisée sur l'effet de l'*Aloe vera* sur les médicaments à base de caféine, de colchicine, d'acide méfénamique, d'oxybutynine et de kinine, on a observé cet effet d'augmentation de la consommation de la peau (stratum)

(Cole et Heard, 2007).

## II. Les polyphénols

### II.1. Définition

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) sont considérés comme des composés quasi-universels des végétaux. Structurellement, ils se répartissent en plusieurs classes, allant de composés présentant un simple noyau phénolique à des composés polymériques complexes comme les tanins. Les polyphénols constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. On les trouve d'une manière générale, dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être localisés dans divers organes (Colline et Crouzet, 2011). Ces corps jouent un rôle fondamental car sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux, tels que les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, le café, le cacao ou le thé, que consomme l'homme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E (Scalbert et al., 2005), ils font partie intégrante de l'alimentation humaine et animale (Martin et Andriantsitohaina, 2002).



**Figure 4** : Structure de polyphénols

## II.2. Classification des polyphénols

Il y a 14 groupes différents ont été identifiés dont six groupes sont particulièrement les plus répandus et les mieux caractérisés: flavones, isoflavones, flavanones, flavanols, flavonols, anthocyanidines (Heim et al., 2002 ; Hendrich, 2006).

Le terme de composés phénoliques couvre un groupe diversifié et très vaste de produits chimiques. Le tableau 03 montre quelques classes des polyphénols en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule.

**Tableau 3** : Classes des polyphénols en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule (Macheix et al., 2005; SarniManchado et Cheyneir., 2006; Bruneton, 1999).

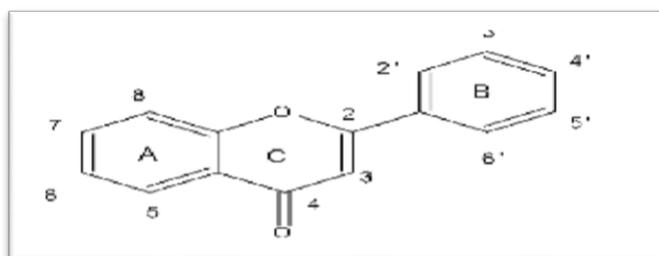
Nombre d'atomes de carbone	Squelette de base	Classe
6	C <sub>6</sub>	Phénol simple benzoquinone
7	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acide phénolique
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acétophénone acide phénylacétique
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acide hydroxycinnamique Phénylropens coumarines isocoumarines
10	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphtoquinone
13	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	Xanthones
14	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbens anthtrachinones
15	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes isoflavonoïdes
18	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Lignanes
30	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	Biflavonoïdes

N	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> )	Lignines caticholamelagnines  Tanins condensés
	(C <sub>6</sub> )	
	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> )	

Les polyphénols peuvent être divisés en deux classes :

### II.2.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal, ils interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes, ils sont présents dans une grande variété d'aliments (fruits et légumes, céréales, jus de fruits, thé et vin...) (**Guignard, 1996**). Les flavonoïdes possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbones, constitué de deux unités aromatiques ; deux cycles en C<sub>6</sub> (A et B), reliés par un hétérocycle en C<sub>3</sub> (**Collin et Crouzet, 2011**).



**Figure 5** : Structure de flavonoïde

#### II.2.1.1. Les flavonols

Les flavonols sont les constituants flavoniques les plus dominants des aliments. Les composés les plus représentatifs de cette famille sont le kaempférol et la quercétine. Ces dernières contiennent un très fort pouvoir antioxydant grâce à leur structure chimique favorable au piégeage des radicaux libres, parmi les aliments les plus riches il y a les oignons (350-1200mg/ kg de matière fraîche), le poireau, le chou et les baies telles que le

cassis (115 mg/ kg de matière fraîche), le thé contient aussi des flavonols à hauteur de 45 mg/L (Liu et al., 2012).

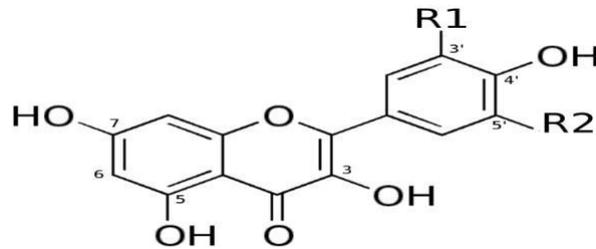


Figure 6 : Structure de flavonols

### II.2.1.2. Les isoflavones

Les isoflavones sont contenues presque exclusivement dans les légumineuses, les produits dérivés du soja sont la principale source d'isoflavones dans l'alimentation (D'Archivio et al., 2007 ;Tapas et al., 2008).

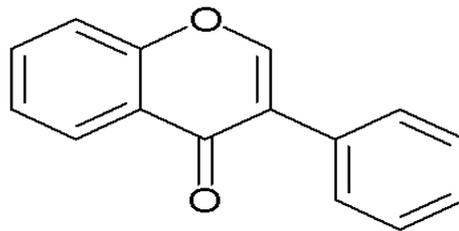


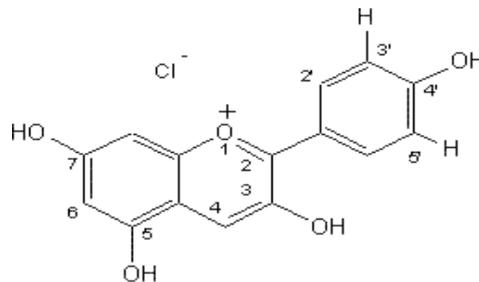
Figure 7 : Structure d'isoflavones

### II.2.1.3. Les flavanones

Les flavanones sont caractérisés par la présence d'un hétérocycle saturé à trois carbones en chaîne et un atome d'oxygène dans la C4, les agrumes constituent la principale source alimentaire de flavanones. Les principaux aglycones sont l'ériodictyol dans le citron, la naringénine dans le pamplemousse et l'hespéritine dans l'orange: un jus d'orange contient entre 200 et 600 mg d'hespéritine/L (Tapas et al., 2008).

### II.2.1.4. Les anthocyanes

Ce sont des pigments colorés responsables de la pigmentation des fleurs, des fruits et des grains (Castaneda-Ovando et al., 2009), mais aussi jouent un rôle important dans la physiologie végétale comme attracteurs des insectes dans la dispersion des grains (Shipp et al., 2010). Les anthocyanes possèdent une structure de base, le 2-phényl-1benzopyrilium (cation flavylum) constituée de trois cycles aromatiques, responsable du pouvoir absorbant (chromophore) (Samouelian et al., 2009).



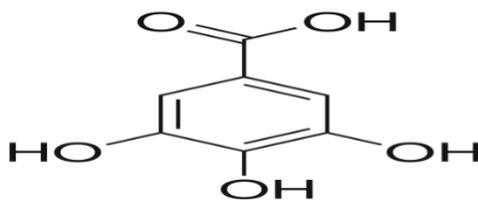
**Figure 8** : Structure d'anthocyane

### II.2.2 Les non-flavonoïdes

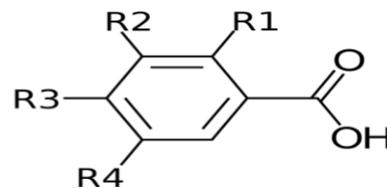
Dont les principaux composés sont: les acides phénoliques, les alcools phénoliques, les lignanes, les tannins.

#### II.2.2.1 Acides phénoliques

Les acides phénoliques font partie des formes les plus simples des composés phénoliques et se séparent en deux grands groupes distincts que sont les acides hydroxybenzoïques (C6-C1) et les acides hydroxycinnamiques (C6-C3) : dérivés de l'acide benzoïque et dérivés de l'acide cinnamique et l'acide gallique (Watson et al., 2013).



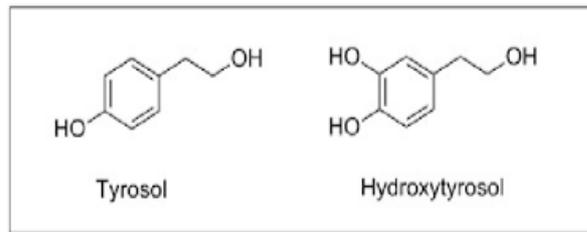
**Figure 9**: Structure d'acide gallique



**Figure 10** : Structure d'acide hydroxy benzoïque

### II.2.2.2 Alcools phénoliques

Un alcool phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique, les principales molécules de cette classe Le tyrosol (4-hydroxyphenylethanol) et hydroxytyrosol (3,4 dihydroxyphenylethanol), ces composés sont très abondants dans l'olive (fruit et feuille), libres ou associés à l'acide élénolique (Micol et al., 2005 ; Silva et al., 2010).



**Figure 11** : Structure d'acide alcoolique

### II.2.2.3 Les lignanes

Les lignanes phénoliques se trouvent dans la plupart des plantes riches en fibres, y compris les graines de citrouille, graines de sésame, les céréales, les fruits et les légumes , sont un groupe de phyto-nutriments largement distribués dans le règne végétal, leurs principales fonctions sont d'apporter de la rigidité, une imperméabilité à l'eau et une grande résistance à la décomposition (Imran et al., 2015). En fonction de la structure, les lignanes peuvent être classés en cinq familles de composés: lignanes, néolignanes, sesquilignanes, dineolignanes, norlignans et des lignanes hybrides (Calvo-Flores et al., 2015).

### II.2.2.4 Les tannins

Les tannins sont des composés phénoliques polymérisés, de poids moléculaire élevé et présentant des propriétés astringentes, qui peuvent provoquer la précipitation des protéines. Ils peuvent être subdivisés en (Balasundram et al., 2006 ; Michelline, 2009) :

➤ Tanins hydrolysables: sont des esters de l'acide gallique et l'acide ellagique, leur polymères sont appelés des tannoïdes, ils sont facilement hydrolysable par voies chimiques ou enzymatiques.

➤ Tanins condensés : ce sont des produits de la polymérisation de flavan-3-ols (catéchines) et flavan-3,4-diols (leuco anthocyanidines), ils ne sont hydrolysables que dans conditions fortement acides.

### **II.3 Rôles des poly phénols**

#### **a) Chez les plantes**

Les composés phénoliques jouent un rôle primordial dans la physiologie de la plante, ils sont des pigments responsables des teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et fruits (jaune, orange, rouge) (**Edeas, 2007**). Ils sont impliqués aussi dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la germination des graines ou la maturation des fruits (**Biozot et Charpentier, 2006**). Ils jouent un rôle important dans l'interaction de la plante avec son environnement, en particulier contre les radiation UV, le stress oxydatif, les attaques microbiennes (**Moneb et al., 2011**), Les pigments responsables des couleurs vives et variées des fleurs, ont non seulement un effet esthétique, mais sont aussi responsables de l'attraction des pollinisateurs (oiseaux et insectes)(**Harborne et al.,1978**).

#### **b) Chez l'homme et l'animal**

La consommation d'aliments riches en polyphénols réduit le développement de nombreuses pathologies, telles que le cancer, l'ischémie cardiaque, l'athérosclérose et l'hypertension, cela peut-être expliqué par le fait que ces composés ont la capacité de modifier de nombreux facteurs impliqués dans la genèse de ces maladies, leurs propriétés sont liées au fait qu'ils peuvent moduler l'activité de nombreuses protéines intracellulaires (les protéines kinases, les phospholipases, l'adénylate cyclase, les ATPases, les cyclo-oxygénases (COX), les NOS ou le cytochrome P450) et agir sur différents types cellulaires (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**). Ces composés montrent des activités anticancéreux (**Zeriouh et al., 2017 ; Ghanemi et al., 2017 ; Nani et al.,2019**), antivirales(**Martin-Benloch et al.,2019**), antibactérien (**DaasAmiour et**

al., 2014), anti-inflammatoire (Aboura et al., 2017), anti thrombotiques, cardio-protecteur et les effets vasodilatateurs (Falleh et al., 2008).

➤ **Activité anti-inflammatoire**

De nombreuses études indiquent que les polyphénols notamment les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations, ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation athérosclérotique en inhibant l'expression des médiateurs inflammatoires (De Medina et al., 2009 ; Soro et al., 2015). En effet, les flavones (apigénine, lutéoline) et les flavonols (kaempférol, quercétine et myricétine) inhibent la prolifération des lymphocytes T alors que seule la myricétine est active sur les lymphocytes B. L'explication est encore inconnue (Tapas et al., 2008).

➤ **Activité antiviral**

La stratégie de recherche d'un composé antiviral consiste à mesurer la réduction de l'infection virale de cellules en culture. Les polyphénols sont doués d'activité antibactériennes importantes et diverses, probablement dû à leurs diversités structurales, Les flavane-3-ols, les flavonols et les tanins ont reçu plus d'attention du à leur large spectre et forte activité antimicrobienne par rapport aux autres polyphénols (Daglia, 2011).

Le mécanisme des effets antimicrobiens des polyphénols est sans doute très complexe. Parmi les hypothèses avancées, il faut citer: l'inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes, la séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux tels que le fer, l'inhibition du métabolisme microbien qui peut agir sur l'ADN, l'ARN et la synthèse protéique (Ulanowska et al., 2008).

➤ **Activité anti cancérigène**

Les polyphénols sont des composés bioactifs puissants qui interfèrent avec l'initiation, le développement et la progression du cancer par des processus critiques (Yang et al., 2013), certains chercheurs ont montré que les polyphénols pourraient être

utilisés comme des agents de prévention de différentes maladies cancéreuses (**Stagos et al., 2010**). Ils ont la capacité d'interrompre ou inverser le processus de cancérogénèse en agissant sur les molécules de réseau de signalisation intracellulaire impliquées dans l'initiation et/ la promotion d'un cancer. Les polyphénols peuvent également déclencher l'apoptose dans les cellules cancéreuses à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal cellulaire (**Link et al., 2010**).

### **III. Stress oxydant**

#### **III.1. Généralités**

Le stress oxydant a été défini par Sies en 1991 comme une perturbation dans le statut antioxydant/pro-oxydant (Halliwell, 2007). En d'autres termes, le stress oxydant se caractérise par un déséquilibre entre la production des espèces réactives (RS) et les capacités antioxydantes de l'organisme. Bien que le stress oxydant excessif peut entraîner des dommages oxydatifs, il est en soi pas nécessairement dommageable et peut être transitoire et réversible (Winterbourn, 2015).

#### **III.2. Les espèces réactives de l'oxygène (ROS)**

Les "espèces réactives de l'oxygène" (ROS, de l'anglais Reactive Oxygen Species) sont des dérivés de l'oxygène dont certains électrons se trouvent dans un état énergétique excité, donc réactionnel, certains de ces dérivés portent un électron non apparié (= radicaux libres). En plus de l'oxygène, certaines ROS contiennent également un atome d'azote et sont aussi appelées "espèces réactives de l'oxygène et de l'azote" (RNOS, de l'anglais Reactive Nitrogen and Oxygen Species) (Wu et al., 2013).

Cependant, il ne constitue pas toujours le critère de réactivité des ROS. L'oxygène moléculaire (O<sub>2</sub>) est un biradical pratiquement inerte vis-à-vis de la matière vivante. Par contre, l'oxygène singlet (1O<sub>2</sub>), HOCl et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ne sont pas radicalaires mais bel et bien réactifs (Serteyn et al., 2002).

#### **III.3. Antioxydants**

Le concept d'antioxydant biologique se réfère à toute substance qui, lorsqu'elle est présente à de faibles concentrations par rapport à celle d'un substrat oxydable, elle retarde ou empêche l'oxydation de ce substrat de manière significative (Halliwell et Gutteridge, 1999). Les antioxydants sont des molécules qui peuvent donner des électrons et / ou des atomes d'hydrogène aux oxydants, ainsi arrêter les réactions en chaîne et par ce fait ils

vont réduire le stress oxydatif et leur paramètres de dommages cellulaires (**Litescu et al., 2010 ; Wang et al., 2013 ; Siti et al., 2015**). Ils sont classés en antioxydants endogènes qui peuvent être enzymatiques et non enzymatiques et en antioxydants exogènes.

### **III.3.1. Antioxydants endogènes enzymatiques**

Les enzymes antioxydants sont la première ligne de défense contre les entités oxydantes. Leur rôle est de diminuer la quantité des ROS présentes dans la cellule. Parfois ces enzymes nécessitent des oligo-éléments (Cu, Zn, Mn, Se, Fe) comme cofacteurs pour pouvoir exercer leur activité enzymatique (**Auberval, 2010**). Les enzymes principales sont les super oxydes dismutases (SOD), la catalase (CAT), les Glutathion peroxydases (GPx) et les Glutathion réductases (GSR) formées par notre organisme avec l'aide de certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans l'organisme mais leur quantité diminue avec l'âge (**Mika et al., 2004**).

### **III.3.2. Antioxydants endogènes non enzymatiques**

#### **a. Glutathion (GSH)**

Le GSH est un tripeptide formé dans le foie par la condensation de trois acides aminés, à savoir l'acide glutamique, la glycine et la cystéine; ( $\gamma$ -L-Glutamyl-cystéinyl-glycine). La synthèse de GSH est catalysée séquentiellement, par deux enzymes cytosoliques, la  $\gamma$ glutamyl-cysteine synthétase et la GSH synthétase (**Gu et al., 2015 ; Maurya et al., 2016**). Le GSH est le principal antioxydant endogène produit par les cellules, participe directement à la neutralisation des ROS, et au maintien des antioxydants exogènes, tels que les vitamines C et E, sous leurs formes réduites (**Rajendran et al., 2014**). Il est intéressant que d'autres thiols par leur pouvoir d'interagir avec l'oxyde nitrique (NO) et de le neutraliser, en même temps il fournit un mécanisme de régulation supplémentaire pour les processus liés aux ROS comme le s-nitrosylation (**Uys et al., 2014 ; Lushchak, 2014**).

#### **b. Acide urique**

L'acide urique a prouvé sa capacité à éliminer les radicaux libres résultant des processus délétères, tels que l'auto-oxydation de l'hémoglobine et les peroxydes produits par les macrophages. C'est un piègeur efficace de l'oxygène singulet et des radicaux

peroxydes et hydroxydes, ainsi il protège la membrane érythrocytaire de la peroxydation lipidique. L'acide urique peut perdre leur activité antioxydante dans les milieux lipidiques hydrophobes et devenir un oxydant sous l'effet des lipides oxydés, des hydroperoxydes lipidiques et des ions de cuivre **(Pisoschi et Pop, 2015)**.

### **c. Bilirubine**

Au contraire du glutathion hydrosoluble qui protège essentiellement les protéines solubles dans l'eau, la bilirubine lipophile empêche la peroxydation des lipides membranaires. Malgré, les quantités de bilirubine qui sont des milliers de fois plus petites que celles du glutathion, elle peut agir efficacement, en raison du cycle de sa régénération à partir de la biliverdine, impliquant la biliverdine réductase **(Pisoschi et Pop, 2015)**. En présence de la biliverdine, la bilirubine s'est révélée un bon piègeur des radicaux peroxydes et a également confirmé sa capacité à diminuer l'influence mutagène des espèces oxydantes, des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des amines hétérocycliques **(Pisoschi et Pop, 2015)**.

### **d. Mélatonine**

La mélatonine joue un rôle important dans les processus antioxydants et neuroprotecteurs, c'est un antioxydant amphiphile capable de piéger à la fois des espèces oxygénées et azotées telles que le  $\text{OH}\cdot$ , le  $\text{O}_2\cdot^-$  P ou l'ONP• P **(Arnao et Hernandez-Ruiz, 2006 ; Vielma et al., 2014)**, et de présenter une excellente activité protectrice contre le stress oxydatif mitochondrial **(Lowe et al., 2013)**. Cette hormone et ses métabolites régularisent également les enzymes pro-oxydantes et pro-inflammatoires telles que l'oxyde nitrique synthase et la cyclooxygénase-2. Elle peut déclencher le complexe mitochondrial (I), augmentant ainsi la production d'ATP en limitant le flux d'électrons et empêchant l'ouverture du pore de transition de perméabilité mitochondriale **(Acuna-Castroviejo et al., 2003 ; Hardeland, 2005)**.

### **e. Coenzyme Q10 (CoQ10)**

Le coenzyme Q10 est un antioxydant puissant qui confère la résistance aux dommages mitochondriaux provoqués par les ROS ou RNS et qui peut supprimer la production de substances pro-inflammatoires, tel que l'expression du gène codant le

facteur nucléaire  $\kappa$ B (NF $\kappa$ B) et la production des cytokines pro-inflammatoires (**Maes et al., 2011**).

### **III.3.3. Antioxydants exogènes**

#### **a. Vitamine C**

La vitamine C (acide ascorbique), est l'un des antioxydants exogènes hydrosolubles les plus répandus (**Spector et Johanson, 2014**). Elle protège également les phospholipides membranaires des dommages de la peroxydation lipidique, par le piégeage des radicaux libres dans le cerveau (**May, 2012 ; Pisoschi et Pop, 2015**). L'efficacité de l'acide ascorbique comme antioxydant primaire dans le plasma, a été rapportée comme la plus grande, suivi par la bilirubine, l'acide urique, la coenzyme Q, et de la vitamine E (**Pisoschi et Pop, 2015**).

#### **b. Vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol)**

La vitamine E est le nom commun utilisé pour toutes les molécules possédant des activités biologiques identiques à celles de la famille des tocophérols. L' $\alpha$ -tocophérol est la forme la plus active de la classe des tocophérols, sa structure moléculaire comporte une extrémité hydrophile et une extrémité hydrophobe (**Singh et al., 2005**). La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol) lutte contre la peroxydation lipidique des membranes cellulaires et peut arrêter la chaîne de radicaux libres en formant des dérivés de faible réactivité, incapables d'attaquer les substrats lipidiques. Ainsi, la vitamine E joue un rôle dans la préservation de la membrane contre les dommages des radicaux libres promu par les lipoprotéines de faible densité (LDL) (**Pisoschi et Pop, 2015**).

#### **c. Caroténoïdes**

Ils sont majoritairement représentés par la  $\beta$ -carotène, appelée aussi « provitamine A ». La plupart des caroténoïdes et vitamine A interagissent avec l'oxygène singlet et ainsi empêchent l'oxydation de plusieurs substrats comme les acides gras polyinsaturés (**Pisoschi et Pop, 2015**).

**d. Les Polyphénols**

Les polyphénols sont des pigments végétaux dont les propriétés antioxydants, les plus importants sont les flavonoïdes (Médart, 2009). Leur effet protecteur est notamment connu dans le système cardiovasculaire où ils préviennent l'oxydation des protéines. Ils sont particulièrement présents dans certaines boissons (thé, vin rouge, bière...) ou les fruits et légumes (agrumes, carottes...) (Lehucher et al., 2001). Ils sont naturellement capables de piéger l'oxygène singulet  $1O_2$  et le radical anion superoxyde  $O_2^-$  en le dismutant en  $H_2O_2$  (Chen et al., 2003).

Le tableau ci-dessous représente les principaux antioxydants non-enzymatiques et sources alimentaires associées.

**Tableau 4** : Les principaux antioxydants non-enzymatiques et sources alimentaires associées (Koechlin et Ramontxo, 2006).

Principaux antioxydants	Sources alimentaires
Vitamine C	Agrume, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
Vitamine E	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre, œufs, noix
carotène	Légumes et fruits orangés, et vert foncé
Sélénium	Poisson, œufs viandes, céréales, volaille
Zinc	Viande, pain complet, légumes verts, huitres, produits laitiers
Flavonoïde	Fruits, légumes, thé vert
Tanins	Lentilles, thé, raisins, vin
Métabolisme decystéine, glutathion	Caséine, lactalbumine (petit-lait), produits laitiers, brocoli, poissons, viandes
Acides phénoliques	Céréales complètes, baies, cerises

### **III.4. Le pouvoir antioxydants des polyphénols**

L'activité antioxydant des composés phénoliques est due principalement à leur capacité à piéger les radicaux libres, à donner des atomes d'hydrogène ou des électrons, ou à chélate des cations métalliques. Cette activité est déterminée essentiellement par la structure des composés phénoliques, ce qui est appelé des relations structure-activité (Structure-Activity Relationship (SAR)) (**Balasundram et al., 2006 ; Kumar et Pandey, 2013**).

Ces dernières années, un intérêt particulier a été accordée aux propriétés antioxydants des flavonoïdes, qui seraient attribuées à :

- leur capacité à piéger directement les radicaux libres, leur pouvoir de chélate les ions métalliques impliqués dans la production des espèces oxygénées réactives (EOR).

- leur capacité d'inhiber quelques enzymes en particulier les oxydases et d'inhiber les enzymes pro-oxydantes (**Liyana-Pathirana et al., 2006 ; Wang et al., 2010 ; Soo Cheon et al., 2013**).

# **Partie expérimentale**

## **I. Matériel végétale**

Les échantillons d'*Aloe vera* utilisés dans cette étude ont été collectés durant le mois de février 2020 au niveau de la pépinière de la gare routière Benousmane (wilaya de Tlemcen). La partie aérienne de la plante est utilisée fraîche après la séparation de la plante présentée dans la (figure 12).



**Figure 12 :** Echantillon d'*Aloe vera*

## **II. Objectifs de l'expérimentation**

L'objectif général de ce travail est de déterminer le contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux dans l'*Aloe vera*. Ensuite mesurer le pouvoir antioxydant des composés phénoliques contenu dans l'extrait de la plante étudié.

Les étapes de l'expérimentation sont présentées dans la figure 13:

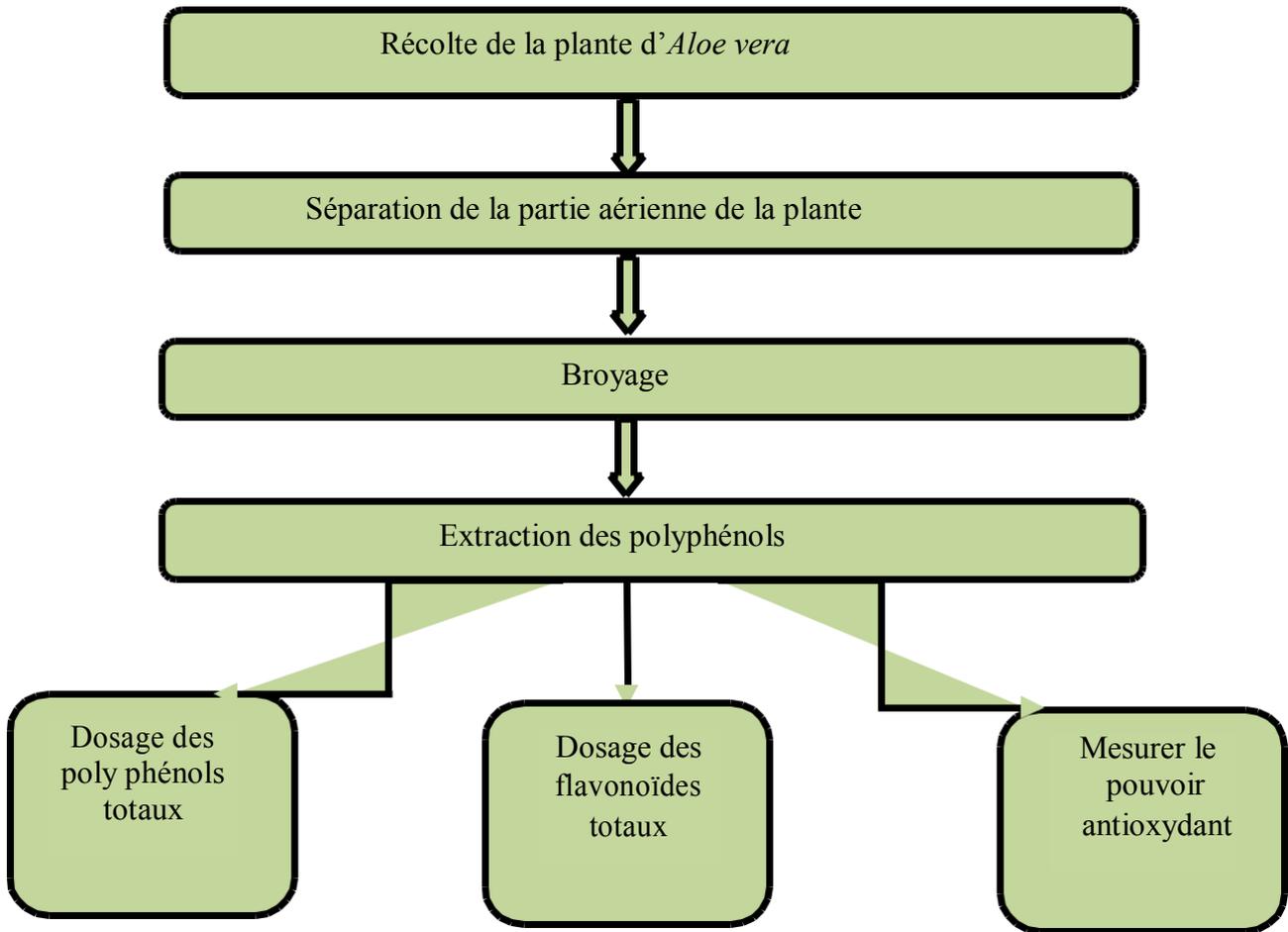


Figure 13: Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation

### III. Méthodes

#### III.1. Méthode de l'extraction des polyphénols

La plante est préalablement séparée et broyée, un échantillon de 400gr est mis à macérer avec 500ml de méthanol sous agitation pendant 30 minutes à température ambiante et à l'obscurité pendant 24h.

L'extrait reçu est ensuite filtré avec du papier Whatman N°4, nous avons obtenu solution et résidus, on mixe les résidus en ajoutant 500ml d'acétate d'éthyle avec agitation de 30 minutes. On mélange les deux solutions ; ensuite on évapore avec un rotavapeur à une température de 45°C (Figure 14).



1- Lavage d'Aloe vera

*Partie expérimentale*



2- Coupage et pesage de l'échantillon



3- Macération d'échantillon



4- Mélanger  
400 g de l'échantillons+500ml de méthanol



5- Agitation pendant 30min à température ambiante



6- Echantillon obtenu après filtration avec papier Whatman N°4



7- Evaporation avec le rotavapeur à 45C°

**Figure 14** : Les étapes de l'extraction des polyphénols

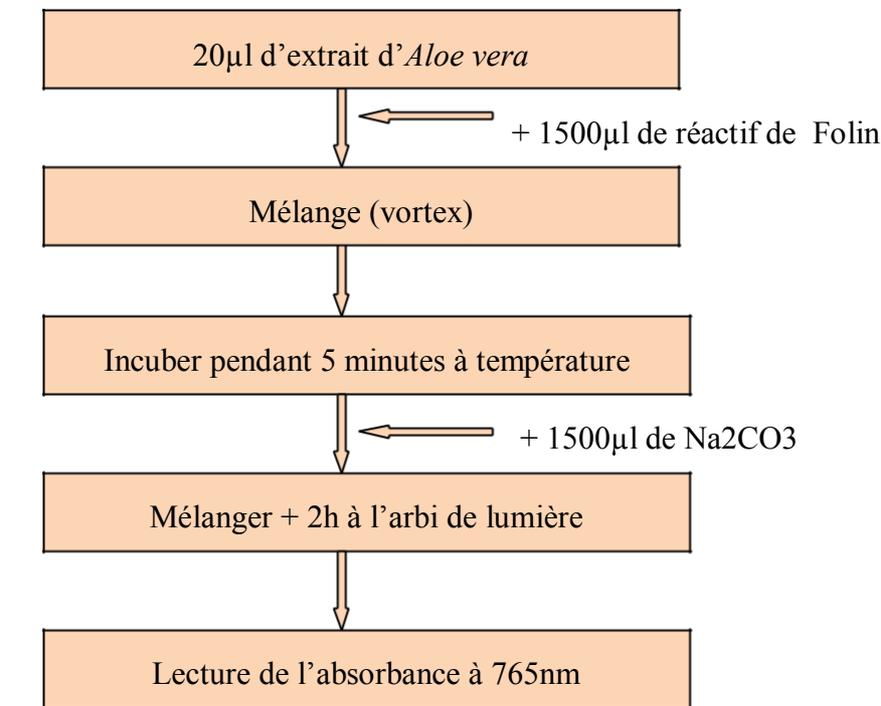
Le rendement de l'extraction est déterminé par le rapport entre la masse des polyphénols extraits et la masse de la matière première végétale traitée. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$\text{Rdt (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

**P1** : poids du ballon après évaporation ; **P2** : poids du ballon avant évaporation ; **P3** : poids de la matière végétale de départ.

### III.2. Dosage des polyphénols totaux

Le contenu en polyphénols totaux de l'extrait a été déterminé selon la méthode colorimétrique de **Gutfinger (1981)**, en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est sous forme d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_4$ ) et d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) qui est réduit par l'oxydation des phénols en oxydes bleus de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $MO_8O_{24}$ ). 20ul de notre extrait est additionnée à 1500μl de réactif Folin-Ciocalteu. Après 5 minutes 1500 μl de solution de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ) sont additionnés. Le mélange est agité et incubé à l'obscurité 2h à température ambiante. L'absorbance a été mesuré à 765 nm (Figure 15).



**Figure 15 : Dosage des poly phénols totaux**

### **Courbe d'étalonnage de l'acide gallique**

Une courbe d'étalonnage est effectuée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 10 µg/ml).

### **III. 3 Dosage des flavonoïdes totaux**

La détermination de la teneur en flavonoïdes de l'extrait d'*Aloe vera* est effectuée par la méthode colorimétrique décrite par **Arvouet–Grand *et al.* (1994)**, 1ml d'extrait dilué dans le méthanol, ainsi que le flavonoïde standard de quercétine aussi préparé dans un méthanol est ajouté à 1 ml d'AlCl<sub>3</sub> (2%). Après 10 minutes de réaction à température ambiante en obscurité, l'absorbance est lue à 415nm.

### **Courbe d'étalonnage de la quercétine**

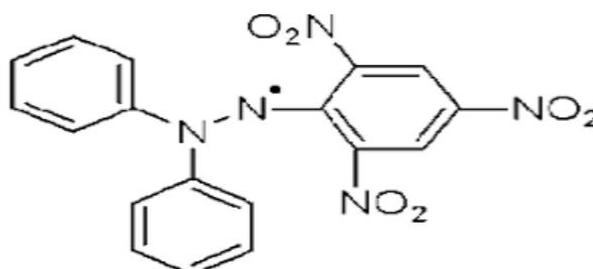
La courbe d'étalonnage est effectuée par quercétine à différentes concentrations de 0.1 à 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents de quercétine par gramme de matière végétale fraîche.

### **III.4. Mesure du pouvoir antioxydant de l'extrait**

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques purs ou d'extrait. Dans notre étude nous avons utilisé des tests chimiques qui mesurent la réduction du radical stable le DPPH.

#### **III. 4.1. Principe de pouvoir anti radicalaire**

Le test de DPPH est un des tests les plus utilisés pour déterminer l'activité antiradicalaire de l'extrait. La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence des extraits. Le DPPH est initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie. Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques (Figure 16).



**Figure 16 :** Structure chimique du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)

### III. 4.2. Mode opératoire

Pour évaluer l'activité antioxydant, nous avons utilisé la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) selon le protocole décrit par **Dangles et al., (1999)**.



#### Préparation du DPPH

3.15 mg de DPPH est dissoute (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) est dissoute dans 100ml du méthanol pure (CH<sub>3</sub>-OH) pour obtenir une solution de DPPH.



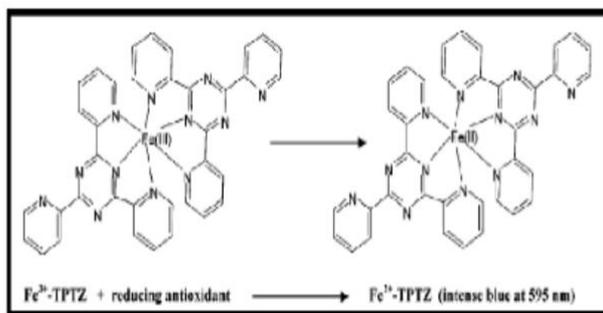
#### Préparation des échantillons

2ml de notre extrait est dissout dans 1 ml de méthanol (CH<sub>3</sub>-OH) ; à partir de cette concentration ; on prépare 4 tubes moins concentré que le premier ; on prépare (100; 50; 20; 10) en ajoutant 1 ml de DPPH. Le mélange obtenu est ensuite gardé à l'abri de lumière à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture de la densité optique à 517nm. On prépare des solutions d'acide ascorbique (vitamine C) de différentes concentrations et le même protocole que pour les échantillons est réalisé.

### III.5. Test de la réduction du fer FRAP (Ferric reducing- antioxidant power)

#### • Principe

Le pouvoir réducteur du fer (Fe<sup>2+</sup>) dans les extraits est déterminé selon la méthode décrite par **(Oyaiz, 1986 et Bougandoura, 2013)**. La méthode de la réduction du fer est basée sur la réduction de fer ferrique en sel de fer par les antioxydants qui donnent la couleur verte dont l'intensité est proportionnelle au potentiel réducteur **(Ou et al., 2001)**. Squelette de flavonoïde est présenté dans la figure suivante :



**Figure 17:** Mécanisme réactionnel du test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power) (Prior et al., 2005)

### Mode opératoire :

On a réalisé une gamme de dilutions de (100, 50, 25, 12.5, 3.12) pour l'extrait. L'extrait dilués dans du méthanol (250 $\mu$ l) ont été mélangées avec 250 $\mu$ l de la solution tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) et 250 $\mu$ l de ferricyanure de potassium ((K<sub>3</sub>Fe (CN)<sub>6</sub>) à 1%).

L'ensemble a été agité et incubé à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 250  $\mu$ l d'acide trichloroacétique (TCA) (10%) a été additionné au mélange pour stopper la réaction, le tout centrifugé pendant 10min. L'eau distillée (1,25ml) et le chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) 250  $\mu$ l à 0,1% ont été ajoutés à 1,25ml du surnageant. L'absorbance a été mesurée à 700nm contre un blanc. L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positifs et dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons.

# **Résultats et discussion**

## I. Taux d'extraction

Le calcul de la teneur de rendement d'extraction est basé sur plusieurs facteurs comme la nature du solvant, la température d'extraction, l'humidité, de la matière végétale initiale et la méthode d'extraction, la granulométrie des particules, la nature et le volume du solvant utilisé et la durée d'extraction (**Wattiaux, 1994**).

Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

**P1** : poids du ballon après évaporation.

**P2** : poids du ballon avant évaporation.

**P3** : poids de la matière végétale de départ.

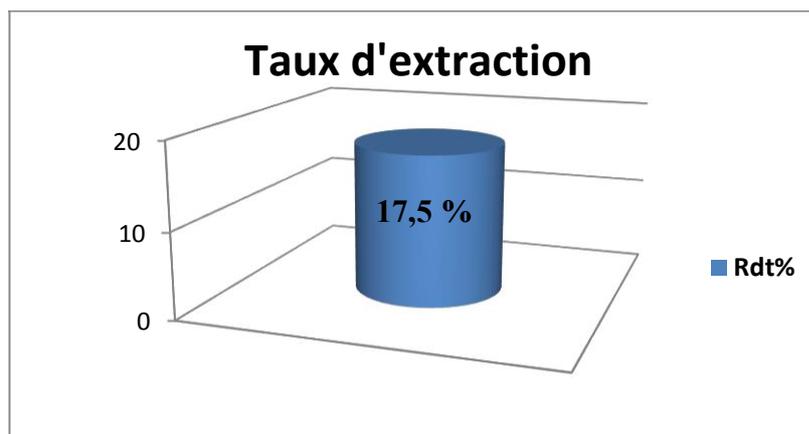
Selon notre résultat on a obtenu :

P1=120g

P2=50g

P3=400g

On a calculé le rendement de l'extraction, le résultat obtenu est présent dans la figure 18 :



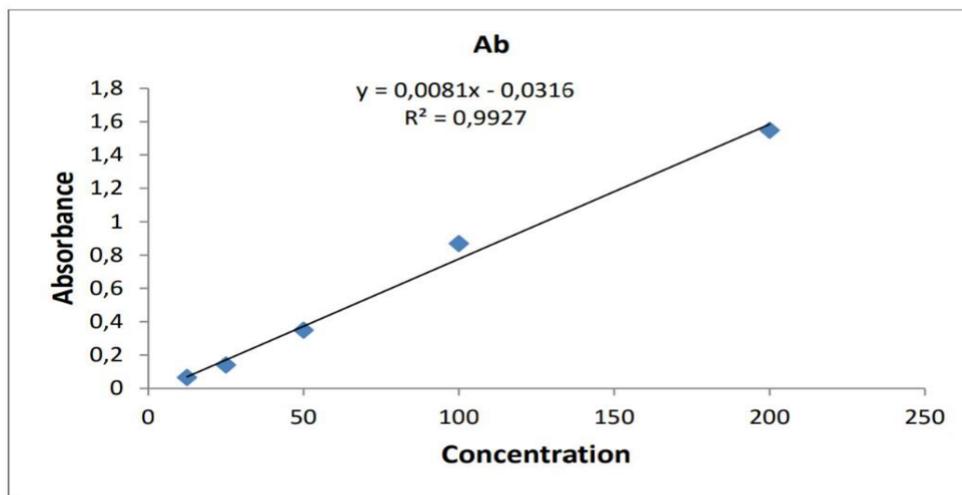
**Figure 18** : rendement d'extraction de la plante d'*Aloe vera*

Nos résultats montrent un rendement à 17.5% pour l'extrait de l'*Aloe vera*. Cette valeur est supérieure à celle de (**Attabi, 2012**) qui est comprise entre 13 et 15%.

## II. La teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux, nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classe des composés phénolique contenu au niveau de l'extrait (Lee et al., 2003).

La méthode colorimétrique a été utilisée pour évaluer la quantité des composés phénoliques dans la matière végétale. La macération et le choix du solvant utilisé sont les principaux critères à prendre en considération pour une extraction rentable (Turkmen et al., 2007), avant de procéder à la détermination de la teneur en composés phénoliques, nous avons dressé une courbe d'étalonnage à l'aide d'acide gallique, les résultats obtenus sont exprimés en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par 100 gramme de la matière sèche fig 19.



**Figure 19** : Courbe d'étalonnage d'acide gallique

Le dosage colorimétrique de Folin-Ciocalteu nous a permis d'avoir une idée sur les changements qualitatives des composés phénoliques précisément les polyphénols totaux.

La concentration en polyphénols totaux dans notre échantillon est d'environ 1043,26mg EQ AG/100g. Cette valeur est inférieure à celles rapportée par (Attabi, 2012; Monirrozzaman, 2012) travaillant sur l'extrait sec d'*Aloe vera*, et qui ont enregistré des taux de polyphénols avec des teneurs de (2510,28 ± 4,41 mg EQ AG/100), (1138±0,94 mg/100g), respectivement.

Dans d'autres études travaillant sur l'extrait aqueux d'*Aloe vera*, ont enregistré une concentration des composés phénoliques totaux dans la feuille égale à 8,45 ± 0,73 mg EQ

AG/100 g du PF de la feuille, alors qu'ils ne constituent que  $4,2 \pm 0,19$  mg EQ AG/100 du PF à celle du gel (Aliliche Mustapha et al., 2014). D'autres résultats menés par (Nejatzadeh-Ben, 2013) ont obtenu une teneur de  $0.782 \pm 4.03$ mg EQ AG/g.

Assurément, la teneur en polyphénols totaux peut être influencée par plusieurs facteurs selon (Alonso-Amelot et al., 2007), la lumière augmente la biosynthèse des composés phénoliques qui s'accumulent dans les cellules des plantes.

La méthode de dosage elle-même et la concentration du solvant d'extraction, la granulométrie de l'échantillon, le pH du milieu peuvent aussi influencer sur le taux de l'extraction (Suhaj, 2006 ; Li et al., 2009 ; Nour et al., 2013).

D'après (Zapata et al., 2013), la teneur en composés phénoliques totaux est influencée par les saisons de l'année, où pendant l'été ces composés prennent leurs valeurs maximales, et en printemps devient minimales, la température élevée induit l'accumulation des produits phénoliques comme réponse de stress de la plante.

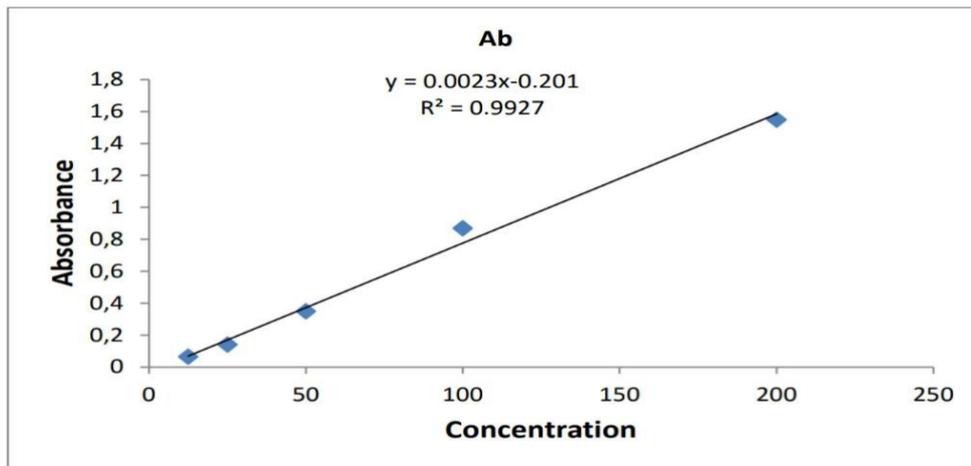
Elle peut être influencé également par certain nombre de facteurs extrinsèques (conditions climatiques, la maturité à la récolte et les conditions de stockage) et intrinsèques (génétique) (Falleh et al., 2008 ; Nour et al., 2013), et aussi elle peut être influencé par le type de l'atmosphère et la température d'extraction peuvent influencer sur le taux de polyphénols, les études faites par (Menyar et al., 2012) ont démontré que l'absence de l'oxygène dans le milieu réactionnel réduit la teneur en polyphénols à une température de 25°C de 14.3% et à une température de 150° C diminue le taux de 12.4%. Selon la même étude, dans une atmosphère azotée résulte une diminution de 38.5% à 25° C et plus de 315% à 150° C.

(TIM, 2005) a établi que les teneurs des polyphénols totaux et des flavonoïdes sont élevées lorsque le milieu de vie de la plante n'est pas adéquat, dans ce cas la plante favorise la synthèse des métabolites secondaires afin de s'adapter et survivre.

### **III. Teneur en flavonoïdes**

La raison principale pour laquelle on a choisi d'étudier cette classe de polyphénols, consiste sur le fait que les flavonoïdes constituent la classe polyphénolique la plus importante, avec plus de 5000 composés déjà décrits (Gomez-Caravaca et al., 2006).

Le dosage des flavonoïdes a été effectué par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>), à partir de la courbe d'étalonnage du quercétine. L'absorbance a été lu dans une longueur d'onde de 415nm. Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de quercétine par 100 gramme de la matière sèche fig 20.



**Figure 20 :** Courbe d'étalonnage quercétine.

La valeur obtenu concernant la concentration des flavonoïdes dans l'extrait est à 82.201mg EQ/100g. Certaines études travaillant sur l'extrait sec ont enregistré des teneurs de 104, 5 mg EQ/100g ([Attabi, 2012](#)), 363mg EQ/100g ([Ozsoy et al., 2009](#)), 163,6mg EQ/100g ([Bushra et Farooq, 2008](#)) en taux de flavonoïdes qui sont supérieurs à notre résultats. Cette variation peut être due au temps, condition d'extraction et du dosage lui-même et aux conditions climatiques.

D'un autre côté, ([Aliliche Mustapha et al., 2014](#)) travaillant sur l'extrait aqueux de l'*Aloe vera*; ont trouvés que la concentration des flavonoïdes dans la feuille est égale à 0,21 ± 0,013 mg Eq Q/100g du PF, alors qu'ils ne constituent que 0,073 ± 0,01 mg EQ/100g du PF dans le gel.

D'après ([Cardoso et al., 2010](#)), la concentration des flavonoïdes dans les feuilles d'*Aloe vera* est variable en fonction des solvants utilisés et de saisons, la concentration minimale de flavonoïde a été marquée en été, par contre la concentration maximale en automne. Ils ont constatés aussi que les concentrations des flavonoïdes obtenues à partir des extraits chloroformiques sont supérieures à celles obtenues en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction.

Selon (Rawel et al., 2005), les méthodes de conservation et d'exposition à la lumière des plantes peuvent affecter la teneur en flavonoïdes. En effet, ceux-ci sont sensibles à l'oxydation, ce qui pourrait expliquer ces différences.

- Les deux techniques suivantes n'ont pas été réalisées à cause des circonstances (Covid 19), nous nous sommes donc contentés de discuter les résultats déjà existants.

#### IV. Test du piégeage du radical libre DPPH

Le radical DPPH est l'un des substrats le plus utilisé 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).

Le test de piégeage des radicaux libres DPPH est établi pour évaluer les potentiels de piégeage des antioxydants contre le radical 2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) qui est un radical stable de couleur violacée qui absorbe dans l'UV-visible à la longueur d'onde de 517nm, cette couleur violette disparaît lorsqu'un antioxydant est présent dans le milieu. Ainsi, les molécules antioxydantes peuvent éteindre les radicaux libres DPPH et les convertir en un produit incolore (McCune et Johns, 2002). Ce test passe dans un milieu étanche à une température ambiante, où le substrat est un radical stable qui réagit avec une molécule antioxydante, se transforme en DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) avec perte de son absorbance, le DPPH est très utilisé car il est rapide, facile et non coûteux.

D'après une étude faite par (Moniruzzaman et al., 2012) sur plusieurs extraits d'*Aloe vera*, le pourcentage de la capacité de récupération de DPPH radical varie de 11,82 à 75,54%.

Ce pourcentage peut aller jusqu'à 80% dans certaines recherches (Ozsoy et al., 2009 ; Milée et al., 2012). La différence peut s'expliquer par le fait que de l'extrait d'éthanol d'*Aloe vera* a été utilisé à 95%, ce qui a un rendement en pourcentage plus élevé d'ingrédients bioactifs.

(Saritha, Anilakumar, et Khanum, 2010), ont prouvé que l'*Aloe vera* avait une forte capacité de récupération de DPPH avec un pourcentage de 81,78%. Une autre étude a comparé l'activité antioxydante d'extraits d'*Aloe vera* dans différents solvants et donc la plus forte inhibition de la DPPH était dans l'extrait de méthanol d'*Aloe vera*. Cependant, une autre étude a montré que les extraits d'*Aloe vera* obtenus à partir de l'extraction supercritique du dioxyde de carbone et des éthanol montraient des activités antioxydantes plus fortes avec 85,01% (Ali et al., 1993).

L'activité anti oxydante peut être affectée par de nombreux facteurs comme, la polarité des solvants et la procédure d'extraction des espèces utilisées **(Ismail et al., 2004)**.

Cependant, **(Cai et al., 2004 ; Woldylo et al., 2007 ; Li et al., 2008 et Rached, 2009)**, ont constaté qu'il y'a une corrélation entre l'activité antioxydant et les teneurs en polyphénols totaux, chaque plante à un profil phytochimique lié aux conditions de l'environnement comme le climat, le stade végétatif, la température, la localisation géographique, la photopériode, etc... Ces facteurs ont une action exercée sur les voies de synthèse des composés actifs de la plante, qui provoquent des changements sur le potentiel antioxydant de la plante.

Des études qui ont été en accord avec ce principe, montrent qu'il existe une corrélation entre l'activité antioxydant (IC50) et la teneur en polyphénols, ce qui explique que les extraits à hautes teneur en polyphénols donnent une valeur IC50 faible, donc elles exercent un effet antioxydant fort.

Dans le même but d'établir la relation entre l'activité antioxydant des extraits testés et leur teneur en flavonoïdes, des études démontrées par **(Cai et al., 2004; Woldylo et al., 2007; Li et al., 2008; Rached, 2009)**, ont remarqué que les extraits qui possèdent des teneurs élevées en flavonoïdes, présentent des valeurs de IC50 faible et donc un pouvoir antioxydants puissant.

#### **V. Test de la réduction de fer**

L'activité antioxydant a été évaluée en utilisant la méthode de FRAP ; elle est universelle, simple, rapide et reproductible, et peut être utilisée aussi bien chez les plantes ainsi que dans les extraits organiques et aqueux **(Li et al., 2008)**.

Le pouvoir réducteur des ions ferriques a été estimé en suivant la méthode décrite précédemment **(Ullah, Hussain et Ahmad, 2013)**, la réduction du pouvoir est une puissante impression de l'activité antioxydant d'un composé **(Oktay, Gülçin et Küfrevioğlu, 2003)**. Les composés qui doivent réduire peuvent interagir avec le ferricyanure de potassium ( $Fe^{3+}$ ) et le réduire en ferrocyanure de potassium ( $Fe^{2+}$ ), qui interagit ensuite avec le chlorure ferreux afin de générer un complexe de ferreux ferrique qui, à 700 nm de longueur d'onde, montre une absorption maximale **(Jayanthi et Lalitha, 2012)**.

**(Miladi et Damak, 2008)** ont établi une étude sur le test FRAP en plusieurs extraits de l'*Aloe vera*. Les résultats montrent une réduction significative de la capacité réductrice,

cependant, le potentiel le plus élevé  $228,9 \pm 39,1$  g AA EQ et le plus faible  $36,18 \pm 7,96$   $\mu$ g AA EQ. /mg.

Par conséquent, la variation des valeurs FRAP pourrait être due à une différence dans le temps de récolte, les conditions climatiques, les parties des plantes utilisées, et le système de solvant utilisé pour l'extraction, comme indiqué **(Qader et al., 2011)**.

Une autre étude réalisée sur le gel d'*Aloe vera* par **(Taukoorah et Mahomoodally, 2015)**, a montré une valeur de  $72,42 \pm 0,95$  mM EQ (TE), cela montre aussi que le gel d'*Aloe vera* a une puissance antioxydante réductrice importante selon **(Hu et al., 2005)**.

## Conclusion

Les plantes médicinales et aromatiques sont la source fiable de la majorité des antioxydants naturels et elles restent encore sous exploitées dans le domaine médical.

L'*Aloe barbadensis Miller*, est l'une des plantes médicinales la plus réputées. Cette réputation est issue de ses caractéristiques thérapeutiques, cosmétiques et alimentaires, en raison d'une multitude de principes actifs qu'elles contiennent.

Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est d'évaluer in vitro l'activité antioxydante de la plante d'*Aloe vera* par le dosage de la teneur des composés phénoliques et flavonoïdes dans l'*Aloe vera*, ensuite estimer le pouvoir antioxydant des extraits phénoliques par le test DPPH anti radicalaire et le test de FRAP.

La première partie de notre travail consiste à l'extraction des composés phénoliques de l'extrait sec de l'*Aloe vera*, ceci nous a permis de calculer le rendement de notre extrait qui est estimé à 17,5%.

Les phénols totaux ont été déterminés par la méthode de réactif Folin-Ciocalteu et les flavonoïdes par la méthode au chlorure d'aluminium. Les résultats de ce travail dont les teneurs (1043,26mg EAG/100g) et (82.201mg/100g) respectivement ; nous ont permis d'affirmer la richesse de l'*Aloe vera* en antioxydants.

D'un autre côté, plusieurs études affirment que l'*Aloe vera* est une plante qui possède une activité antioxydante très importante ce qui révèle une grande efficacité de piégeage des radicaux libres.

Pour conclure la teneur totale en polyphénols et flavonoïdes et les résultats des tests DPPH et FRAP ont confirmé que l'*Aloe vera* est une bonne source d'antioxydants qui peuvent être employés pour des applications thérapeutiques. Sachant que les antioxydants contribuent à la prévention de plusieurs maladies telles que le diabète, le cancer et les maladies cardiovasculaires.

# **Références bibliographiques**

## A

**Aboura, I., Nani, A., Belarbi, M., Murtaza, B., Fluckiger, A., Dumont, A., et Khan, N. A. (2017).** Protective effects of polyphenol-riche infusions from carob (*Ceratonia siliqua*) leaves and cladodes of *Opuntia ficus-indica* against inflammation associated with diet-induced obesity and DSS-induced colitis in Swiss mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 96, 1022-1035.

**Acuna-Castroviejo, D., Escames, G., Leon, J., Carazo, A., et Khaldy, H. (2003).** Mitochondrial regulation by melatonin and its metabolites. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 527:549-557.

**Ali, L., Azad Khan, A.K., Mamun, M.I.R., Mosihuzzaman, M., Nahar, N., Nur-E-Alam, M., Rokeya, B. (1993).** Studies on hypoglycemic effects fruit pulp, seed and whole plant of *Momordica charantia* on normal and diabetic model rats. *Planta Med.* 59, 408–412.

**Aliliche, M., Boulebtina, A., Foughalia, A. (2014).** Essai de fabrication d'une boisson médicinale à base de gel d'Aloe vera arborescent et du miel et évaluation de sa qualité, 21.

**Alonso, A.M., Oliveros, B.A., and Calcagno, P.M.P. (2007).** Phenolics and condensed tannins of high altitude *Pteridium arachnoideum* in relation to sunlight exposure, elevation, and rain regime. *Biochemical Systematic and Ecology*, 35:1-10.

**Arnao, M. B, et Hernandez-Ruiz, J. (2006).** The physiological function of melatonin in plants. *Plant Signalling Behaviour*, 1 (3):89-95.

**Atherton, P (1997).** «The essential Aloe vera»; Newport Pagnell; Mill Enterprises .

**Attabi, B. (2012).** Etude comparative de l'activité antioxydant de cinq plantes médicinales 35.

**Auberval, N. (2010).** Prévention du stress oxydant dans le diabète et ses complications par des antioxydants d'origine naturelle. Thèse de doctorat, Ecole doctorales des sciences, université de Strasbourg.

## B

**Balasundram, N., Sundram, K, et Samman, S. (2006).** Nutritional and Clinical Methods, Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1): 191-203.

**Bazeeb, A.S. (2002).** « The medicinal plants in Yemen»; (3rd end. Ed) .EL Ershad presse. Sana'a, Yemen.

**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.

**Boudreau, M.D., Beland, F.A. (2006).** An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (miller), *Aloe vera*. *J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* 24,103–154.

**Bougandoura, N., et Bendimerad, N. (2012).** Evaluation de l'activité antioxydant des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*, (9), 14 – 19.

**Bushra, S., Farooq, N. (2008).** Variation in phenolics, antioxidant and antifungal activities among different parts of selected medicinal plants. 42(2): 705-712, 2

**Boizot, N., et Charpentier, J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un forestier. *Le cahier des techniques de l'Inra*, 79 – 82.

**Boullardb. (2001).** *Plantes médicinales du monde, croyance et réalité.* Éd. Esteem, p.27.

**Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., et Ljic R, (2008).** Phenolic as antioxydants in garlic (*Allium sativum* l., Alliaceae), *Food Chemistry*, 111, P. 925-929.

**Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., et Vera, F.A. (2007).** Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food Chem.* 103(1): 22-30.

## C

**Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., Corke, H. (2004).** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74: 2157–2184.

**Calvo-Flores, F.G., Dobado, J.A., Isac-Garcia, J., et Martin-Martinez, F.J. (2015).** *Lignin and Lignans as Renewable Raw Materials.* Edition Wiley, Chemistry, Technology and Application. Edition John Wiley & Sons, Ltd, p 315.

**Cole, L., Heard, C. (2007).** Skin permeation enhancement potential of *Aloe vera* and a proposed mechanism of action based upon size exclusion and pull effect. *International Journal of Pharmaceutics*.

**Collin, S., and Crouzet, J. (2011).** Polyphénols et procédés: transformation des polyphénols autre vers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. (Lavoisier).12,564-582.

## D

**D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C. et Masella, R. (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dell'Istituto-Superiore-di-Sanità.* 43(4) : 348-361.

**Dacosta, Y. (2003).** *Les phyto-nutriments bioactifs,* Ed. Yves Dacosta, Paris, p. 317.

**Daglia, M. (2011).** Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23,1–8

**Dal'belo, S.E., Gaspar, L.R., Berardogon calvesmaiacampos, P.M. (2006).** Moisturising effect of cosmetic formulations containing Aloe vera extracting different concentrations assessed by skin bioengineer ringte chimiques. *Skin Res Technol.*, p.241-246.

**Donadieu, Y. (2006).** Aloe vera (extrait).Faculté de Médecine De Paris:15-21.

**Dass Amiour, S., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F., et al. (2014).** Phytothérapie 12 ; 135.<https://doi.org/10.1007/s10298-014-0843-9>.

## **E**

**Edeas, M. (2007).** Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phototherapy*, 5, 264 – 270.

**Eshun, K., He, Q. (2004).** Aloe vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries—A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 91–96.

**Ernst, E. (2005).** Médecines alternatives: le guide critique. Editions Elsevier Masson, p. 98.

## **F**

**Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., and Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies* 331(5): 372–379.

**Femenia, A., Sánchez, E.S., Simal, S., Rosselló, C. (1999).** Compositional features of polysaccharides from Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) plant tissues. *Carbohydr. Polym.* 39, 109–117

## **G**

**Ghanemi, F.Z., Belarbi, M., Fluckiger, A., Dumont, A., De Rosny, C., et Lahfa, B.F. (2017).** Carob leaf polyphenols trigger intrinsic apoptotic pathway and induce cell cycle arrest in colon cancer cells. *Journal of functional foods*, 33, 112-121.

**Gomez, G. (2006).** Advances in the analysis of Phenolics compounds in products derived from bees. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, (41): 1220-1234.

**Guignardj, L. (1996).** Abrégé de biochimie végétal, Ed. Masson, Paris, 160p.

**Gu, F., Chauhan, V., et Chauhan, A. (2015).** Glutathione dox imbalance in brain disorders. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(1):89-95.

**Guo, X., Mei, N. (2016).** Aloe vera A Review of Toxicity and Adverse Clinical Effects. *J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* 501, 0.

## H

**Halliwell, B. (2007).** Dietary polyphenols: Good, bad, or in different for your health Cardiovascular Research.73:341-347

**Halliwell, B., et Gutteridge, J.M. (1999).** Free Radical sin Biology and Medicine, third ed. Oxford University Press, Midsomer Norton, Avon, England.

**Hamman, J.H. (2008).**"Composition and applications of Aloe vera leaf gel. Molecules 13(8):1599-1616.

**Harborne, J. B. (1978).** Comparative biochemistry of flavonoids-V: Luteolin 5- glucoside and its occurrence in the umbelliferae. Photochemistry, 6 (11), 1569 – 1573.

**Hardeland, R. (2005).** Antioxidative protection by melatonin: multiplicity of mechanisms from radical detoxification toradi cal avoidance. Endocrine, 27(2):119 130.

**Heim, E.K., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. (2002).** Flavonoïd antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. The Journal of Nutritional Biochemistry, 13: 572-584.

**Hendrich Andrzej, B. (2006).** Flavonoïd-membrane interactions: possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds. Act Pharmacologic Sinica, 27 (1), 27–40.

**Henry, R. (1979).** Any dated review of Aloe vera. Cosmetics & toiletries 94: 42-1.

**Hu, Q., Hu, Y. And Xu, J. (2005).** “Free radical-scavenging activity of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) extracts by supercritical carbon dioxide extraction,” Food Chemistry, vol. 91, no. 1, pp. 85–90.

## I

**Imran, M., Ahmad, N., Anjum, F. M., Kamran-Khan, M., Mushtaq, Z., Nadeem, M., & Hussain, S. (2015).** Potential protective properties of flax lignin secoisolariciresinol diglucoside. Nutrition journal, 14, 1 – 7.

**Inguez-Fern´, R.N.D., Andez1, I.A.V., Azquez2, J.J.C.P., Erez1, J.S.W.C., Alvarado Gonz´alez1, G.C., On-Dom´, Inguez1, V.G.F.Y.G.F.G., Errez-L´, Opez1La, E. I. E. N. (2012).**Revista Mexicana de Ingenieria Q uimica. Rev. Mex. Ing. Quimica 11, 23–43.

**Ishiiy., Tanizawah., Takinoy. (1990).** Studies of aloe. III. Mechanism of cathartic effect. Chem. Pharm Bull (Tokyo). 38:197R200.

**Ismail, A., Marjan, Z.M., Foong, C, W. (2004).**Total antioxidant activity and Phenolics content in selected vegetables. Journal of Food Chemistry, 87:581-586.J.

## **K**

**Koechlin-Ramonatxo, C. (2006).** Oxygène, stress oxydante supplémentassions Antioxydant sou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20:165–177.

**Kumar, S., et Pandey, A.K. (2013).** Chemistry and biological activities of Flavonoïd: an overview. *Hindawi the Scientific World Journal*, (ID: 162750): 1-16.

## **L**

**Li, F., Awale, S., Tezuka, A., Kadato, S. (2008).** Cytotoxic constituents from Brazilian red propolis and their structure- activity relationship. *Bioorganic & Medicinal chemistry* 16: 5434 - 5440.

**Li, H.B., Wong, C.C., Cheng, K.W., et Feng, C. (2008).** Antioxidant properties in vitro and total Phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. *Lebensmittel- Wissens chaft and Technology*. 41(3), 385–390.

**Litescu, S.C., Eremia, S., et Radu, G.L. (2010).** Methods for de termination of antioxidant Capacity in food and raw materials. *Bio-Farms for Nutraceuticals Advances in Experimental Medicine and Biology*, US: Springer, 698(18):241-9.

**Liu, H., Zhang, L., and Lu, S. (2012).** Evaluation of antioxidant and immunity activities of quercétine in iso proterenol-treated rats. *Molecules*, 17: 4281–4291.

**Li, X.J., Wang, W., Luo, M., Li, C.Y., Zu, Y.G., Mu, P.S., Fu, Y.J. (2009).** Solvent-free microwave extraction of essential oil from *Dryopteris fragrans* and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*, Vol 133, PP 437444.

## **M**

**Maes, M., Galecki, P., Chang, Y.S., et Berk, M. (2011).** A review nether oxidative and nitrosative stress path ways in majorde pression and their possible contribution to the (neuro) degenerative process sinthatillness.

**Martin, S., Andriantsitohaina, R. (2002).** Mécanismes de la protection cardiaque. *Medicine Journal*, 36: 64–70.

**Martin-Benlloch., Xavier and haid., Sibylle and Novodamska., Alexandra and., Rominger., Frank., and., Pietschmann., Thomas., and., Davioud-Charvet, Elisabeth and., Elhabiri, Mourad. (2019).** Physicochemical Properties Govern the Activity of Potent Antiviral Flavones. *ACS Omega* 4, 4871-4887.

**Maurya, P.K., Noto, C., Rizzo, L.B., Rios, A.C., Nunes, S.O.V., Barbosa, D.S., Sethi, S., Zeni, M., Mansur, R.B., Maes, M., et Brietzke, E. (2016).** The role of oxidative and

nitrosative stressin accelerate daging and majorde pressive disorder. Progression Neuro-Psycho-pharmacology and Biological Psychiatry, 65:134-144.

**Michayewicz, N. (2013).** L'Aloe vera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle Thèse Doctorat, Université de Lorraine, France, P:33-76,149p.

**Micol, V., Caturla, N., Pérez-Fons, L., Más, V., Pérez, L., Estepa, A. (2005).** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV). Antiviral Research, 66 (2-3): 129-36.

**McCune, L.M., et Johns, T. (2002).** "Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the Indigenous Peoples of the North American bore al forest," Journal of Ethno pharmacology, vol. 82, no. 2-3, pp. 197–205.

**Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses poly technique set universitaires romandes, Lausanne, p.4-5

**Mehta Indu. (2017).**History of Aloe vera, Department to History Kumaun University, Nainital, Uttarakhand (India).Journal of humanities and social science (IOSR-JHSS).22(8): 21-24.

**Menyar. B.A., Seffen, M., Aliakbarian, B., Casazza, A.A., Perego, P., and Converti, A. (2012).** Phenolics extraction from Agave Americana (L.) leaves using high-temperature, high-pressure reactor food and bio products processing, 90: 17–2.

**Miladi, S., and Damak, M.(2008).** "In vitro antioxidant activities of aloe vera leafsk in extracts,"J de la Soci et Chimique de Tunisie, vol. 10, pp.101–109.

**Milée, E., Bai, H.W., Siklee, S., Hyun Hong, S., Cho, J.Y., Chung, B. (2012).** Gamma irradiation improves the antioxidant activity of ale Vera (Aloe Barbadensis miller) extracts. Radiation Physics and Chemistry 81: 1029- 1031.

**Mika, A., Minibayeva, F., Beckett, R., Lüthje, S. (2004).** Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. Photochemistry Reviews, 3: 173-193.

**Moniruzzaman, M., Rokeya, B., Ahmed, S., Bhowmik, A., Khalil, M.I., and Gan, S.H. (2012).** " In vitro antioxidant effects of aloe barbadensis miller extracts and the potential role of these extracts as anti-diabetic and anti lipidemic agents on streptozotoc in induced type 2 diabetic model rats," Molecules, vol. 17, no. 11, pp.12851–12867.

**Moneb, A., Ibrahim, R.K., Roy, R., & Sarhan, F. (2011).** Changes in wheat leaf phenol me in response to cold acclimation. Phytochemistry, 72, 2294 – 2307

**Morin Emmanuel. (2008).**Aloe vera (L.) Burm. F: Aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse de doctorat, Univ Nantes 207p. Faculté de pharmacie. p: 49.

## N

**Nani, A. (2017).** Effets de polyphénols de mil sur le cancer de l'os et son mode d'action sur le système. Mémoire pour obtention de diplôme de doctorat en agronomie, Option : 'Nutrition', Uni. Abou BekrBalkaïd-Tlemcen.

**Nani, A., Belarbi, M., Murtaza, B., Benammar, C., Merghoub, T., Rialland, M., Akhtar Khan, N., Hichami, A. (2019).** Polyphenols from pennisetum glaucoma grains induce MAP kinas phosphorylation and cell cycle arrest in human osteosarcoma cells, 4(1): 60-62.

**Newman, D.J., Cragg, G.M., Snader, K.M. (2003).** Natural products as sources of New drugs over the period 1981-2002. *Journal of Natural Products* 66:1022-1037.

**Ngo, M.Q., Nguyen, N.N. & Shah, S.A. (2010).** Oral Aloe vera for treatment of diabetes mellitus and dyes lipidemic. *Am J Health Syst Pharm.* 67(21):1804-1808.

**Ni, Y., Turner, D., Yates, K.M., Tizard. (2004).** Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *Int. Immuno pharmacol.* 14 (4):1745-1755.

**Nkhili, E. Z. (2009).** Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat. Université Cadi Ayyad-Marrakech.

**Nour, V., Stampar, F., Veberic, R., and Jakopic, J. (2013).** Anthocyanins profile, total Phenolics and antioxidant activity of black currant ethanolic extracts as influenced by genotype and ethanol concentration. *Food Chemistry*, 141: 961–966.

## O

**Oktay, M. I., G"ulc, in., and "O. I. K"ufrevioglu.** "Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculumvulgare*) seed extracts, "LWT-Food Science and Technology, vol.36, no.2, pp. 263–271, 2003.

**Ozsoy, N., Candoken, E., and Akev, N. (2009).** Implications for degenerative disorders Antioxidative activity, total phenols, flavonoids, ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and  $\beta$ -tocopherol in Aloe vera; *journal list Oxide Med Cell Longed.* Vol 2(2): 99–106.

## P

**Pastre, J.O.C. (2005).** Intérêt de la supplementation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques .Thèse du doctorat. Université Toulouse, p: 21 (116).

**Pisoschi, A.M., et Pop, A. (2015).** The role of antioxidants in the chemistry of Oxidative stress: A review. *Europe an Journal of Medicinal Chemistry*, 97:55-74.

**Perrot, E., et Parisr. (1971).** Les plantes médicinales. Tome 1, Ed. Presses universitaires de France, p.9.

## Q

**Qader, S.W., Abdulla, M.A., Chua, L.S., Najim, N., Zain, M.M., and Hamdan, S. (2011).** “Antioxidant, total phenolic content and cytotoxicity evaluation of selected Malaysian plants, *Molecules*, vol.16, no.4, pp.3433–3443.

## R

**Rached, W. (2009).** Evaluation du potentiel antioxydant de plantes médicinales et analyse phytochimique. Thèse de magistère, Univ. D’Oran. 120p.

**Rajasekaran, S., Sivagnanam, K., Subramanian, S. (2005).** Modulator effects of Aloe vera leaf gel extract on oxidative stress in rats treated with streptozotocin. *J Pharm and Pharmacol.* 57(2): 119-246.

**Rajendran, P., Nandakumar, N., Rengarajan, T., Palaniswami, R., Gnanadhas, E.N., Lakshminarasaiah, U., Gopas, J., Nishigaki, I. (2014).** Antioxidants and human diseases. *Clinical Chemical Act*, 436:332-347.

**Ravi, S., Kabilar, P., Velmurugan, S., Kumar, R.A., Gayathiri, M. (2011).** Spectroscopystudies on the status faloin in Aloe vera and commercial samples. *Journal of Experimental Sciences.* 2(8):10-13.

**Rawel, H.M., Meidther, K., Kroll, J. (2005)** .Bindinf of selected phenolic compounds to proteins. *Journal Agriculture and Food Chemistry.*

**Ritchie, H.E. (2001).** The safety of herbal medicine use during pregnancy. *Frontiers in fatal health.* 3(10): 259-266.

## S

**Samouelian, F., Gaudin, V., & Boccara, M. (2009).** Génétique moléculaire des plantes. Edition Quae, p 21, 22.

**Sana, A., Yemem, Y YimeiJia, C., Guodong Zhao., JichengJia. (2008).** «Preliminary evaluation: The effects of Aloe ferox Millerand Aloe arborescence Miller on wound healing»; *Journal of ethno pharmacology*; Vol120; p p: 181-189.

**Saritha, V., Anilakumar, K.R., and Khanum, F. (2010).** “Antioxidant and antibacterial activity of Aloe vera gel extracts,” *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archive*, vol. 1, no. 4, pp.376–384.

**Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. (2005).** Dietary Polyphenols.

**Schweizer, M. (2006).** Aloe the health and healing plant. The fourth edition. 66 p.

**Schweizer, M. (2012).** Aloe the health and healing plant. The fourth edition. 102 p.

**Serteyn, D., Mouithys-Mickalad, A., Franck, T., Grulke, S., Lamy, M., Deby, C., and Deby-Dupont, G. (2002).** La nature chimique et la réactivité de l'oxygène. *Annale de Médecine Vétérinaire*, 146, 137-53.

**Sharma, S., Sheehy, T., Kolahdooz, F., & Barasi, M. (2015).** Nutrition at a Glance. Second Edition Wiley Blackwell, p 162.

**Shipp, J., and Abdel-Aal, E.S.M. (2010).** Food applications and physiological effects of Anthocyanins as functional food ingredients. *The Open Food Science Journal*, 44, 7 – 22.

**Silva, S., Gomes, L., Leitao, F., Bronse, M., Caelho, A.V. et Boas, V. (2010).** Secoiridoids in olive seed: characterization of nüzhenide and 11-methyl oleo sides by liquid chromatography with diode array and mass spectrometry. *Grassasy Aceites*. 61 (02): 157-164.

**Singh, U., Devaraj, S., et Jialal, I. (2005).** Vitamin E, oxidative stress, and inflammation. *Annual Review of Nutrition*, 25:151-175.

**Soyuncho., Serahlee., Min-Junglee., Donghunlee., Chong-Hyun., Sangminkim., Jinhochung. (2009).** Dietary Aloe Vera Supplementation Improves Facial Wrinkles and Elasticity and It Increases the Type I Precollege Gene Expression in Human Skin in vivo. *Ann Dermatol* 21(1):6R11.

**Soro, T.Y., Néné-bi, A.S., Zahoui, O.S., Yapi, A., and Traoré, F.(2015).** Activité anti inflammatoire de l'extrait aqueux de *Ximenia americana* (Linné) (Ola caceae). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(3): 3802– 3813.

**Spector, R., et Johanson, C.E. (2014).** Then exus of vitamin, home ostasis and DNA synthesis and modification in mammalian brain. *Molecular Brain*, 7(3):1-9.

**Suhaj, M. (2006).** Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 531–537.

## **T**

**Tapas, A.R., Sakarkar, D.M., & Kakde, R.B. (2008).** Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7(3), 1089 – 1099.

**Tim, T. P., et Lamb, A. J. (2005).** Antimicrobial activity of Flavonoïd. *International journal of antimicrobial agents.*, 26: 343-356.

**Turkmen. (2007).**Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidants' and antibacterial activities of black tea. *Molecules*, (12):484-496

## U

**Ulanowska, K., Traczyk, A., Konopa, G., & Wegrzyn, G. (2008).** Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DND, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. *Arch. Microbial*, 184 (5), 271 –278.

**Ullah, R.I., Hussain., and Ahmad, S. (2013).** “Photochemical and Biological Evaluation of *Phlomis bracteosa*: A Review,” *Life Science Journal*, vol.10.

**Uys, J.D., Mulholland, P.J., et Townsend, D.M. (2014).**Glutathione and redox signaling substance abuse, *biomed. Pharmacother*, S0753-3322.

## V

**Vielma, J.R., Bonilla, E., Chacin-Bonilla, L., Mora, M., Medina-Leen-dertz, S., et Bravo, Y. (2014).**Effects of melatonin on oxidative stress, and resistance to bacterial, parasitic, and viral in factions: are view. *Act a tropical*, 137:31-38.

## W

**Waller, G.R., Mangiafico, S., & Ritchey, C.R. (1978).** Chemical Investigation of *Aloe Barbadosis* Miller. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 58: 69-76.

**Wang, Y., Chun, O.K., et Song, W.O. (2013).**Plasma and dietary antioxidant statusas cardiovascular disease risk factors: are view of human studies. *Nutrients*, 5(8): 2969-3004.

**Waston, R.R., Preedy, V.R., & Zibadi, S. (2013).** Polyphenol in Human Health and Disease. Edition Academic Press is an Imprint of Elsevier, p 643.

**Wattiaux, D. (1997)** .Prediction of the electronic equipment during a pyrotechnic shock., In first International Symposium on Environmental Testing Engineering,(23) :541-545.

**Winterbourn, C.C. (2015).** Are free radicals involved in thiol based redox signalling. *Free Radical Biology and Medicine*, 80: 164-170.

**Wu, J.Q., Kosten, T.R., et Zhang, X.Y. (2013).** Free radicals, antioxidant defence systems, and schizoprenia. *Progress in Neuro- Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 46: 200-206.

## Y

**Yang, G., Pan, F., et Gan, W.B. (2013).** Stably maintained dendritic spines are associated with lifelong memories. *Nature* 462, 920-924, doi:nature08577 [pii] 10.1038/nature08577.

**Yeh, F.T., Wu, CH., et Lee, H.Z. (2003).** Signalling pathway for Aloe-emod in-induced apoptosis in human H460 lung non small carcinoma cell. *Int J Cancer* 106: 26-33.

**Yimei Jia., Guodong Zhao., Jicheng Jia. (2008).** «Preliminary evaluation: The effects of Aloe ferox Miller and Aloe arborescence Miller on wound healing»; *Journal of ethno pharmacology*; Vol 120; pp: 181-189.

**Yong chaiyudha, S., Rungpitarangsi, V., Bunyapraphatsara, N. (1996).** Ant-diabetic activity of Aloe vera juice. I Clinical trial in new cases of diabetic's mellitus. *Phytomedicine*. 3, 3:241-243.

## Z

**Zapata, P.J., Navarro, D., Guilléna, F., Castillo, S., M-Romero, D., Valero, D., Serrano, M. (2013).** Characterisation of gels from different Aloe spp. as antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products*.42: 223– 230.

**Zeriouh, W., Nani, A., Belarbi, M., Dumont, A., de Rosny, C., Aboura, I., and Apetoh L. (2017).** Phenolic extract from oleaster (Oleo European var. Sylvestric) leaves reduces colon cancer growth and induces caspase- depend apoptosis in colon cells via the mitochondrial apoptotic pathway. *PloS one*, 12(2), z 0170823.

## Résumé

L'Aloe vera est une plante médicinale multifonctionnelle, utilisée depuis l'Antiquité comme un remède naturel grâce à ces propriétés thérapeutiques. Notre étude a pour but de déterminer la teneur en polyphénols totaux par la méthode de réactif Folin-Ciocalteu, et la teneur de flavonoïdes avec la méthode au chlorure d'aluminium, ensuite évaluer le pouvoir antioxydant par les tests DPPH et FRAP. Le résultat obtenu du rendement d'extraction est de 17.5%, avec un taux de polyphénols qui égale à 1043.26mg EAG/100g, et une teneur en flavonoïde de 82,201mg/100g. Ces résultats nous ont permis d'affirmer que l'Aloe Vera est considérée comme une plante antioxydante et anti-radicalaire par sa richesse en phénols notamment en flavonoïdes, elle se caractérise aussi par un fort pouvoir réducteur de neutralisation des dommages cellulaires causés par les radicaux libres.

Mots clés : Aloe vera, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydant, DPPH, FRAP.

## ملخص

الصبار هو نبات طبي متعدد الوظائف، يستخدم منذ العصور القديمة كعلاج طبيعي بفضل خصائصه العلاجية. ، ومحتوى الفلافونيدات مع Folin-Ciocalteu الهدف من دراستنا هو تحديد محتوى البوليفينول الكلي بطريقة الكاشف FRAP و DPPH طريقة كلوريد الألومنيوم ، ثم تقييم الطاقة المضادة للأكسدة بواسطة اختبارات EAG / 100 مجم 1043.26٪ ، بمستوى بوليفينول يساوي 17.5 النتيجة التي تم الحصول عليها من ناتج الاستخراج هي جم. لقد مكنتنا هذه النت 100 مجم / 82.201 جم ، ومحتوى فلافونويد من أ مضاداً أئج من التأكيد على أن الألويفيرا يعتبر نبات للأكسدة ومضاداً للجذور من خلال ثراء الفينولات خاصة في مركبات الفلافونويد ، كما يتميز بقوة مخفضة قوية لتحديد الضرر الخلوي الناجم عن الجذور الحرة. الكلمات المفتاحية: الصبار ، بوليفينول ، فلافونيدات ، نشاط مضاد للأكسدة ، DPPH ، FRAP.

## Abstract

The Aloe vera is a multifunctional medicinal plant, used since ancient times as a natural remedy thanks to its therapeutic properties. The aim of our study is to determine the content of the total of polyphenols by the Folin-Ciocalteu reagent method, and the content of flavonoïds with the aluminum chloride method, then assesses the antioxidant power by the DPPH and FRAP tests. The results obtained from the extraction yield is 17.5%, with a polyphenol level which is equal to 1043.26mg EAG / 100g, and a flavonoïd content of 82.201mg / 100g. These results have enabled us to affirm that Aloe Vera is considered as an antioxidant and anti-radical plant by its richness in phenols in particular in flavonoïds, it also is characterized by a strong reducing power to neutralize cellular damage caused by free radicals.

Key words: Aloe vera, polyphenols, flavonoïds, antioxidant activity, DPPH, FRAP

