



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département: Biologie Appliquée



## MEMOIRE DE MASTER

**Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Filière: Sciences Biologiques**  
**Spécialité: Pharmaco-Toxicologie.**

### Thème:

*Etude de l'activité antioxydante d'une plante  
médicinale « Aloe Vera »*

### Présenté par:

M<sup>elle</sup>. **Ziani Anfel**

M<sup>elle</sup>. **Boualleg Ahlem**

### Devant le jury:

Mme. Smaali Saoussene	MCB	U.L.T. Tébessa	Présidente
Mme. Boukazoula Fatima	MCB	U.L.T. Tébessa	Rapporteur
Mr. Zouaoui Nassim	MAA	U.L.T. Tébessa	Examineur

**Date de Soutenance: 20/06/2019**

Note:..... /20.

Mention:.....

## *Remerciement*

*Au terme de notre travail, en premier lieu, nous tenons à remercier le bon dieu, le Tout Puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce modeste travail,*

*Nos profonds remerciements s'adressent à notre promotrice, Mme Boukazoula ; F, qui a accepté de nous encadrer, pour sa collaboration et son aide nécessaire à la réalisation de notre travail.*

*Nous remercions également, Melle Chenikher ;H pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements.*

*Nous tenons à remercier aussi :*

*Melle Smaali ;S et Mr Zouaoui ;N, de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail*

*En bref nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près*

*Ou de loin à la réalisation de ce travail*

## *Dédicase*

*A mon Dieu grâce au leur réussite, renfort et faveurs.*

*Je dédie ce travail à mon père Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous, mon père, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*Ce travail est le fruit de votre sacrifice que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma mère Vous avez été pour moi un modèle. Grâce à cette qualité, vous m'avez toujours encouragé et soutenu dans mes études. Ce travail est aussi le couronnement de vos nombreux sacrifices de mère toujours à l'écoute de leurs enfants Qu'Allah le Tout puissant t'accorde une longue vie pleine de bonheur pour déguster le fruit de ce travail.*

*J'espère que vous trouverez dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*A mon binôme Anfel qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et à sa famille.*

*A mes sœurs, mes chères frères mon marie parce que vous avez toujours été présents pour créer la joie.*

*Mr. Ali Khediri, Meriem, Nada, Imen, Donia, Zainouba, a tous mes chères amis je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*AHLEM*

## Liste des figures

- Figure 1** : Plante d'Aloe Vera .....
- Figure 2** : Coupe transversale de feuille d'Aloe Vera.....
- Figure 3** : Photographie de la fleur d'Aloe Vera .....
- Figure 4**: Observation de peau atteinte de dermatite atopique traitée par placebo (A) et par Aloe Vera (B) .....
- Figure 5**: Structures des squelettes de base des flavonoïdes.....
- Figure 6** : Structure des anthocyanosides.....
- Figure 7** : Structure chimique des acides gallique (A) et ellagique (B).....
- Figure 8** : Biosynthèse des composés phénoliques le plus largement distribués par la voie de shikimate.....
- Figure 9** : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie.....
- Figure 10** : carte de Tébessa (Google maps) .....
- Figure 11** : Matériel végétal en poudre (Aloe Vera (L) .....
- Figure 12** : Schéma de préparation d'extrait méthanolique. ....
- Figure 13** : Schéma de préparation d'extrait aqueux. ....
- Figure 14** : Evaporateur rotatif.....
- Figure 15** : Structure de DPPH et mécanisme de sa réduction par un antioxydant.....
- Figure 16** : Répartition des enquêtés selon l'âge. ....
- Figure 17** : Répartition des enquêtés selon le sexe. ....
- Figure 18** : Répartition des enquêtés selon le niveau intellectuel. ....
- Figure 19** : Répartition des enquêtés selon niveau socio-économique.....
- Figure 20** : Répartition des enquêtés selon la situation familiale.....

- Figure21** : Répartition des enquêtés selon l'origine.....
- Figure22** : les parties de la plante utilisée.....
- Figure23** : Motifs d'utilisation de la plante. ....
- Figure 24** : Rendement des extraits aqueux et méthanolique de l'Aloe Vera L.....
- Figure25:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique. ....
- Figure 26** : Teneur en polyphénol totaux des extraits.....
- Figure27:** Effets scavenger contre le radical DPPH des extraits aqueux et méthanolique.....
- Figure 28** : Pourcentage d'inhibition de concentration maximale (1600µg/ml).....
- Figure 29** : Les valeurs de CI50 enregistré par les extraits de l'Aloe Vera L.....

## **Liste des tableaux**

**Tableau 1** : Synthèse des deux principales classifications botaniques. ....

**Tableau 2** : Structure des squelettes des polyphénols. ....

**Tableau 3** : Les principaux radicaux libres. ....

**Tableau 4** : Mode d'utilisation de la plante. ....

## Liste des abréviations

**APG** : Angiosperm Phylogeny Group.

**IgE** : les immunoglobulines E

**UV** : Le rayonnement **ultraviolet**

**PAL**: phénylalanine ammonia-lyase.

**C4H** : cinnamate 4-hydroxylase.

**CoA** : La coenzyme A

**ADN** : acide désoxyribonucléique

**ARN** : acide ribonucléique

**ERO** : Espèces réactives dérivées de l'oxygène

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène

**O<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Anion superoxyde

**SOD** : super oxyde dismutase

**OH•** : Radical hydroxyle

**•O<sub>2</sub><sup>-</sup>** : l'anion superoxyde

**<sup>1</sup>O<sub>2</sub>** : le dioxygène singulet

**BHA** : le butyl hydroxy anisole

**BHT** : le butylhydroxy toluène

**GSH** : glutathion

**GPX** : La glutathion peroxydase

**GSSG** : Le **disulfure de glutathion**

**GR** : glutathion réductase

**NADPH** : nicotinamide adénine dinucléotide phosphate

**LMWA** : low molecular weight antioxidant

**AA** : acide ascorbique

**SH** : le groupement sulfhydryle

**GPx** : La glutathion peroxydase

**TAC** : Capacité antioxydant totale

**TRAP** : Paramètre du piégeage du radical total

**AAR%** : Pourcentage de l'activité anti-radicalaire

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

**FeCl<sub>3</sub>**: Chlorure ferrique

**Fe<sup>2+</sup>**: Ions ferreux.

**Fe<sup>3+</sup>**: Ions ferriques

**TPTZ** : ferric2,4,6-tripyridyl-s-triazine.

**FRAP** : Capacités réductrices ferriques d'antioxydants

**TEAC** : Capacité antioxydante équivalente de Trolox

**ABTS** : 2,2-azinobis 3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate

**TE** : d'équivalents Trolox

**C°**: Le degré Celsius

**AAPH**: 2,2'-azobis-2-aminopropane dihydrochloride

**ORAC**: Oxygen Radical Absorbance Capacity

**Rdt** : Le rendement

**H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>** : d'acide phosphotungstique

**H<sub>3</sub>PMO<sub>12</sub>O<sub>4</sub>** : l'acide phosphomolybdique

**IC<sub>50</sub>** : La concentration inhibitrice médiane

**ANOVA** : Analyse de la variance

**H/F** : Homme / Femme

**MMP-1** : Les métalloprotéases matricielles

**Mg** : milligramme

**µg** : microgramme

**ml** : millilitre

**EAG** : Equivalent Acide Gallique .

---

Introduction .....	01
I. Aloe Vera L.....	02
I.1.Présentation de la plante.....	02
I.2.Origine et distribution .....	02
I.3.Description botanique .....	03
I.4.Classification botanique et dénomination internationale.....	06
I.4.1. dénomination internationale.....	07
I.5. Composition chimique .....	07
I.6.Domaine d'utilisation .....	08
I.6.1.Cosmétique.....	08
I.6.2.Utilisation médicale.....	08
I.6.2.1.Activité hydratante.....	08
I.6.2.2.Activité anti-inflammatoire.....	09
I.6.2.3.Activité antimicrobienne.....	10
I.6.2.4.Activité cicatrisante.....	11
II. Les polyphénols.....	13
II.1. définition.....	13
II.2. Rôle et intérêt des polyphénols.....	13
II.3. principales classes des polyphénols .....	14
II.3.1.Flavonoïdes .....	15
II.3.2. Anthocyanosides .....	18
II.3.3. Tannins.....	18
II.3.3.1. Tannins hydrolysables.....	18
II.3.3.2.Tannins condensés ou tannins catechiques ou proanthocyanidols.....	19
II.3.4. Phénols simples et les acides phénoliques .....	19
II.3.4.1.Acide phénols dérivés de l'acide benzoïque.....	19
II.3.4.2.Acide phénols dérivés de l'acide cinnamique .....	19

---

II.3.5. Coumarines .....	20
II.3.6. Quinones .....	20
II.3.7. Stilbène .....	20
II.3.8. Lignanes.....	20
II.4. biosynthèse des polyphénols .....	20
II.4.1. La voie de Shikimate.....	21
II.4.2. La voie de l'acétate malonate.....	22
II.5. les propriétés des composés phénoliques.....	22
II.5.1. Propriétés physico-chimiques.....	22
II.5.2. Propriétés biologiques .....	22
II.5.2.1. Activité anti-inflammatoire.....	22
II.5.2.2. Activité antibactérienne.....	22
II.5.2.3. Activité anticancéreuse.....	23
II.5.2.4. Activité antioxydante.....	23
II.5. Les effets bénéfiques des polyphénols.....	24
II.5.1. Les flavonoïdes.....	24
II.5.2. Les anthocyanes.....	25
II.5.3. Les tanins.....	25
II.5.4. Les coumarines.....	25
II.5.5. Les acides phénols et ces dérivés.....	26
II.5.6. Quinones.....	26
III. Radicaux libres et stress oxydatif.....	27
III.1. Généralité.....	27
III.2. Radicaux libres.....	27
III.2.1. Définition.....	27
III.2.2. Principaux radicaux .....	28
III.2.2.1. Espèces réactives dérivées de l'oxygène (ERO) .....	28
III.2.2.1.1. Anion superoxyde (O <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	28
III.2.2.1.2. Peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) .....	28

---

III.2.2.1.3.Radical hydroxyle (OH•).....	29
III.2.2.1.4.Oxygène singulet ( <sup>1</sup> O <sub>2</sub> ) .....	29
III.2.2.2.Espèces libres non oxygénées.....	30
III.3.Stress oxydatif.....	31
III.3.1.Définition.....	31
III.4.Activité antioxydante.....	31
III.4.1.Généralité.....	31
III.4.2.Définition.....	32
III.4.3.Classification des antioxydants.....	33
III.4.3.1.Antioxydants synthétiques.....	33
III.4.3.2.Antioxydants naturels.....	33
III.4.3.2.1.Antioxydants enzymatiques.....	34
III.4.3.2.2.Antioxydants de faible poids moléculaire.....	35
III.4.4. Mécanisme d'action.....	36
III.4.5.Utilisation des antioxydants.....	37
III.5.Méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes in vitro .....	37
III.5.1. La méthode d'ORAC .....	37
III.5.2.la méthode d'ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6- sulphonate) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox).....	38
III.5.3. la méthode FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants) ...	38
III.5.3.1.principe .....	38
III.5.4.la méthode du radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).....	38
III.5.4.1.principe.....	38
III.5.5.la méthode TRAP (Paramètre du piégeage du radical total) .....	39
III.5.6Test de blanchiment de β-carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique. ....	39
III.5.7.Capacité antioxydant totale (TAC) .....	39
I. Etude ethnobotanique.....	40

---

I.1. Lieux de l'enquête.....	40
I.2. Questionnaire.....	41
I.3. Population enquêtée.....	41
II. L'étude phytochimique.....	41
II.1. Préparation du matériel végétal.....	41
II.1.1. Matière végétale.....	41
II.2. Préparation des extraits.....	42
II.2.1. Extraction par macération dans le méthanol aqueux (extraction solide/liquide) .....	42
II.2.2. Extraction avec de l'eau chaude (extraction solide/liquide) .....	45
II.2.3. Evaporation.....	47
II.2.4. Calcul de rendement .....	48
II.3. Dosage des polyphénols totaux .....	48
II.3.1. Principe.....	48
II.3.2. Mode opératoire .....	48
II.4. Détermination de l'activité antioxydant des extraits.....	49
II.4.1. Principe.....	49
II.4.2. Mode opératoire .....	49
II.4.3. Calcul des IC50.....	50
III. Traitement statistique.....	50
I. Etude ethnobotanique.....	51
I.1. Description de la population enquêtée .....	51
I.1.1. Age .....	51
I.1.2. Sexe .....	51
I.1.3. le niveau intellectuel.....	52
I.1.4. le niveau socio-économique .....	53
I.1.5. la situation familiale.....	53
I.1.6. origine des enquêtés.....	54
I.2. Les parties de la plante utilisée.....	54

---

I.2.1.Motifs d'utilisation de la plante .....	55
I.2.2.Mode d'utilisation de la plante.....	58
II. L'étude phytochimique.....	59
II.1. Rendement des extraits.....	59
II.2. Teneur en polyphénols totaux .....	60
II.3. L'activité antioxydante.....	63
II.3.1.Effet scavanger du radical DPPH.....	63
II.3.2.Détermination de l'CI50.....	65
Conclusion .....	68
Références .....	70

# **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

## **Introduction**

Le monde des végétaux est plein de ressources et de vertus d'où l'homme puise non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qui procurent souvent un bienfait à son organisme parfois affecté de troubles insidieux (**Gigon, 2009**).

L'utilisation des plantes médicinales par l'homme est une pratique antique (**Majinda et al., 2001**). De nos jours la majorité des habitants du globe terrestre utilisent de très nombreuses plantes comme remède en médecine traditionnelle. Cependant, cette utilisation ne se base sur aucun critère scientifique, elle tient compte simplement des observations au cours des siècles.

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité, pour soulager et guérir les maladies humaines. En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de certains composés naturels bioactifs appelés : les métabolites secondaires. On distingue plusieurs groupes de métabolites notamment les phénols (acides phénoliques, quinones, flavonoïdes, flavones, flavonols, tannins et les coumarines), les alcaloïdes, les terpénoïdes et les polypeptides (**Gigon, 2009**).

Les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ils font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses et pour la protection des aliments contre l'oxydation (**MAU, 2004**).

Les antioxydants existent dans les plantes médicinales et alimentaires tels que les composés phénoliques, appartenant à la classe des composés dits de métabolisme secondaire manifestent un spectre de propriétés pharmacologiques telles que : antibactériennes, anti-inflammatoires, vasodilatatoires, anticancerigènes, antithrombique anti-atherogéniques et analgésique parmi tant d'autres. Ils exercent ces propriétés en tant qu'antioxydants (**Wollgast et Anklam, 2000 ; Gomez-Caravaca et al. 2006**).

Pour cela, l'objectif de cette étude est de déterminer l'utilisation traditionnelle de l'Aloe Vera dans un premier lieu et d'estimer la teneur en composés phénoliques et d'évaluer son pouvoir antioxydant dans un deuxième temps.

Pour répondre à cet objectif, nous avons organisé ce travail en trois parties :

- La première partie consiste à une synthèse bibliographique.
- La deuxième partie définit la méthodologie adoptée pour la réalisation de cette étude.
- La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.

## I. Aloe Vera L

### I.1. Présentation de la plante

Il existe près de 420 espèces d'Aloès présentes dans le monde entier (**Djerroumi et Nacef, 2004 ; Gigon, 2009**, mais seules quelques-unes sont utilisées dans la médecine traditionnelle car reconnues pour leurs vertus médicinales.

Citons les espèces actuellement utilisées :

- l'Aloe ferrox Miller, communément appelé l'Aloe du Cap, Aloe rouge ou Aloe amer qui se rencontre à l'état sauvage dans les régions chaudes et désertiques du sud-africain,
- l'Aloearborescens Miller ou Aloe candélabre, originaire de l'Afrique Australe, qui pousse au Malawi, au Botswana, au Zimbabwe, au Mozambique, ainsi qu'en Afrique du Sud.
- l'Aloesaponaria qui pousse principalement en Afrique du Sud, au Botswana et au Zimbabwe.
- l'Aloesuccotrina, Aloesoccotrin, ou Aloe de Zanzibar qui provient de Socotra, une île de l'Océan Indien, située près de la Somalie et du Yémen.
- et bien sûr l'Aloe Vera, qui est l'espèce que l'on retrouve dans la quasi-totalité des spécialités commercialisées. Il s'agit également de l'espèce la plus étudiée. Elle est originaire de l'Afrique du Sud et de l'Est, et a été introduite par la suite au nord de l'Afrique, dans la péninsule arabique, la Chine, les pays méditerranéens et les Antilles (**HALLER, 1990**).

Ces espèces ont toutes leurs propres propriétés thérapeutiques et, bien que très voisines, il est nécessaire de ne pas les confondre.

On pense aujourd'hui que le mot «aloès» est dérivé d'un ancien mot arabe «alloeh», qui signifie «substance amère qui brille», tandis que «vera» signifie «vrai» parce que depuis la nuit des temps (**ARUNKUMAR et al., 2009**).

### I.2. Origine et distribution

Aloe Vera est originaire de l'Afrique du nord, la région méditerranéenne de l'Europe du sud et à l'île des Canaries. Il est maintenant cultivé dans l'ensemble des Antilles, les régions tropicales ou subtropicales et les régions plus chaudes du monde, notamment en Asie, les Bahamas, la centrale Amérique, le Mexique, le sud des États-Unis d'Amérique, au sud-est de l'Asie. (**LORENZETTI et al., 1964**).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

A l'état naturel, l'Aloe Vera pousse sur des terrains sablonneux ou limoneux et calcaires de régions semi-désertiques au climat chaud et sec, et peut pousser dans des sols pauvres en éléments nutritifs, mais il prospère sur les sols riches. Il est tolérant à la salinité, Il peut très bien survivre à la sécheresse. L'Aloe Vera n'est pas très résistant au gel mais survivra à une température de  $- 3^{\circ}\text{C}$ , avec peu de dégâts (SCHMELZER *et al.*, 2008).

### **I.3.Description botanique**

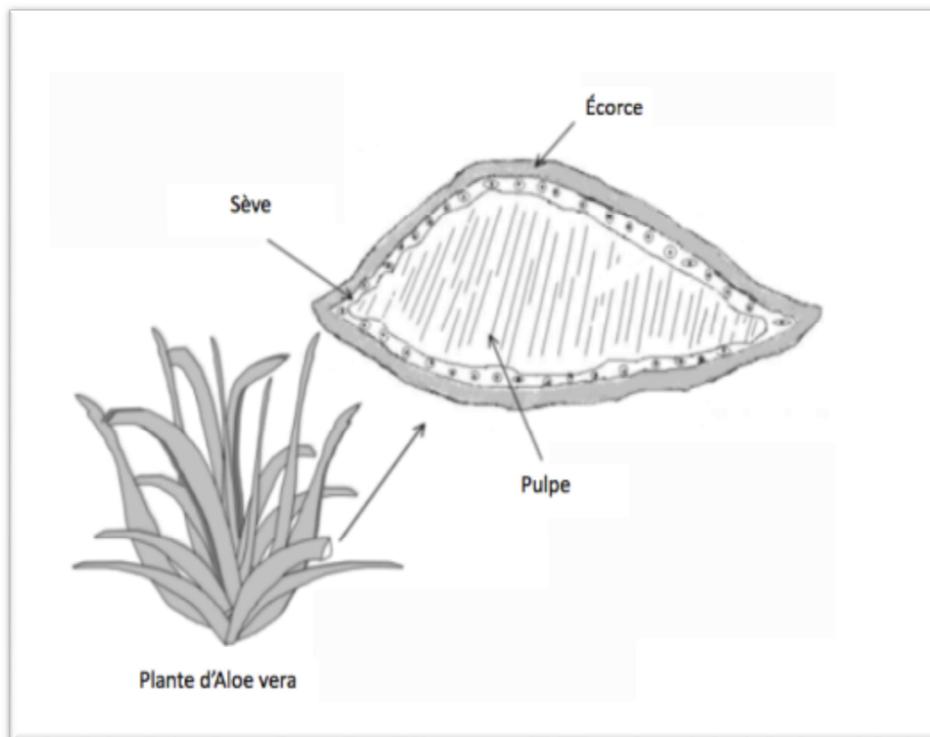
En raison des crêtes épineuses qui protègent la feuille souple, l'Aloe Vera est souvent prise pour un cactus. C'est en fait une plante vivace succulente, arborescente d'environ 80 à 100 cm de haut aux racines courtes et peu profondes (MICHAYEWICZ, 2013). Sur la tige robuste, très courte et ligneuse, se dressent des feuilles charnues lisses de couleur verte, à section triangulaire, aux extrémités pointues (**Figure 1**), dont les plus grandes atteignent 100 cm de long et 15 cm dans leur plus grande largeur, avec des bords munis d'épines jaune clair. La forme caractéristique des feuilles a valu à la plante le surnom de «langue de crocodile» (BOULLARD, 2001 ; MORIN, 2008), qui stockent l'eau, lui permettant ainsi de survivre à de longues périodes de sécheresse.



**Figure 1** : Plante d'Aloe Vera.

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Ces fleurs, réparties sur une ou plusieurs hampes, ressemblent à des petites trompettes de couleur allant du blanc verdâtre au rouge, en passant par le jaune (Aloe Vera), et l'orange. L'intérieur de la feuille de l'Aloès contient une gelée capable de stocker l'eau filtrée par les racines et les feuilles. Par une savante alchimie (le métabolisme), cette eau se transforme en ce gel amer et translucide si recherché pour ses propriétés médicinales. La coupe transversale d'une feuille permet de distinguer, de l'extérieur vers l'intérieur: la cuticule(écorce), une couche épidermique chlorophyllienne, un derme cellulosique où circule une sève rouge(ou suc) brunâtre tirant sur le jaune (le "sang" de l'aloès), et enfin, au centre, une pulpe épaisse: parenchyme dans lequel l'eau est tenue sous la forme d'un mucilage visqueux incolore qui est le précieux gel utilisé pour ses salutaires vertus (**Figure 2**). A l'heure actuelle, seule la feuille est utilisée, les autres parties telles que les racines et les fleurs ne présentent pas d'intérêt médical. (**MICHAYEWICZ, 2013**).



**Figure 2** : Coupe transversale de feuille d'Aloe Vera (**MICHAYEWICZ, 2013**).

Le gel d'Aloe Vera est composé de tissu mucilagineux provenant du centre de la feuille, la couche la plus profonde et la plus active. Il contient plusieurs polysaccharides à une multitude d'application médicinale (**EDZARD&PITTLER, 2005**).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Les caractéristiques principales du gel sont : l'absence de couleur (transparent), l'absence d'odeur, son goût légèrement amer (**MORIN, 2008**), on le trouve dans toutes sortes de produits dermatologiques, shampoings, crèmes, dentifrices, cosmétiques... Pour un usage interne, on en trouve aussi sous forme de gélules ou dans des boissons. Ce gel remplit plusieurs fonctions : il sert de réserve de nourriture pour les longues périodes de sécheresse et contribue en même temps à une auto-guérison de la plante.

Le gel est la partie la plus importante, composée de plus de 99% d'eau (**TUCKER *et al.*, 1989**), le reste étant composé de plus de 200 éléments différents dont : les vitamines (**BRUNETON, 1995**), les minéraux et oligo-éléments les acides aminés, les enzymes, les stéroïdes : campesterol, lupéol et bêta-systostérol. (**Djerroumi et Nacef, 2004 ; Gigon, 2009**). Le gel d'Aloe Vera possède un assortiment de propriétés pharmacologiques qui englobe les propriétés antivirales, antibactériennes, laxatives, anti-radiatives, anti oxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, antidiabétiques, antiallergiques et immunostimulantes entre autres (**RODRIGUEZ *et al.*, 2010**).

L'inflorescence de l'Aloe Vera constituée de grappe dressée qui peut atteindre un mètre de haut et comporte de nombreuses fleurs entourées de bractées en forme de petites trompettes de couleur jaune (quelquefois orange), éclosent successivement (**Figure 3**). Le périanthe charnu, d'un jaune orangé, comporte six pièces d'environ 2,5 cm de long, soudées en tube à la base. Il y a six étamines un peu plus longues que le périanthe, entourant l'ovaire libre à trois loges qui donne une capsule loculicidé (se dit de l'ouverture d'une capsule par la rupture longitudinale de la nervure médiane des carpelles), renfermant de nombreuses graines à albumen charnu. Les graines, d'environ 7mm, sont brunes foncées, ailées (**PERROT, 1971**).



**Figure 3** : Photographie de la fleur d'Aloe Vera (**PERROT, 1971**).

### **I.4. Classification botanique et dénomination internationale**

L'Aloe Vera L, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'Aloe Barbadensis Miller ou Aloe Vulgaris Lamark (**BARCROFT, 1998**). Aujourd'hui, la classification botanique officielle a retenu le nom d'Aloe Barbadensis Miller, mais Aloe Vera reste l'appellation courante, que nous adopterons tout au long de notre mémoire.

En parcourant la littérature botanique et scientifique, on remarque que l'Aloe Vera est une plante classée dans deux familles différentes : Aloécées et Xanthorrhoeacées. Cette dernière est celle que l'on rencontre le plus souvent. Ceci s'explique par les deux systèmes de classification qui coexistent (**Tableau 1**).

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

**Tableau 1:** Synthèse des deux principales classifications botaniques (MICHAYEWICZ, 2013).

Classification conquirit	Classification APG III
<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> Aloaceae <b>Genre :</b> Aloe <b>Espèce :</b> Aloe Vera L.	<b>Clade :</b> Angiosperme <b>Clade :</b> Monocotylédone <b>Ordre :</b> Asparagales <b>Faïlle :</b> Xanthorrhoeaceae <b>Sous famille :</b> Asphodeloideae

### I.4.1. dénomination internationale

Selon **Bertin et Phillipson (2011)** les noms vernaculaires sont :

**Français :** Aloès Vera

**Latin :** Aloe Vera ou AloeBarbadensis, AloeFerox

**Anglais :** Aloe, Cape Aloe, Aloe Gel, Aloe Juice, AloeConcentrate, Aloe Latex.

**Arabe:** Al sabar, Al adjaf (**Djerroumi et Nacef, 2004**)

**Kabyle :**Assebar

### I.5. Compositioon chimique

L'analyse biochimique de la feuille d'Aloès Vera est exceptionnelle par sa richesse, elle contient plus de 75 éléments nutritifs et 200 autres composants, ainsi que 20 minéraux, 18 acides aminés et 12 vitamines ; Antraquinones (aloïne A et B); Résines (alorésines, aloénines); Tanins; Polysaccharides; Aloétine (**Donnadieur, 2013 ; Hunin et al., 2008** ).

La pulpe contient beaucoup d'eau, des sucres simples et complexes impliqués dans la réponse immunitaire (lectines, polysaccharides), une huitième d'acides aminés essentiels constituant des protéines, de multiples minéraux et oligoéléments (calcium, chlore, cuivre, chrome, zinc, sélénium, potassium, fer sodium, manganèse, lithium, magnésium, phosphore), des enzymes facilitant le métabolisme cellulaire et de la digestion, et enfin une gamme de

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

vitamines (B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12) dont les antioxydants A, C et E et des polyphénols ( **Donnadieur, 2013 ; Hamman , 2008** ).

Le suc ne devrait plus être employé, car il contient des principes actifs responsables de son fameux effet laxatif, par irritation de la muqueuse intestinale. Les dérivés anthracéniques (aloïne A et B). Par ailleurs, le suc pourrait être responsable d'atteintes rénale et hépatique (**Gigon, 2009 ; Hamman, 2008**).

### **I.6.Domaine d'utilisation**

#### **I.6.1.Cosmétique**

Aujourd'hui, l'Aloe Vera est utilisé dans de nombreux produits notamment dans le domaine de la cosmétologie partout dans le monde. Il est courant d'en retrouver dans des crèmes pour le visage ou pour les mains, dans des fonds de teint, des nettoyants, des crèmes solaires, des shampoings ou toniques pour cheveux, des crèmes de rasages, du maquillage, des produits pour le bain, et même des lotions ou lingettes pour bébé.(**Guo et Mei, 2016**).

Cette utilisation intensive est en partie due à l'histoire de la plante, au marketing autour de celle-ci qualifiée souvent de plante des miracles, mais surtout à tous les bienfaits qui lui sont attribués comme généralement ses actions apaisantes pour la peau notamment en cas de brûlures, d'irritations ou de plaies.

#### **I.6.2.Utilisation médicinale**

l'Aloe Vera est principalement reconnue pour son activité hydratante, anti-inflammatoire et ses bienfaits sur les brûlures et les cicatrices. Cet extrait semble agir sur deux plans :

- l'accélération du renouvellement de la peau et en particulier des tissus abimés.
- le système immunitaire (**Rodriguez et al., 2010**).

A l'heure actuelle, le mécanisme exact n'est pas connu. Beaucoup de chercheurs pensent qu'il pourrait s'agir d'une synergie entre les saccharides et plusieurs composés de l'Aloe Vera (**Boudreau et Beland, 2006**).

##### **I.6.2.1.Activité hydratante**

D'un point de vue marketing, l'Aloe Vera est une plante parfaite pour revendiquer l'hydratation. L'image de la petite plante pouvant survivre en plein désert grâce à ses réserves d'eau et de polysaccharides est parfaite pour convaincre les consommateurs aux peaux

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

fragiles ou déshydratées. Pourtant, l'activité hydratante de l'Aloe Vera est loin d'être démontrée, de nombreuses études se contredisent et aucun mécanisme n'est connu à ce jour. Une étude réalisée sur un groupe de soixante-trois femmes a démontré que non seulement l'Aloe Vera n'avait pas beaucoup plus d'effet hydratant que de l'eau distillée après une application mais qu'en plus, elle avait une action desséchante après plusieurs applications. (**Fox et al, 2014**). L'application a été faite deux fois par jour pendant quatre semaines grâce à une crème à 3% en gel d'Aloe Vera et les résultats ont été mesurés grâce à un cornéomètre. L'activité hydratante pour une crème à 3% n'a donc pas pu être démontrée au cours de cette étude.

Au contraire, une autre étude (**Dal'Belo et al., 2006**) a démontré une augmentation de l'hydratation de la peau comparée au véhicule en utilisant de l'Aloe Vera à 0,10%, 0,25% et 0,5% dans de la glycérine.

L'augmentation de l'hydratation a été démontrée après deux semaines d'application biquotidienne mais aussi après une seule application pour certaines concentrations. Cette étude a été réalisée sur vingt femmes de même phénotype et dans les mêmes conditions. De plus, il a été démontré que l'Aloe Vera ne modifie pas la perte insensible en eau de la peau ce qui signifie que l'extrait n'altère pas la fonction barrière de la peau. Il n'y a pas eu de modification biologique de la membrane cellulaire empêchant l'eau de sortir de la peau mais bien une action d'hydratation par un mécanisme humectant.

Le véhicule utilisé mais aussi la qualité et la provenance de l'extrait pourrait donc avoir une grande influence sur l'action hydratante du gel d'Aloe Vera.

### **I.6.2.2. Activité anti-inflammatoire**

L'inflammation est une réaction du corps humain en cas de lésion cutanée (coupure, coups de soleil...). Elle se caractérise par des rougeurs, une douleur, des gonflements ou une sensation de chaleur (**Reynolds et Dweck, 1999**).

De nombreuses études ont cherché à démontrer l'activité anti-inflammatoire de l'Aloe Vera. Une étude de 2015 (**Finberg et Muntingh, 2015**) cherche à démontrer l'effet de l'Aloe Vera sur les dermatites atopiques. Une dermatite atopique a été induite grâce à du 2,4 dinitrofluorobenzène, sur plus de soixante souris.

Ces souris ont alors été traitées soit par un placebo, soit par du gel d'Aloe Vera. Après 10 jours, l'étude démontre que les souris traitées topiquement à l'aide de gel d'Aloe Vera

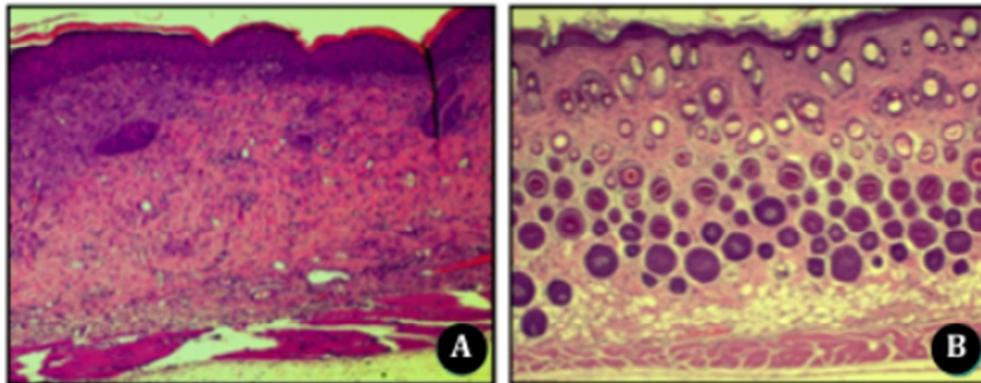
## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

retrouvent une peau saine alors que celles traitées avec le placebo présentent encore des signes de dermatite atopique.

De plus, cette amélioration serait à mettre en corrélation avec une baisse du taux d'immunoglobuline E. En effet, les IgE sont des anticorps présents dans le cas de certaines maladies de peau et seraient responsables de démangeaisons, d'inflammation et d'exsudation. Dans le cadre de cette étude, les IgE diminuent grâce à l'application de gel d'Aloe Vera. Ce gel pourrait donc permettre d'inhiber les lymphocytes responsables de la production d'IgE et donc de réduire l'inflammation.

Même si cette activité semble efficace, elle n'est pas observée dans toutes les études. Une étude datant de 2015 (**Coelho *et al.*, 2015**) a cherché à démontrer l'efficacité de l'Aloe Vera sur des plaies buccales infligées à des rats. Les rats ont été soignés soit par un placebo, soit par une solution à 0,5% d'Aloe Vera.

Malheureusement, aucune différence n'a pu être démontrée entre ces deux groupes. Une concentration trop faible en Aloe Vera pourrait expliquer ces résultats mais de nombreuses autres explications sont possibles.



**Figure 4:** Observation de peau atteinte de dermatite atopique traitée par placebo (A) et par Aloe Vera (B) (**Coelho *et al.*, 2015**).

### I.6.2.3. Activité antimicrobienne

L'Aloe Vera est réputée dans la médecine traditionnelle pour ces bienfaits apaisants et antimicrobiens. L'activité antimicrobienne a donc été souvent testée dans de nombreuses études scientifiques. Il a alors été démontré que les anthraquinones présentes dans le latex d'Aloe Vera sont hautement antimicrobiennes. (**Pandey et Mishra, 2010**) Une fois extraites à l'aide d'un composé éthanolique, elles sont efficaces contre les bactéries Gram moins (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) mais aussi contre les bactéries Gram plus

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

(*Staphylococcus aureus*..). Pourtant, ces composés sont très souvent retirés du gel d'Aloe Vera à cause de leurs propriétés, leur couleur et leur toxicité, ils ne sont donc que très rarement présents dans les produits cosmétiques.

Un autre composant, présent cette fois dans le gel d'Aloe Vera, a été caractérisé grâce à son activité antimicrobienne, l'acide fumarique (**Chang *et al.*, 2011**). Il a été testé et a démontré son efficacité contre quatre bactéries courantes : *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli* et *Salmonella*. Il serait donc efficace à la fois contre les bactéries gram plus et gram moins. Cet acide, très connu et utilisé comme conservateur alimentaire est donc présent dans le gel et fait partie des composés lui conférant une action antimicrobienne. La résistance des bactéries étant au cœur des préoccupations actuelles, d'autres études ont été faites permettant d'isoler quatre autres composants efficaces contre les bactéries : le pyrocatechol, l'acide cinnamique, l'acide coumarique et l'acide ascorbique (**Lawrence *et al.*, 2009**). L'Aloe Vera est donc encore loin d'être caractérisé entièrement et d'autres composés dignes d'intérêt pourraient encore être découverts.

L'activité antifongique de l'Aloe Vera a aussi été testé dans différentes études, il a été démontré qu'il était efficace contre différents types de champignons donc *Candida albicans* et *Trichophyton rubrum* (**Jia *et al.*, 2008**).

### **I.6.2.4. Activité cicatrisante**

La cicatrisation résulte d'un mécanisme complexe et le rôle de l'Aloe Vera n'est pas encore déterminé. Une première explication pourrait être la présence d'un grand pourcentage d'eau permettant de garder la blessure humide et donc d'augmenter le renouvellement cellulaire. Mais cette explication ne peut être la seule et s'accompagne d'autres facteurs comme une maturation plus rapide du collagène. (**Reynolds et Dweck, 1999**).

L'activité cicatrisante de l'Aloe Vera a pourtant été démontrée dans de nombreuses études. En 2008, une étude a testé l'Aloe Vera sur deux types de blessures, une entaille linéaire et des incisions « punches » rondes et profondes. Ces essais ont été faits sur les pattes arrière de lapins et ils ont été soignés soit par solution saline, soit par 3mL de jus d'Aloe Vera. Sur les deux blessures, le groupe de lapins soignés à l'Aloe Vera a récupéré de façon beaucoup plus rapide et sans inconfort contrairement au groupe témoin qui présentait des gonflements importants et une cicatrisation lente. L'Aloe Vera a même réduit significativement la gravité des incisions «punchs». De plus, aucune réaction d'irritation n'a été notée. Cette efficacité serait due à la grande présence de mannoses qui viennent se lier à la surface

## **Étude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

des fibroblastes pour les stimuler et activer une croissance cellulaire plus rapide. (**Jia *et al.*, 2008**).

D'autres études ont confirmé une croissance cellulaire plus rapide notamment en cas de lésions de la cornée chez le rat sain et même chez le rat diabétique. L'Aloe Vera pourrait alors être un médicament sans danger pour les diabétiques ce qui serait une grande avancée scientifique (**Kamal, 2015**).

L'Aloe Vera pourrait aussi avoir une influence sur la synthèse de collagène de type III. Cette action pourrait alors s'ajouter aux précédentes et réellement favoriser la cicatrisation et même l'hydratation (**Curto *et al.*, 2014**).

### II. Les polyphénols

#### II.1. définition

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal. Cette appellation générique désigne un vaste ensemble de substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement (**Bruneton, 1993**). A l'heure actuelle, plus de 8000 molécules ont été isolés et identifiés (**Mompon *et al.*, 1998**). Selon leurs caractéristiques structurales, ils se répartissent en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (**Hennebelle *et al.*, 2004**).

Ces espèces sont des monomères, des polymères ou des complexes dont la masse moléculaire peut atteindre 9000 KD (**Harbone, 1993**).

Ils sont divisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, flavonoïdes, tannins, quinones, acides phénols, xanthonnes et autres phloroglucinols où les flavonoïdes représentent le groupe le plus commun et largement distribué.

Les polyphénols sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les principales sources alimentaires sont les fruits et légumes, les boissons (vin rouge, thé, café, jus de fruits), les céréales, les graines oléagineuses et les légumes secs. Les fruits et légumes contribuent environ pour moitié à notre apport en polyphénols, les boissons telles que jus de fruits et surtout café, thé ou vin apportant le reste (**Middleton *et al.*, 2000**).

#### II.2. Rôle et intérêt des polyphénols

Les recherches des dix à quinze dernières années ont démontré que les composés phénoliques ne sont nullement des produits inertes du métabolisme. Ils subissent dans les tissus végétaux d'importantes variations quantitatives et qualitatives et interviennent dans des processus vitaux les plus divers. Le mode de leur action et sa signification physiologique ne sont pas encore toujours claires. Un rôle important est attribué aux phénols dans la résistance des plantes aux maladies, comme c'est le cas de la résistance du cotonnier à la maladie de flétrissement, la verticilliose. Le phénomène d'accumulation des substances phénoliques dans les tissus végétaux infectés ou dans les zones proximales est également observé à la suite de blessures causées par des facteurs mécaniques (**Brzozowska *et al.*, 1973**) et dans le cas de carence en certains éléments minéraux comme l'azote et le soufre (**Loche, 1966**).

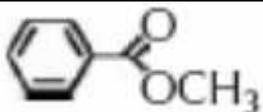
## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Des travaux plus anciens (Nitsch et Nitsch, 1961 ; Alibert *et al.*, 1977) ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques : croissance cellulaire, différenciation organogène, dormance des bourgeons, floraison, tubérisation. Les polyphénols sont aussi connus pour leurs effets protecteurs contre le rayonnement UV, l'effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs et pour ces propriétés antifongique et antibactérienne (Heimeur *et al.*, 2004). Ils interviennent dans la qualité alimentaire des fruits en déterminant la saveur, nous citons : les flavanones sont responsables de l'amertume des *Cistus* et peuvent donner naissance par transformation chimique à des dihydrochalcones à saveur sucrée (Dubois *et al.*, 1977), les anthocyanes, composés de couleur rouge à violet, participent à la coloration des fruits mûrs et les tannins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non mûrs. A partir des années quatre-vingt, c'est la découverte du rôle des radicaux libres dans les processus pathologiques qui a relancé l'intérêt des polyphénols en particulier les flavonoïdes dont les propriétés antioxydantes sont très marquées.

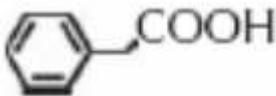
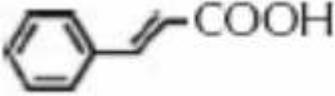
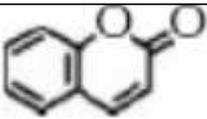
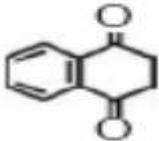
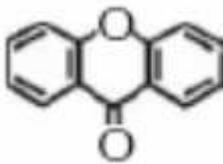
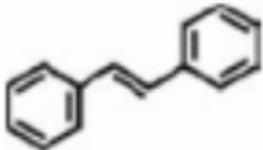
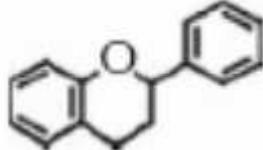
### II.3. principales classes des polyphénols

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (Tableau 1). Ces molécules sont généralement trouvées conjuguées aux sucres et organiques (Crozier *et al.*, 2006).

Tableau 2 : Structure des squelettes des polyphénols (Crozier *et al.*, 2006).

Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de Base
7	C6-C1	Acides phénols	Acide gallique	
8	C6-C2	Acétophénones	Gallacetophénone	

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

8	C6-C2	Acide phénylacétique	Acide $\rho$ -hydroxyphénylacétique	
9	C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide $\rho$ -coumarique	
9	C6-C3	Coumarines	Esculitine	
10	C6-C4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferine	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resveratrol	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine	

### II.3.1. Flavonoïdes

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres. Elles sont omniprésentes dans les fruits, les légumes, les graines, les boissons tels le thé et le vin rouge et d'autres parties de la plante (Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006). Elles sont considérées comme des pigments quasi universels des végétaux qui peuvent participer dans les processus photosynthétiques (Mukohata *et al.*, 1978), dans la régulation de gène et dans le métabolisme de croissance

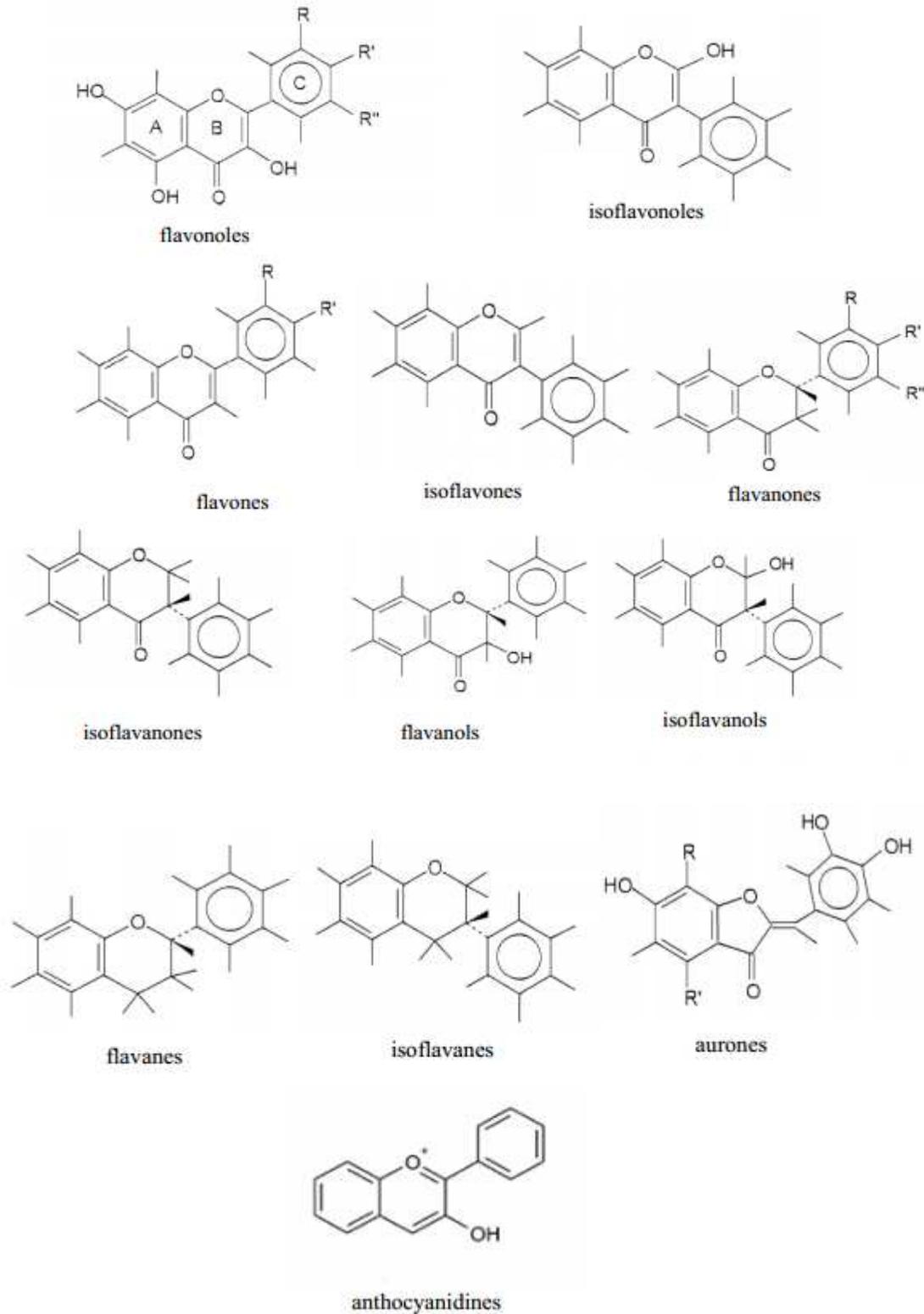
## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**(Havsteen, 2002).** Actuellement, environ de 4000 composés flavoniques sont connus **(Edenharder et Grünhage, 2003)** et ont tous le même squelette de base à quinze atomes de carbones qui sont arrangés à une configuration C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonyme avec la structure 2-phényle chromane **(Yao *et al.*, 2004).**

La nature chimique des flavonoïdes dépend de leur classe structurale, de degré d'hydroxylation et de méthylation, de degré de polymérisation, des substitutions et des conjugaisons sur le cycle C c'est-à-dire la présence : de double liaison C2-C3, du groupe 3-Oet la fonction 4-oxo **(Yao *et al.*, 2004 ; Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006).** En basant sur leur squelette, les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes : anthocyanidines ; flavonoles ; isoflavonoles ; flavones ; isoflavones ; flavanes ; isoflavanes ; flavanols ; isoflavanols ; flavanones ; isoflavanones ; auronnes **(Havsteen, 2002 ; Edenharder et Grünhage, 2003) (Figure 5).**

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)



**Figure 5** : Structures des squelettes de base des flavonoïdes (Havsteen, 2002)

### II.3.2. Anthocyanosides

Ce sont des pigments vacuolaires rouges, roses, mauves, pourpres, bleus ou violets de la plupart des fleurs et des fruits (Bruneton, 1993). Ils sont caractérisés par l'engagement de l'hydroxyle en position 3 dans une liaison hétérosidique (les anthocyanosides). Leurs génines (les anthocyanidols) sont des dérivés du cation 2-phényl-benzopyrylium plus communément appelé cation flavylum. Ces pigments représentent des signaux visuels qui attirent les animaux pollinisateurs (insectes, oiseaux) (Brouillard *et al.*, 1997 in Bahorum, 1997)

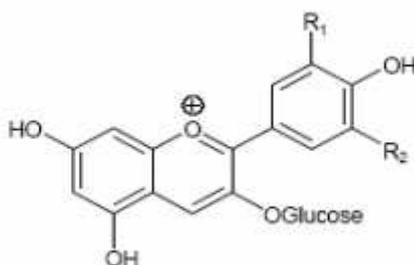


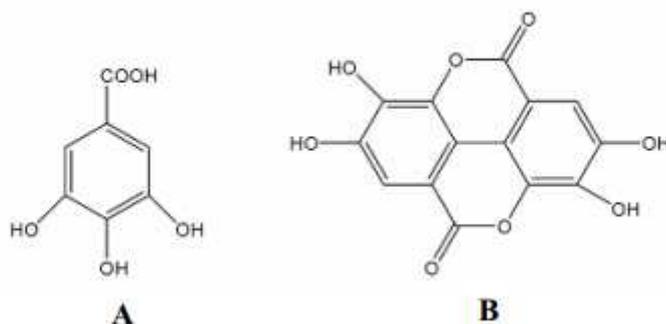
Figure 6 : Structure des anthocyanosides (Brouillard *et al.*, 1997)

### II.3.3. Tannins

Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 Daltons qui présente, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Haslam, 1996 ; Cowan, 1999). Les tannins sont caractérisés par une saveur astringente et sont trouvés dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (Scalbert, 1991). On distingue deux groupes de tannins différents par leur structure et par leur origine biogénétique :

#### II.3.3.1. Tannins hydrolysables

Ils sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est très généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins soit l'acide ellagique dans le cas des tannins classiquement dénommés ellagitannins (Figure 7) (Bruneton, 1993 ; Cowan, 1999).



**Figure 7 :** Structure chimique des acides gallique (A) et ellagique (B) (Bruneton, 1993 ; Cowan, 1999).

### II.3.3.2. Tannins condensés ou tannins catechiques ou proanthocyanidols

Ils se différencient fondamentalement des tannins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes. Il s'agit des polymères flavaniques constitués d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone. Les proanthocyanidols ont été isolés ou identifiés dans tous les groupes végétaux, Gymnospermes et Fougères (Bruneton, 1999).

### II.3.4. Phénols simples et les acides phénoliques

Le terme d'acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique.

#### II.3.4.1. Acides phénols dérivés de l'acide benzoïque

Les acides phénols en C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>, dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque, sont très communs, aussi bien sous forme libre que combinés à l'état d'ester ou d'hétéroside. L'acide gallique et son dimère (l'acide hexahydroxydiphénique) sont les éléments constitutifs des tannins hydrolysables. D'autres aldéhydes correspondants à ces acides, comme la vanilline, est très utilisé dans le secteur pharmaceutique (Bruneton, 1993).

#### II.3.4.2. Acides phénols dérivés de l'acide cinnamique

La plupart des acides phénols en C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> (acides  $\alpha$ -coumarique, caféique, férulique, sinapique) ont une distribution très large ; les autres (acides  $\alpha$ -coumarique,  $\alpha$ -férulique) sont peu fréquents (Bruneton, 1993). Les acides cinnamiques et caféique sont des représentants

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

communs du groupe de dérivés phénylpropaniques qui diffère par son degré d'hydroxylation et de méthylation (Cowan, 1999).

### **II.3.5. Coumarines**

Les coumarines qui sont aussi les dérivés de C6-C3, appartiennent au groupe des composés connus par des benzo- $\alpha$ -pyrone (O'Kennedy et Thornes, 1997) et toutes sont substituées en 7 par un hydroxyle. Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin (Cowan, 1999).

### **II.3.6. Quinones**

Ce sont des composés oxygénés qui correspondent à l'oxydation de dérivés aromatiques avec deux substitutions cétoniques. Elles sont caractérisés par un motif 1,4-dicéto cyclohexa-2,5-diéniq (para-quinones) ou, éventuellement, par un motif 1,2-dicéto cyclohexa-3,5-diéniq (ortho-quinones) (Bruneton, 1993). Elles sont ubiquitaire dans la nature, principalement dans le règne végétal et sont fortement réactifs (Cowan, 1999).

### **II.3.7. Stilbène**

Les membres de cette famille possèdent la structure C6-C2-C6 comme les flavonoïdes, ce sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (Crozier *et al.*, 2006).

### **II.3.8. Lignanes**

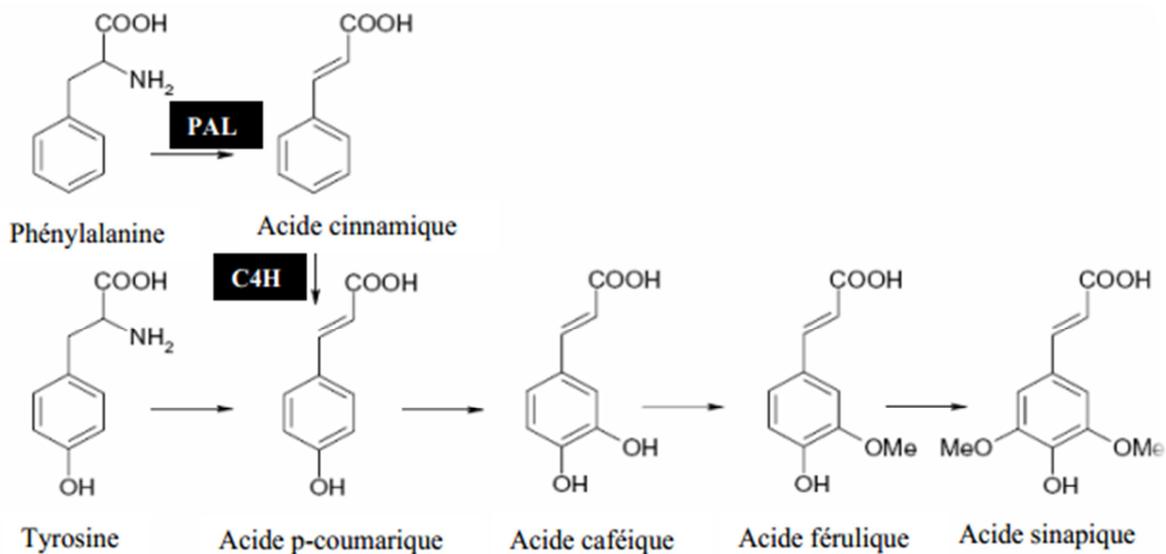
Ce sont des composés dont la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques (C6-C3). Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles (Crozier *et al.* 2006).

## **II.4. biosynthèse des polyphénols**

L'origine biosynthétique des composés phénoliques des végétaux est proche, tous dérivant de l'acide shikimique (Figure 8). Cette voie shikimate conduit à la formation des oses aux acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) puis par désamination de ces derniers, aux acides cinnamiques et à leurs très nombreux dérivés : acide benzoïques, acétophénones, lignanes et lignines, coumarines (Bruneton, 1993).

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Les composés phénoliques sont principalement synthétisés à partir des hydrates de carbone via la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate malonate (Chira et al., 2008).



**Figure 8:** Biosynthèse des composés phénoliques le plus largement distribués par la voie de shikimate (Crozier et al., 2006).

PAL: phénylalanine ammonia-lyase. C4H : cinnamate4-hydroxylase.

### II.4.1. La voie de Shikimate

C'est la voie de biosynthèse principale des composés aromatique (Kening et al., 1995) dans les plantes et les micro-organismes, y compris les acides aminés aromatiques : la phénylalanine, la tyrosine et le tryptophane. Ce sont des métabolites primaires qui servent de précurseurs pour de nombreux produits naturels (secondaires) tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques, les coumarines, les alcaloïdes... (Ghasemzadeh et Ghasemzadeh, 2001).

### **II.4.2. La voie de l'acétate malonate**

Ce mode de formation plus secondaire consiste à la cyclisation des chaînes polycétonique, elles-mêmes obtenus par condensation de groupement acétates. La condensation des groupements acétates ne se fait qu'après carboxylation de l'acétyl CoA en malonyl CoA. Chez les flavonoïdes, les anthocyanes, le cycle benzénique latéral (A) provient de l'enchaînement de 3 acétyl -COA (**Merghem, 2009**).

### **II.5. les propriétés des composés phénoliques**

#### **II.5.1. Propriétés physico-chimiques**

Les polyphénols sont généralement des composés aromatiques solubles dans les solvants polaires tels que l'éthanol, le méthanol, le butanol, l'acétone, le diméthylsulfoxyde, l'eau, ... etc (**Benkrief, 1990**).

Les polyphénols moins polaires comme les isoflavones, les flavonones, les flavones et les flavonols sont plus solubles dans d'autres solvants tels que l'éther et le chloroforme (**Verykokidou-Vitsaropoulou et Vajias 1986**).

#### **II.5.2. Propriétés biologiques**

##### **II.5.2.1. Activité anti-inflammatoire**

Les propriétés anti-inflammatoires des composés polyphénoliques peuvent être dues à leurs capacités d'inhiber des enzymes impliquées dans les processus inflammatoires (**Škerget et al., 2005**) et leurs activités antioxydantes.

La matricaire, appelée également la camomille allemande ou camomille commune, est une plante médicinale employée pour ses propriétés antispasmodiques et anti-inflammatoire (**Marcheix et al., 2005**).

##### **II.5.2.2. Activité antibactérienne**

Les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tanins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes (**Basli et al., 2012**). Les polyphénols sont doués d'activité antibactériennes importantes et diverses, probablement dû à leurs diversités structurales. Les sites et le nombre des groupes hydroxyles sur les groupes phénoliques sont supposés être reliés à leur relative toxicité envers les microorganismes, avec l'évidence que le taux d'hydroxylation est directement proportionnel à la toxicité (**Cowan, 1999**).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Il a été aussi rapporté que plus les composés phénoliques sont oxydés plus ils sont inhibiteurs des microorganismes (Scalbert, 1991). Les flavanols, 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).

Ces composés jouent un rôle inhibiteur, ils n'agissent pas sur la paroi bactérienne mais plutôt sur un mécanisme interne. Ces composés sont supposés agir sur l'ADN, l'ARN et la synthèse protéique (Ulanowska *et al.*, 2008). Ils possèdent une capacité de supprimer un nombre de facteurs de virulence microbienne telle que l'inhibition de la formation de biofilms, la réduction de l'adhésion aux ligands de l'hôte et la neutralisation des toxines bactériennes ainsi qu'à leur capacité d'établir une synergie avec certains antibiotiques (Daglia, 2011).

### **II.5.2.3. Activité anticancéreuse**

Les flavonoïdes et autres phénols peuvent jouer un rôle préventif dans le développement du cancer (Genoux 2011).

Ils interviennent dans l'étape d'initiation comme piègeurs des mutagènes électrophiles ou en stimulant la réparation de l'ADN muté. Durant les étapes de promotion et de progression, ils agissent comme des agents suppresseurs de tumeurs par différents mécanismes comme l'induction de l'apoptose et l'inhibition de la prolifération cellulaire (Gerber *et al.*, 2002).

### **II.5.2.4. Activité antioxydante**

L'activité antioxydante des composés phénoliques est due à leur capacité à piéger les radicaux libres, donner l'atome d'hydrogène et électron et chélater les cations métalliques.

La structure des composés phénoliques est l'élément déterminant de leur activité. Pour les acides phénoliques, l'activité antioxydante augmente proportionnellement avec le degré d'hydroxylation et la présence de groupement C=CH-COOH (Balasundram *et al.*, 2006). Pour les flavonoïdes, la relation structure activité antioxydante est généralement plus compliquée que les acides phénoliques à cause de la complexité de la molécule de flavonoïdes (Bors *et al.*, 1997).

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs divers propriétés physiologiques comme les activités anti-allergique, anti-athérogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective,

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Middleton *et al.*, 2000 ; Ksouri *et al.*, 2007). Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes (Nijveldt *et al.*, 2001).

### **II.5. Les effets bénéfiques des polyphénols**

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines : la phytothérapie et l'hygiène alimentaire (Leong et Shui, 2002). D'après les études multiples attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires. De plus, leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique. Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes dans la santé et la beauté de la peau. En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes (les propriétés vasculoprotectrices, sont par exemple aussi bien attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, tanins et autres coumarines, chaque classe chimique semble être utilisée pour des bénéfices spécifiques (Hennebelle *et al.*, 2004).

#### **II.5.1. Les flavonoïdes**

Ils peuvent empêchés les dommages oxydatifs par différentes mécanismes d'actions : soit par capture des radicaux hydroxyles, superoxydes, alkoxydes et peroxydes (Hodek *et al.*, 2002) ; soit par chélation des métaux (le fer et le cuivre) qui sont d'importance majeure dans l'initiation des réactions radicalaires ; soit l'inhibition des enzymes responsables de la génération des radicaux libres (Van Acker *et al.*, 1996 ; Benavente-Garcia *et al.*, 1997). Ils jouent un rôle très important dans le traitement du diabète (inhibant l'aldose réductase), de la goutte (inhibant la xanthine oxydase), des inflammations (inhibant la lipoxygénase, la phospholipase et la cyclooxygénase), des hépatites, des tumeurs, de l'hypertension (quercétine), des thromboses (flavonols), des allergies et des affections bactériennes et virales (anti-HIV) (Anderson *et al.*, 1996 ; Cowan, 1999 ; Yao *et al.*, 2004). Mais, on attribue également aux flavonoïdes des propriétés neurosédatives, antispasmodiques, diurétiques, anti-œstrogènes (isoflavones), contre la sénescence cérébrale et ses conséquences telle l'altération

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

de la mémoire et la confusion. D'autres part, les citroflavonoïdes (flavonoïdes provenant de divers Citrus) et le fragilité capillaire (insuffisance veino-lymphatique, crise hémorroïdaire) (**Hennebelle *et al.*, 2004**).

### **II.5.2. Les anthocyanes**

Ils sont utilisés dans les troubles de la fragilité capillaire (vigne rouge, *Vitisvinifera* L.), mais aussi comme diurétiques, voire même antiseptiques urinaires. Leur plus grande spécificité reste cependant leur propriété d'améliorer la vision nocturne en facilitant la régénération du pourpre rétinien (myrtille, *Vaccinium myrtillus* L. ; cassis, *Ribesnigrum* L.) (**Hennebelle *et al.*, 2004**). Présente comme des couleurs brillant dans les fruits et les légumes, les anthocyanidines ont montré leur effet inhibiteur de la croissance des lignées cellulaires humaines (**Zhang *et al.*, 2005**).

### **II.5.3. Les tanins**

Ils sont considérés comme des anti-nutriments grâce aux divers effets nuisibles à savoir la digestion réduite des aliments, la faible biodisponibilité des micronutriments et les dommages du foie (**Chung *et al.*, 1998**). Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculoprotectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques (chêne, *Quercus* spp.). Les proanthocyanidines dimères de l'aubépine (*Crataegus* spp.) seraient de bons sédatifs cardiaques (**Hennebelle *et al.*, 2004**). Concernant le pouvoir antioxydant des tanins, cette propriété est très remarquable due à leurs noyaux phénols et la présence des groupes di- ou trihydroxyles sur le cycle B et les groupes méta 5, 7 dihydroxyles sur le cycle A. Les tanins catéchiques du thé vert : gallate d'épicatéchine, gallate d'épigallocatechine et l'épicatéchine sont des puissants extracteurs des radicaux libres (**Rahman *et al.*, 2006**), ils inhibent les ions  $\text{Cu}^{2+}$  qui catalysent l'oxydation des lipoprotéines dans les macrophages in vitro (**Yoshida *et al.*, 1999**).

### **II.5.4. Les coumarines**

Ils sont utilisées pour leurs propriétés vasculoprotectrices, neurosédatives, diurétiques, stomachiques et carminatives (**Hennebelle *et al.*, 2004**). Ils ont la capacité de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes, et peroxydes. Ils préviennent également la peroxydation des lipides membranaires (**Anderson *et al.*, 1996**).

### II.5.5. Les acides phénols et ces dérivés

Ils sont considérés comme responsables de l'activité cholérétique de l'artichaut et les propriétés antipyrétiques et anti-inflammatoires des dérivés salicylés (**Hennebelle *et al.*, 2004**). Les composés possédant les activités antioxydantes et antiradicalaires sont l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide chlorogénique (**Bossokpi, 2002**). Pour l'acide caféique, il se montre très efficace contre les virus, bactéries et champignons (**Cowan, 1999**). Alors, l'acide gallique a pour pouvoir de réduire la viabilité des cellules cancéreuses du poumon chez les souris *in vitro* et que la combinaison de cet acide avec les médicaments anticancéreux tels la cisplatine peut être un traitement efficace pour ce type de cancer (**Rangkadilok *et al.*, 2007**). Il peut aussi prévenir les dommages oxydatifs d'ADN cellulaire à une faible concentration et exerce une forte activité antiproliférative tels que la quercétine sur les cellules humaines cancéreuses du colon et les cellules épithéliales du foie chez les rats normaux (**Lee *et al.*, 2005**).

### II.5.6. Quinones

Certaines quinones dérivant de l'antraquinone, sont des laxatifs stimulants. Elles sont rencontrées dans la bourdaine (*Rhamnus frangula* L.), les sénéés (*Cassia* spp.) et les aloès (*Aloes* spp.). D'autres activités antidépressives (hypericin), anti-protazoaires, antivirales, antibactériennes, fongicides et antiallergiques ont été décrites et plusieurs molécules du groupe ont une toxicité non négligeable. (**Bruneton, 1993 ; Hennebelle *et al.*, 2004**).

Chez les plantes, les composés phénoliques sont impliqués dans différents processus comme la germination des graines et la croissance des plantes (**Marcheix *et al.*, 2005**).

Ces dernières années les recherches sur les composés phénoliques sont accentuées en raison de leurs activités anti-inflammatoires, antibactériennes et antifongiques, antioxydant et même anticancéreuse (**Montoro *et al.*, 2005**).

### III. Radicaux libres et stress oxydatif

#### III.1.Généralité

Nos cellules et tissus peuvent être soumis à une grande variété d'agression physique (traumatisme, irradiation, hyper ou hypothermique), chimiques (acidose, toxines) et métaboliques (exposition à des xénobiotiques, privation d'un facteur hormonal ou facteur de croissance). La plupart de ces agressions débouchent sur une expression commune appelée stress oxydant, dû à l'exagération d'un phénomène physiologique, normalement très contrôlé, la production de radicaux dérivés de l'oxygène (**Lahouel et al., 2006**).

Les radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques car ils sont utiles pour l'organisme à dose raisonnable; mais la production peut devenir excessive ou résulter de phénomènes toxiques exogènes et l'organisme va devoir se protéger de ces excès par différents systèmes antioxydants.

Dans les circonstances quotidiennes normales, des radicaux libres sont produits en permanence en faible quantité, dont leur production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense, d'ailleurs adaptatifs par rapport au niveau de radicaux présents.

Dans ces circonstances normales, on dit que la balance antioxydants/prooxydants est en Equilibre (**Favier, 2003**). Si ce n'est pas le cas, un déséquilibre en faveur des espèces prooxydantes par rapport au système de défense de l'organisme (antioxydants) contre ces substances soit produit, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé « stress oxydant ». Ce déséquilibre a pour conséquence l'apparition de dégâts souvent irréversibles pour les cellules (**Delattre et al., 2005**).

#### III.2.Radicaux libres

##### III.2.1.Définition

Les radicaux libres sont des espèces contenant un ou plusieurs électrons non appariés (**Borel et al., 1997 ; Halliwell, 2011**) sur l'orbite électronique la plus externe (**Stiger-Pouvreau, 2006**), qui leur confère une grande réactivité (**Goudable et Favier, 1997 ; Halliwell, 1996**). Ces molécules instables, réagissent avec d'autres molécules, les déstabilisent à leurs tours, et induisent ainsi des réactions en chaînes. Les radicaux libres provoquent notamment des dommages sur l'ADN, les protéines et les lipides membranaires (**Menvielle-Bourg, 2005**).

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Les dommages provoqués par ces derniers sont à l'origine de nombreuses maladies telles que : le cancer, les maladies cardio-vasculaires et les dysfonctionnements du cerveau (**Bidie et al., 2011 ; Fusco et al., 2007 ; Sies et al., 1992**).

### III.2.2.Principaux radicaux

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer deux groupes (**Favier, 2003**) :

#### III.2.2.1.Espèces réactives dérivées de l'oxygène (ERO)

Espèce réactive de l'oxygène (ROE) est un terme collectif utilisé pour un groupe d'oxydants, qui sont les radicaux libres ou les espèces moléculaires capables de produire des radicaux libres (**Amit et Priyadarsini, 2011**), inclut les radicaux libres issus de la réduction partielle de l'oxygène (**Brambilla et al., 2008**) : radical superoxyde ( $O_2^-$ ), radical (OH), ainsi que certains dérivés oxygénés non radicalaires dont la toxicité est importante comme le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) qui peut être généré par des réactions enzymatiques et non enzymatiques dans la cellule et dans la membrane cellulaire ( **Chaher, 2006 ; Haliwell et Gutteridge, 1989**).

##### III.2.2.1.1.Anion superoxyde ( $O_2^-$ )

La molécule d'oxygène, mise en présence d'une quantité d'énergie suffisante, peut acquérir un électron supplémentaire et former ainsi le radical superoxyde (**Gardès-Albert et al., 2003 ; Hadi, 2004**). Ce dernier participe à l'inactivation des virus et des bactéries (**Goudable et Favier, 1997**). Il n'est pas très réactif mais il constitue un précurseur d'autres espèces plus réactives, donc il intervient comme facteurs oxydants dans de nombreuses réactions (**Favier, 2003**).



##### III.2.2.1.2.Peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ )

Ce n'est pas un radical libre proprement parler mais une molécule car tous ses électrons périphériques sont appariés (**Belkheiri, 2010**), généré soit par dismutation du radical superoxyde (réduction univalente de l'anion superoxyde), par la super oxyde dismutase (SOD) (**Valko et al., 2006**). (Réaction 1), soit par la réduction bi électronique de l'oxygène

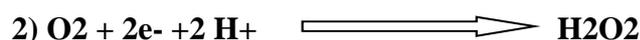
## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

catalysée par des enzymes comme le glucose oxydase (réaction 2) (Chaher, 2006 ; Halliwell *et al.*, 2011).

SOD



Glucose

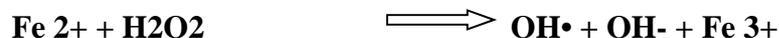


Oxydase

### III.2.2.1.3.Radical hydroxyle (OH•)

En raison de leur extrême réactivité, les radicaux hydroxyles (OH•) sont les ROS les plus Toxiques ils diffusent peu et réagissent très rapidement avec des molécules voisines très proches. Puissants agents oxydants, ils s'attaquent à la plupart des molécules organiques et inorganiques présentes dans les cellules, parmi lesquelles l'ADN, les protéines, les lipides, les acide-aminés, (Barus, 2008).

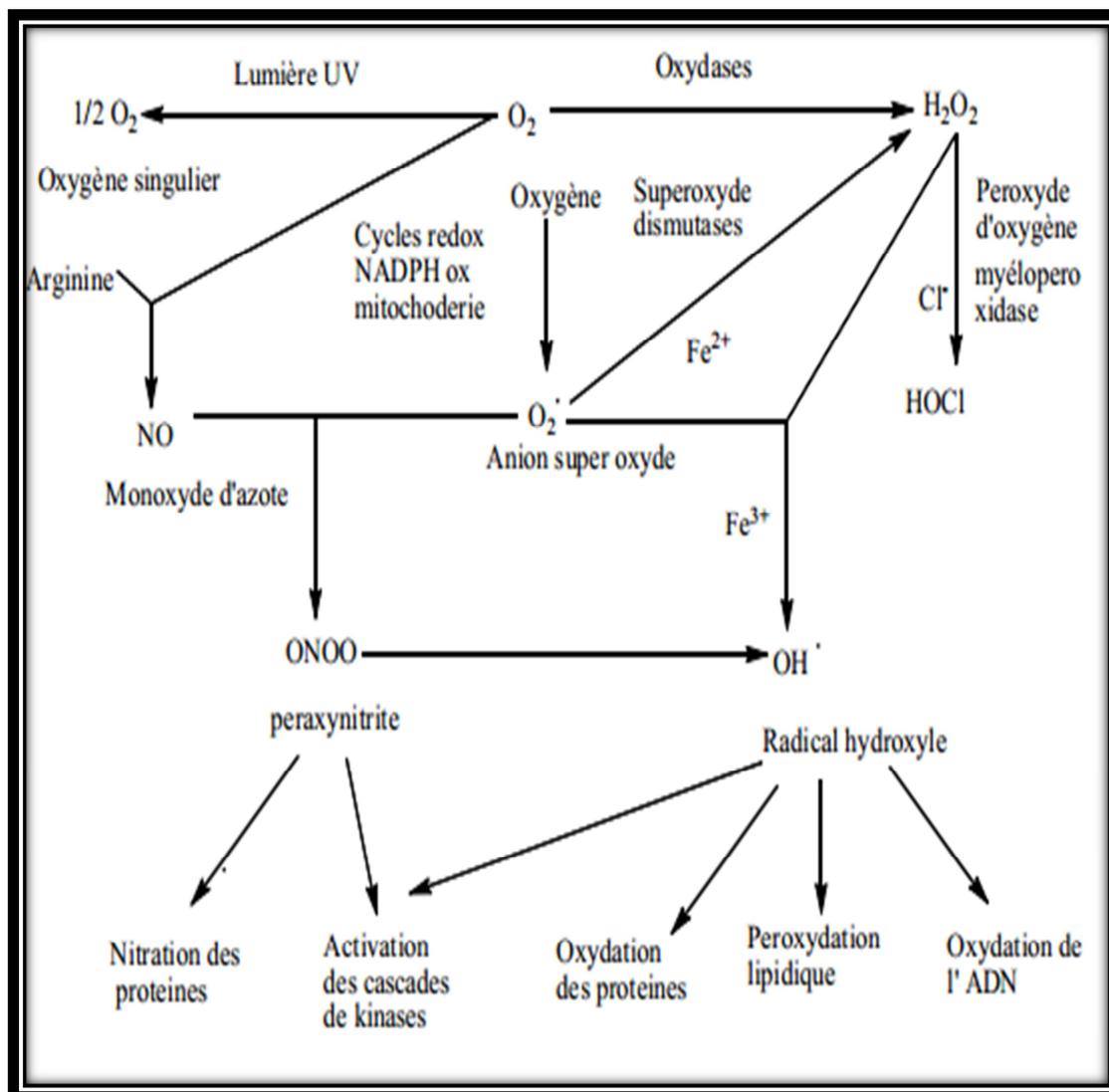
Le radical hydroxyle est formé par la réaction de Fenton à partir de la transformation du peroxyde d'hydrogène en présence de métaux de transition tels que le Fe<sup>2+</sup>. Le radical hydroxyle formé est très oxydant, et c'est le radical le plus dangereux pour l'organisme car il peut initier une peroxydation lipidique en chaine (Goudable et Favier, 1997; Ré *et al.*, 2005).



### III.2.2.1.4.Oxygène singulet ( <sup>1</sup>O<sub>2</sub>)

Lorsque de l'énergie est apportée à l'oxygène, celui-ci passe à l'état singulet qui représente la forme activée. C'est une forme très énergétique de grande réactivité qui peut oxyder de nombreuses molécules. Il est formé à partir de l'ion superoxyde selon la réaction suivante (Bouhadjra, 2011).





**Figure 9 :** Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqués en biologie (Mohammedi, 2005)

### III.2.2.2. Espèces libres non oxygénées

Les espèces libres non oxygénées sont les produits des réactions de certaines molécules avec les espèces réactives dérivées de l'oxygène.

Ils peuvent à leur tour réagir avec d'autres molécules et être à l'origine de la multiplication des réactions d'oxydation et de la propagation de dommages oxydatifs comme les acides gras peroxydés, résultats de l'action des espèces oxygénées sur les membranes biologiques.

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Les fractions protéiques, les acides aminés et les acides nucléiques peuvent aussi réagir avec les ERO générant des molécules réactives et nocives. (Bouhadjra, 2011).

**Tableau 3** : Les principaux radicaux libres (Haton, 2005).

Oxygène	O <sub>2</sub>
Oxygène singulet	<sup>1</sup> O <sub>2</sub>
Anion super oxyde	O <sub>2</sub> <sup>•-</sup>
Radical hydroxyle	OH
Radical hydroperoxyde	HOO
Radical peroxyde	ROO
Hydroperoxyde	ROOH
Radical alkoxyde	RO•
Peroxyde d'hydrogène	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Radical oxyde nitrique	NO•

### III.3. Stress oxydatif

#### III.3.1. Définition

Dans des conditions physiologiques, la production des ROE est parfaitement maîtrisée par les systèmes de défense de notre organisme : on dit que la balance antioxydants /pro oxydants est en équilibre (Halleng *et al.* , 2011). La perturbation de l'équilibre endogène entre radicaux libres et antioxydants de courte ou longue durée, provoque des effets délétères dus, soit à une défense antioxydante défailante, soit à un état pro-oxydatif accru, nommé stress oxydatif (Mette, 2006).

### III.4. Activité antioxydante

#### III.4.1. Généralité

La génération des espèces réactives de l'oxygène dénommées ROS (Réactive Oxygen Species) se produit naturellement au cours de la respiration cellulaire (Tarnawski *et al.*, 2006). Les ROS désignent une appellation collective et comprennent les radicaux libres et

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

---

certaines molécules qui sont des agents d'oxydation et ou facilement convertis en radicaux. Les ROS dont les plus courants : le radical hydroxyl ( $\bullet\text{OH}$ ), l'anion superoxyde ( $\bullet\text{O}_2^-$ ), le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), le dioxygène singulet ( $^1\text{O}_2$ ) endommagent la vie cellulaire en causant l'oxydation des lipides, des protéines et de l'acide désoxyribonucléique (ADN). L'évolution de cette oxydation semble être la cause de plusieurs maladies telles que le diabète, le cancer, les infections inflammatoires, les maladies cardiaques ou neurodégénératives et accélèrent le processus de vieillissement (**Luximon Ramma *et al.*, 2002 ; Dasgupta et De, 2007**). Elle serait même impliquée dans la pathologie du paludisme et des ulcères gastriques (**Gülçin *et al.*, 2006**).

### III.4.2. Définition

Un antioxydant est une substance qui en faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable qui, de manière significative retarde ou empêche l'oxydation de ce substrat. Il peut agir en supprimant les ROS ou en empêchant leur formation ou encore en réparant les dommages causés par ceux-ci (**Halliwell, 1991**). Des activités antioxydantes liées aux saponines, aux tri terpènes aux esters gras dérivant tous des plantes ont été reportées (**Djeridane *et al.*, 2006**). Mais l'activité antioxydante des extraits de plante est essentiellement attribuée aux composés phénoliques en particulier aux flavonoïdes.

Ainsi dans la détermination de l'activité antioxydante d'extraits de plante, la teneur en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux est aussi déterminée dans le but d'établir une corrélation essentielle entre teneur en composés phénoliques et activité antioxydante et ou entre teneur en flavonoïdes et activité antioxydante.

Les antioxydants de synthèse tels que le butyl hydroxy anisole (BHA) et le butylhydroxy toluène (BHT) sont certes très efficaces mais susceptibles de manifester des effets secondaires et voir même toxiques (**Manianetal., 2008**). Plusieurs molécules à propriétés antioxydantes sont isolées des plantes (**Lee *et al.*, 2000; Cakir *et al.*, 2003 ; Kumaran et Karunakaran, 2007**). Il est donc louable de chercher des antioxydants naturels efficaces sans ou présentant moins d'effets secondaires pour remplacer les synthétiques ou pour plus de choix à partir des plantes alimentaires et médicinales.

### III.4.3. Classification des antioxydants

#### III.4.3.1. Antioxydants synthétiques

Le butylhydroxyanisole (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT) et les esters de l'acide gallique (gallate de propyle, gallate d'octyle et gallate de dodécyle) sont des antioxydants synthétiques lipophiles. Le BHA et le BHT sont les plus fréquemment utilisés. Ceux-ci sont principalement employés comme conservateurs, à faible concentration, dans les produits cosmétiques et alimentaires afin de protéger les lipides du rancissement. Néanmoins, leur utilisation reste controversée, les produits de dégradation du BHA et du BHT étant suspectés d'être cancérogènes (**Ito *et al.*, 1983 ; Chen *et al.*, 1992**). De plus, dans le domaine alimentaire, des réactions d'hypersensibilité ont été recensées pour les gallates, le BHA et le BHT. Enfin, des réactions allergiques (de type urticaire) ont été observées chez certains sujets sensibles au BHA et BHT (**Schrader et Cooke , 2000 ; Baur *et al.*, 2001**). A ce jour, aucun texte ne mentionne ni ne règlemente l'utilisation de tels antioxydants.

#### III.4.3.2. Antioxydants naturels

Pour lutter efficacement contre les dommages oxydants, l'organisme est équipé de plusieurs systèmes de défense ; les systèmes de réparation (enzymes réparatrices de l'ADN), d'élimination de molécules endommagées par les ERO ou les systèmes dits de prévention empêchant la formation de radicaux libres, notamment par chélation des métaux de transition. Des protéines telles que l'albumine, la céruloplasmine (**Gladston *et al.*, 1987**) ou la ferritine (**Cairo *et al.*, 1995**) ainsi que des hormones tel que l'œstrogène (**Behl, 2001 ; Green *et al.*, 2000**) ou mélatonine (**Reiter *et al.*, 2000**) participent également, de façon indirecte, à la lutte contre le stress oxydant. Enfin, une grande variété de molécules, désignées sous le terme d'antioxydant, assurent une protection des sites biologiques par élimination directe des molécules pro-oxydantes.

Les antioxydants peuvent agir en réduisant ou en dismutant les ERO, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant les métaux de transition libres ou en générant du glutathion (GSH), molécule biologique antioxydante d'importance. Les antioxydants sont donc des régulateurs du taux de pro-oxydants dans l'organisme.

En biologie, les premières recherches sur les antioxydants concernent la réduction de l'oxydation des acides gras insaturés, responsable du rancissement. Cependant, ce n'est

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

qu'avec la découverte des caroténoïdes qu'est apparue l'importance des antioxydants dans la biochimie des organismes vivants. Les recherches concernant le rôle de la vitamine E dans la limitation de l'oxydation des lipides, ont démontré par son action dans l'élimination des molécules contenant un atome d'oxygène actif avant que ces dernières n'attaquent les cellules (**Herrera *et al.*, 2001**).

Il existe trois familles d'antioxydants enzymatiques, moléculaires naturels et synthétiques. Pour cela, les cellules disposent de systèmes de défenses antioxydantes classées en antioxydants enzymatiques ou non-enzymatiques. Parmi ces composés, les systèmes de défense enzymatiques sont reconnus comme étant les plus performants.

### **III.4.3.2.1. Antioxydants enzymatiques**

#### **a. La superoxydedismutase (SOD)**

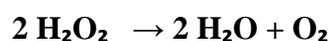
Cette métalloprotéine est classée en trois catégories, la SOD cytosolique (Cu- et Zn dépendante), la SOD mitochondriale (Mn-dépendante) et la SOD extracellulaire. La SOD est une des plus importantes enzymes cellulaires possédant une fonction antioxydante. C'est l'enzyme antioxydante "anti-O<sub>2</sub>•-" la plus importante dans toutes les cellules vasculaires car elle catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en eau oxygénée. L'absence de cette enzyme peut être létale.

Le peroxyde d'hydrogène formé peut être à son tour éliminé par deux autres enzymes la catalase et la glutathion peroxydase (**Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989**).



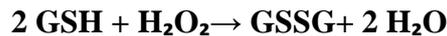
#### **b. La catalase**

La catalase est une enzyme intracellulaire, localisée principalement dans les peroxysomes. Elle catalyse la réaction de détoxification du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (généralement produit par la SOD). Elle est surtout présente au niveau des globules rouges et des hépatocytes (**Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989**).



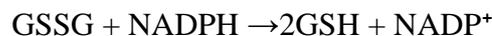
### c. La glutathion peroxydase (GPX)

Les enzymes de cette famille sont Sélénium (Se)-dépendante. La glutathion peroxydase (GPX) est présente dans le cytoplasme où elle joue un rôle majeur dans la régulation de l'état redox physiologique intracellulaire des cellules vasculaires. Elle catalyse la réduction des hydro peroxydes (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) et des peroxydes lipidiques en utilisant le glutathion réduit (GSH) comme donneur d'hydrogène (**Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989**).



Au contraire, la glutathion peroxydase, sélénium dépendante, possède une forte affinité pour le peroxyde d'hydrogène et par conséquent, catalyse l'élimination de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> même présent à de très faibles concentrations.

D'autres enzymes à caractère antioxydant sont également présentes dans l'organisme ; telle que, la glutathion réductase (GR) associée au NADPH (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate) qui permet la régénération du glutathion réduit (**Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989**).



### III.4.3.2.2. Antioxydants de faible poids moléculaire

Les antioxydants de faible poids moléculaire (LMWA : lowmolecularweight antioxydant) sont capables de prévenir des dommages oxydatifs. Ils interviennent sur les molécules pro oxydantes de façon directe, en cédant leurs électrons aux radicaux libres, ou indirectement, en chélatant les métaux de transition, empêchant ainsi la réaction de Fenton. Les antioxydants piègeurs de radicaux libres (scavengers en anglais) possèdent un avantage considérable par rapport aux antioxydants enzymatiques. Du fait de leur petite taille, ils peuvent en effet pénétrer facilement au cœur des cellules et se localiser à proximité des cibles biologiques. Les LMWA regroupent un grand nombre des molécules hydrophiles ou lipophiles et sont en partie produits par l'organisme au cours de processus biosynthétiques (**Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989**).

Néanmoins le nombre d'antioxydants produits *in vivo* est très limité ; on peut citer parmi les plus actifs : le glutathion (**Masella *et al.*, 2005**), le NADPH, les dipeptides (**Boldyrev, 1993**), l'acide urique (**Ames, 1993**), l'acide lipoïque (**Packer *et al.*, 2001**) ou

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

la bilirubine (Stocker *et al.*, 1987). Le taux de LMWA dans l'organisme est essentiellement assuré par un apport alimentaire. Parmi les LMWA naturels les plus connus, on peut citer la vitamine C ou acide ascorbique (AA), les tocophérols (dont la Vitamine E), la vitamine A ou son précurseur le  $\beta$ -carotène, les thiols, les polyphénols, le zinc (Rostan, 2001) ou encore le sélénium, cofacteur de la glutathion peroxydase.

### **a) Thiols - Cas particulier du glutathion**

Les thiols, composés contenant le groupement sulfhydrile (SH), jouent un rôle important dans la protection des systèmes biologiques contre les agressions oxydantes. Ils sont aussi impliqués dans la transduction des signaux biologiques, la régulation métabolique et l'expression des gènes. Parmi les thiols, le glutathion (GSH) est le plus abondamment présent dans le milieu intracellulaire.

Le glutathion (GSH) est un tripeptide (acide glutamique-cystéine-glycine). Avec son groupement sulfhydrile, il est le thiol majoritaire au niveau intracellulaire et est essentiellement présent sous forme réduite (la concentration de la forme oxydée dissulfure GSSG est au moins 10 fois plus faible). Le GSH joue son rôle d'antioxydant en tant que substrat d'enzymes antioxydantes telles que les glutathion peroxydases (GPx) (Couto *et al.*, 2013). En effet, le glutathion prévient l'oxydation des groupements thiols grâce à son pouvoir réducteur. Il doit son pouvoir antioxydant à son caractère nucléophile et radicalaire (Jump up-Hughes, 1964 ; Schols *et al.*, 1989).

### **III.4.4. Mécanisme d'action**

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'atome d'hydrogène ou d'électrons souvent aromatiques cas de dérivés du phénol. En plus leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la délocalisation par résonance et par manque de positions appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire.

Les antioxydants sont en fait des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puissent réagir avec un nouvel acide gras. Tandis

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur. (Hellal, 2011)

### **III.4.5.Utilisation des antioxydants**

Les antioxydants sont utilisés dans plusieurs domaines (Bouhadjra, 2011) :

- ✓ Dans l'industrie chimique : pour éviter le durcissement du caoutchouc ou en métallurgie pour protéger les métaux de l'oxydation.
- ✓ Dans l'industrie agro-alimentaire : pour éviter le rancissement des corps gras.
- ✓ Dans l'industrie teinturerie : pour éviter l'oxydation des colorants au soufre ou des colorants de cuve lors de la teinture.

### **III.5.Méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes in vitro**

Plusieurs méthodes sont disponibles pour mesurer l'activité antioxydante des aliments et les systèmes biologiques (Ali *et al.*, 2008 ; Scherer et Godoy, 2009). Elles peuvent être classées en deux groupes selon deux mécanismes : soit par le transfert d'atome d'hydrogène, soit par le transfert d'un simple électron (Sanchez-Moreno, 2002 ; Huang *et al.*, 2005).

Les techniques du premier groupe sont employées pour évaluer la peroxydation lipidique en utilisant un substrat lipidique ou lipoprotéique. La quantification de cette propriété est exprimée par la mesure du degré d'inhibition de l'oxydation (Sanchez-Moreno et Larrauri, 1998).

Alors, les méthodes du deuxième groupe sont celles qui interviennent dans la mesure de l'habilité du piégeage des radicaux libres. Elles comportent le balayage du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), de l'acide hypochloreux ( $\text{HOCl}$ ), de l'hydroxyle ( $\bullet \text{OH}$ ), des anions superoxyde ( $\text{O}_2\bullet^-$ ), du peroxyde ( $\text{ROO}\bullet$ ) et de l'oxyde nitrique ( $\text{NO}\bullet$ ) (Sanchez-Moreno, 2002).

#### **III.5.1. La méthode d'ORAC**

La mesure ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) permet de déterminer si une source organique possède un effet antioxydant en le comparant à un analogue de la vitamine E : le trolox. Dans cet essai, l'AAPH (2,2'-azobis-2-aminopropane dihydrochloride) est utilisé comme source génératrice de radicaux peroxydes. L'addition de fluorescéine comme sonde fluorescente permet de quantifier, à l'aide d'une analyse spectrophotométrique, en fonction du temps, la perte de fluorescence associée à la réaction avec les radicaux libres

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

fournit par l'AAPH par un mécanisme de transfert d'atome d'hydrogène. La présence d'antioxydants empêche ou ralentit la perte de fluorescence qui est calculée par l'aire sous la courbe en fonction du temps. Celle-ci peut être détectée à une longueur d'onde d'excitation de 485 nm et d'émission de 520 nm. Il s'agit donc d'une méthode permettant de mesurer la capacité antioxydant contre les radicaux peroxydes (OU *et al.*, 2001). Lorsqu'un capteur de radicaux libres est incorporé dans le milieu, les radicaux libres sont captés, et la fluorescence persiste, donnant ainsi une idée précise du pouvoir anti-radical libre, donc antioxydant de l'échantillon (ROLLAND, 2004).

### **III.5.2. la méthode d'ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox)**

La méthode de radicale ABTS est l'un des tests les plus utilisés pour la détermination de la concentration des radicaux libres. Il est basé sur la neutralisation d'un radical - cation résultant de la mono électronique oxydation du chromophore synthétique 2,2'- azino-bis (3 -éthylbenzothiazoline -6- sulfonique acide) (ABTS•). Cette réaction est suivie par spectrophotométrie par la variation de spectre d'absorption (JIRI *et al.*, 2010).

### **III.5.3. la méthode FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants)**

#### **III.5.3.1.principe**

Le pouvoir réducteur du fer (Fe<sup>3+</sup>) dans les extraits est déterminé selon la méthode décrite par OYAIZ (1986) (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 bleu (OU *et al.*, 2001).

### **III.5.4. la méthode du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)**

#### **III.5.4.1.principe**

La réduction du radical libre DPPH (2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV- Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants (MOLYNEUX, 2004). En présence des piègeurs de radicaux libres, le DPPH. (2.2 Diphényl 1 picrylhydrazyl) de couleur violette se réduit en 2.2 Diphényl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (MAATAOUI *et al.*, 2006).

### **III.5.5. la méthode TRAP (Paramètre du piégeage du radical total)**

Cette méthode est basée sur la protection fournie par les antioxydants sur la décroissance de la fluorescence de la R-phycoérythrine (R-PE) au cours d'une réaction de peroxydation contrôlée. La fluorescence de R-phycoérythrine est désactivée par ABAP (2,2' - azobis (2 -amidino- propane) de chlorhydrate en tant que générateur de radicaux. Ce stoppage de la réaction est mesuré en présence d'antioxydants. Le potentiel antioxydant est évalué en mesurant la décroissance de la décoloration selon GHISELLI et al. (1995) (NUR ALAM *et al.*, 2013).

### **III.5.6 Test de blanchiment de $\beta$ -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.**

Le test de blanchiment de  $\beta$ -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique est une méthode rapide basée principalement sur le principe que l'acide linoléique, qui est un acide gras insaturé, s'oxyde par les espèces réactives de l'oxygène (ROS) produits par l'eau oxygénée. Le produit formé lancera l'oxydation du  $\beta$ -carotène, ce qui conduira à la décoloration. Les antioxydants diminuent le degré de décoloration, qui est mesurée à 434 nm (NUR ALAM *et al.*, 2013).

### **III.5.7. Capacité antioxydant totale (TAC)**

La capacité antioxydant totale (TAC) des extraits des plantes est évaluée par la méthode de Phosphomolybdène. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate  $\text{MoO}_4^{2-}$  à molybdène Mo (V)  $\text{MoO}_2^{+}$  en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide (PRIETO *et al.*, 1999).

## I. Etude ethnobotanique

Une enquête ethnobotanique sur la plante médicinale Aloe Vera a été entreprise dans la région de Tébessa afin d'identifier ses utilités thérapeutiques et les habitudes des populations locales.

### I.1. Lieux de l'enquête

L'enquête s'est faite dans La wilaya de Tébessa Située au Nord-Est, la wilaya de Tébessa avec ces 13878 Km2 se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest par les willayas d'Oum El Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d'El Oued et a l'Est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie (**Figure 01**). La wilaya de Tébessa englobe 28 communes, dont dix (10) frontalières, encadrées par douze (12) Dairates.

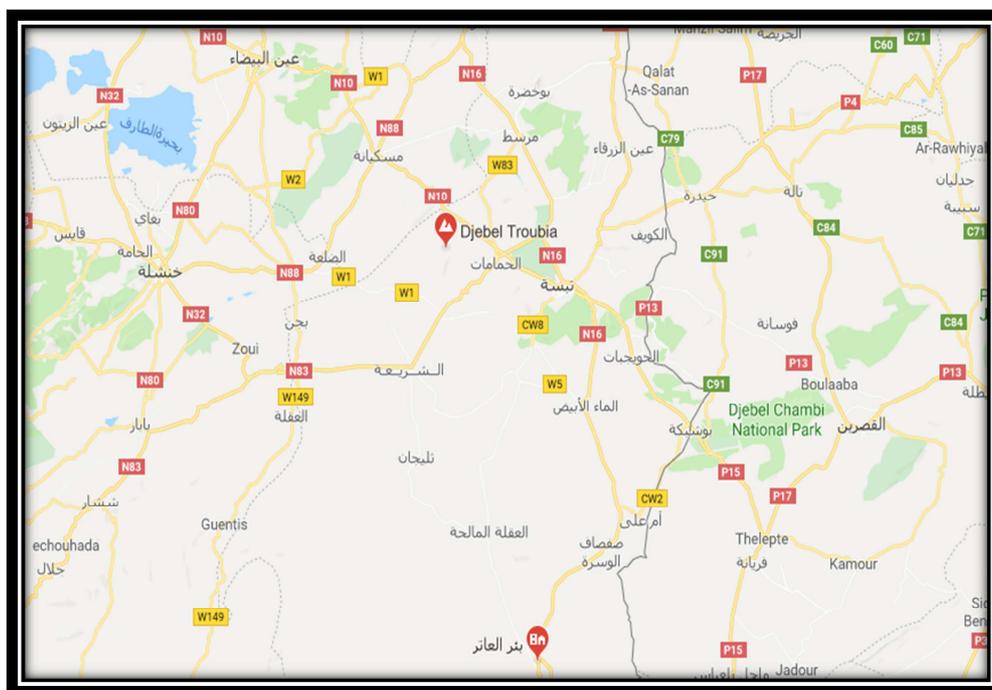


Figure 10 : Carte de Tébessa (Google Maps)

### **I.2. Questionnaire**

La méthode d'étude est basée sur une fiche questionnaire (**annexe1**) ethnobotanique soumise aux enquêtés au cours d'entretiens individuels. Ce questionnaire concerne le profil de chaque enquêté (région, âge et sexe, situation familiale, niveau intellectuel, niveau socio-économique) et les données ethno pharmacologiques de la plante étudiée (la partie de la plante utilisée, forme d'emploi, dose utilisée, mode de préparation, le mode d'utilisation et les résultats obtenue).

### **I.3. Population enquêtée**

Le questionnaire a été soumis à un échantillon aléatoire de 120 personnes âgées de 18 à 60 ans qui nous ont informés sur les applications thérapeutiques de l'Aloe Vera, la partie utilisée ainsi que le mode de préparation et le mode d'utilisation.

L'enquête a été réalisée au niveau de l'université de cheikh Larbi Tebessiet ses annexe ainsi que quelques cabinets des médecins.

## **II. L'étude phytochimique**

### **II.1. Préparation du matériel végétal**

#### **II.1.1. Matière végétale**

L'espèce d'Aloe Vera (L) a été récoltée en mois de novembre 2018 dans la willaya de Tébessa.

Selon **Dobignard (2013)** la classification systématique de l'Aloe Vera( L)est la suivante :

**Règne :** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Liliopsida

**Sous-classe :** Liliidae

**Ordre :** Liliales

**Famille :** Aloaceae

**Genre :** *Aloe*

**Espèce :** *Aloe vera L.*

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Après nettoyage par l'eau, la partie aérienne de la plante (feuilles) a été séchée à l'air libre et à l'abri du soleil pendant deux semaines.

Après le séchage, la plante a été broyée à l'aide d'un broyeur électrique (Moulinex) puis tamisée et conservée dans un flacon en verre à l'abri de la lumière et de l'humidité pour des utilisations ultérieures.



**Figure11** : Matériel végétal en poudre (Aloe Vera (L))

### **II.2.Préparation des extraits**

Les composés phénoliques ont été extraits à partir des feuilles de cette plante par deux méthodes différentes : Extraction par macération dans le méthanol aqueux et extraction avec de l'eau chaude.

#### **II.2.1.Extraction par macération dans le méthanol aqueux (extraction solide/liquide)**

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans le méthanol aqueux pour extraire les principes actifs (composés phénoliques).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hamia *et al.*, (2014)**, avec quelques modifications. Le protocole de la macération de cette plante est le suivant :

- ❖ Chauffer le méthanol aqueux (70:30) dans un bécher de 500 ml jusqu'à ébullition ;
- ❖ Mettre 10 g de matière végétale dans le méthanol aqueux bouillant (70:30) ;
- ❖ Agiter de temps en temps jusqu'à refroidissement ;
- ❖ Laisser macérer pendant 24 h, ensuite filtrer sur un papier filtre Wathman (n°:1)
- ❖ Récupérer le filtrat dans un flacon ;
- ❖ Répéter la procédure trois fois (fraction retenue par le filtre dans 200 ml méthanol aqueux bouillant);
- ❖ Les macéras hydro alcooliques de 3 jours sont placés dans un seul récipient.

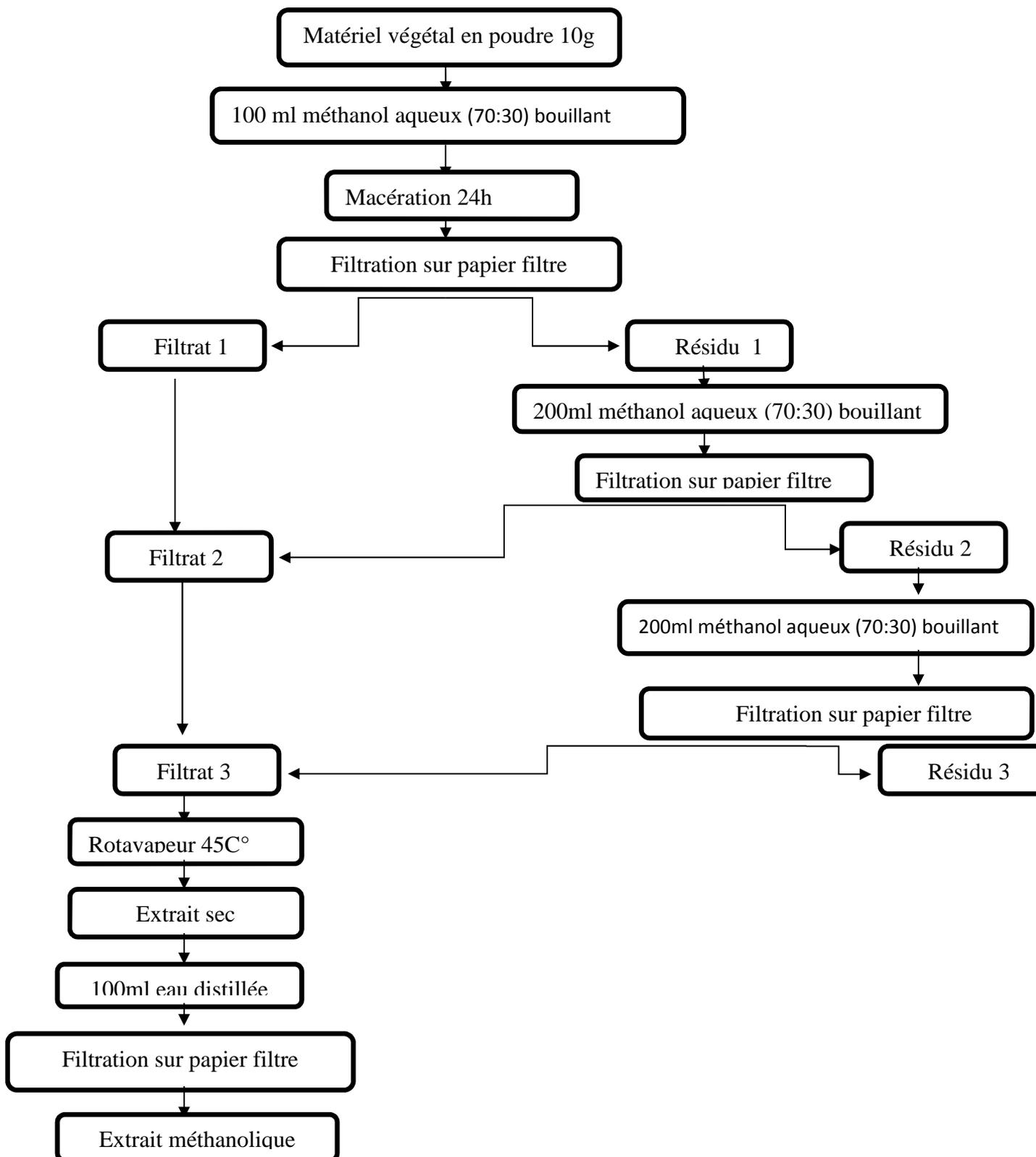


Figure12 : Schéma de préparation d'extrait méthanolique.

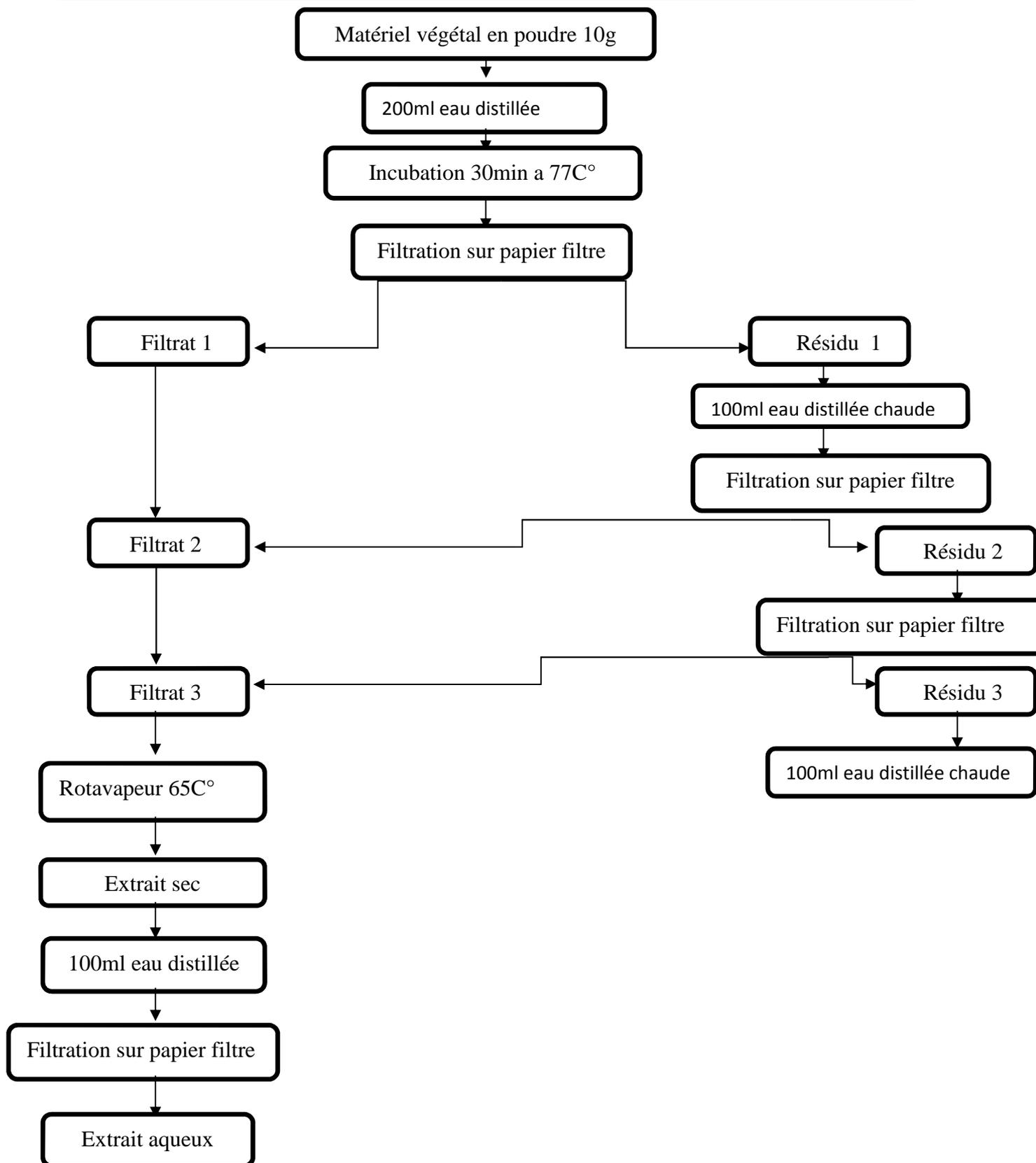
### **II.2.2. Extraction avec de l'eau chaude (extraction solide/liquide)**

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Nshimiyimana et He (2010)** avec quelques modifications :

Le protocole est le suivant :

- ❖ Ajouter 10 g de matière végétale broyée à 200 ml d'eau distillée puis agiter manuellement et doucement ;
- ❖ Chauffer le mélange dans un bain-marie à 77 °C pendant 30 minutes.
- ❖ Refroidir le mélange à la température ambiante ;
- ❖ Filtrer sur un papier filtre Wathman n°1;
- ❖ Répéter la procédure trois fois (fraction retenue par le filtre dans 200 ml eau distillée chaude);
- ❖ Les trois filtrats obtenus sont placés dans un seul récipient.

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)



**Figure13** : Schéma de la préparation de l'extrait aqueux.

### II.2.3. Evaporation

Les deux solutions (filtrats) obtenues ont été évaporées à l'aide d'un évaporateur rotatif qui permet d'éliminer le solvant sous vide.

Le protocole d'évaporation est le suivant :

- ❖ Placer le filtrat dans le ballon d'évaporation ;
- ❖ Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant (filtrat hydro alcooliques ( $T^{\circ} = 45\text{ C}^{\circ}$  et vitesse de rotation = 3), filtrat obtenu par l'eau chaude ( $T^{\circ} = 65\text{ C}^{\circ}$  et vitesse de rotation = 27));
- ❖ Retirer le ballon de l'évaporateur rotatif et attendre qu'il soit froid ;
- ❖ Peser le ballon afin de calculer le rendement d'extraction ;
- ❖ Recueillir l'extrait dans 100 ml d'eau chaude (l'intérêt de l'utilisation de l'eau distillée bouillante c'est pour assurer la récupération des composés restés accolés à la paroi du ballon d'évaporation) ;
- ❖ Laisser le tout à décanter pendant 24 h à température ambiante.
- ❖ Sur un papier filtre Wathman N°1, filtrer l'extrait aqueux (résidu + eau) pour éliminer les boues (graisse et résine).



Figure14 : Evaporateur rotatif (Rihane et Benlahreche, 2013)

### II.2.4. Calcul de rendement

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

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

P1 : poids du ballon après évaporation.

P2 : poids du ballon vide

P3 : poids de la matière végétale de départ.

### II.3. Dosage des polyphénols totaux

#### II.3.1. Principe

Le dosage des composés phénoliques totaux a été effectué avec le réactif de folin-Ciocalteu. En milieu basique, le réactif de folin-Ciocalteu qui est formé d'acide phosphotungstique  $H_3PW_{12}O_{40}$  et l'acide phosphomolybdique  $H_3PMO_{12}O_4$  oxyde les groupements oxydables des composés poly phénoliques présents dans l'échantillon. Les produits de réduction (oxydes métalliques  $W_8O_{23}/Mo_8O_{23}$ ) de couleur bleue, présentent un maximum d'absorption dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans l'échantillon (**Boizot et charpentier, 2006**). La concentration massique des constituants utilisés dans la préparation des réactifs, a été optimisée pour obtenir la réponse analytique la plus linéaire possible en respectant le rapport réactifs/composés phénoliques totaux. La quantification des poly phénols des échantillons a été réalisée en utilisant la méthode de folin ciocalteu adoptée par **Boizot et Charpentier (2006)**.

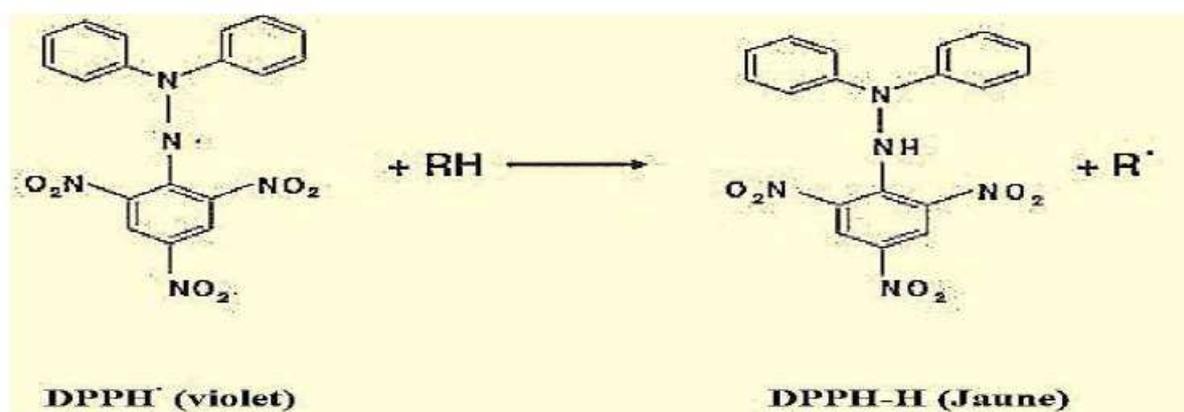
#### II.3.2. Mode opératoire

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin- Ciocalteu (**Boizot et Charpentier, 2006**). A 0.5 ml d'extrait sont ajoutés successivement 0.5ml d'eau distillée, 0.5 ml de réactif de Folin- Ciocalteu, et 0.5 ml de carbonate de sodium à 20 %. L'ensemble est incubé pendant une heure à température ambiante à l'abri de la lumière. Une gamme d'étalonnage a été réalisée en utilisant une solution mère d'acide gallique de 2g/100ml. La lecture des absorbances a été effectuée à 760 nm. Les teneurs en phénols totaux dans les extraits sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g d'extrait sec).

### II.4. Détermination de l'activité antioxydant des extraits

#### II.4.1. Principe

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picryl hydrazyl) est un radical instable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic d'absorbance spectral maximal à 517 nm. En présence d'antioxydants, l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet foncé (forme radicalaire DPPH) au violet clair ou jaune (forme réduite DPPH-H) (Figure 15). Cette décoloration est dû à la capacité d'échantillon de piéger ce radical (**Ramadan, 2010**).



**Figure 15 :** Structure de DPPH et mécanisme de sa réduction par un antioxydant (**Ramadan, 2010**).

#### II.4.2. Mode opératoire

Afin d'étudier l'activité anti radicalaire des différents extraits des feuilles d'Aloe Vera nous avons utilisé la méthode basée sur le DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) comme un radical relativement stable, selon le protocole décrit par **Sanchez-Moreno C (2002)**. Brièvement, la solution de DPPH a été préparée par la solubilisation de 2,4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. 50 µl des solutions des extraits (méthanoïque et aqueux) ou de standard (acide ascorbique) ont été ajoutés à 1,96 ml de DPPH (fraîchement préparée), les mélanges ont été incubés dans l'obscurité pendant 30 minutes et la décoloration comparée au contrôle négative contenant seulement la solution de DPPH mesurée à 517 nanomètres en utilisant un spectrophotomètre UV/visible. L'activité de radical DPPH a été calculée comme suit :

$$\% I = [(A517 \text{ control} - A517 \text{ échantillon}) / A517 \text{ control}] \times 100$$

Sachant que :

**A517 control:** est l'absorbance de la réaction de control (contenant tous les réactifs excepté l'échantillon d'essai).

**A517 échantillon:** est l'absorbance des extraits ou de la référence.

**% I :** pourcentage d'inhibition.

### II.4.3. Calcule des IC50

CI50 est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50 % de radical DPPH. Les CI50 sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés ; pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées et les standards (**wu et al., 2015**).

### III. Traitement statistique

Les données enregistrées sur les fiches d'enquêtes ont été traitées et saisies par le logiciel Excel. L'analyse des données a fait appel aux méthodes simples des statistiques descriptives. Ainsi, les variables quantitatives sont décrites en utilisant la moyenne. Les variables qualitatives sont décrites en utilisant les effectifs et les pourcentages.

Tous les tests ont été effectués en triple. Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  ET et analysés par le test de Student et ANOVA suivi du test Tukey pour les comparaisons multiples. L'ANOVA, le test de Student et le test de corrélation de Pearson ont été effectués à l'aide du logiciel Minitab 9.9. Les valeurs de  $p \leq 0.05$  sont considérées statistiquement significatives.

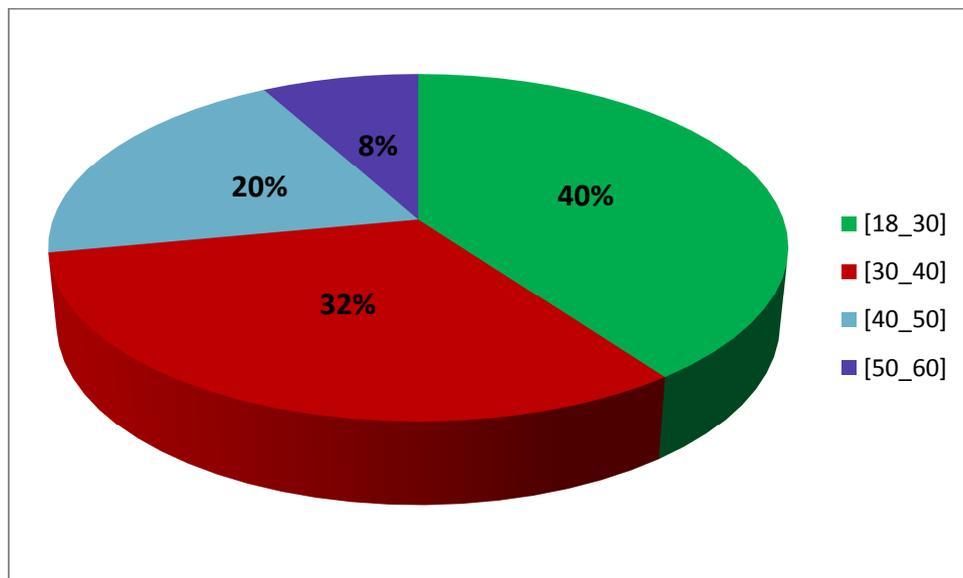
## I. Etude ethnobotanique

### I.1. Description de la population enquêtée

L'enquête réalisée a concernée 120 personnes âgées de 18 à 60 ans, répartie en 74 femmes et 46 hommes. Une nette prédominance féminine est observée chez nos patients avec un sex-ratio H/F de 0.62.

#### I.1.1. Age

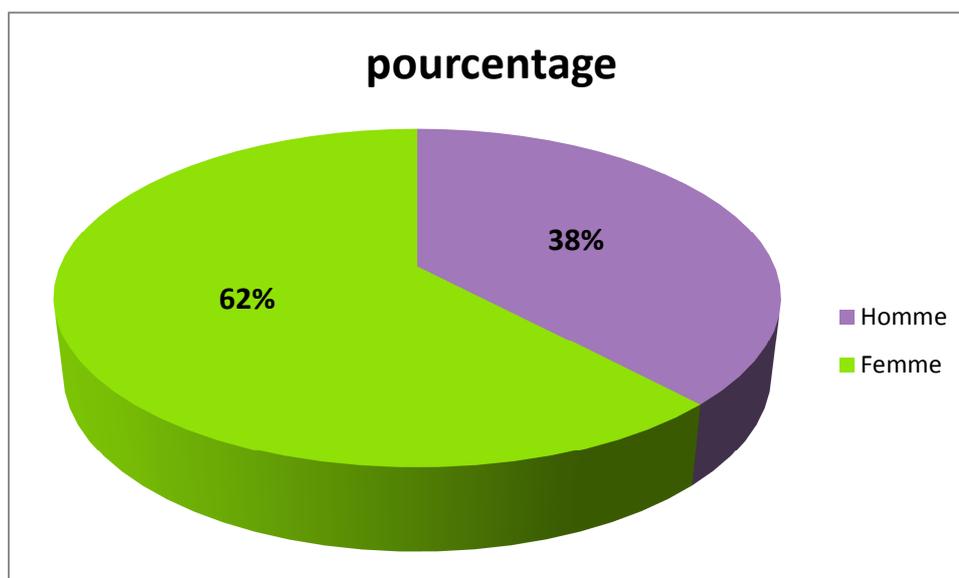
L'âge de la population enquêtée varie entre 18 et 60 ans avec une moyenne de 39 ans, la majorité d'entre eux soit 40% appartient à la tranche d'âge [18-30] ans (**figure 16**).



**Figure 16:** Répartition des enquêtés selon l'âge.

#### I.1.2. Sexe

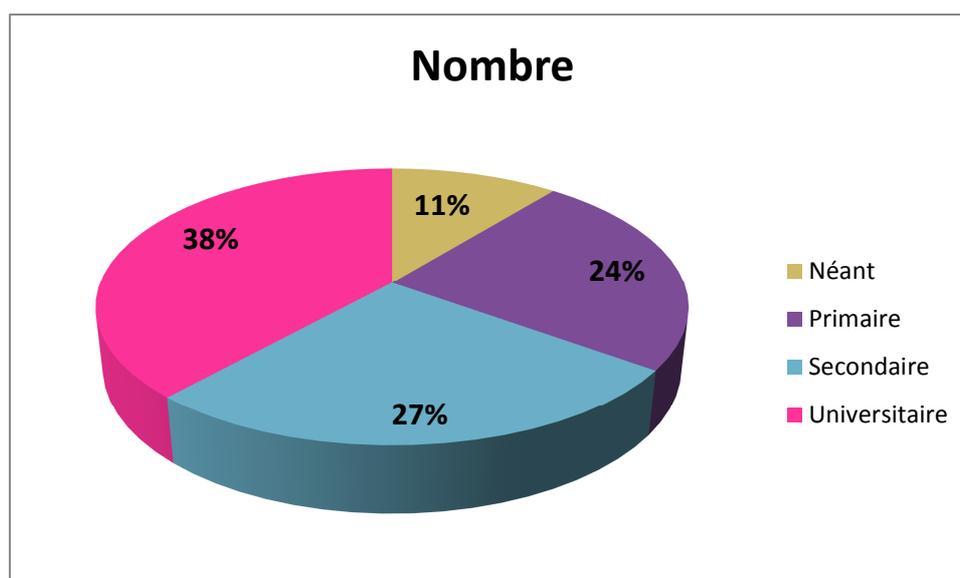
Les femmes représentent 62 % (soit 74 femmes) de la population étudiée, par rapport à 38% (soit 46) hommes de la population étudiée (**figure17**).



**Figure17** : Répartition des enquêtés selon le sexe.

### I.1.3. le niveau intellectuel

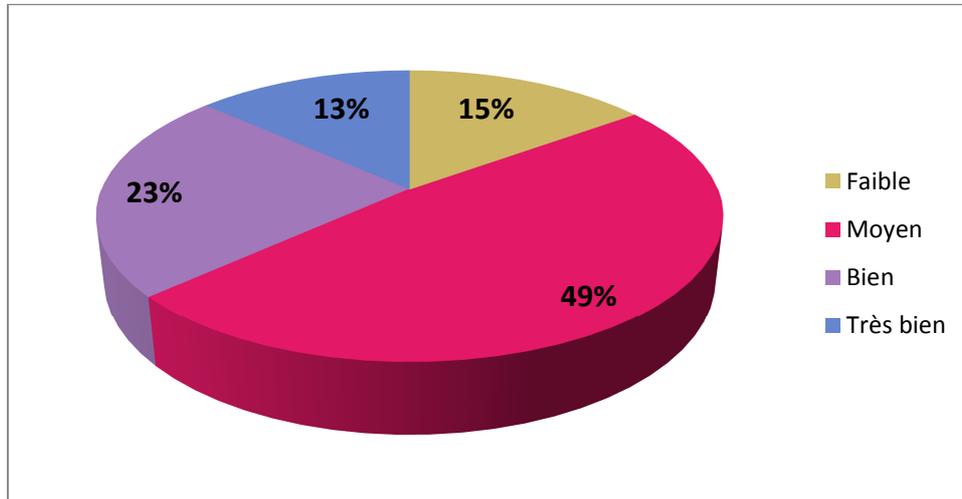
En ce qui concerne le niveau d'instruction familial, on note que pour 40 % de l'effectif étudié (n=120) ont un niveau d'instruction élevé (universitaires). Pour 10% de la population, le niveau d'instruction est faible (aucun niveau) (**figure 18**).



**Figure 18** : Répartition des enquêtés selon le niveau intellectuel.

### I.1.4. le niveau socio-économique

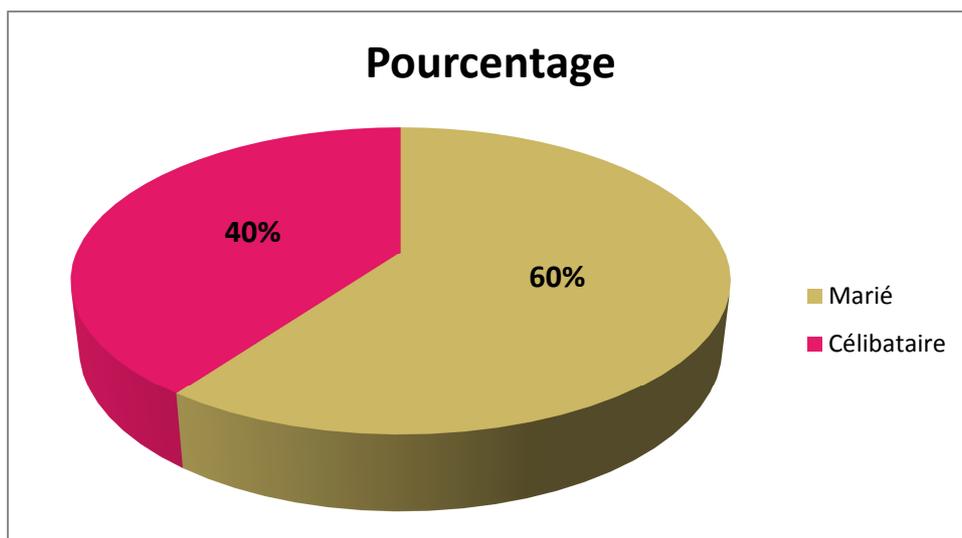
Concernant le niveau socio-économique, environ 49 % (soit 58 personnes) de la population étudiée qui présente un niveau moyen (**figure 19**).



**Figure 19** : Répartition des enquêtés selon niveau socio-économique.

### I.1.5. la situation familiale

La majorité des personnes enquêtées sont mariés avec un pourcentage de 60% (soit 72 personnes). Les célibataires représentent 40% (soit 48 personnes) de la population étudiée (**figure 20**).

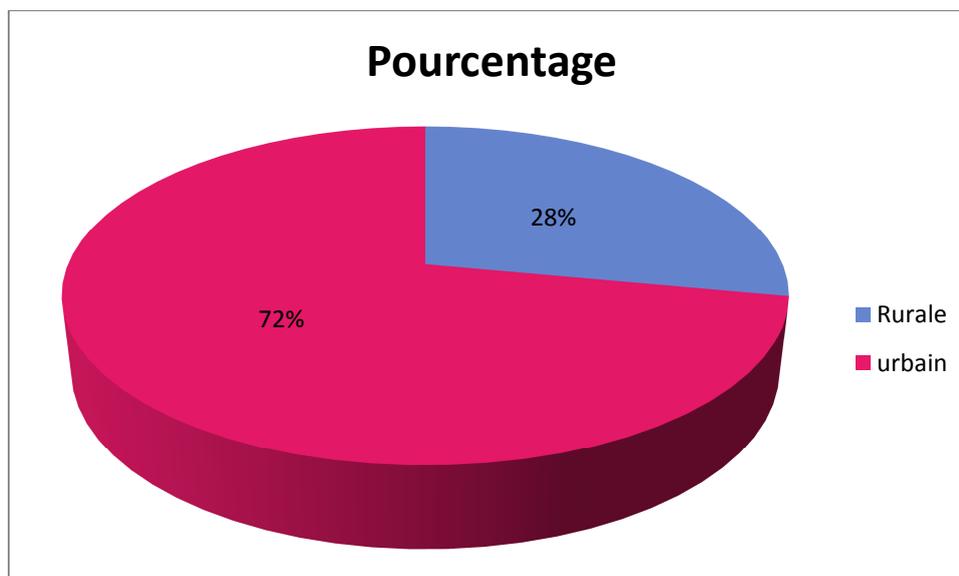


**Figure 20** : Répartition des enquêtés selon la situation familiale

### I.1.6. origine des enquêtés

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

Environ 72% des enquêtés vivent dans un milieu urbain. Ceux qui vivent dans un milieu rural présente 28% de la population étudiée (**figure 21**).



**Figure 21** : Répartition des enquêtés selon l'origine.

### I.2. Les parties de la plante utilisées

Selon les résultats de l'enquête, la partie de la plante la plus utilisée est le gel d'Aloe Vera avec un pourcentage de 75%. La plante est utilisée entièrement par 15% de la population contre 10% qui utilise seulement les feuilles (**figure 22**).

Ces résultats sont en accord avec ceux de (**LIU *et al.*, 2010**) qui rapporte le gel possède plusieurs effets : cicatrisant, hydratant, et antiprurigineux en application cutanée mais aussi par le fait qu'il est le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante (**Bigendako *et al.*, 1990**).

Selon (**Eshun et He 2004**), la plante est riche en plusieurs substances naturelles favorisant la santé. La pulpe brute d'Aloe Vera contient environ 98,5% d'eau, tandis que le gel contient environ 99,5% d'eau. Les 0,5 à 1% restantes contiennent environ 250 composés actifs.

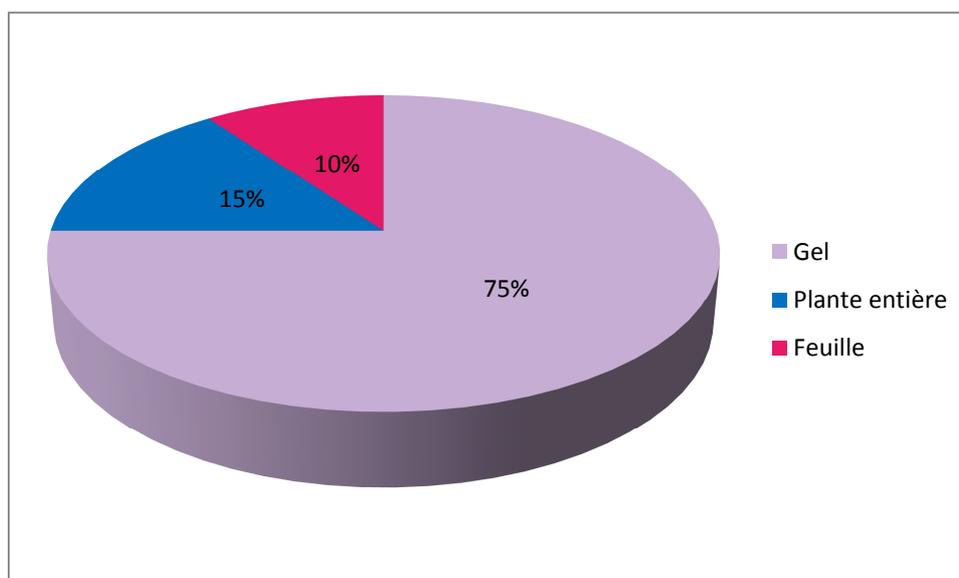


Figure 22 : les parties de la plante utilisées

### I.2.1. Motifs d'utilisation de la plante

L'étude a identifié environ 40 utilisations de l'Aloe Vera dont les principales sont les troubles gastro-intestinaux (20%), les brûlures légères et sérieuses (14 %) les infections cutanées (12%) et les piqûres d'insectes (10%) (Figure 23).

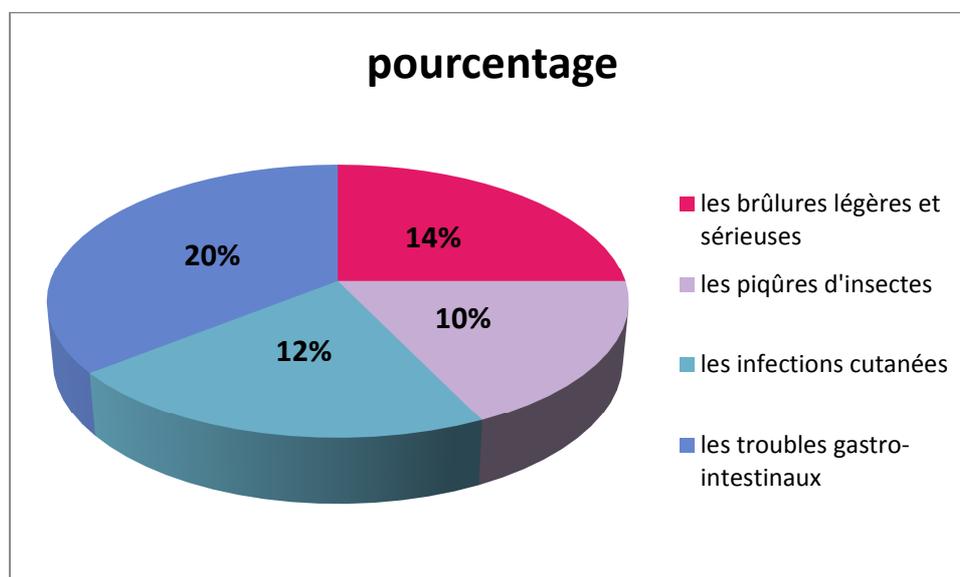


Figure 23 : Motifs d'utilisation de la plante.

Du point de vue pharmacologique, les usages majeurs de cette plante sont démontrés. A. Vera a été utilisé tout au long de l'histoire dans la médecine populaire comme ingrédient précieux pour les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Lanjhiyana *et al.*, 2011).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Parmi les avantages pour la santé associés à A. Vera figurent principalement les effets hypoglycémiques ou antidiabétiques (**Mogale et al., 2011**) et les effets gastroprotecteurs (**Koo, 1994**).

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 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**).

L'étude de (**Michayewi 2013**) montre que 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 créent un effet laxatif puissant. Une étude sur des personnes souffrant de constipation chronique a montré que la combinaison de l'Aloe avec d'autres laxatifs augmentait la fréquence des mouvements intestinaux, la consistance des selles et d'autres indicateurs de constipation.

Selon (**Miladi et Damak 2008**), elle est largement utilisée pour divers soins médicaux et cosmétiques. Il a été décrit pendant des siècles pour son laxatif, anti-inflammatoire, immunostimulant, antiseptique (**Okyar et al., 2001 ; Vijayalakshmi et al., 2012**), cicatrisation des plaies et des brûlures (**Chithra et al., 1998**).

Un essai récent (2013) effectué sur 50 patients atteints de brûlures au 2<sup>nd</sup> degré qui ont été traités avec un pansement contenant soit de la crème d'Aloe Vera soit de l'onguent à base de sulfadiazine argentine à 1% a démontré un temps de guérison raccourci pour l'Aloe Vera. Cependant, la différence n'est pas significative (**SHAHZAD et AHMED, 2013**).

L'activité cicatrisante de l'Aloe Vera a été démontrée dans de nombreuses études (**Jia, Y et al., 2008**). En 2008, une étude a testé l'Aloe Vera sur deux types de blessures, une entaille linéaire et des incisions « punches » rondes et profondes. Ces essais ont été faits sur les pattes arrière de lapins et ils ont été soignés soit par solution saline, soit par 3mL de jus d'Aloe Vera. Sur les deux blessures, le groupe de lapins soignés à l'Aloe Vera a récupéré de façon beaucoup plus rapide et sans inconfort contrairement au groupe témoin qui présentait des gonflements importants et une cicatrisation lente. L'Aloe Vera a même réduit significativement la gravité des incisions «punchs». De plus, aucune réaction d'irritation n'a été notée.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Cette efficacité serait due à la grande présence de mannoses qui viennent se lier à la surface des fibroblastes pour les stimuler et activer une croissance cellulaire plus rapide.

L'étude de **(Dal'Belo *et al.*, 2006)** montre que le gel d'Aloe Vera est composé de 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. 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 cornée après une seule application. Certains composants du gel d'Aloe Vera améliorent donc l'hydratation cutanée c'est donc un moyen idéal pour prévenir ou traiter la déshydratation.

**(Soyun Cho *et al.*, 2009)** montre que 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. Les résultats de **(Curto *et al.*, 2014)** montre que l'Aloe Vera pourrait aussi avoir une influence sur la synthèse de collagène de type III. Cette action pourrait alors s'ajouter aux précédentes et réellement favoriser la cicatrisation et même l'hydratation.

### **I.2.2.Mode d'utilisation de la plante**

Selon les résultats de l'enquête, l'Aloe Vera a plusieurs modes d'utilisation qui sont regroupés dans le **tableau 4**. Le gel d'Aloe Vera est couramment utilisé en mélange avec un autre constituant dont le plus utilisé est la vitamine E (50%). Environ 22.5 % seulement de la population enquêtée utilise le gel pure de l'Aloe Vera.

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

**Tableau 4 :** Mode d'utilisation de l'Aloe Vera

Mode d'utilisation	Fréquence (%)
Gel + vitamine E.	50
Gel + miel.	41.66
Gel + lait +semoule de maïs + flocon d'avoine.	40.83
Gel + huile de coco + le miel.	33.33
Plante entière + huile d'olive	31.45
Gel + l'huile d'olive.	28.33
Gel pure.	22.5
Feuille +miel +huile d'argan	19.80
Feuille +huile d'olive	12.10
Plante entière +crème nivea	9.11
Feuille +huile de germe de blé	6.31
Plante entière +miel + eau de rose	5

## II. L'étude phytochimique

La cellule végétale possède l'eau qui est une source de dégradation des polyphénols par l'oxydation (**Ribereau,1968 ; cork et Krocknenberger., 1991**).

Donc avant de procéder à l'extraction, les parties des plantes doivent être séchées jusqu'à l'obtention d'un poids sec.

Le séchage entraîne l'inhibition des enzymes qui peuvent exister dans le matériel végétal frais en particulier les polyphénols oxydases et les glucosidases qui provoquent des modifications des composés phénoliques des plantes (**Owen et Johns, 1999**).le séchage doit être à l'abri du soleil et à température ambiante afin d'assurer un bon séchage et de conserver le maximum de composés phénoliques (**Fouché et al., 2000**).

### II.1. Rendement des extraits

L'extraction des composés phénoliques de l'Aloe Vera (L), par le méthanol et l'eau chaude, nous a permis de déterminer les rendements de leurs extraits bruts.

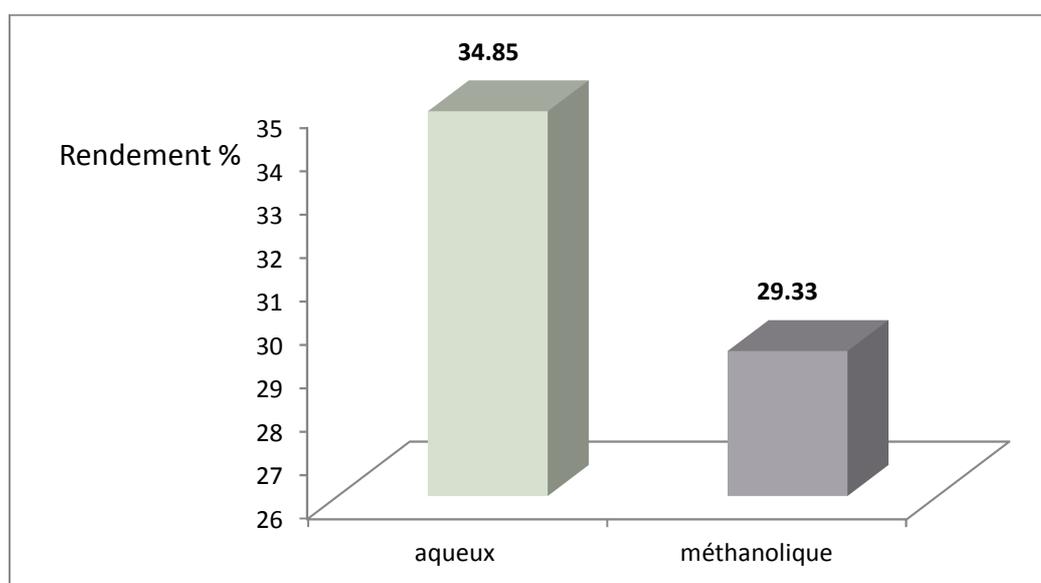
D'après les résultats obtenus, Le meilleur taux d'extraction est observé chez l'extrait aqueux avec un taux de (34,85%) par rapport à l'extrait méthanolique (29,33%) (**figure24**).

Les deux rendements enregistrés sont plus élevés que celui de l'extrait éthanolique enregistré par **Attabi et Bouzekri (2013)** (15,90%) et par (**Moniruzzaman et al.,2012**) (4.0%) . Ils sont encore plus élevés que celui de l'extrait méthanolique enregistré par (**Boudjemai et**

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

**Sayad ;2015**) qui est de l'ordre de (6.55%), par contre ils sont plus faibles que celui de l'extrait méthanolique enregistré par (**Kelouili et Bouchentouf ;2018**) qui est de l'ordre de (37,63%).

Un tel résultat peut être due à la différence de solubilité des constituants biochimiques des plantes dans le solvant d'extraction (**Mau *et al.*, 2005**), la méthode utilisée, la granulométrie, le temps d'extraction, la température (la température croissante favorise l'extraction en augmentant la solubilité du corps dissout et en élevant le coefficient de diffusion, mais elle peut causer la diminution du taux des composés phénoliques), les conditions de stockage, la présence de substances interférentes, le type du solvant employé et le nombre d'extraction (**Atmani *et al.*, 2009 ; Chehar, 2006 ; Escribano-Bailon et Santos-Buelga, 2003 ; Silva *et al.*, 2007**).



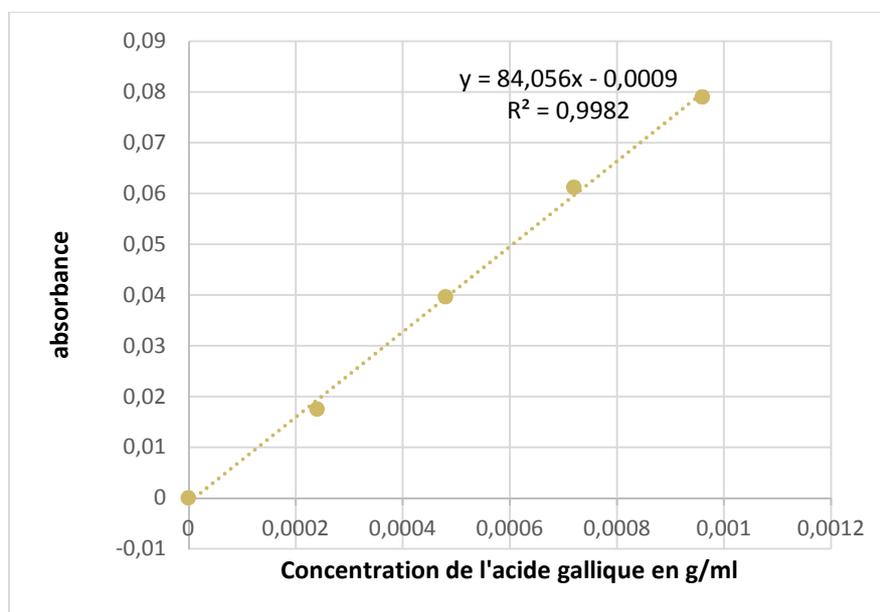
**Figure24** : Rendement des extraits aqueux et méthanolique de l'Aloe Vera L .

### II.2. Teneur en polyphénols totaux

La méthode de dosage des polyphénols totaux utilisant le réactif folin- ciocalteu est une analyse rapide, qui est couramment utilisée pour étudier tout le contenu phénolique des matières végétales (**Maisuthisakul *et al.*, 2007**).

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Figure25**) et exprimé en milligramme par gramme d'extrait équivalent en acide gallique (mg EAG/ g Es). Les résultats obtenus sont présentés dans la (**figure26**).



**Figure25:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

D'après les résultats obtenus, la teneur en polyphénols totaux de l'extrait méthanolique ( $6,09 \pm 0,0098$  mg EAG/g Es) est significativement plus élevée que celle de l'extrait aqueux ( $4,90 \pm 1,28$  mg EAG/g Es) ( $p = 0,002$ ).

Selon la biblio, la teneur en polyphénols totaux de l'Aloe Vera L varie largement d'un auteur à l'autre. En effet, (**Vidic et al., 2014**) ont rapporté des teneurs en phénols significativement plus basse dans les extraits éthanoliques ( $0,11 \pm 0,01$  mg GAE) / g).

(**Miladi et Damak (2008)** ; et **Kammoun et al., 2011**) ont montré que le contenu de l'extrait aqueux de l'Aloe Vera est pauvre en polyphénols (2 mg d'EGA / g), tandis que dans l'extrait chloroforme-éthanol, la teneur était d'environ 40 mg GAE / g. Par contre, (**Abdulbasit ;2014**) a rapporté que l'extrait aqueux d'Aloe Vera présentait la plus forte teneur en polyphénols (5477,53 mg GAE / 100g).

De même, l'extrait méthanolique de *A. barbadensis* ne montre que  $2,34 \pm 0,370$  mg d'AGA /g de polyphénols par rapport à 19 plantes médicinales (**Tupe et al., 2013**). Un autre rapport

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

---

montre que la teneur en polyphénols totaux de l'extrait méthanolique de l'Aloe Vera était  $38,94 \pm 7,64$  mg d'AGA / g (Shashank et Vidhya, 2011).

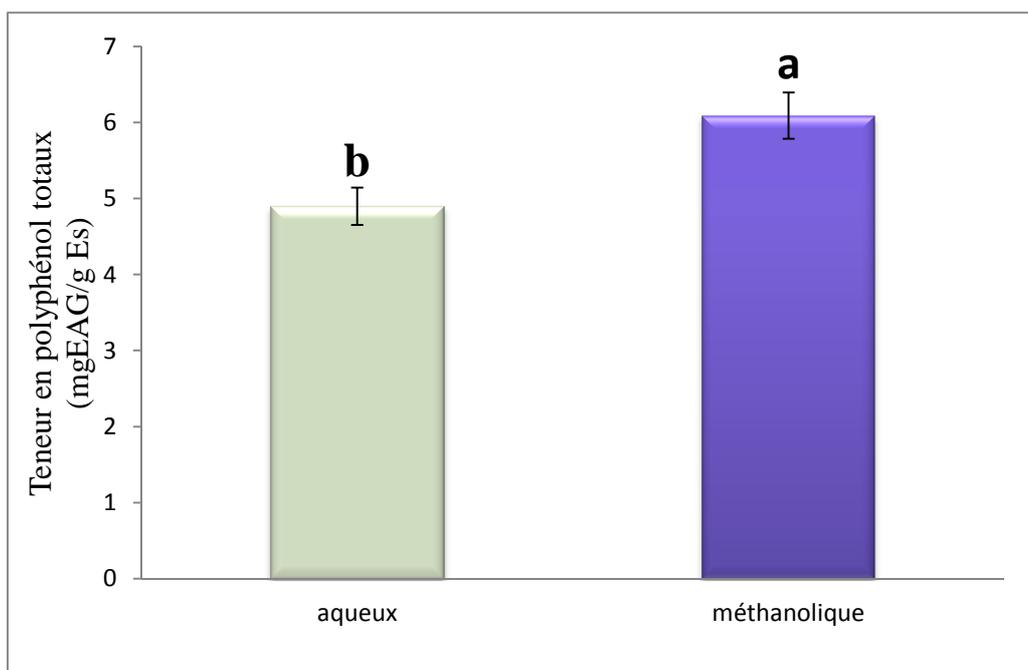
Une des caractéristiques des polyphénols, qu'ils partagent généralement avec l'ensemble des métabolites secondaires, est de montrer une répartition très inégale chez les différentes espèces végétales (Bouterfa *et al.*, 2013).

En effet, 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. Le type de l'atmosphère et la température d'extraction peuvent influencer aussi le taux de polyphénols (Menyar, 2012).

Le taux de polyphénols peut être influencé par certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (conditions climatiques, la maturité à la récolte et les conditions de stockage) (Falleh *et al.*, 2008 ; Nour *et al.*, 2013).

L'intérêt de la richesse en polyphénols des plantes est principalement leurs propriétés antioxydantes et leurs rôles dans la prévention de diverses maladies, notamment cardiovasculaires, cancer, neurodégénérescence (Normen *et al.*, 2000) et le diabète (Jones *et al.*, 1999).

Cependant, cette richesse n'est pas le seul facteur qui influence l'activité antioxydante, la disposition structurale (positions et nombre des cycles aromatiques, doubles liaisons et groupes hydroxyle) de ces composés jouent également un rôle (Lichtenstein et Deckelbaum, 2001). Par conséquent, des études sur les autres composants bioactifs, y compris indoles, alcaloïdes, cétones et stérols, qui sont bien connus pour leurs bienfaits pour la santé, sont nécessaires (Nejatzadeh-Barandozi, 2013).



**Figure26:** Teneur en polyphénol totaux des extraits.

### II.3. L'activité antioxydante

Dans cette partie, l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de l'Aloe Vera (L) a été déterminée. Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydante d'un composé, nos résultats sont comparés à un antioxydant de synthèse, à savoir l'acide ascorbique.

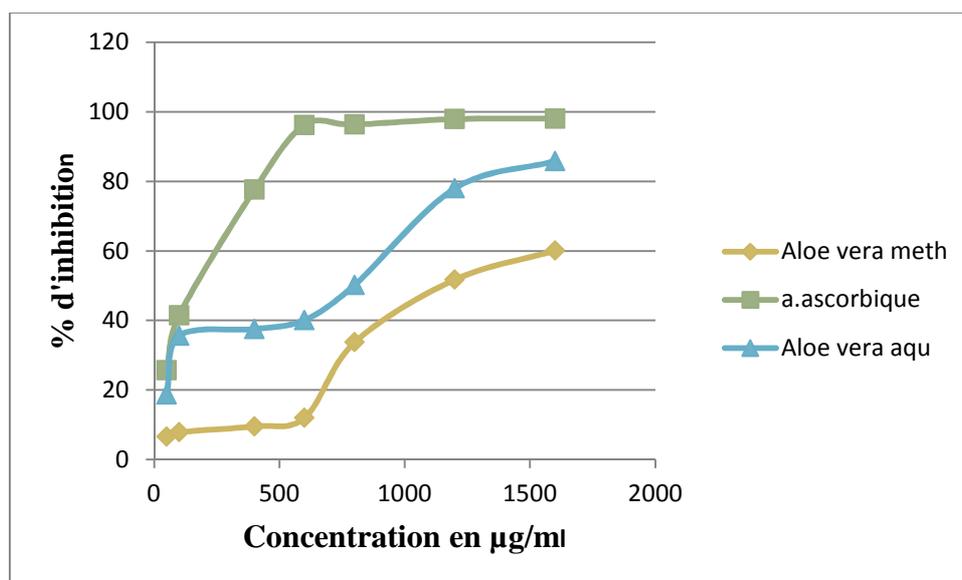
#### II.3.1.Effet scavanger du radical DPPH

L'activité antioxydante des différents extraits de la plante vis-à-vis du radical DPPH est évaluée par spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical (**Chang *et al.*, 2007**). Les antioxydants interagissent avec le DPPH en lui transférant un électron ou un atome d'hydrogène ce qui entraîne son neutralisation, par conséquent la couleur change de pourpre vers le jaune (**Kubola et Siriamornpun, 2008**).

Les résultats de l'activité anti radicalaire des extraits aqueux et méthanoliques de l'Aloe Vera (L) sont présentés sur la (**figure 27**).

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

D'après les résultats obtenus, les extraits de l'Aloe Vera (L) ont exhibés des effets scavenging contre le radical DPPH. Le pouvoir réducteur augmente en fonction de la concentration des extraits jusqu'à la valeur maximale. Il existe donc une proportionnalité entre l'activité anti-radicalaire et la concentration.



**Figure27** : Effets scavenger contre le radical DPPH des extraits aqueux et méthanolique

D'après les résultats obtenus, à une concentration de 1600 µg/ml les deux extraits et l'acide ascorbique ont présentés des pourcentages d'inhibition du radical DPPH plus au moins élevés. L'acide ascorbique (98,02%) a été significativement l'inhibiteur le plus intéressant ( $p < 0.05$ ). Par contre l'extrait méthanolique (60,05%) présente le pourcentage d'inhibition significativement le plus faible comparé avec l'extrait aqueux (85,80%) ( $p = 0,00$ ) (**figure28**). L'extrait méthanolique possède un pourcentage d'inhibition du radical DPPH inférieur à celui enregistré par **Attabi et Bouzekri (2013)** qui est de 73,5% pour l'extrait éthanolique de l'Aloe Vera (L).

(**Milée et al., 2012 et Ozsoy et al., 2009**) ont rapporté un taux d'inhibition de 80% et 70% respectivement. Cela indique que l'extrait éthanolique de l'Aloe Vera (L) présente une meilleure activité anti radicalaire par apport à l'extrait méthanolique.

L'étude statistique montre qu'il existe une très forte corrélation positive entre les teneurs en phénols totaux et l'activité antiradicalaire de l'extrait aqueux ( $r = 0,956$ ,  $p < 0.05$ ). Pour l'extrait méthanolique une corrélation négative moyenne a été observée ( $r = -0,634$ ,  $p < 0.05$ ).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Selon (**Chen et Ho 1995**), les groupements fonctionnels présents dans les composés phénoliques en général peuvent céder facilement un électron ou un proton pour neutraliser les radicaux libres.

L'extrait aqueux de l'Aloe Vera L présente une activité antioxydante plus élevée par rapport à l'extrait méthanolique malgré la richesse de ce dernier en composés phénoliques. Cela nous mène à conclure que, la quantité des composés phénoliques est un facteur important mais ce n'est pas toujours suffisant, il y a un autre critère relatif aux composés phénoliques à prendre en considération dans l'interprétation de l'activité antioxydante, c'est le critère qualité.

La forte activité antioxydante enregistré par l'extrait aqueux de l'Aloe Vera (L) peut être due à la structure chimique des flavonoïdes car de nombreuses études ont établi des relations entre les structures chimiques des flavonoïdes et leur capacité antioxydante, les flavonoïdes les plus actifs sont ceux qui renferment des groupements 3'- 4' dihydroxy sur le cycle B et/ou un groupement 3OH sur le cycle C (**Amic et al., 2003**).

Des études sur la relation entre la structure chimique des composés phénoliques et leur pouvoir piègeur des radicaux libres ont montré que l'activité anti-radicalaire est dépendante du nombre, de la position et de la nature des substituants sur les cycles B et C (groupements hydroxyles, méthoxylés, glycosylés) et le degré de polymérisation (**Tabart J et al 2009**) ; (**Nanjo F et al., 1996**) ; (**Karamac M et al., 2005**) ; (**Pannala A.S et al., 2001**) .

En outre, il est à déclarer que les effets de balayage ne sont pas limités aux composés phénoliques et flavonoïdes. L'activité antioxydante provient également de la présence d'autres métabolites secondaires dans les extraits qui contribuent directement ou indirectement à cette activité. Ceci est conforme avec les résultats de (**Ou et al., 2003**) ; (**Moussa et al., 2011**) ; (**Rohman et al., 2010**) ; et (**Cox et al., 2010**)

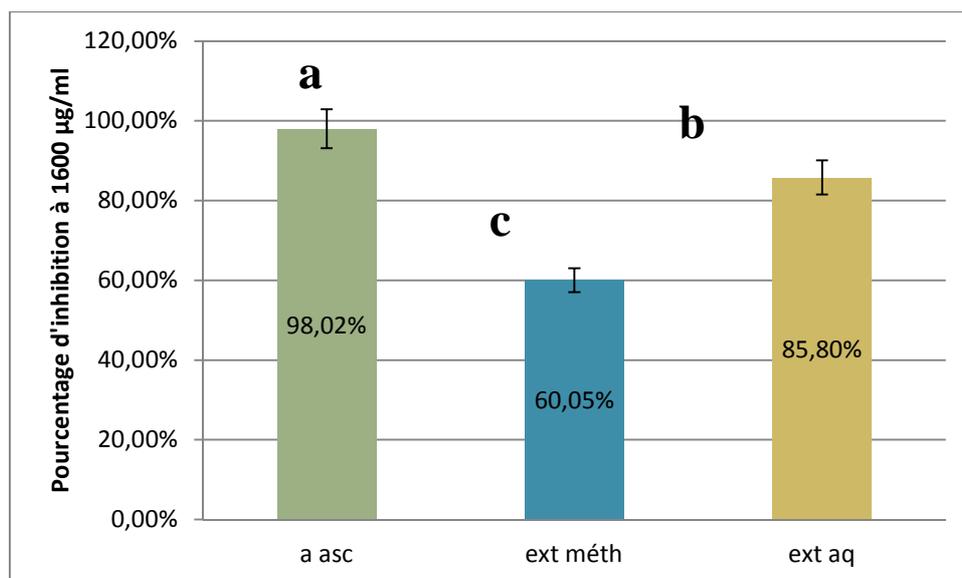


Figure 28 : Pourcentage d'inhibition de concentration maximale (1600µg/ml)

### II.3.2.Détermination de l'CI50

L'CI50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre DPPH de 50 %. Les valeurs inférieures d'CI50 indiquent l'efficacité de l'extrait et ainsi un pouvoir antioxydant plus fort (Villano et al., 2007).

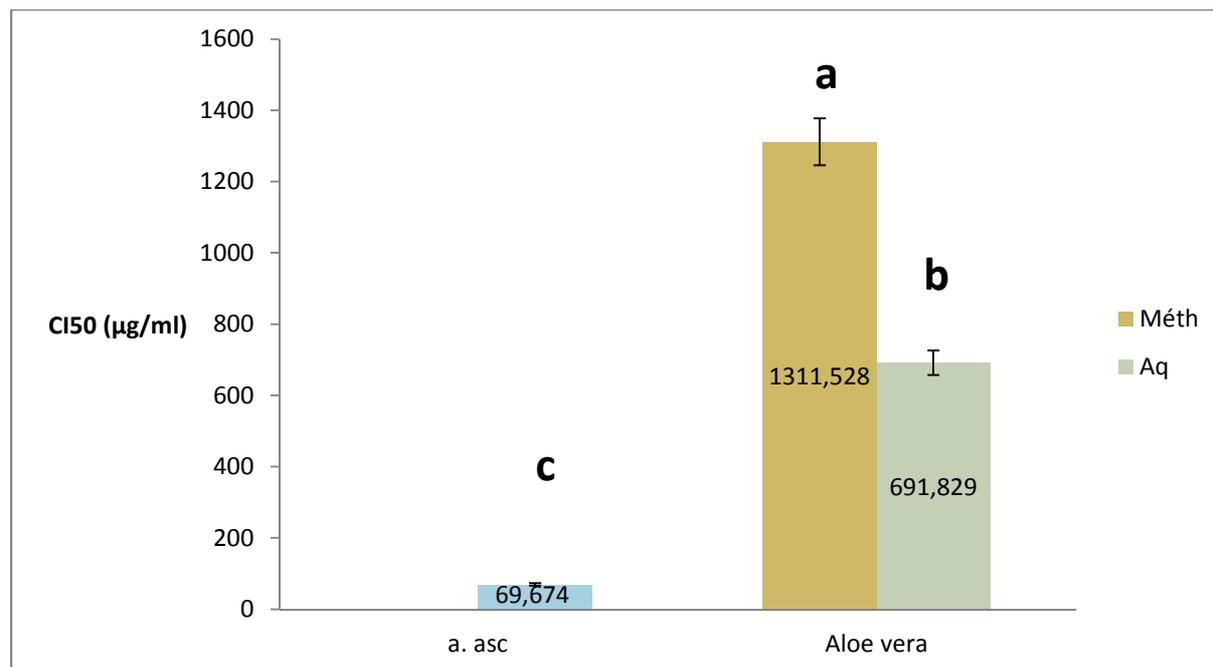
Selon les résultats obtenus, l'acide ascorbique (69,67 µg/ml ±0,012) présente le potentiel anti radicalaire le plus important par rapport aux deux extraits. Par contre, l'CI50 de l'extrait aqueux (691,95 µg/ml ±0,041) est significativement plus faible que celui de l'extrait méthanolique (1311,55 µg/ml ±0,078) (P=0.000). Cela indique que l'extrait aqueux a un pouvoir antioxydant plus fort. (Boudjemai et Sayad 2015) rapporte que l'extrait méthanolique de l'Aloe Vera a un CI50 plus faible (48,15 µg /ml).

L'CI50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre DPPH de 50 %. Les valeurs inférieures d'CI50 indiquent l'efficacité de l'extrait et ainsi un pouvoir antioxydant plus fort (Villano et al., 2007).

Les valeurs relativement élevées d'CI50 déterminées indiquent le faible pouvoir antioxydant pour les deux extraits d'Aloe Vera. Cela peut être dû probablement à l'âge et la taille de la plante. Certains auteurs ont montré que l'activité antioxydante était plus élevée chez les

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

plantes plus âgées. Cela pourrait être lié à un profil différent des métabolites secondaires dans les plantes plus anciennes, comme proposé par certains auteurs (**Gutterman et Chauser Volfson, 2000** ; **Hu et al., 2003** ; **Romani et al., 2008**). En effet d'autres auteurs (**Lee et al., 2012**) ont rapporté que les feuilles d'aloès de différentes tailles possèdent différentes propriétés phytochimiques.



**Figure29** : Les valeurs de CI50 enregistré par les extraits de l'Aloe Vera (L).

D'après le test de corrélation de Pearson, il existe une très forte corrélation positive entre la teneur en polyphénols totaux et l'CI50 de l'extrait aqueux ( $r = 0,997$ ,  $p < 0,05$ ), par contre il n'existe pas de corrélation pour l'extrait méthanolique ( $r = 0,082$ ,  $p < 0,05$ ).

A travers la recherche bibliographique, de très grandes différences de points de vue sont notées à propos de cette corrélation. Certains travaux ont montré une bonne corrélation entre les CI50 et la teneur en polyphénols et en flavonoïdes, à l'opposé d'autres études n'ont pas établie cette corrélation (**Athamena et al., 2010** ; **Mariod et al., 2010**). Par ailleurs, il est bien établi que l'activité antioxydante est corrélée positivement avec la structure des polyphénols. Généralement, les polyphénols avec un nombre élevé de groupements hydroxyles présentent l'activité antioxydante la plus élevée (**Heim et al., 2002**) due à leur pouvoir de donner plus

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

d'atomes pour stabiliser les radicaux libres (**Torres de pinedo et al., 2007**), ce qui peut expliquer en partie que l'activité anti-radicalaire est dépendante du nombre, de la position et de la nature des substituant sur les cycles B et C (groupements hydroxyles, metaxylés, glycosylés) et le degré de polymérisation (**Popovici et al., 2010**). Ainsi, l'effet antioxydant n'est pas seulement dose-dépendant mais également structure-dépendant (**Rodriguez-Bernaldo et al., 2010**)

Les propriétés antioxydantes des extraits d'aloès ont été attribuées à l'aloésine (**Yagi et al., 2002**) ainsi que les polysaccharides (**Wu et al., 2006; Chun-hui et al., 2007**) ou anthraquinones (**Malterud et al., 1993**). Dans certaines études, la modulation des enzymes antioxydantes a été corrélée avec les propriétés anti tumorales de l'extrait de feuille d'A. Vera (**El-Shemy et al., 2010**).

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

### **Conclusion**

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Malheureusement, elles restent encore en majorité sous exploitées dans le domaine médical. Le développement de nouveaux médicaments à base d'antioxydant d'origine naturelle doit être à l'ordre de jour.

L'Aloe Vera, plante médicinale utilisée depuis des millénaires pour son suc et son gel, est composée de nombreux ingrédients actifs qui agissent seuls ou en synergie.

Le gel, riche en polysaccharides, vitamines, enzymes, stérols et minéraux, possède des Activités antioxydantes, anti microbiennes, anti-inflammatoires, ... Il présente également un certain intérêt dans le traitement de certaines maladies.

La présente étude s'intéresse à la détermination de l'utilisation de l'Aloe Vera par le biais d'une enquête ethnobotanique d'une part et quantification des polyphénols et l'évaluation de leur pouvoir antioxydant (anti-DPPH).

L'enquête réalisée a concernée 120 personnes âgées de 18 à 60 ans, répartie en 74 femmes et 46 hommes. Une nette prédominance féminine est observée chez nos patients avec un sex-ratio H/F de 0.62.

Selon les résultats de l'enquête, la partie de la plante la plus utilisé est le gel d'Aloe Vera avec un pourcentage de 75%. La plante est utilisée entièrement par 15% de la population contre 10% qui utilise seulement les feuilles.

L'Aloe Vera est un remède traditionnel pour environ 40 problèmes sanitaires dont les principales sont les troubles gastro-intestinaux (20%), les brûlures légères et sérieuses (14 %) les infections cutanées (12%) et les piqûres d'insectes (10%).

Le gel d'Aloe Vera est couramment utilisé en mélange avec un autre constituant dont le plus utilisé est la vitamine E (50%). Environ 22.5 % seulement de la population enquêtée utilise le gel pure de l'Aloe Vera.

La deuxième étape consiste à l'extraction des composés phénoliques de la plante, ceci nous a permis de calculer le rendement des extraits aqueux (34,85%) et méthanolique (29,33%).

L'ensemble des résultats obtenus au cours des analyses quantitatives par spectrophotométrie nous a permis de trouver des teneurs en polyphénols totaux de  $6,09 \pm 0,0098$ mg EAG/g Es pour l'extrait méthanolique et  $4,90 \pm 1,28$ mg EAG/g Es pour l'extrait aqueux.

Les résultats du test au DPPH ont montré que l'extrait aqueux a une activité antioxydante élevé avec une faible valeur de CI50 ( $691,95 \mu\text{g/ml}$ ) par contre l'extrait

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

méthanolique a présenté une activité antioxydante faible avec une valeur élevée de CI50 (1311,55 µg/ml) .

Des différences dans la composition des plantes en raison de leur situation géographique ainsi que des différences dans les méthodes d'extraction et les techniques de préparation des échantillons ont contribué aux divergences dans les résultats obtenus à partir de nombreuses études en termes de composition chimique et d'activités biologiques d'Aloe Vera.

Ces molécules dont possède l'Aloe Vera sont considérées comme des agents antioxydants de première classe et peuvent être employées pour des applications thérapeutiques, sachant que les antioxydants contribuent de manière très efficace à la prévention de plusieurs maladies telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires.

### References

#### A

**Abdulbasit, I.I.A. 2014.**Total Phenolic, Total Flavonoid contents and Radical Scavenging Activities of 10 Arabian Herbs and Spices. *Unique Journal of Pharmaceutical and Biological Sciences* 2(3): 5-11.

**\_ADEOLU A A., FLORENCE O J., ANTHONY J A., PATRICK J M., 2008.** Antioxidant activities and phenolic contents of the methanol extracts of the stems of *Acokanthera oppositifolia* and *Adeniagummifera*. *BMC Complementary and Alternative Médecine*. (8) :1-7.

**Ali, S.S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., Bora, U. (2008).** Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int*, 41: 1–15.

**\_Alibert, G., Ranjeva, R., Boudet, M.A. (1977).** Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg*, 15 : 279-301.

**Ames B.N., Shigenaga M.K. and Hagen T.M. (1993)** Oxidants, antioxidants and degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90, 7915-22.

**Amic, D., Davidovic A, D., Beslo, D and Trinajstic, N (2003).** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica Chemical Acta*, 76, p55-61.

**Amit Kunwar, K.I. Priyadarsini.2011** .Free radicals, oxidative stress and importance of antioxidants in human health. ; 1 (2): 53-60.

**\_Anderson, C.M., Hallberg, A., Hogberg, T.(1996).** Advances in development of pharmaceutical antioxidants. *Adv. Drug. Res*, 28 : 65-180

**ARUNKUMAR S.; MUTHUSELVAM M.2009** -Analysis of phytochemical constituents and antimicrobial activities of Aloe vera L. against clinical pathogens. - *World J. Agric. Sci.*, 5(5), 572-576.

**Attabi Baya et Bouzekri Hassina,2012\_2013.** Mémoire de fin de cycle en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en contrôle de qualité et analyse ; étude comparative de l'activité antioxydante de cinq plantes médicinal. P 36;37;44.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. 2009.** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112:303-309.

**\_ATHAMENA S., CHALGHEM I., KASSAH-LAOUAR A., LAROUI S., KHEBRI S., 2010.** Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminumcuminum L.* Lebanese Science Journal. Vol 11 (1):72p.

### **B**

**\_BARCROFT A., 1998** -Aloe Vera, remède naturel de légende. Editions medicis-entrelacs,

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

**Barboni T. (2006)** Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse de doctorat. Université de Corse Pascal Paoli.

**\_Bahorun, T. (1997).** Substances naturelles actives : La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food. Agric. Res. Council, Réduit, Mauritius*, 83-94

**\_Basli, A., Chibane, M., Madani, K., and Oukil, N. (2012).** "Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum Desf.*" *Phytothérapie*, 10(1), 2-9.

**\_Barus, C. 2008.** Etude électrochimique de molécules antioxydantes et de leur association en milieux homogène et biphasique - Application aux produits dermocosmétiques. Th. Doct: Génie des procédés et environnement, *Université de Toulouse*, p.205.

**\_Baur A.K., Dwyer-Nield L.D., Hankin J.A., Murphy R.C. and Malkinson A.M. (2001)** The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant C57BL/6 mice. *Toxicology*, 169(1), 1-15.

**\_BA K., TINE E., DESTAIN J., CISSE C., THONART P., 2010.** Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 14(1): 131-139.

**\_Belkheiri, N. 2010.** Dérivés Phénoliques à activités Antiathérogènes. Th. doctorat. : Chimie Biologie-Santé. *Université Toulouse III - Paul Sabatier*. p.193. *Biotechnol.* 2:3

**\_Benzie, I. F. F. et Strain, J. J. (1996).** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.

**\_Bertin C, Phillipson D J. 2011 :** révision scientifique coordonnée par la société canadienne de recherche sur les PSN : 148-153.

**\_Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Marin, F.R., Ortuno, A., Del Rio, J.A. (1997).** Uses and properties of Citrus flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 45 : 4505–4515.

**\_Benkrief, R. (1990).** Inventaire ethnobotanique des plantes médicinales de l'Est algérien: étude chimique de " Hammada articulata "(Moquin) Iljin sp. scoparia Pomel. Etude chimique de 3 plantes néo-calédonniennes à monoterpénoïdes, Paris 5.

**\_Behl C. (2001)** Oestrogen as a neuroprotective hormone. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 433-442.

**\_BIGENDAKO, POLYGENIS, M.J. ET LEJOLY, J. ,1990.** La pharmacopée traditionnelle au Burundi. *Pesticides et médicaments en santé animale.* Pres. Univ. Namur. Pp. 425-442.

**\_Bouterfa, K, Mehdadi, Z, Latreche, A, Zouaoui, H et Bouredja, N. 2013.** Quantification of some polyphenols of *Marrubium vulgare* L. of Tessala mounts (western Algeria) at the vegetative and the flowering periods, *Les technologies de laboratoires*, Volume 8, N°31

**\_Boudjemai Adada et Sayad Farida 2015.** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master ;évaluation de l'activité anti oxydante et l'effet inhibiteur de la peroxydation lipidique de quelques plantes médicinales.

**Boizot, N et Charpentier, JP.** *Le cahier des techniques de l'INRA*, n° spécial 2006, (2006) 79-82.

**\_BOULLARDB., 2001.** *Plantes médicinales du monde, croyance et réalité.* éd. Estem, p. 27.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

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

\_ **Bossokpi, I.P.L. (2002).**Etude des activités biologiques de Fagaraxanthoxyloïdes LAM (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, p 133.

\_ **Bors, W., Michel, C., and Stettmaier, K. (1997).** "Antioxidant effects of flavonoids." *Biofactors*, 6(4), 399-402.

\_ **Borel,J,P;Maquart,A.;RondPench,C.;Gillery;Bellon,R.1997.**Biochimodynamique. Edition2:144-183.

\_ **Boldyrev A. A. (1993)** Does carnosine possess direct antioxidant activity? *International Journal of Biochemistry*, 25, 1101-1107.

\_ **BOUGANDOURA N., BENDIMERAD N., 2013.** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Saturejacalaminthassp. Nepeta (L.) Briq.Nature & Technologie. (9): 15p.

**Brand.W, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. (1995).**Use of free radical method to evaluate antioxidant activity.*Lebensm.Wiss. Technol.* vol28: p 25-30.

\_ **BRUNETON J. 1995.** Pharmacognosy, phytochemistry, medicinalplants.Paris, Lavoisier.

\_ **Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 2<sup>ème</sup> édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.

\_ **Brzozowska, J., Hanower, P., Tanguy, J. (1973).**Polyphénols des feuilles de cotonniers et influence sur leur composition d'un choc hydrique ou nutritionnel. *Phytochemistry*, 12: 2353-2357.

\_ **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 3<sup>ème</sup> édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_\_Brambilla D, Mancuso C, Scuderil M-R, Bosco P, Cantarella G, LempereurL, Benedetto G-D, PezzinoS et Bernardini R.2008.**The Role of Antioxidant Supplement in Immune System, Neoplastic and Neurodegenerative Disorders: a Point of View for an Assessment of the risk/benefit Profile. *Nutrition Journal*. 7(29):1-9.

**\_\_Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food. Sci. Technol*, 28 : 25–30.

### **C**

**\_\_Cairo G., Tacchini L., Pogliaghi G., Anzon E., Tomasi A. and Bernelli-Zazzera A. (1995)** Induction of ferritin synthesis by oxidative stress. *Journal of Biological Chemistry*, 270, 700-703.

**\_\_Cakir A, Mavi A, Yıldırım A, Duru ME, Harmandar M, Kazaz C.** Isolation and characterization of antioxidant phenolic compounds from the aerial parts of *Hypericumhyssopifolium* L. by activity-guided fractionation. *Journal of Ethnopharmacology*2003; 87: 73–83.

**\_\_Cao, G.H., Alessio, H.M., Cutler, R.G. (1993).** Oxygen-Radical Absorbency Capacity Assay for antioxidants. *Free Radical Biol Med*, 14: 303-311.

**\_\_Chang H. Y., Ho Y. L., Sheu M. J., Lin Y. h., Tseng M. C., Wu S. H., Huang G. J. and Chang Y. S. 2007.** Antioxidant and free radical scavenging activities of *phellinus merrillii* extracts. *Botanical Studies*, 48: 409-417.

**\_\_ Chang, L.; He, -Liang; Fu, B.-D.; Shen, H.-Q.; Jiang, X.-L.; Wei, X.-B.** Fumaric acid, an antibacterial component of *Aloe vera*. *African J. Biotechnol.*2011, 10, 2973–2977.

**\_\_Chaher .N.2006.** Activités antioxydant et antiradicalaire des extraits de deux plantes médicinales « *Pistacia lentiscus* et *Fraxinus angustifolia* » thèse de Magistère de Biochimie et Biophysique moléculaire. *Université A/MIRA* de Bejaia. Faculté des sciences de la nature et de la vie.p :103.

## Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)

---

\_Chithra, P., Sajithlal, G.B. and Chandrakasan, G. 1998. Influence of *Aloe vera* on the healing of dermal wounds in diabetic rats. *Journal Ethnopharmacology* 59:195–201.

\_ Chung, K., Wong, T.Y., Wei, C., Huang, Y., Lin, Y. (1998). Tannins and human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 38: 421-464.

\_Chira, K., Suh, j. H., Saucier, C., &Teissédre, P. L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6 ,75 – 82.

\_Chaher .N.2006. Activités antioxydant et antiradicalaire des extraits de deux plantes médicinales « Pistacialentiscus et Fraxinusangustifolia » thèse de Magistere de Biochimie et Biophysique moléculaire. *Université A/MIRA* de Bejaia. Faculté des sciences de la nature et de la vie.p :103.

\_Charfi D., (1995). Effet des eaux usées traités sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et sur la physiologie de quelques espèces végétales cultivées au périmètre d'ElHajeb (Sfax). Thèse en écologie végétale, Fac. Sci. de Sfax.

\_Chen, A. Pearson M. and Gray J. I. (1992) Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds. *Food Chemistry*, 43, 177-183.

\_Cork, S.J and Krochenberg, A.K. (1951). Methods and pitfalls of extracting condensed tannin and other phénolics from plants: insights from investigation on eucalyptus leaves. *Journal of chemical ecology*, 17 (1): 123-134.

\_Coelho, F. H.; Salvadori, G.; Rados, P. V.; Magnusson, A.; Danilevicz, C. K.; Meurer, L.; Martins, M. D. Topical Aloe Vera (*Aloe barbadensis* Miller) Extract Does Not Accelerate the Oral Wound Healing in Rats. *Phyther. Res.* 2015, 29, 1102–1105.

\_Cowan, M.M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re*, 12 (4): 564- 582.

\_Couto N., Malys N., Gaskell S. and Barber J. (2013) Partition and Turnover of Glutathione Reductase from *Saccharomyces cerevisiae*: a Proteomic Approach. *Journal of Proteome Research*, 12 (6), 2885–94.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

\_Curto, E. M.; Labelle, A.; Chandler, H. L. Aloe vera: An in vitro study of effects on corneal wound closure and collagenase activity. *Vet. Ophthalmol.* **2014**, *17*, 403–410.

\_ Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H. (2006). Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.

### **D**

**Dal'belo SE, Gaspar LR & Berardo Goncalves Maia Campos PM (2006).** Moisturising effect of cosmetic formulations containing Aloe vera extract in different concentrations assessed by skin bioengineering techniques. *Skin Res. Technol.* *1*(4): 241-246.

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

\_Dasgupta, N., De, B., (2007). Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: a comparative study. *Food Chemistry* *101*, 471 – 474

\_Djerroumi A. And Nacef M. 2004 .100 plantes médicinales d'Algérie. Edition palais du livre : 91.

\_Delattre, J and Beaudeau, J.L., (2005). Bonnefort-Rousselot, D. Radicaux libres et stress oxydant. Aspect biologiques et pathologiques. Tec & Doc Lavoisier: Londres, Paris, New York.

\_Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna, Stocker P, Vidal N(2006). Antioxidant of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*; *97*; 654-660.

\_Dobignard A. 2013 : Base de Données Nomenclaturale Afrique du Nord : Nomenclature, taxonomie, synonymie. BDAFN v1.00.

\_Donnadieu. (2013). Vertus soins et applications à l'ALOE VERA. De la faculté de Médecine de Paris. Ed: Maloine. p: 188.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_Dubois, G.E., Grosbay, G.A., Saffron, P. (1977).** Non nutritive Sweeteners: Taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones. *Science*, 195: 397-399.

### **E**

**\_EDZARD ERNST, (2005)MAX H PITTLER ,** Médecines alternatives : le guide critique : Elsevier Masson,504 p.

**\_ Edenharder, R., Grünhage, D. (2003).** Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumenehydroperoxide in *Salmonella typhimurium*TA102. *Mutat. Res*, 540: 1–18.

**\_Escribano-Bailón M.T. and Santos-Buegla C. 2003.** Polyphenol extraction from foods. In “Method in polyphenol analysis”.Ed. Royal Society of Chemistry. pp. 1-16.

**\_Eshun K & He Q (2004).** Aloe vera: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-a review. *Food Science and Nutrition*.44(2) : 91-96.

### **F**

**\_Favier, A. (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, p : 108- 115.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

\_\_ **Finberg, M. J.; Muntingh, G. L.; van Rensburg, C. E. J.** A comparison of the leaf gel extracts of *Aloe ferox* and *Aloe vera* in the topical treatment of atopic dermatitis in Balb/c mice. *Inflammopharmacology* **2015**, *23*, 337–341.

\_\_ **Fouché, J.G., Marquet, A and Hambuckers, A. (2000).** Les plantes médicinales: de plantes au médicament. Observatoire du monde des plantes : 1- 5.

\_\_ **Fox, L. T.; du Plessis, J.; Gerber, M.; van Zyl, S.; Boneschans, B.; Hamman, J. H.** In Vivo skin hydration and anti-erythema effects of *Aloe vera*, *Aloe ferox* and *Aloe marlothii* gel materials after single and multiple applications. *Pharmacogn Mag* **2014**, *10*, S392-403.

\_\_ **FREI B., STOCKER R., ENGLAND L., AMES BN., 1990.** Ascorbate the most effective antioxidant in human blood plasma. *Adv. Med. Exp. Biol.* (264):155-163.

\_\_ **Fusco D, Colloca G , Lo Monaco M-R, et Cesari M .2007.** Effects of Antioxidant Supplementation on the Aging Process. *Clinical Interventions in Aging* .2(3): 377–38.

### **G**

\_\_ **Gardés-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z. and Jore D. 2003.** Espèces réactives de l'oxygène. *L'actualité chimique* : 91-96.

\_\_ **Genoux, E. (2011).** Dérivés de flavonoïdes et de vérapamil comme ligands des transporteurs MRP1 et ABCG2: de la conception à l'activité anticancéreuse, Université de Grenoble.

\_\_ **Gerber, M., Boutron-Ruault, M.-C., Hercberg, S., Riboli, E., Scalbert, A., and Siess, M.-H. (2002).** "Actualités en cancérologie: fruits, légumes et cancers. Une synthèse du réseau Nacre." *Bulletin du cancer*, 89(3), 293-312.

\_\_ **Ghasemzadeh, A., & Ghasemzadeh, N. (2001).** Flavonoids and phenolic acids: role and biochemical activity in plants and human . *Journal of Medicine Plants Research*, 5 (31), 6697–6703.

\_\_ **Gigon F. (2009) :** Santé Verte : Le blog de la "santé autrement" .p :1-19.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_Gladston M., Feldman J. G., Levytska V. and Magnussen B. (1987)**Antioxidant activity of serum ceruloplasmin and transferrin available iron-binding capacity in smokers and nonsmokers. *The American review of respiratory disease*, 135, 783-787.

**\_Goudable, J. et Favier, A. 1997.** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 11(2), 115-120.

**\_GOMEZ-CARAVACA A.M., GOMEZ-ROMERO M., ARRAEZ-ROMAN, D., SEGURACARRETERO, A., FERNANDEZ-GUTIERREZ, A., (2006).**Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1220–1234.

**\_Green P. S. and Simpkins J. W. (2000)** Neuroprotective effects of estrogens: potential mechanisms of action. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 18(4-5), 347-58

**Gutterman, Y., & Chauser Volfson, E. (2000).** The distribution of the phenolic metabolites barbaloin, aloeresin and aloenin as a peripheral defense strategy in the succulent leaf parts of *Aloe arborescens*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28, 825–838.

**\_Guo, X.; Mei, N.** Aloe Vera - A Review of Toxicity and Adverse Clinical Effects..*J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog.Ecotoxicol.Rev.* **2016**, 501, 0.

**\_Gülçin, I., Mshvildadze, V., Gepdiremen, A., Elias, R., (2006).**Screening of antiradical and antioxidant activity of monodesmosides and crude extract from *Leontice smirnowii* tuber *Phytomedicine* 13, 343–351.

## **H**

**Hamia C., Guergab A., Rennane N., Birache M., Haddad M., Saidi M et yousfi M. (2014)** Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**etl'activitéantioxydante des extraits du rhanteriumadpressium.**

*Annalesdessciencesettechnologie*.Vol 6.N° 1.

**\_Hamman J.H. 2008.** Composition and Applications of Aloe Vera Leaf Gel.p; 1599-1616;ISSN 1420-3049.

**\_Harbone, J.B. (1993).** Introduction to Ecological Biochemistry, 4th Ed; Academic Press: London.

**\_Havsteen, B.H. (2002).**The biochemistry and medical significanceof the flavonoids.

Pharmacol.Therapeut, 96: 67– 202

**\_Haslam, E. (1996).** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. J. Nat Pro, 59: 205 215.

**\_Halliwell, B.2011.**Free radicals and antioxidants - quo vadis?Trends PharmacolSci, 32(3),125-130.

**\_Halliwell, B.1996.**Mechanism involved in generation of free Radicals. Path Biol, 44(1):6-13.

**\_Haliwell B. etGutteridge J.M.C. 1989.**Biology and Medecine. Oxford: Free Radicals in Claenton. 543.

**\_Halliwell, B., (1991).** Reactive oxygen species in living systems: source, biochemistry, and role in human disease. Am J Med. 91(3C):14S-22S

**\_Hadi M.2004.**La quercetine et ses dérivés: molécules à caractère prooxydant ou capteurs deradicaux libres; études et applications thérapeutiques. Th de Doctorat en Pharmacochimie. Université Louis Pasteur Strasbourg I. France. P: 155.

**\_Haton, C. (2005).** Effets des rayonnements ionisants sur la structure et la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat. Université de Paris VI.

**\_Haleng.J ,Pincemail.J , Defraigne.J.O , Charlier .C, Chapelle.J.P ., Halliwell, B.2011.**Free radicals and antioxidants - quo vadis? Trends PharmacolSci, 32(3), 125-130.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

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

**\_Herrera E. and Barbas C. (2001)** Vitamin E: action , metabolism and perspectives. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 57, 43-56.

**\_Hodek, P., Trefil, P., Stiborova, M. (2002).** Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chem. Biol. Interact*, 139: 1–21.

**\_MORINE..(2008).** Aloevera (L.)Burm.F. : Aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse de doctorat, Université de Nantes , 207p.

**Hutter JA, Salmon M, Stavinoha WB, Satsangi N, Williams RF, Streeper RT, et al.**

**(1996).** C-glucosylchromone anti-inflammatoire d'Aloebarbadensis. *J Nat Prod.* 59: 541-3.

**Hu, H., Hu, X., & Qiuhui, H. (and Qiuhui 2003).** Evaluation of antioxidant potential of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7788–7791.

*Bulletin of the New York Academy of Medicine*, , 66:647–659.

**\_Hunin M, Grassart E, Isrrin P, Goetz P, Parie M, Perrey F. 2008 :** plantes médicinales

publie par sélection du Reader's Digest .DEUXIEME EDITION-deuxième

tirage .parie .Bruxelles .Montréal. Zurich. ISBN: 978-2-7098-2021-9.

**\_Huang, D., Ou, B., Prior, R.I. (2005).** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J.*

*Agric. Food Chem*, 53: 1841-1856.

### **I**

**\_Ito N., Fukushima S., Hagiwara A., Shibata M. and Ogiso T.**

**(1983)** Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *Journal of the National Cancer Institute*, 70, 343-352.

**J**

**\_JIRI S., MARKETA R., OLGA K., PETR S., VOJTECH J., LIBUSE T., LADISLAV H., MIROSLAVA B., JOSEF Z., IVO P., RENE K., 2010.** Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages. *Molécules* . (15): 8618-8640.

**Jia, Y.; Zhao, G.; Jia, J.** Preliminary evaluation: The effects of *Aloe ferox* Miller and *Aloe arborescens* Miller on wound healing. *J. Ethnopharmacol.* **2008**, *120*, 181–189.

**Jones PJ, Ntanios FY, Raeini-Sarjaz M, Vanstone CA. 1999.** Cholesterol-lowering efficacy of a sitostanol-containing phytosterol mixture with a prudent diet in hyperlipidemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 1144-1150.

**\_Jump up- Hughes, R.E. (1964)**Reduction of dehydroascorbic acid by animal tissues. *Nature*, 203 (4949), 1068–9.

**K**

**\_Kammoun, M., Miladi, S., Ali, Y.B., Damak, M., Gargouri, Y. and Bezzine, S. 2011.** In vitro study of the PLA2 inhibition and antioxidant activities of *Aloe vera* leaf skin extracts. *Lipids in Health and Disease* 10:30.

**\_ Kamal, T.** Aloe vera gel Facilitates Reepithelialization of the Cornea in Normal and Diabetic Rat. **2015**, 2019–2026.

**\_K. Bouhadjra(2011)**, étude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

**\_Kelouili Abir Felle et Bouchentouf Zohra 2018**,mémoire de fin d'étude master en science alimentaires spécialité nutrition et pathologie polyphénol et activité antioxydante de l'Aloe Vera.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_Kening, Y., Vincenzo, D. L., & Normand, B. (1995).** Création of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato to phytophthora infestans. *The Plant Cell*, 7, 1787 – 1799.

**\_Koo MWL.1994.** *Aloe vera*: Antiulcer and antidiabetic effects, *Phytother. Res.*, **8**: 461- 464.

**\_Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C., Abdely.C. (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant. Physiol Bioch*, 45: 244-249.

**Kubola J. et Siriamornpun S. 2008.** Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf stem and fruit fraction extracts in vitro. *Food Chemistry*. 110(4): 881-890.

**\_Kumaran A, Karunakaran R.** Activity-guided isolation and identification of free radical-scavenging components from an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry* 2007; 100: 356–361.

### **L**

**\_Lahouel, M., Amedah, S., Zellagui, A., Touil, A., Rhouati, S., Benayache, F., Leghouchi, E and Bousseboua, H. (2006).** The interaction of new plant flavonoids with rat liver mitochondria: relation between the anti and prooxydant effect and flavonoids concentration. *Thérapie*, vol 61, N 4, p 347-355.

**Lanjhiyana, S., Garabadu, D., Ahirwar, D., Bigoniya, P., Rana, A.C., Patra, K.C., Lanjhiyana, S.K. and Karuppaih, M. 2011.** Antihyperglycemic potential of *Aloe vera* gel in experimental animal model. *Annals of Biological Research* 2(1): 17-31.

**\_Lawrence, R.; Tripathi, P.; Jeyakumar, E.** Isolation, purification and evaluation of antibacterial agents from *Aloe Vera*. *Brazilian J. Microbiol.* **2009**, *40*, 906–915.

**\_Lee KY, Weintraub ST, Yu BP.** Isolation and identification of a phenolic antioxidant

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

from Aloe barbadensis. Free Radical Biology & Medicine 2000; 28: 261–265.

**Lee, S., Do, S. G., Kim, S. Y., Kim, J., Jin, Y., & Lee, C. H. (2012).** Mass spectrometry based metabolite profiling and antioxidant activity of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) in different growth stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 11222–11228.

**Lee, K.W., Hur, H.J., Lee, C.Y. (2005).** Antiproliferative effects of dietary phenolic substances and hydrogen peroxide. J. Agric. Food Chem, 53 : 1990-1995.

**Leong, LP., Shui, G. (2002).** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chem, 76: 69-75

**LEVY L. (1969).** Carrageenan paw edema in the mouse, Life Sci 8, pp 601-606.

**Li, C., Oldham, C.D., May, S.W.N. (1994).** N-Dimethyl-1,4-phenylenediamine as an alternative reductant for peptidylglycine. Alpha-amidating mono-oxygenase catalysis. Biochem.J, 300: 31-36.

**Lichtenstein AH, Deckelbaum RG. 2001.** AHA Science Advisory. Stanol/sterol ester-containing foods and blood cholesterol levels. A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism of the American Heart Association. Circulation 103: 1177-1179

**Liu, L.Y., Chen, X.D., Wu, P.A and Jiang. (2010).** Influence of Aloe polysaccharide on proliferation and hyaluronic acid and hydroxyproline secretion of human fibroblasts in vitro. Q Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao: p 256-262.

**LORENZETTI., SALISBURYR., BEALJ., BALDWINJ..1964-**Bacteriostatic Property of Aloevera. J. Pharmacol., Sci., 3, 1287. p104.

**Loche, J. (1966).** Contribution à l'étude des polyphénols de la plante de tabac (Seita, ed). Ann de la direction des études et de l'équipement, France, 3 : 15.

**Luximon-Ramma A, Bahorun T, Soobrattee MA, and Aruoma OI 2002.** Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

Cassia fistula. J. Agric. Food Chem.; 50: 5042-5047.

### **M**

**\_MAUJ-L. HUANG P-N. HUANG S-J. (2004)** Antioxydant properties of methanolic extracts from two kinds of Antrodiacamphorata mycelia. Food Chemistry.86 : 25-31.

**\_MAJINDA R.R.T., ABEGAZ B.M., BEZABIH M. (2001)** Resent resultants from naturel product resarch at the university of Botswana, Pure. Appl. Chem. 73 (7) : 1197-1208.

**\_Maisuthisakul P., Suttajit M. and Pongsawatmanit R. 2007.**Assessment of phenolic contentand free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. Food Chemistry, 100: 1409-1418.

**\_Mau J. L.,Tsai S. Y.,Tseng Y. H.and Huang S. J., 2005.** Antioxidant properties of Methnolic extracts from Ganoderma tsugae.Food chemistry., 93:641-649.

**\_Manian, R., Anusuya, N., Siddhuraju, P., Manian, S. (2008).** The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts ofCamelliasinensis (L.)

O. Kuntz, Ficusbengalensis L. and Ficusracemosa L. Food Chemistry 107, 1000–1007

**–Masella R., Di Benedetto R., Vari R., Filesi C. and Giovannini C.(2005)** Novel mechanisms of natural

antioxidant compounds in biological systems: Involvement of glutathione and glutathionerelated enzymes. Journal of Nutritional Biochemistry, 16, 577–586.

**\_Marcheix, J., Fleuriet, A., and Jay-Allemand, C. (2005).** "Les composés phénoliques des végétaux."

**\_MAATAOUI B S., HMYENE A., HILALI S., 2006.**Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (Opuntia ficus indica). Lebanese Science Journal. (1):3-8.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_Merghem, R. (2009).** Eléments de biochimie végétale. Editions Bahaeddine Algérie, p 111, 123.

**\_Menvielle-Bourg J. F.2005.** Le superoxydedismutase, puissant antioxydant naturel, désormais disponible par voie orale .Phytothérapie. 3, 118-121.

**\_Mette.M.B. 2006.**Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances  
Nutritional manipulation of oxidativestress:review of the evidence. 48–53.

**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 bioproducts processing, 90: 17–2.

**\_MEDDOUR A., YAHIA M., BENKIKI N., AYACHI A., 2013.**Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *capparisspinosa* l. Lebanese Science Journal. Vol 14 (1): 52p.

**MiLée E, Bai H-W, SikLee S, Hyun Hong S, Cho J-Y, Chung B. 2012 .**Gamma *irradiation* improves the antioxidant activity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis miller*) extracts. Radiation Physics and Chemistry 81: 1029–1032.

**Miladi, S. and Damak, M. 2008.** In vitro antioxidant activities of Aloe vera leaf skin extracts. Journal de la Societe Chimique de Tunisie 10: 101-109.

**Michayewi Natacha (2013).** L' Aloevera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Thèse de doctorat. Université de lorraine. P : 33-76.

**\_MICHAYEWICZ N., 2013 -** L' Aloevera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle? Thèse Doctorat, Université de Lorraine, France, 149p.

**\_Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C.(2000).**The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. PharmacolRev, 52: 673-839

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**Miladi, S. and Damak, M. 2008.** In vitro antioxidant activities of Aloe vera leaf skin extracts. *Journal de la Societe Chimique de Tunisie* 10: 101-109.

**\_Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993).** A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci*, 84: 407–412.

**Moniruzzaman, M., Begum. R., Sohel, A., Amrita B., Ibrahim, K and Siew, H.G.(2012).** *In Vitro* Antioxidant Effects of *Aloe barbadensis* Miller Extracts and the Potential Role of These Extracts as Antidiabetic and Antilipidemic Agents on Streptozotocin Induced Type 2 Diabetic Model Rats. *Molecules*, (17), 12851-12867.

**\_Mompon, B., Lemaire, B., Mengal, P., Surbled, M. (1998).** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. Ed. INRA, Paris (les Colloques, N° 87).

**\_Montoro, P., Braca, A., Pizza, C., and De Tommasi, N. (2005).** "Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species." *Food Chemistry*, 92(2), 349-355.

**\_Mogale MA, Lebelo SL, Shai LJ, Eloff JN. 2011.** *Aloe arborescens* aqueous gel extract alters the activities of key hepatic enzymes and blood concentration of triglycerides, glucose and insulin in alloxan-induced diabetic rats, *Afr. J. Biotechnol*, **10**: 4242-4248.

**\_MOLYNEUX P., SONGKLANAKARIN J., 2004.** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Sciences Technology* .Vol 26 (2) : 211-219.

**\_Mukohata, Y., Nakabayashi, S., & Higashida, M. (1978).** Quercetin, an energy transfer inhibitor in photophosphorylation. *FEBS Lett*, 85: 215– 218.

## **N**

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

\_Naczka M and Shahidi F. (2003) Phenolics in food and nutraceuticals. Boca Raton, FL: CRC Press.

Nejatzadeh-Barandozi F. 2013. Antibacterial activities and antioxidant capacity of Aloe vera. Org. Med. Chem. Lett. 3: 1-8.

\_Nitsch, J.P., Nitsch, C. (1961). Synergistes naturels des auxines et des gibberellines. Bull. Soc. Fr, 26: 2237-2240.

\_Nijveldt, R. J., Nood, E., Hoorn, D. E., Boelens, P. G., Norren, K., Leeuwen, P. (2001). Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. Am. J. Clin. Nutr, 74 : 418–425.

\_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.

\_Normen L, Dutta P, Lia A, Andersson H. 2000. Soy sterol esters and a-sitostanol ester as inhibitors of cholesterol absorption in human small bowel. Am. J. Clin. Nutr. 71: 908-913.

\_Nshimiyimana D S and He Q. (2010) Radical Scavenging Capacity of Rwandan CTC Tea Polyphenols Extracted Using Microwave Assisted Extraction. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (6): 589-593.

\_NUR ALAM M., BRISTI N., RAFIQUZZAMAN M., 2013. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. (21) :145-149.

\_Nwanjo HU .(2006). Antioxidant activity of the exudate from *Aloe barbadensis* leaves in diabetic rats, *Biokemistri*, **18**: 77-81.

## **Q**

\_Okyar, A., Can, A., Akev, N., Baktir, G. and Sutlupinar, S. 2001. Effect of *Aloe vera* leaves on blood glucose level in type I and type II diabetic rat models. *Phytotherapy Research* 15:157–161.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_O'Kennedy, R., and Thornes, R.D. (ed) (1997).** Coumarins: Biology, Applications and Mode of Action. John Wiley & Sons Inc. New York. N.Y.

**\_OU B., HAMPSCH-WOODILL M., PRIOR R L., 2001.** Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.(49): 4619-4626.

**\_Owen, P. L and Johns, T. (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology* (64):149–160. 66.

**\_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 Longev*. Vol 2(2): 99–106.

## **P**

**\_Packer L., Kraemer K. and Rimbach G. (2001)** Molecular aspects of lipoic acid in the prevention of diabetes complications. *Nutrition*, 17, 888-895.

**\_ Pandey, R.; Mishra, A.** Antibacterial activities of crude extract of aloe barbadensis to clinically isolated bacterial pathogens. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **2010**, 160, 1356–1361.

**\_PERROT E.et PARISR.. 1971.** Les plantes médicinales. Tome 1, Ed. Presses universitaires de France, p.9.

**\_Popov, I., Lewin, G., Baehr, R. (1987).** Photochemiluminescent detection of antiradical activity. I. Assay of superoxide dismutase. *Biomed BiochimActa*, 46: 775–779

**\_PRIETO P., PINEDA M., AGUILAR M., 1999.** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal. Biochem.* (269): 337-341.

**\_PRIOR R L., HOANG H., GU L., 2003.** Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC (FL)) of plasma and other biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.* (51):3273-3279.

### R

**Ramadan MF. (2010).** Rapid antiradical method for screening deep fried oils .*Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 5: 47-50.

\_ **Rahman, I., Biswas, S.K., Kirkham, P.A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *BiochemPharmacol*, 72: 1439-1452.

\_ **Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., Satayavivad, J. (2007).** Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruits extract. *Food Chem. Toxicol*, 45: 328-336.

\_ **Reynolds, T.; Dweck, A. C.** Aloe vera leaf gel: A review update. *J. Ethnopharmacol.* **1999**, 68, 3–37.

\_ **Ré, D. B., Nafia, I., Nieoullon, A., Le Goff, L. K. et Had-Aissouni, L. 2005.** Stress oxydatif cérébral : les astrocytes sont-ils vulnérables aux faibles concentrations intracellulaires de glutamate ? Implications sur la survie neuronale. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 24(5), 502-509.

\_ **Reiter R.J. (2000)** Melatonin: lowering the high price of free radicals. *News in physiological sciences*, 15, 246–250

\_ **Ribereau. G. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod. Paris.

\_ **Rihane K et Benlaharche R. (2013)** activité antibactérienne des polyphénols et flavonoïdes d'extraits à partir de deux plantes médicinales : artémisia herba alba et ocimum basilicum sur escherichia coli et staphylococcus aureus. *Mémoire de master université de Constantine*.

\_ **Romani, A., Vignolini, P., Isolani, L., Tombelli, S., Heimler, D., Turchetti, B., & Buzzini, P. (2008).** In vitro radical scavenging and anti-yeast activity of extracts from leaves of Aloe species growing in Congo. *Natural Product Communications*, 3, 2061–2064.

\_ **RODRÍGUEZ ER, MARTÍN JD, ROMERO CD., 2010.** Aloe vera as a functional ingredient in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 50(4):305–26.

\_ROLLAND Y., 2004. Actualités des lipides en cosmétique .Antioxydants naturels végétaux. OCL. Vol 11(6) : 419 - 424.

### S

\_Sanchez-Moreno, C. (2002). Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in food and biological systems. Food Sci Tech Int, 8(3): 121-137.

\_Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J.A., Saura-Calixto, F. (1998).A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J. Sci Food. Agric, 76: 270–276.

\_Sanchez-Moreno C(2002) Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. Internat J Food SciTechnol 8: 121–37

\_SCHMELZERG.H., GURIB-FAKIMA., 2008.Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 11(1), Plantes médicinales 1, Fondation PROTA, p.94.

\_Scherer, R., Godoy, H.T. (2009). Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chem, 112: 654–658.

\_Schrader T.J. and Cooke G.M. (2000) Examination of selected food additives and organochlorine food contaminants for androgenic activity in vitro. Toxicological Sciences, 53(2), 278-88.

\_Scholz R.W., Graham K.S., Gumpricht E. and Reddy C.C. (1989) Mechanism of interaction of vitamin E and glutathione in the protection against membrane lipid peroxidation. Annals of the New York Academy of Sciences, 570, 514–7.

\_Scalbert, A. (1991).Antimicrobial properties of tannins.Phytochemistry, 30: 3875-3883.

\_SHAHZAD MN, AHMED N. 2013.Effectiveness of Aloe Vera gel compared with 1% silversulfadiazine cream as burn wound dressing in second degree burns. J Pak Med Assoc. 2013,63(2):225-30.

\_Shashank, M. and Vidhya V.I. 2011. Antioxidant and antiproliferative activities of a methanolic extract of *Aloe vera* leaves in human cancer cell lines. Journal of Pharmacy Research 4(8): 2791-2796.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**\_Sies W., Stahl W. et Sundquist A.R. 1992.** Antioxidant functions of vitamins; vitamin E and C, b-carotene and other carotenoids, In: Savberlich H.E. and Machlin L.Y. (Eds.), Beyond Deficiency, New Views on the Function and Health Effects of Vitamins. Annals of the New York Academy of Sciences.7–20.

**\_SINGLETON V L., ROSSI J A., 1965.**Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents.American Journal of Technology and Viticulture. (16) : 144-153.

**\_Silva E.M.;Rogez H.;et Larendelle Y. 2007.**Optimization of extraction of phenolics from *Inga edulis* leaves using response surface methodology .Separation and purificationTechnology.55.pp:381-387.

**\_Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., and Knez, Ž. (2005).**"Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities." Food Chemistry, 89(2), 191-198

**\_Soyun Cho, Serah Lee, Min Jung Lee, Dong Hun Lee, Chong Hyun Won, Sang Min Kim, Jin Ho Chungo(2009).** Dietary Aloe Vera supplementation improves facial wrinkles and elasticity and it increases the type I procollagen gene expression in human skin in vivo. Ann Dermatol. 21(1): 6-11.

**\_Stocker R., Yamamoto Y., McDonagh A. F., Glaser A. N. and Ames B. N. (1987)** Bilirubin is an antioxidant of possible physiological importance. Science, 235, 1043-1046.

**\_Stiger-Pouvreau, V. 2006 .**Connaissances chimiotaxonomiques du genre *Turbinaria* et études des composés de défense de différentes espèces de sargassacées des îles Salomon.Laboratoire d'écophysiologie et de biotechnologie des halophytes et des algues marines.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

\_ **Stalika C D (2007)** Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J. Sep. Sci.* 2007, 30, 3268–3295

\_ **Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L and Zhang Y. (2011)** Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki L.*) leaves. *Food Chem Toxicol.* 49: 2689-2696

### **T**

\_ **Tarnawski M, Depta K, Grejciun D, Szelepin B 2006.** HPLC determination of phenolic acids and antioxidant activity in concentrated peat extract - a natural immunomodulator. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*; 41: 182–188.

\_ **Tsimogiannins, D.I., Oreopoulou, V. (2006).** The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.

\_ **Tupe, R. S., Kemse, N. G. and Khaire, A.A. 2013.** Evaluation of antioxidant potentials and total phenolic contents of selected Indian herbs powder extracts. *International Food Research Journal* 20(3):1053-1063.

\_ **TUCKER AO, DUKE JA, FOSTER S., 1989.** Botanical nomenclature of medicinal plants. In: Cracker LE, Simon JE, eds. *Herbs, spices and medicinal plants*, Vol. 4. Phoenix, AR, Oryx Press, :169–242.

### **U**

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

### **V**

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

- \_ **Van Acker, S., van Balen, G.P., van den Berg, D.J., van der Vijgh, W.J.F. (1996).** Influence of iron chelation on the antioxidant activity of flavonoids. *Biochem.Pharmacol*, 56 : 935– 943.
- \_ **Valko M., Rhodes C. J., Moncola J., Izakovic M. and Mazura M. 2006.** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160: 1-40.
- \_ **Verykokidou-Vitsaropoulou, E., and Vajias, C. (1986).** "Methylated flavones from *Teucrium polium*." *Planta medica*, 52(05), 401-402.
- \_ **Villano, D., Fernandez-Pachon, M. S., Moya, M. L., Traoncoso, A. M. and Garciaparrilla, M. C. 2007.** Radical scavenging ability of phenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*. 71: 230-235.
- \_ **Vijayalakshmi D, Dhandapani R, Jayaveni S, Jithendra PS, Rose C, Mandal AB. 2012.** In vitro anti inflammatory activity of Aloe vera by down regulation of MMP-9 in peripheral blood mononuclear cells. *J. Ethnopharmacol.* 141: 542-546.
- \_ **Vidic, D., Taric, E., Alagic, J. and Maksimovic, M. 2014.** Determination of total phenolic content and antioxidant activity of ethanol extracts from *Aloe* spp. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina* 42: 5 -10.

### **W**

- \_ **Wayner, D. D. M., Burton, G. W., Ingold, K.U. et Locke, S. (1985).** Quantitative measurement of the total peroxy radical-trapping antioxidant capacity of human blood plasma by controlled peroxidation. *FEBS Letters*, 187: 33-37.
- \_ **WOLLGAST, J., ANKLAM, E., (2000).** Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International* 33, 423 – 447.

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

**Wu, P., Ma, G., Li, N., Deng, Q., Yin, Y and Huang, H. (2015).** Investigation of in vitro and in vivo antioxidant activities of flavonoids rich extract from the berries of *Rhodomyrtustomentosa* (Ait.) Hassk. *Food Chemistry* (173): 194–202.

### **Y**

\_ **Yao, L.H., Jiang, Y.M., SHI, J., Tomas-Barberan, F.A., Datta, N., Singanusong, R., Chen, S.S. (2004).** Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant. Food Hum. Nutr.*, 59 : 113-122

\_ **Yeh FT, Wu Ch&Lee HZ (2003).** Signaling pathway for aloe-emodin-induced apoptosis in human H460 lung non small carcinoma cell. *Int J Cancer* 106: 26-33.

\_ **Yoshida, H., Ishikawa, T., Hosoi, H., Suzukawa, M., Ayaori, M., Hisada, T., et al. (1999).** Inhibitory effect of tea flavonoids on the ability of cells to oxidize low density lipoprotein. *Biochem Pharmacol*, 58 : 1695–703.

### **Z**

\_ **Zhang, Y., Vareed, S.K., Nair, M.G. (2005).** Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. *Life Sci*, 76: 1465-1472.

\_ **Z. Hellal (2011),** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.

\_ **Z. Mohammedi (2005),** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région du Tlemcen , Thèse de magistère , Université-Abou Bakr Belkaid-Telemcen .

**Webographie**

<https://bu.umc.edu.dz/theses/biologie/BEN4223.pdf>

## **Etude de l'activité antioxydante d'une plante médicinale (Aloe Vera)**

---

# **Annexes**

## Les annexes

### Annexe 1 : Questionnaire

**Annexe 2 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon l'âge

Age	Nombre	pourcentage
[18_30]	48	40%
[30_40]	38	32%
[40_50]	24	20%
[50_60]	10	8%
Total	120	100%

**Annexe 3 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon le sexe

sexe	nombre	pourcentage
Homme	46	38%
Femme	74	62%
total	120	100%

**Annexe 4 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon le niveau intellectuelle

Niveau intellectuel	Nombre	Pourcentage
Néant	13	10%
Primaire	29	24%
Secondaire	32	26%
Universitaire	46	40%
Total	120	100%

**Annexe 5 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon le niveau socio-économique

Niveau socio-économique	Faible	Moyen	Bien	Très bien
Nombre	18	58	28	16
Pourcentage	15%	49%	23%	13%

**Annexe 6 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon la situation familiale

Situation familiale	Nombre	Pourcentage
Marié	72	60%
Célibataire	48	40%
Total	120	100%

**Annexe 7 :** Tableau présente la répartition des enquêtés selon l'origine.

Origine des enquêtés	Nombre	Pourcentage
Rurale	86	28%
Urbain	34	72%
Total	120	100%

**Annexe 8 :** Tableau présente le nombre et le pourcentage des parties de la plante utilisées.

Partie du plante utilisée	Nombre	Pourcentage
Gel	90	75%
Plante entière	18	15%
Feuille	12	10%
Total	120	100%

**Annexe 9 :** Tableau présente le rendement des extraits

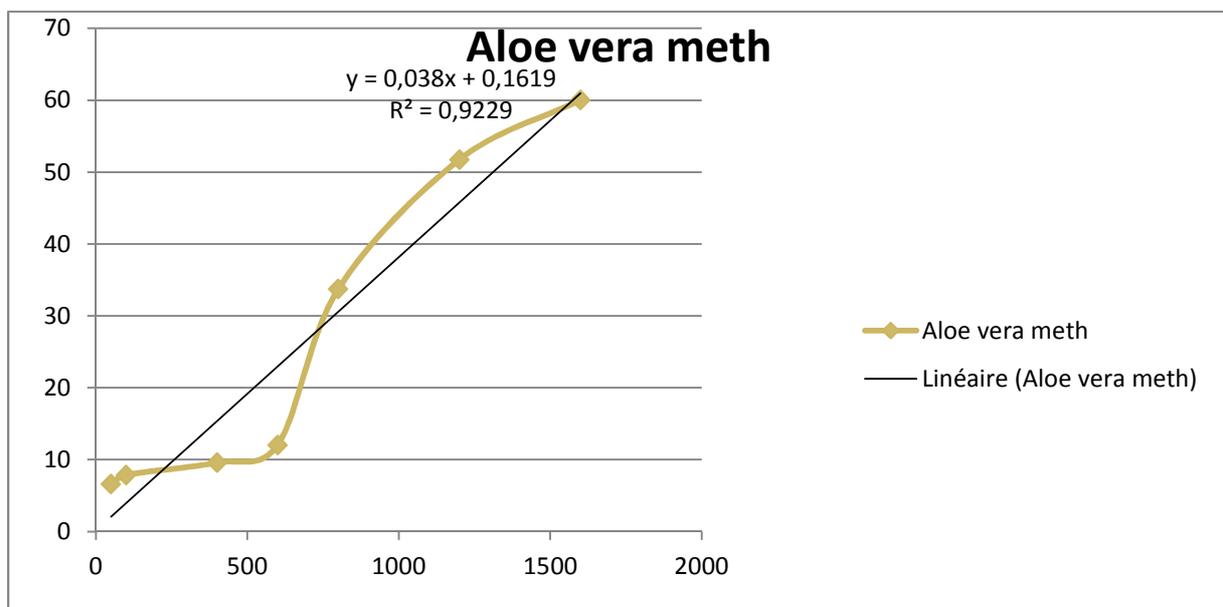
extrait	aqueux	méthanolique
rendement	34,85016667	29,33333333

**Annexe 10 :** Tableau présente les teneurs en polyphénol des extraits.

Extraits	teneur en polyphénol totaux
Aqueux	4,90mg
Méthanolique	6,09mg

**Annexe 11 :** Tableau présente les concentrations et les pourcentages d'inhibition d'extrait méthanolique.

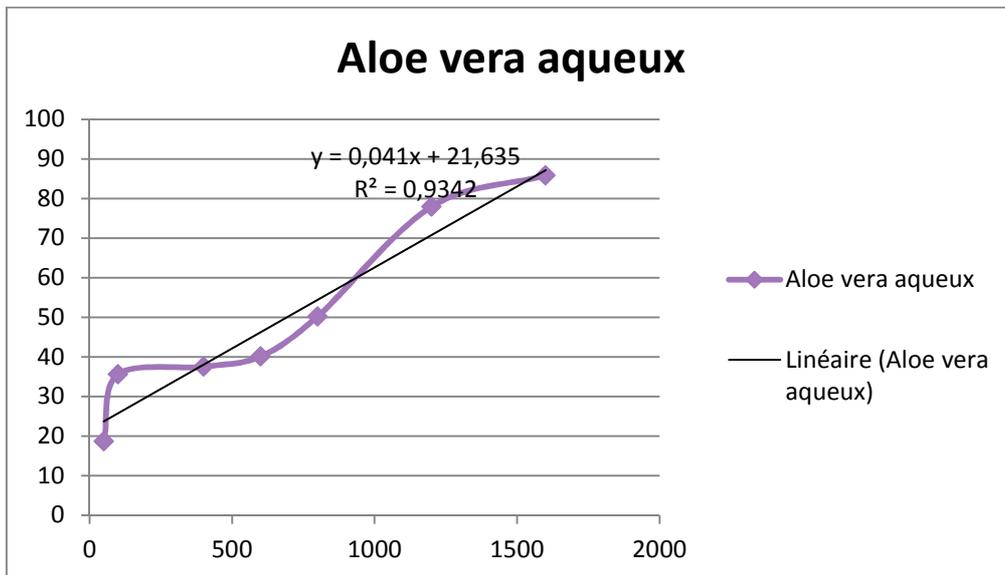
Concentratio	% Aloe vera méthanolique
50	6,606798552
100	7,882204603
400	9,581191197
600	12,05079629
800	33,73645311
1200	51,73184943
1600	60,05302033



**Annexe 12 :**

**Annexe 13 :** Tableau présente les concentrations et les pourcentages d'inhibition d'extrait aqueux.

Concentration	% Aloe vera aqueux
50	18,71452701
100	35,62074019
400	37,52881051
600	40,13046847
800	50,22182397
1200	77,95530016
1600	85,80681134

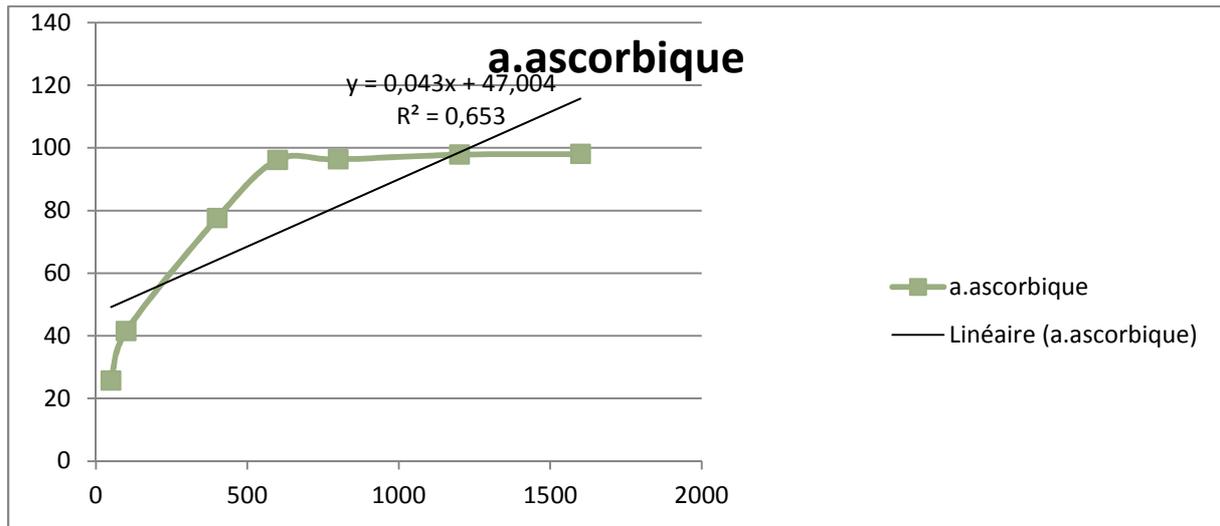


**Annexe 14 :**

**Annexe 15 :** Tableau présente les concentrations et les pourcentages d'inhibition de l'acide ascorbique

Concentration	% a.ascorbique
50	25,65688539
100	41,50283938
400	77,57253662
600	96,1635001
800	96,29074878

1200	97,85214152
1600	98,02048414



### Annexe 16 :

**Annexe 17 :** Tableau présente les maladies et les pourcentages

Maladie	pourcentage
les brûlures légères et sérieuses	14%
les piqûres d'insectes	10%
les infections cutanées	12%
les rides et le vieillissement de la peau	2%
les troubles gastro-intestinaux	20%
constipation	3.50%
les aigreurs d'estomac	8%
l'arthrose	2.50%
le rhumatisme	4%
taux de glycémie	6%
la congestion	5%
les ulcères	4.14%
la colite	2%

les hémorroïdes	2%
les infections urinaires	1.46%
les problèmes liés à la prostate	2.23%
l'acné	1.17%

**Annexe 18 :** Tableau présente les pourcentages d'inhibition a 1600 µg/ml

	%d'inhibition a 1600µg/ml
a.ascorbique	98,02%
e.méthanolique	60,05%
e.aqueux	85,80%

**Annexe 19 :** Tableau de matériels et réactifs.

Matériels	Réactifs
Balance de précision	Folin ciocalteau
Agitateur	Bicarbonat de sodium
Bain marie	Acide gallique
Spectrophotométrie	Acide ascorbique
Réfrigérateur	Dpph
Rotavapeur	Méthanol
Etuve	
Papier filtre	
Entonnoire	
Tubes a essai	
Spatule	
Verre de montre	
Bechers	

Pipette	
Micro pipette	