



*République Algérienne Démocratique Et Populaire*  
*Ministère De L'Enseignement Supérieure Et De La Recherche*  
*Scientifique*

**Université ABBES LAGHROUR-KHENCHELA**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

*Département : Sciences agronomiques*

*Mémoire*

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

**FILIERE : Sciences Biologiques**  
**OPTION : Biotechnologie végétale**

*Thème*

*Contribution à l'étude de quelques propriétés  
thérapeutiques d'Aloe vera*

*Présenté par:*

**MEKERESI Nawal**  
**BOUCHAREB Kenza**

**Jury de soutenance :**

**Président : KADI KENZA (M.C.A) Université ABBES Laghrou-Khenchela**  
**Promoteur : BENSIZERARA DJAMEL (M.C.B) Université ABBES Laghrou-Khenchela**  
**Examineur : MAZOUZ LAKHDAR (M.C.B) Université ABBES Laghrou-Khenchela**

**Promotion : 2017/2018**

---

Le travail a été réalisé au niveau de laboratoire pédagogique de l'université ABBES  
LAGHROUR

## *Remerciements*

*À l'occasion de l'élaboration de cette recherche la contribution à l'étude de quelques propriétés (phyto) thérapeutique d'Aloe vera*

*J'ai l'honneur de remercier tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier en premier lieu, mon encadreur Mr Bensizerara Djamel pour son encadrement, son soutien et ses orientations.*

*Nous remercierons également Mr Benghanem Monsaf pour son support et les orientations durant toute la réalisation de ce mémoire par ses conseils qui m'ont appris la patience.*

*Nous remercierons aussi les enseignants de notre faculté.*

*L'ensemble des personnes ayant contribué à cette étude.*

*À « KADI KENZA » de bien vouloir présider ce jury et d'examiner ce travail*

*À « MAZOUZ LAKHDAR » d'avoir accepté examiner et juger ce travail.*

*À mes parents, Merci de tout cœur car sans votre soutien et votre patience (parfois mise à rude épreuve), je n'en serai jamais arrivé là. Merci de m'avoir tant donné et d'être toujours présents.*

*À tous ceux que je n'ai pas cités mais qui sont tout de même présents dans mon cœur.*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	<b>Relation classe chimique / Solvant (d'après Snyder 1979)</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 02</b>	Rendement correspondant aux trois macérations avec (Méthanol à 99 % Ethanol à 99% et l'eau distillée)	<b>38</b>
<b>Tableau 03</b>	Résultats de mise en évidence des composées réducteurs	<b>38</b>
<b>Tableau 04</b>	Résultats de criblage des flavonoïdes.	<b>39</b>
<b>Tableau 05</b>	Résultats de criblage des Anthraquinones	<b>39</b>
<b>Tableau 06</b>	Résultats de criblage des saponosides.	<b>40</b>
<b>Tableau 07</b>	Résultats de criblage des triterpènes et stéroïdes	<b>40</b>
<b>Tableau 08</b>	Diamètres des zones d'inhibition des extraits de gel lyophilisé avec les différentes concentrations d'Aloé vis-à-vis des souches bactériennes	<b>41</b>
<b>Tableau 09</b>	Diamètres des zones d'inhibition des extraits de gel séché par l'étuve avec les différentes concentrations d'Aloé vis-à-vis les souches bactériennes	<b>44</b>
<b>Tableau 10</b>	Diamètres des zones d'inhibition des extraits de la partie verte avec les différentes concentrations d'Aloé vis-à-vis les souches bactériennes.	<b>46</b>

## Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Photo de l'espèce <i>Aloe barbadensis</i> Miller	04
Figure 02	Photo de feuille d' <i>Aloe barbadensis</i> Miller	04
Figure 03	Structure de la feuille d'un aloès sous un microscope optique	05
Figure 04	Photo de fleurs d' <i>Aloe barbadensis</i> Miller	05
Figure 05	Photo de fruit d' <i>Aloe barbadensis</i> Miller	05
Figure 06	La transition des métabolites primaire vers les métabolites secondaires (Sinauer, 2002).	15
Figure 07	<b>Staphylococcus</b> (a) <i>Staphylococcus aureus</i> , frottis coloré au Gram (×1.500) (b) Staphylocoques disposés en grappes de raisins image au microscope électronique à balayage (Claire et al., 2003).	23
Figure 08	<i>Escherichia coli</i>	24
Figure 09	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25
Figure 10	<i>Listeria monocytogenes</i> (Madigan et Martinko , 2007)	26
Figure 11	Prélèvement du gel d' <i>Aloe vera</i> .	26
Figure 12	Opération de la lyophilisation du gel.	31
Figure 13	Le déroule de la macération.	33
Figure 14	La préparation des dilutions.	34
Figure 15	Les différentes étapes de l'activités antibactérienne.	37

<b>Figure 16</b>	Résultats des du gel d' <i>Aloe barbadensis Miller</i> lyophilisé traduit sous forme d'histogramme.	<b>42</b>
<b>Figure 17</b>	<b>Résultat obtenu par test de l'extrait méthanolique du gel lyophilisée avec <i>Staphylococcus aureus</i></b>	<b>42</b>
<b>Figure 18</b>	Résultats des extraits du gel d' <i>Aloe barbadensis Mille</i> séché à l'étuve traduit sous forme d'histogramme.	<b>45</b>
<b>Figure 19</b>	Résultat obtenu par test de l'extrait aqueux du séché à l'étuve avec <i>Staphylococcus aureus</i>	<b>45</b>
<b>Figure 20</b>	Résultats des extraits de la partie verte d' <i>Aloe barbadensis Mille</i> traduit sous forme d'histogramme.	<b>47</b>
<b>Figure 21</b>	Résultat obtenu par test de l'extrait éthanolique de la partie verte avec <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<b>47</b>

<b>% :</b>	pourcentage
<b>µl :</b>	microlitre
<b>µm :</b>	unité micromètre
<b>A :</b>	Aloe
<b>Al :</b>	<i>Aloe barbadensis Miller</i>
<b>C :</b>	Carbone
<b>C° :</b>	degrés Celsius
<b>CHCl 3 :</b>	Chloroforme
<b>ECEH :</b>	enté hémorragiques
<b>Et al :</b>	et autre auteurs
<b>g :</b>	gramme
<b>GN :</b>	gélose nutritive
<b>h :</b>	Heur
<b>HCl :</b>	Acide chlorohydrique
<b>L :</b>	Listeria
<b>m :</b>	Mètre
<b>MeOH :</b>	Méthanol
<b>mg :</b>	milligramme
<b>Mg :</b>	Magnésium
<b>ml :</b>	millilitre
<b>mm :</b>	millimètre
<b>mn :</b>	minute
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> :</b>	Picrate de sodium
<b>Na<sub>2</sub>So<sub>4</sub> :</b>	Anhydre acétique
<b>OMS :</b>	organisation mondial de la sante
<b>P :</b>	<i>staphylococcus</i>
<b>R :</b>	rendement
<b>SHU :</b>	Syndrome hémolytique
<b>UV :</b>	ultra- violet

---

---

# ***TABLE DE MATIÈRE***

<b>Liste des tableaux</b>	i
<b>Liste des figures</b>	ii
<b>Liste des abréviations</b>	iii
<b>Introduction Générale</b>	01

## **Partie théorique**

### **Chapitre I : Généralités sur l'*Aloe vera***

I.1. Historique	03
I.2. Répartition géographique	03
I.3. Description Botanique	03
I.4. Classification	06
I.5. Parties Utilisées	06
I.6. Composition du Gel	06
I.6.1. Vitamines	07
I.6.2. Enzymes	07
I.6.3. Minéraux	07
I.6.4. Sucres	07
I.6.5. Anthraquinones	07
I.6.6. Stérols	07
I.6.7. Hormones	08
I.6.8. Acide salicylique	08
I.6.9. Acides aminés	08
I.6.10. Lignine	08
I.6.11. Saponines	08

II. Activités biologiques d' <i>Aloe barbadensis</i> Miller	08
II.1. Activités antiulcéreuse	08
II.3. Activité anticancéreuse	08
II.4. Activités antidiabétiques	09
II.5. Activité antioxydants	09
II.6. Activités Antihyperlipidémique	09
II.7. Activités Sur les dents et des gencives	09
II.8. Activités laxatifs	09
II.9. Activité Contre l'Herpès Génital	09
II.10. Activité Sur l'Ashme	10
<b>Chapitre II : La phytothérapie</b>	
I. La phytothérapie	11
I.1. Les plantes médicinales	11
II. Les métabolites primaires	11
II.1. Les glucides	12
II.1.1. Les intérêts et rôles des glucides	12
II.1.1.1. Rôle énergétique	12
II.1.1.2. Rôle structural	12
II.1.1.3. Rôle économique	13
II.2. Les acides aminés (aminoacides)	13
II.2.1. Aminoacides essentiels	13
II.2.2. Aminoacides secondaires	13
II.2.1. Les intérêt des acides aminés	13
II.3. Les lipides	13

II.3.1. Intérêt et rôles des lipides	14
III. Les métabolites secondaires	15
III.1. Les polyphenols	16
III.2. Les Flavonoïdes	16
III.2.1. Intérêts et effets biologiques des flavonoïdes	16
III.3. Les tanins	17
III.4. Les terpènes et stéroïdes	18
III.5. Les alcaloïdes	18
III.5.1. Les alcaloïdes vrais	19
III.5.2. Les pseudo-alcaloïdes	19
III.5.3. Les proto-alcaloïdes	19
III.6. Les Coumarines	19
III.7. Les Saponosides	19

### **Chapitre III : Activité antibactérienne**

I.1. Activité antibactérienne	21
II. composantes de l'activité antibactérienne	22
II.1. Antibiotique	22
II.2. Antibiogramme	22
II.3. Souches bactériennes testées	22
II.3.1. <i>Le staphylocoque doré (Staphylococcus aureus)</i>	22
II.3.2. <i>Escherichia coli</i>	23
II.3.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24
II.3.4. <i>Listeria monocytogenes</i>	25

---

## Partie expérimentales

### Chapitre IV : Matériels et méthodes

I. Matériel	27
I.1. Matériel végétal	27
I.2. Les souches étudiées	27
I.3. Les milieux de culture	27
I.4. Les produits chimiques et réactifs	27
I.5. Appareillage et Les instrumente	27
II. Méthodes	28
II.1. Screening phytochimique	28
II.1.1. Criblage des métabolites primaires	28
II.1.1.1. Les composés réducteurs	28
II.1.2. Criblage des métabolites secondaires	28
II.1.2.1. Criblage des composés phénoliques	28
II.1.2.2. Criblage des hétérosides cyanogénétiques	29
II.1.2.3. Criblage des saponosides	29
II.1.2.4. Criblage des stérols, stéroïdes et triterpènes.	30
II.2. préparation des extraits	30
II.2.1.préparation des échantillons	30
II.2.2. Séchage	31
II.2.3. Macération	32
II.2.4. Dilutions	34
II.2.5. Détermination du rendement	34
II.3. Étude de l'activité antibactérienne <i>d'Aloe vera</i>	34
II.3.1. Evaluation de l'activité antibactérienne	34
II.3.1.1. Les souches bactériennes utilisées	35
II.3.1.2. Préparation de milieu de culture	35
II.3.1.3. Préparation des disques	35
II.3.1.4. Stérilisation du matériel	35
II.3.1.5. Repiquage des espèces bactériennes	35
II.3.1.6. Préparation de l'inoculum	35

II.3.1.7. Préparation des suspensions bactériennes	36
II.3.1.8. Ensemencement et dépôt des disques	36
II.3.2. Tests de l'activité antibactérienne	36

## **Chapitre V : Résultats et discussion**

I. Résultats	38
I.1. Détermination du rendement	38
I. 2. Screening phytochimique	38
I.2.1. Métabolites primaires	38
I.2.1.1. Mise en évidence des glucides	38
I.2.1.1. 1.Mise en évidence des composés réducteurs	38
I.2.2. Métabolites secondaires	39
I.2.2.1. Criblage des Flavonoïdes	39
I.2.2.2. Criblage d'Anthraquinones	39
I.2.2.3. Criblage des saponosides	39
I.2.2.4. Criblage des triterpènes et stéroïdes	40
I.3. Résultats des tests antibactériens	40
II. Discussion	48
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	52

**A** travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des humains.

Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours aux propriétés curatives des plantes et que les traitements à base de ces dernières reviennent au premier lieu car l'efficacité des médicaments décroît vue leurs effets secondaires sur la santé publique (**Chahmi et al., 2015**).

L'utilisation des plantes en thérapeutique est très ancienne et connaît actuellement un regain d'intérêt. Il est possible d'utiliser les plantes entières ou les produits d'extraction qu'elles fournissent (**Marc et al., 2001**).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 6377 espèces de plantes sont utilisées en Afrique, dont plus de 400 sont des plantes médicinales qui constituent 90% de la médecine traditionnelle (**Adjanohoun et al., 1979**).

En 2004, près de 75% de la population africaine a eu recours aux plantes pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dits modernes

Nous nous intéresserons dans ce travail à *Aloe barbadensis Miller*, plus communément appelée *Aloe vera*, qui est de loin l'espèce la plus répandue dans l'industrie cosmétique, pharmaceutique et agro-alimentaire.

*Aloe barbadensis Miller (Aloe vera)* a une longue histoire d'utilisation en tant qu'agent thérapeutique avec de nombreux rapports propriétés médicales. Parmi ses propriétés thérapeutiques, il a été démontré qu'il possède des propriétés anti-inflammatoires activité immunostimulante (**Azfal et al., 1991; Malterud et al., 1993**) (**Ramamoorthy et Tizard, 1998**), et l'activité stimulatrice de la croissance cellulaire (**Rodriguez, 1988 ; Tizard et al., 1994**).

En outre, l'activité contre une variété d'agents infectieux a été attribuée à *Aloe vera*; par exemple, antibactérien (**Ferro et al., 2003**), antiviral (**Kahlon et al., 1991**) et anti-fongique (**Kawai et al., 1998**).

Dans ce contexte s'inscrit ce présent travail de recherche, dont le but principal est de l'évaluation de l'activité antibactérienne et les propriétés (phyto) thérapeutiques d'*Aloe barbadensis Miller*.

Ce travail qui est subdivisé en deux parties essentielles; initié par une synthèse bibliographique.

Dans la première partie et en premier chapitre la description (les caractères botaniques et la systématique) de notre espèce végétale, l'intérêt biologique et quelques travaux antérieurs réalisés sur cette plante, dans le deuxième chapitre la phytothérapie et les Métabolites secondaire, le troisième chapitre portera sur l'étude de l'activité antibactérienne (l'antibiogramme et les souches testées dans cette évaluation).

Dans la deuxième partie, nous avons envisagé la partie expérimentale qui se déroule en deux axes :

Dans le premier axe, on trouve les différents matériels du travail expérimental ainsi que le matériel végétal et les souches bactériennes utilisées et la réalisation de l'extraction, et les tests photochimiques. dans le deuxième axe, nous nous sommes intéressés à évaluer les pouvoirs antibactérien des extraits de la plante.

Enfin, nous avons rapporté les résultats obtenus, suivi par une discussion et en termine avec une conclusion générale et perspective.

## I.1. Historique

A travers les âges, l'Aloès a été vénéré par de nombreuses civilisations et cultures, tant et si bien qu'il a acquis le nom de plante divine. A l'heure actuelle, personne ne peut vraiment dire de quand datent les premières traces d'utilisation de l'aloès en tant que plante médicinale. Cependant, on dispose de nombreuses preuves qui montrent qu'il est utilisé depuis plus de 5000 ans, dans des régions du Monde aussi éloignées les unes des autres, telles que le sud de l'Europe, l'Asie, le nord de l'Afrique, l'Amérique et l'Extrême Orient (Michayewicz,2013).

On parle de l'espèce « *Aloevera* » dans les nombreux écrits mais bien souvent cette espèce était confondue avec d'autres espèces. (Michayewicz,2013).

## I.2. Répartition géographique

Les aloés semblent originaires d'Afrique du sud-est, et introduits plus tard en Afrique du Nord et le long du Nil. Les aloés ont ensuite gagné la péninsule Arabe, la Chine, les pays méditerranéens (Michayewicz, 2013).

C'est d'ailleurs en Afrique du sud que l'on trouve la plus grande diversité d'Aloés avec environ 135 espèces recensées. Aujourd'hui, les Aloés se trouvent à l'état naturel dans tous les pays proches des tropiques et ceux ayant une chaleur constante toute l'année, on peut citer l'Asie, les Antilles, les Bahamas, l'Amérique centrale (Mexique principalement), Madagascar et dans la plupart des pays de la région méditerranéenne, en l'occurrence l'Algérie (Schmelzer et al., 2008).

## I.3. Description Botanique

Il existe environ 350 à 400 espèces recensées d'aloés ; seulement une demi-douzaine est reconnue pour les vertus médicinales (Judd et al., 2002).

*Aloebarbadensis* Miller est une plante à aspect de rosette large à feuilles épaisses et charnues dont le diamètre peut atteindre 1 m 50,

Au centre de la rosette. S'élève la hampe florale dont l'extrémité porte les inflorescences.

Les inflorescences (groupe de fleurs), dans toutes les espèces, sont érigées soit sous forme de branches simples ou sous forme de panicules.

❖ **Fleurs** : elles sont jaunes, rouges, oranges, rarement blanchâtres (Roulier, 2001).

- Le périanthe est tubuleux.
- Les étamines sont de la même longueur ou un peu plus long que le périanthe.

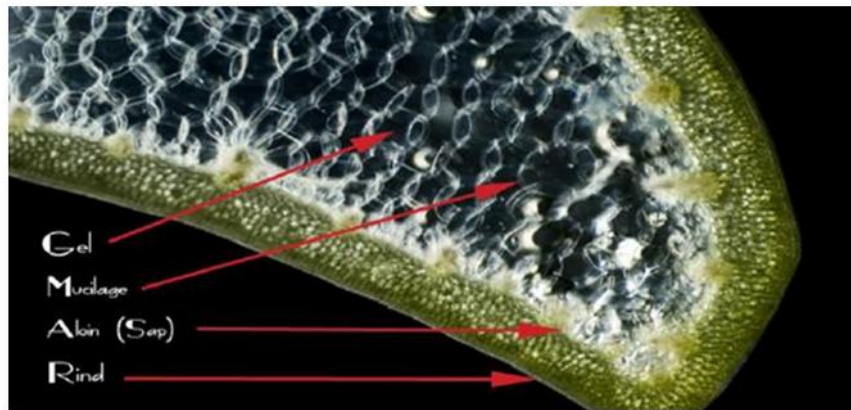
- L'ovaire supère est trigone à trois ou six sillons avec de nombreux ovules dans chaque loge.
- ❖ **Fruit** : c'est une capsule s'ouvrant sur trois fentes loculaires.
- ❖ **Graines**: elles sont nombreuses, aplaties et souvent ailées.
- ❖ **Feuilles** : elles sont garnies d'épines marginales en forme de fer de lance, différemment colorées du gris au vert. Ces feuilles sont réunies en rosettes denses au sommet d'un tronc robuste de longueur variable. (Boullard, 2001).



**Figure1:** photo de l'espèce *Aloebarbadensis* Miller.



**Figure 2:** photo de feuille d'*Aloebarbadensis* Miller.



**Figure 3 :** Structure de la feuille d'*Aloebarbadensis* Miller sous un microscope optique photonique.



**Figure 4:** photos de fleurs d'*Aloebarbadensis* Miller.



**Figure 5:** Photo de fruit d'*Aloebarbadensis* Miller.

#### I.4. Classification

*Aloevera* est une plante classée dans des familles différentes: Asphodélacées, Aloécées, Xanthorrhoeacées et Liliacées. Cette dernière est celle que l'on rencontre le plus souvent. Ceci s'explique par les deux systèmes de classification qui coexistent:

Dans la classification de Cronquist, parmi les 15 familles que composent l'ordre des Liliales, on distingue notamment les Liliacées et les Aloécées. Autrefois, l'*Aloe* était classé dans la famille des Liliacées, mais l'espèce a aujourd'hui sa propre famille : les Aloécées. Dans la classification d'APG III, la famille des Aloécées n'existe pas et les Aloès sont regroupés dans la famille des Xanthorrhoeacées..

**Régne :** Végétal

**Famille :** Xanthorrhoeaceae

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous-famille :** Asphodeloideae

**Sous-embranchement:** Angiospermes

**Genre :** Aloe

**Classe :** Monocotylédones

**Espèce :** *Aloebarbadensis* Miller

**Ordre :** Asparagales

(APGIII, 2009).

#### I.5. Parties Utilisées

Les feuilles sont les plus utilisées, car elles constituent un tissu de réserve qui contient un exsudat important appelé : le jus d'Aloès. Ce jus d'Aloès comprend en réalité deux substances : le suc d'Aloès et le gel d'Aloès (**Bruneton, 1993**).

Toujours selon Bruneton, le suc d'Aloès est contenu dans les cellules péri cycliques et s'écoule spontanément de la feuille coupée au niveau de la zone centrale des feuilles constituées par des cellules polyédriques se trouve un mucilage appelé : Gel d'Aloès.

Traditionnellement, le jus d'Aloès est obtenu par drainage ou écrasement des feuilles ; concentré par ébullition il donne après refroidissement une masse résineuse opaque de couleur brun foncé qui est la drogue d'Aloès connue sous le nom de «Barbaloine».

Il s'avère que la Barbaloine obtenue traditionnellement contient le suc d'Aloès et le gel d'Aloès (**Bensegueni, 2011**).

#### I.6. Composition du Gel

La composition chimique du gel *d'Aloebarbadensis* Miller est complexe. *Aloebarbadensis* Miller contient 75 constituants potentiellement actifs: vitamines, enzymes, minéraux, sucres, lignine, saponines, acides salicyliques, et acides aminés (**Atherton, 1998 ; Vogler, 1999**).

### I.6.1. Vitamines

La plante contient de nombreuses vitamines, y compris Les vitamines A, C et E, qui sont des antioxydants. Ça aussi contient de la thiamine, de la niacine, de la riboflavine, de la vitamine B12, de la choline et l'acide folique (Coats, 1979) L'antioxydant neutralise les radicaux libres.

### I.6.2. Enzymes

Les amylases, les lipases, les phosphatases alcalines, les cellulases, les catalases et les peroxydases sont des catalyseurs qui aident à la digestion en décomposant les graisses et les sucres. Les peptidases et les bradykinases carboxyles produisent un effet anti-inflammatoire en inactivant les bradykinines (Surjushe et al., 2008 ; Joseph et al., 2010) ainsi que les lectines donnent des effets anti-tumoraux (Kumar, 2010).

### I.6.3. Minéraux

Sodium, potassium, calcium, magnésium, sélénium, manganèse, cuivre, zinc, chrome et fer sont tous trouvés dans l'usine d'aloès. Ces minéraux jouent un rôle important dans le fonctionnement des enzymes, impliqué dans diverses voies métaboliques. Peu d'entre eux, agissent comme antioxydants (Surjushe et al., 2008).

### I.6.4. Sucres

Les sucres sont situés dans la couche mucilagineuse de la plante sous la croûte de la feuille. Ils comprennent les monosaccharides (glucose et fructose) et les polysaccharides (glucomannose et polymannose). Les polysaccharides agissent comme des immunomodulateurs (Green, 1996 ; Kumar, 2010) Glumannan est un bon hydratant et utilisé dans les produits cosmétiques (Chandegara et Varshney, 2013).

### I.6.5. Anthraquinones

Les exsudats jaunes rougeâtres amères, situé sous la croûte verte extérieure, contient les anthraquinones et leurs dérivés, Barbaloin, aloémodin 9-anthrone, Isobarbaloin, anthrone-C-glycosides et les chromones. Ce sont des composés phénoliques, traditionnellement connus sous le nom de laxatifs. Ces composés exercent un effet purgatif puissant utilisés en grande quantité, en petites quantités, ils semblent aider à l'absorption de l'intestin et sont des agents antimicrobiens puissants et possèdent des effets analgésiques (Joseph et al., 2010).

### I.6.6. Stérols

Ceux-ci comprennent le cholestérol, Campesterol, - Sitostérol et Lupéol. Tous ces composés possèdent des actions anti-inflammatoires, l'action du lupéol a également des propriétés antiseptique et analgésique (Coats, 1979 ; Surjushe et al., 2008).

### I.6.7. Hormones

Auxines et gibbérellines aident à la cicatrisation des blessure guérison et ont une action anti-inflammatoire (Sharmal et al., 2014).

### I.6.8. Acide salicylique

C'est un composé semblable à l'aspirine, et possède des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes (Sharmal et al., 2014).

### I.6.9. Acides aminés

Le gel d'*Aloe vera* fournit les acides aminés nécessaires pour la réparation et la croissance. Il comprend 20 des 22 acides aminés non essentiels et 7 sur 8 essentiels (Joseph et al., 2010).

### I.6.10. Lignine

C'est une substance inerte qui, lorsqu'elle est incluse dans préparations topiques, elle améliore l'effet pénétratif des autres ingrédients dans la peau (Surjushe et al., 2008).

### I.6.11. Saponines

Ce sont les substances savonneuses qui ont propriétés nettoyantes et antiseptiques (Surjushe et al., 2008)

## II. Activités biologiques d'*Aloebarbadensis Miller*

*Aloebarbadensis Miller* est largement appliquée pour soigner diverse affections sous forme de pommades, comprimés, gélules, jus ou poudres.

### II.1. Activités antiulcéreuse

Utilisée sous forme de gel pour prévenir et de guérir les ulcères gastriques, de stimuler les mucus et de réguler les sécrétions gastriques (Suvitayavat et al., 2004). L'*Aloebarbadensis Miller* et le gel à base de myrrhe se sont révélés efficaces pour réduire la taille de l'ulcère, l'érythème et l'exsudation, les ulcères de la bouche, les boutons de fièvre et les ulcères de jambe (Sims et Zimmermann, 1971).

### II.2. Activité anti-inflammatoire

Le gel d'*Aloebarbadensis Miller* présente de puissants effets anti-inflammatoires grâce à la présence d'anthraquinones et Chromone. Un apport de gel d'*Aloebarbadensis Miller* oral (2%) a été rapporté comme étant efficace pour diminuer la douleur et la taille de la plaie chez les patients atteints d'aphtes (Radha et Laxmipriya, 2015).

### II.3. Activité anticancéreuse

Les glycoprotéines et les polysaccharides présents dans *Aloebarbadensis Miller* en font un agent chimio-préventif puissant contre divers types de cancers (Reynolds et

**Dweck, 1999**). Ces agents stimulent le système immunitaire pour lutter contre le cancer (**Steenkamp et Stewart, 2007**).

#### **II.4. Activités antidiabétiques**

Le gel d'*Aloebarbadensis Miller* est un agent efficace contre le diabète de type 2. Il abaisse le niveau de glucose sanguin sans en perturber le niveau normal des lipides et les fonctions hépatique et rénale (**Hamman, 2008; Huseini et al., 2012**). Il a été proposé que le niveau de glucose sanguin soit abaissé en raison de son métabolisme accru (**Boudreau, et al., 2006**).

#### **II.5. Activité antioxydants**

Le potentiel antioxydant des extraits d'*Aloebarbadensis Miller* (feuille et fleur) été rapportés par Lopez et al., (2013). *Aloebarbadensis Miller* a un effet antioxydant utile dans le traitement de diverses maladies (**Hamman, 2008**).

#### **II.6. Activités Antihyperlipidémique**

Le gel d'*Aloebarbadensis Miller* possède une activité antihyperlipidémique ; il réduit efficacement le taux de cholestérol sanguin (15,4%), les triglycérides (25,2%) et le cholestérol LDL (18,9%) (**Mulay, 2014**). Donc risque réduit de maladies cardiovasculaires.

#### **II.7. Activités Sur les dents et des gencives**

*Aloebarbadensis Miller* est largement utilisé dans le domaine de la dentisterie pour traiter les complications dentaires, telles que soulagement de la douleur et accélérer la guérison après une chirurgie parodontale (**Eshun et He, 2004**). La gingivite et la parodontite sont traitées en utilisant l'*Aloebarbadensis Miller* pour réduire les saignements, le contrôle l'inflammation et arrêter le gonflement des gencives (**Sujatha et al., 2014**).

#### **II.8. Activités laxatifs**

Le gel d'*Aloebarbadensis Miller* est l'un des composés laxatifs les plus puissants et est utilisé traditionnellement pour traiter constipation (**Hamman, 2008**). Il est sans danger pour les mères qui allaitent (**Mulay, 2014**).

#### **II.9. Activité Contre l'Herpès Génital**

*Aloevera* est utilisée sous forme de crème pour prévenir et soignée l'Herpès Génital de l'homme, qui est une maladie sexuellement transmissible (**Syed et al., 2009**).

## II.10. Activité Sur l'Ashme

L'extrait d'*Aloevera* garder à l'obscurité pendant 3 à 10 jour à un effet bénéfique contre les branchait chronique ashmatiforme : cette effet disparaît si le patient a pris d'autre médicaments (Shida et al., 1985 ; Capasso et al., 1998;).

## I. La phytothérapie

La phytothérapie, du grec phyton qui veut dire plante therapeia qui signifie traitement, étudier l'utilisation des plantes en médecine (**Frederich, 2014**).

La phytothérapie est le traitement par les plantes, c'est-à-dire par la consommation ou l'utilisation de produits préparés à partir de plantes sans passer par une étape de sélection de molécules ; on ne consomme donc pas que le principe actif mais tout ce que contient la plante. Par ailleurs la phytothérapie requiert une connaissance parfaite des substances chimiques contenues dans un organe végétal et une bonne connaissance du mode d'emploi (**Bruneton, 1999**).

C'est une pratique fondée sur les avancées scientifiques qui recherche des extraits actifs des plantes. Les extraits actifs identifiés sont standardisés ; cette pratique conduit aux phyto-médicaments; selon la réglementation en vigueur dans le pays, la circulation des phyto-médicaments est soumise à l'autorisation de mise sur le marché (AMM). On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique (**Kasolem, 2009**).

### I.1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des plantes dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**El Sayed, 1993**). Elles sont impliquées dans différents secteurs sous formes de principes actifs, des huiles, des extraits, des solutions aqueuses ou organiques ou même telles qu'elles sont (**Faraj, 1995**). Elles contiennent, au niveau de ses organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. (**Farnsworth et al., 1986**).

L'Algérie, pays connu pour sa biodiversité, dispose d'une flore particulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémique et appartenant à plusieurs familles botaniques. Ce potentiel floristique constitué de plantes médicinales, toxiques et condimentaires, est peu exploré du point de vue chimique et pharmacologique.

A cet effet, il constitue à notre avis, une source non négligeable de recherche de substances naturelles (**Quezel et Santa, 1963**).

## II. Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont des molécules présentes dans toutes les cellules de l'organisme et indispensables à sa vie. Ce sont : les sucres, les acides aminés, les protéines et les acides nucléiques.

## II.1. Les glucides

Les glucides sont une classe de molécules organiques contenant un groupement carbonyle (aldéhyde ou cétone) et plusieurs groupements hydroxyle (-OH).

Les glucides étaient historiquement appelés hydrates de carbone, et sont toujours appelés *carbohydrates* en anglais. Leur formule chimique est basée sur le modèle  $C_n(H_2O)_p$  (d'où l'appellation historique). Cependant, ce modèle n'est pas valable pour tous les glucides, qui contiennent, pour certains, des atomes d'azote ou de phosphore (par exemple).

Ils font partie, avec les protéines et les lipides, des constituants essentiels des êtres vivants et de leur nutrition, car ils sont un des principaux intermédiaires biologiques de stockage et de consommation d'énergie. Chez les organismes autotrophes, comme les plantes, les sucres sont convertis en amidon pour le stockage. Chez les organismes hétérotrophes, comme les animaux, ils sont stockés sous forme de glycogène puis utilisés comme source d'énergie dans les réactions métaboliques, leur oxydation lors de la digestion des glucides apportant environ 17 kJ/g selon l'étude dans la bombe calorimétrique (Marks, 1998).

### II.1.1. Les intérêts et rôles des glucides

Les glucides sont des :

- Éléments de structure (exemple cerveau)
- Réserves énergétiques (glycogène)
- Composants de métabolites fondamentaux

Ils sont considérés maintenant comme des :

Signaux de reconnaissance

Déterminants antigéniques

#### II.1.1.1. Rôle énergétique

40 à 50 % des calories apportées par l'alimentation humaine sont des glucides.

Ils ont un rôle de réserve énergétique dans le foie et les muscles (glycogène).

#### II.1.1.2. Rôle structural

Les glucides interviennent comme :

Eléments de soutien (cellulose des végétaux), de protection et de reconnaissance dans la cellule.

Eléments de réserve des végétaux et animaux (glycogène, amidon).

Constituants de molécules fondamentales : acides nucléiques, coenzymes, vitamines.

Ils représentent un fort pourcentage de la biomasse car la plus grande partie de la matière organique sur la Terre est glucidique.

### **II.1.1.3. Rôle économique**

Industrie de transformation des sucres très importants.

## **II.2. Les acides aminés (aminoacides)**

Les acides aminés sont les éléments de base constituant les protéines. Ce sont des acides organiques contenant au moins une radicale amine ( $\text{NH}^2$ ) et un radical carboxyle ( $\text{CO}_2\text{H}$ ). On en compte une vingtaine dans la nature et 8 d'entre eux sont dits essentiels car indispensables à notre organisme qui ne peut pas les synthétiser (isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine) (Müller-Estrel 2007).

### **II.2.1. Aminoacides essentiels**

Isoleucine-Leucine-Lysine-Méthionine-Phénylalanine Théonine-Valine.

### **II.2.2. Aminoacides secondaires**

Acide aspartique –Acide glutamique -Alanine -Arginine -Cystine -Glycine -Hystidine  
Hydroxiprolin – Proline –Sérine –Tyrosine (Müller-Estrel 2007).

### **II.2.1. Les intérêt des acides aminés**

- Fournissent de l'énergie.
- Régularisent l'équilibre chimique.
- Interviennent dans la régénération des tissus.

## **II.3. Les lipides**

Les lipides constituent la matière grasse des êtres vivants. Ce sont des molécules hydrophobes ou amphiphiles, molécules hydrophobes possédant un domaine hydrophile très diversifiées, comprenant entre autres les graisses, les cires, les stérols, les vitamines liposolubles, les mono-di- et triglycérides, ou encore les phospholipides.

Les lipides peuvent se présenter à l'état solide, comme les cires, ou bien liquide, comme les huiles. Leur nature amphiphile conduit les molécules de certains lipides à s'organiser en vésicules, liposomes et micelles lorsqu'elles se trouvent en milieu aqueux. Cette propriété est à la base du vivant, permettant la formation de structures biologiques cellulaires, organites délimitées par des membranes constituées principalement de lipides.

Les lipides assurent par ailleurs diverses autres fonctions biologiques, notamment de signalisation cellulaire (signalisation lipidique) et de stockage de l'énergie métabolique

par lipogenèse, énergie ensuite libérée notamment par  $\beta$ -oxydation.

Les lipides biologiques dérivent essentiellement de deux types de composés jouant le rôle de briques élémentaires, les groupes cétoacycle d'une part et les unités isoprène d'autre part (Stryer et al., 1995).

De ce point de vue, ils peuvent être classés en huit catégories différentes :

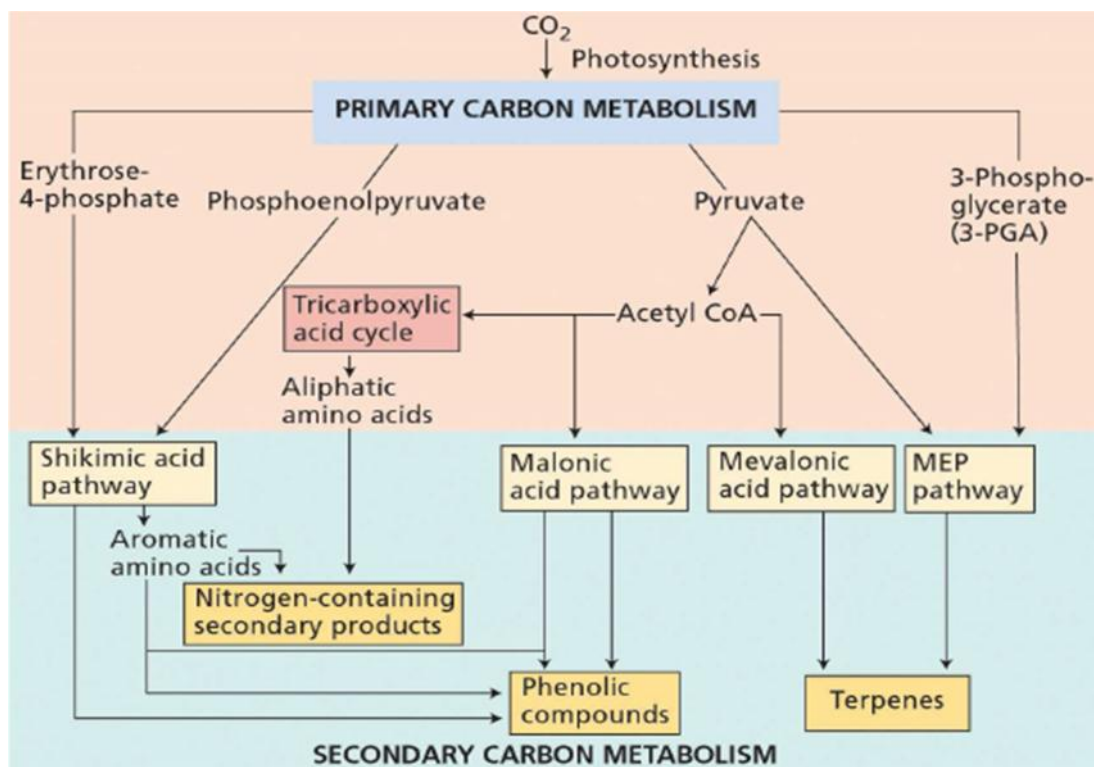
Les acides gras, les acylglycérols, les phosphoglycérides, les sphingolipides, les glycolipides et les polycétides, qui résultent de la condensation de groupes cétoacycle, auxquels s'ajoutent les stérols et les phénols, qui sont produits à partir d'unités isoprène.

Bien que le terme *lipide* soit souvent utilisé comme synonyme de *graisse*, ces deux termes ne sont pas équivalents car tous les lipides ne sont pas des graisses, les quelles correspondent *stricto sensu* aux seuls triglycérides. Les lipides englobent à la fois les acides gras et leurs dérivés y compris les mono-, di- et triglycérides ainsi que les phospholipides mais aussi les métabolites comprenant des stérols, comme le cholestérol (Stryer et al., 1995).

### II.3.1. Les intérêt et rôles des lipides

- Constitution des membranes cellulaires
- Messager intercellulaire et intracellulaire
- Substrat métabolique
- Procurent des éléments nutritifs essentiels au fonctionnement du corps.
- Assurent un rôle énergétique.
- Fournit de la chaleur.

**Figure 06:** La transition des métabolites primaire vers les métabolites secondaires (Sinauer, 2002).



### III. Les métabolites secondaires

Chez les plantes, il existe un métabolisme secondaire, c'est une exclusivité du monde végétal. Ces produits, à structure chimique souvent complexe et généralement décrits comme non essentiels pour la survie des plantes, sont très dispersés et très différents selon les espèces. Ils représentent une grande source potentielle d'agents thérapeutiques, et pourraient jouer un rôle dans la défense contre les herbivores, et dans les relations entre les plantes et leur environnement: plusieurs composés phénoliques participent à la filtration des UV ; les pigments floraux sont essentiels aux processus de pollinisation, et ils n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal comme la croissance ou la reproduction (**Gravot, 2008 ; Bhooshan et al., 2009**). Il existe différents types des métabolites secondaires, regroupant plusieurs dizaines de milliers de molécules différentes, généralement rassemblées en superfamilles chimiques tel que les polyphénols, les terpènes, les stérols et les alcaloïdes, etc (**Ouanes et Boumaarafi, 2017**).

### III.1. Les polyphénols

Les polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles et ayant, en outre, les propriétés habituelles des phénols (**Dangles et Brouillard, 1994**) ; ils sont produits par les plantes afin d'accomplir des fonctions précises, les plus notoires étant : Défense contre les moisissures et les bactéries phytopathogènes, la résistance à l'attaque des insectes et l'attraction des pollinisateurs. (**Bahorun, 1997**).

Les polyphénols sont répartis en plusieurs classes: Les flavonoïdes, Les acides phénoliques de types benzoïques ou cinnamiques les tanins, les hydrolysables, les stilbenes, les lignines et les subérines, Ces classes montrent une extrême variété d'activités biologiques (**Queiroz et al., 2005**) tel que; des activités anti-carcinogènes, anti-inflammatoires, antiathérogènes, anti-thrombotiques, analgésiques, antibactériens, antiviraux, (**Babar et al., 2007**) anti-allergènes, vasodilatateurs (**Falleh et al., 2008**) et antioxydants. (**Gomez et al., 2006**).

L'origine biosynthétique des composés phénoliques des végétaux est proche, tous dérivant de l'acide shikimique. 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**).

### III.2. Les Flavonoïdes

Les flavonoïdes au sens large sont des pigments quasiment universels des végétaux (**Rice et Miller, 1996**) Structuralement, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, dont les plus importantes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les dihydroflavonols, les isoflavones, les isoflavanones, les chalcones, les aurones et les anthocyanes. Ces diverses structures se rencontrent à la fois sous forme libre (aglycone) ou sous forme de glycosides.

#### III.2.1. Intérêts et effets biologiques des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines, bois... (**Grotewold, 2006**). Certains flavonoïdes sont spécifiques à certains tissus. Les anthocyanes sont plutôt localisés dans les parties externes des fruits, fleurs et feuilles.

Les chalcones se retrouvent plus fréquemment dans les pétales des fleurs ; ce sont des pigments naturels au même titre que les chlorophylles (couleur verte) et les caroténoïdes (nuances jaunes et orangées). Leur fonction principale est la pigmentation des

plantes (aspect esthétique). Quand ils ne sont pas directement visibles, ils contribuent à la coloration par leur rôle de Co-pigments (certaines flavones et flavonols) (**Grace et al., 1996**).

Les flavonoïdes, en particulier les anthocyanes, sont les seules molécules du règne végétal capables de produire une vaste gamme de couleurs, susceptibles de donner des teintes allant du jaune-orangé au bleu, en passant par le pourpre et le rouge (**Luigia et Giuseppe, 2006**).

Les flavones, aurones et chalcones donnent plutôt des couleurs jaune, beiges voire blanche, ou participent aux nuances produites par les anthocyanes et les caroténoïdes (**Grotewold, 2006**).

Un des rôles de la couleur chez les plantes est d'attirer les insectes et les oiseaux, qui jouent un rôle majeur dans la pollinisation et la dispersion assurant ainsi la reproduction de l'espèce (**Jaime et al., 2007**).

Les flavonoïdes, dissous dans les vacuoles à l'état d'hétérosides, s'accumulent dans les cellules épidermiques, assurant la protection des tissus contre les rayonnements solaires nocifs. On prête à certains flavonoïdes (phytoalexines), un rôle de défense contre les prédateurs et les pathogènes (**Stobiecki et al., 2006**).

### III.3. Les tanins

Les tanins sont des métabolites secondaires polyphénoliques très répandus dans le règne végétal, (**Ghestem et al., 2001 ; Khanbabae et Ree, 2001**), hydrosolubles de masse molaire entre 500-2000D. A la base de leur caractéristique structurale, il est possible de diviser les tanins en 2 groupes : Tanins condensés (pro-anthocyanidines) qui sont des polymères ou oligomères flavanique avec un degré de polymérisation entre deux et plus de 50 unités et les tanins hydrolysables qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénolique. Tous les organes végétaux peuvent en renfermer (l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits, les racines, les graines) (**Khanbabae et Ree, 2001**).

Les tanins sont présents dans une variété de plantes utilisées dans l'alimentation notamment les céréales et légumineuses et les fruits comme (**Peronny, 2005**). Le rôle biologique des tanins dans la plante est lié à sa propre protection contre les infections, les insectes et les animaux herbivores (**Khanbabae et Ree, 2001**), en plus de la protection contre les attaques fongiques et bactériennes. (**Peronny, 2005**).

Les tanins montrent plusieurs activités biologiques ils ont un effet anti-diarrhéique, vasoconstricteurs, antiseptique, (**Okuda et al., 1983**). antioxydantes antiparasitaires, antimicrobienne (**Hatano et Mesbahi, 2005**). Les tanins ont aussi des propriétés proches de celles des flavonoïdes : augmentation de la résistance capillaire, diminution de la perméabilité capillaire et stabilisation du collagène. (**Bruneton, 1999**).

#### III.4. Les terpènes et stéroïdes

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 de molécules différentes et de caractère généralement lipophiles, leurs grandes diversités due au nombre de base qui constituent la chaîne principal de formule  $(C_5H_8)_n$  selon la variation de nombre n, dont les composés monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, (**Wichtl et Anton, 2009**). Ces molécules présentent en forme des huiles essentielles ; parfums et goût des plants, pigments (carotène), hormones (acide abscissique), des stérols (cholestérol). Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques, possèdent moins de 30 atomes de carbone, synthétisés à partir d'un triterpène acyclique.

Chez toutes les plantes on trouve ces composés liées avec un groupement alcool qu'ils nommés les stérols ; prenant une forme plane, glycosylée, analogues du cholestérol qui ne diffèrent de celui-ci que par leur chaîne latérale comme : -Sitostérol, Stigmastérol (**Hopkins, 2003**).

#### III.5. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des métabolites décrivent des matières protéiques. (**Bouloux, 2000**), On les trouve principalement chez les végétaux, mais aussi chez les animaux et chez certains micro-organismes.

Leur structure chimique de base est un hétérocycle azoté sauf pour quelques substances dans lesquelles l'azote est extra cyclique (c'est le cas de la colchicine et de l'éphédrine par exemple). Il existe plus de six mille alcaloïdes mais ce chiffre est en constante augmentation (**Judd et al., 2002**).

Les alcaloïdes sont utilisés dans plusieurs médicaments, ils affectent chez l'être humain le système nerveux particulièrement les transmetteurs chimiques tels l'acétyl choline, norepinephrine, acide aminobutyrique (GABA), dopamine et la sérotonine d'autres effets pharmacologiques sont attribués également aux alcaloïdes telles que l'effet analgésique (cocaïne), anticholinergique (atropine), anti-malaria (quinine), antihypertensive (réserpine), antitussive (codéine), stimulant centrale (caféine), dépressant

cardiaque et diurétique narcotique (morphine), anti-tumeur et sympathomimétique (éphédrine). (Badiaga *et al.*, 2011).

On distingue:

### III.5.1. Les alcaloïdes vrais

Qui sont des substances d'origine naturelle et de distribution restreinte, de structure souvent complexe, azotée (atome d'azote inclus dans un hétérocycle) et de caractère basique

### III.5.2. Les pseudo-alcaloïdes

Qui sont des métabolites présentant les caractéristiques des alcaloïdes vrais, excepté leur origine biosynthétique

### III.5.3. Les proto-alcaloïdes

Qui sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique, ont une réaction basique et sont élaboré in vivo à partir d'acides aminés (Bruneton, 2009).

### III.6. Les Coumarines

Les coumarines sont des substances naturelles connues, Il s'agit de composés à neuf atomes de carbone possédant le noyau benzo (2 H) -1 pyranone- (Hamimed, 2009).

Les coumarines se localisent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines, elles sont fréquemment à l'origine des hétérosides (Benkiki, 2006).

Ils sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes. (Belfadel, 2013).

Les coumarines sont des composés aromatiques dérivant de l'acide O-hydroxy Zcinnamique, de même que la coumarine elle-même dérive de l'acide orthocoumarinique. (Mansour *et al.*, 2009).

### III.7. Les Saponosides

Mot latin « sapon », l'herbe à savon. Ils sont des métabolites secondaires hétérosidiques présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins. Ces molécules sont connues pour leur propriété tensio-active ou encore leur capacité à lyser les globules rouges (hémolyse). (Belfadel, 2013).

L'hydrolyse d'une saponine, par l'action d'un acide ou d'enzyme, produit un sucre ou plusieurs (dont souvent le glucose) et un aglycone nommé sapogénine selon que cette dernière étant, soit un triterpène, soit un stéroïde. On distingue les saponines triterpènes et les saponines stéroïdiques, certains auteurs distinguent une troisième catégorie de

saponines ; celles des amines stéroïdiques qui sont traitées par d'autres comme des alcaloïdes stéroïdiques. (Saihi, 2011).

### I.1. Activité antibactérienne

Malgré les avancées spectaculaires dans les recherches pharmaceutiques, l'apparition et le développement de bactéries résistantes aux antibiotiques est devenu un défi médical mondial. Les professionnels de la santé ne cachent pas leurs inquiétudes suite aux développements des bactéries multi-résistantes. Ces dernières provoquent des infections qui ne réagissent plus aux antibiotiques. Selon l'OMS, plus de 1,4 million de personnes dans le monde sont victimes des infections nosocomiales provoquées par les bactéries résistantes aux traitements et contractées lors des soins médicaux. Il est à noter que 70% des infections nosocomiales lourdes sont osseuses. Les fréquences maximales ont été rapportées dans les hôpitaux des régions de la Méditerranée orientale et de l'Asie du Sud-Est (11,8% et 10,0% respectivement), et la prévalence atteignait 7,7% en Europe et 9,0% dans le Pacifique occidental.

Par ailleurs, les plantes possèdent un système de défense naturelle très efficace, basé sur la biodiversité de leurs métabolites secondaires. Cette diversité, des groupes structuraux et fonctionnels, permet de se protéger efficacement contre de nombreux pathogènes tels que les bactéries, les champignons et les virus. Les plantes synthétisent, de manière constitutive ou induite, une multitude de molécules antimicrobiennes (**Jones et Dangl, 2006 ; Gibbons et Coll., 2008**), d'où l'intérêt de la recherche et le développement de la phytothérapie. Justement dans cette optique, plusieurs instituts de recherches ont procédé à des investigations dans l'étude de l'activité biologique de plantes médicinales originales de diverses régions du monde. Ces travaux sont basés sur l'usage populaire des espèces natives. Certains extraits et huiles essentielles de plantes se sont montrés efficaces dans l'inhibition de la croissance d'une grande variété de souches bactériennes.

D'autre part, les risques de contamination microbienne provenant de la manipulation et la conservation des aliments sont de plus en plus fréquents. En outre, la demande croissante à des méthodes de conservation des aliments avec des produits naturels, nécessite le développement de nouvelles méthodes de conservation basées sur l'ajout d'extraits de plantes. Ces méthodes de conservation représentent un besoin vital et pourraient éventuellement être une alternative aux antimicrobiens de synthèse. Il est donc nécessaire de développer des outils aiguisés pour tester l'activité antimicrobienne des produits naturels. On rapporte ci-dessous quelques techniques d'analyse de l'activité antibactérienne (**Jones et Dangl, 2006 ; Gibbons et Coll., 2008**).

## II. composantes de l'activité antibactérienne

### II.1. Antibiotique

On appelle « Antibiotique » toute substance naturelle d'origine biologique élaborée par un organisme vivant, substance chimique produite par synthèse ou substance semi synthétique obtenue par modification chimique d'une molécule de base naturelle ayant les propriétés suivantes :

\*Activité antibactérienne

\*Activité en milieu organique

\*Une bonne absorption et bonne diffusion dans l'organisme

Les antibiotiques ont la propriété d'interférer directement avec la prolifération des microorganismes à des concentrations tolérantes par l'hôte. (**Boissier et al., 1993 ; Acar, 1998 ; Derety, 1999**).

### II.2. Antibiogramme

Un antibiogramme est une technique de laboratoire visant à tester la sensibilité d'une souche bactérienne vis-à-vis d'un ou plusieurs antibiotiques supposés ou connus. Le principe consiste à placer la culture de bactéries en présence du ou des antibiotiques et à observer les conséquences sur le développement et la survie de celle-ci.

On peut par exemple placer plusieurs pastilles imbibées d'antibiotiques sur une souche bactérienne déposée dans une boîte de Pétri. Il existe trois types d'interprétation selon le diamètre du cercle qui entoure le disque d'antibiotique : souche ou bactérie sensible, intermédiaire ou résistante (**Moulin, 1990 et Melton, 2001**).

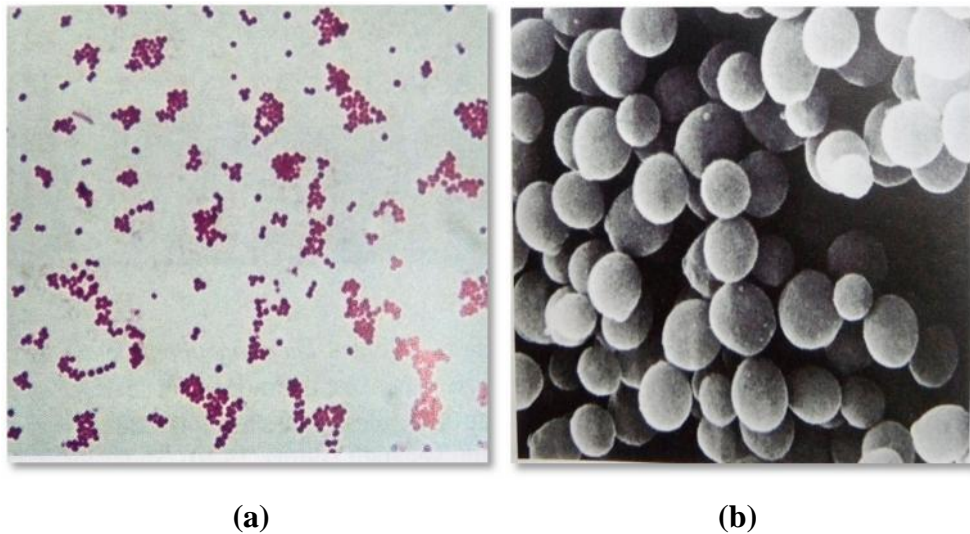
### II.3. Souches bactériennes testées

#### II.3.1. *Le staphylocoque doré (Staphylococcus aureus)*

*Staphylococcus aureus* est une *Cocco bactérie* Gram positif, catalase positive appartenant à la famille des *Staphylococcaceae*. Il a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 µm, est immobile, aspérule et facultativement anaérobique (sauf *S. aureus anaerobius*); il est habituellement disposé en grappes : Photo N°4, De nombreuses souches produisent des entérotoxines staphylococciques, la toxine super antigénique du syndrome de choc toxique (TSST-1) et des toxines exfoliatives.

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau (**Becker et al., 2004**).

- **Classification**
- ❖ **Règne** : *Bacteria*
- ❖ **Embranchement** : *Firmicutes*
- ❖ **Classe** : *Bacilli*
- ❖ **Ordre** : *Bacillales*
- ❖ **Famille** : *Staphylococcaceae*
- ❖ **Genre** : *Staphylococcus*
- ❖ **Non binominal** : *Staphylococcus aureus*

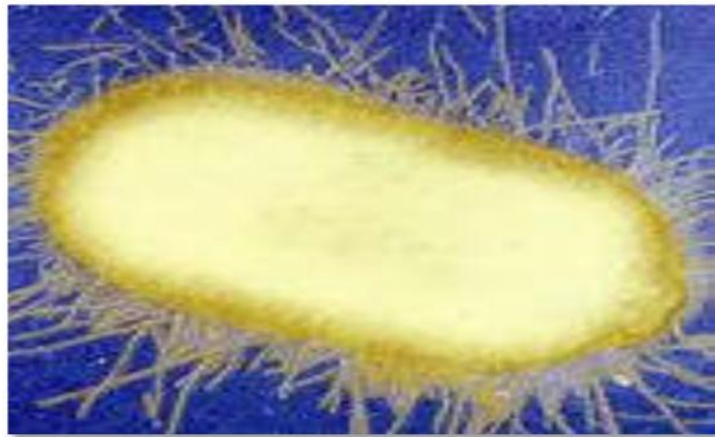


**Figure 07: Staphylococcus** (a) *Staphylococcus aureus*, frottis coloré au Gram ( $\times 1.500$ ) (b) Staphylocoques disposés en grappes de raisins image au microscope électronique à balayage (Claire et al., 2003).

### II.3.2. *Escherichia coli*

Un bacille à gram négatif, de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, sa longueur varie de 2 à 6  $\mu\text{m}$ , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5  $\mu\text{m}$ . *E. coli* est le microorganisme le mieux connu en microbiologie. C'est une entérobactérie généralement mobile grâce aux flagelles et commensale du tube digestif. Elle est fréquemment impliquée dans les infections des voies urinaires. Certaines souches produisent des entérotoxines responsables de la turista (diarrhée des voyageurs) (Nataro et Kaper, 1998).

- **Classification**
- ❖ **Règne** : *Bacteria*
- ❖ **Embranchement** : *Proteobacteria*
- ❖ **Classe** : *Gamma Proteobacteria*
- ❖ **Ordre** : *Enterobacteriales*
- ❖ **Famille** : *Enterobacteriaceae*
- ❖ **Genre** : *Escherichia*
- ❖ **Non binominal** : *Escherichia coli*

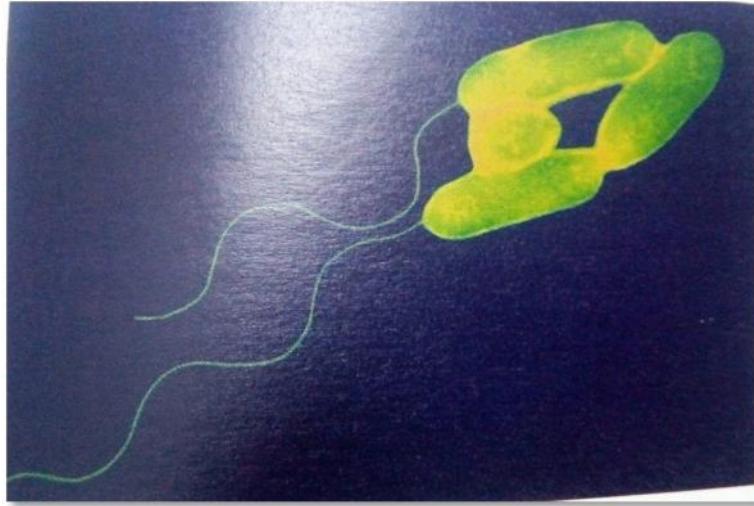


**Figure 08:** *Escherichia coli* (Jerome et al., 2004).

### II.3.3. *Pseudomonas aeruginosa*

Les espèces *Pseudomonas aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif, ces bactéries fines sont de 1.5 à 3 µm de long et 0.5 à 0.8 µm de large. Elles sont mobiles (Nauciel, 2000). *P. aeruginosa* ne forme ni spores ni sphéropastes. Elle est responsable de 10 % de l'ensemble des infections nosocomiales, occupant le 3ème rang après *E. coli* et *S. aureus*, mais le 1<sup>er</sup> rang pour les infections pulmonaires basses et le 3ème rang pour les infections urinaires (Henri, 2002).

- **Classification**
- ❖ **Règne** : *Bacteria*
- ❖ **Embranchement** : *Proteobacteria*
- ❖ **Classe** : *Gamma Proteobacteria*
- ❖ **Ordre** : *pseudomonadales*
- ❖ **Famille** : *pseudomonadaceae*
- ❖ **Genre** : *Pseudomonas*
- ❖ **Non binominal** : *Pseudomonas aeruginosa*



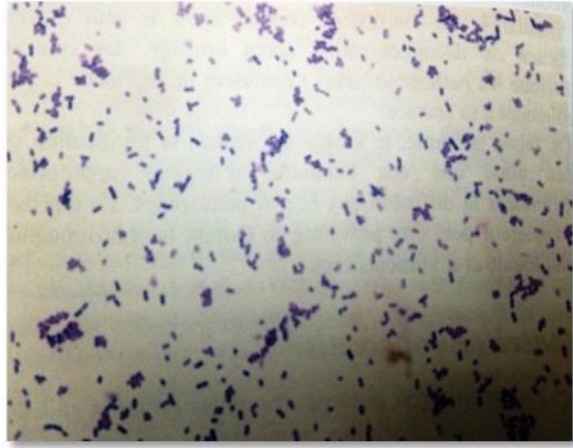
**Figure 09:** *Pseudomonas aeruginosa* image de microscope électronique  
(Jerome et al., 2004).

#### II.3.4. *Listeria monocytogenes*

*Listeria* se présente sous la forme de petit bacille droit, de 0,4 à 0,5  $\mu\text{m}$  de diamètre sur 0,5 à 2,5  $\mu\text{m}$  de longueur, aux extrémités arrondies, se présentant de manière isolée ou groupés en V ou en L ou en palissades ou, parfois, en courtes chaînes ou petits amas. Ce sont des bactéries à Gram positif, non acido-résistantes, non capsulées, non sporulées, aéro-anaérobies facultatives mais cultivant mieux en aérobiose et mobiles lorsqu'elles sont cultivées à 20 °C (ciliature périt riche), immobile 37° C, non capsulé, non sporulé. *Listeria* est une bactérie ubiquiste, tellurique, très répandue dans l'environnement, et qui possède de grandes capacités de résistance dans le milieu extérieur (Kaismoune, 2009).

Les infections à *L. monocytogenes* sont sérieuses mais heureusement « rares ». La bactérie pouvant contaminer un certain nombre d'aliments, de nombreuses personnes ingèrent assez fréquemment de petites quantités de *L. monocytogenes* sans qu'aucun symptôme n'apparaisse (Ryser, 1999).

- **Classification**
- ❖ **Règne** : *Bacteria*
- ❖ **Embranchement** : *Firmicutes*
- ❖ **Classe** : *Bacilli*
- ❖ **Ordre** : *Bacillales*
- ❖ **Famille** : *Listeriaceae*
- ❖ **Genre** : *Listeria*
- ❖ **Non binominal** : *Listeria monocytogenes*.



**Figure 10:** *Listeria monocytogenes* (Madigan et Martinko , 2007)

Le travail expérimental, ayant pour objet d'étude de quelques propriétés (phyto) thérapeutique *d'Aloe vera* la partie expérimentale a été réalisée au laboratoire de biologie, Université Abbés Laghrour - Khenchela-

## **I. Matériels**

### **I.1. Matériel végétal**

L'étude a été menée sur les feuilles de la plante *d'Aloe vera*. La récolte a été fait en Mars dans la région de Kais-Wilaya de Khenchela.

### **I.2. Les souches étudiées**

Pour la détermination de l'activité antibactérienne d'Aloé nous avons utilisé quatre souches bactériennes qui sont:

Gram positif : - *Staphylococcus aureus* ATCC25923; - *Listeria monocytogenes* ATCC 25922;

Gram négatif : - *Escherichia coli* ATCC 25922; - *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

### **I.3. Les milieux de culture**

Au cours de cette étude, nous avons utilisé ce qui suit:

Les géloses : gélose Mueller-Hinton, gélose nutritive

### **I.4. Les produits chimiques et réactifs**

Les produits chimiques et réactifs utilisés au cours de cette étude sont les suivants :

Méthanol (99%), l'éthanol (99%), l'eau distillée, l'eau physiologique

### **I.5. Appareillage et Les instrumente**

- L'appareillage utilisé est le suivant :
  - Etuve (Memmert) ;
  - Autoclave (VWR) ;
  - vortex (SCIENTIFICA) ;
  - Bain Marie (Memmert) ;
  - Évaporateur rotatif(HAHNVAPOR) ;

- Balance(KERN) ;
- Plaque chauffant (LABTECH) ;
- Congélateur (LIEBKERR) ;
- Lyophilisateur (CHRIST) ;
- Boîtes de pétri ;
- L'anse de platine ;
- Micropipette ;
- Disque vierge ;
- Tube à essai ;
- Bicher ;
- Mortier ;

## II. Méthodes

### II.1. Screening phytochimique

#### II.1.1. Criblage des métabolites primaires

##### II.1.1.1. Les composés réducteurs

La détection des composés réducteurs consiste à traiter 1ml de l'extrait éthanolique avec 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling (Réaction de liqueur de Fehling : Mélanger 5ml de liqueur Fehling A avec 5ml de liqueur Fehling B), puis chauffer.

Le caractère réducteur des aldoses ou des cétones est révélé par la transformation de la couleur rouge au rouge brique.

##### II.1.2. Criblage des métabolites secondaires

###### II.1.2.1. Criblage des composés phénoliques

Il se réalise à partir de l'extrait hydroalcoolique de gel d'*Aloebarbadensis Miller* et placé dans un tube pour les 2 tests suivants :

###### A – Test de Wilstater

On traite l'extrait avec quelques gouttes d'HCl concentré et on ajoute une quantité de tournures de Mg (3-4 graines), et on laisse agir : la présence des flavones aglycones est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge ou orange (Karumi, 2004)

###### B – Test de Bate-Smith

On traite l'extraits avec HCl concentré et on porte au bain-marie pendant 30 minutes : l'apparition de couleur rouge ou brun confirmée la présence de anthocyane

### II.1.2.2. Criblage des hétérosides cyanogénétiques

Humecter dans un erlen 2g de poudre végétale avec une quantité suffisante d'eau.

Ajouter 1 ml de chloroforme, après

Tremper une bande de papier filtre Wattman n°1 dans une solution fraîchement préparée de picrate de sodium (5g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : 0,5 g d'acide picrique et 100 ml d'eau distillée) puis égoutter.

Introduire un morceau de la bande de papier ainsi préparée dans l'erlen juste au-dessus de l'extrait et plier sur le bord du récipient.

Fermer l'erlen et laisser à la température ambiante pendant trois heures: l'absence de glycosides cyanogénétiques est prouvée si aucun changement de coloration ne se produit pendant trois heures.

### II.1.2.3. Criblage des saponosides

Mettre 2g de l'échantillon végétal pour chaque partie dans un tube d'essai

Ajouter quelques gouttes des réactifs suivants ces tests :

- **Test 1** : introduire 2g du matériel végétal dans un tube à essai. Mélanger avec 10 ml d'eau distillée, en agitant pendant 2-3 minutes (**Karumiet *al.*, 2004**).
- **Test 2** : 2g du matériel végétal sont mélangés avec 10 ml de MeOH dans un tube à essai. Agiter puis laisser reposer (**Benmahdi., 2000**).
- **Test 3** : 2g du matériel végétal sont mélangés avec 10 ml de CHCl<sub>3</sub>, on agite pendant quelques minutes (**Edeaga., 2005**).

On fait bouillir dans un bain marie pendant 15 à 20 minutes.

La formation d'une mousse persistante après 15 minutes confirme la présence des saponosides.

- Pas de mousse = test négatif.
- Mousse de 1-2cm = test positif.
- Mousse moins de 1cm = test faiblement positif.
- Mousse plus de 2cm = test très positif.

#### II.1.2.4. Criblage des stérols, stéroïdes et triterpènes.

Dépigmenter 100mg d'extrait hydro alcoolique par addition de 10ml de cyclohexane et agitation pendant 5minutes. Dissoudre le résidu dépigmenté dans 10ml de chloroforme.

Sécher la solution obtenue sur  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhydre, puis filtrer. Répartir le filtrat dans quatre tubes à essai, le 4ème tube servira de témoin.

- **Tube n°1:** *test de Salkowski:* incliner le tube à  $45^\circ$ , ajouter 1 à 2ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Le changement de coloration est noté immédiatement. Agiter le mélange légèrement et noter le changement graduel de coloration : une coloration rouge indique la présence de stérols insaturés.
- **Tube n°2:** *test de Libermann-Burschard:* additionner trois gouttes d'anhydride acétique puis agiter légèrement. Ajouter une goutte de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré .Le changement de coloration est observé pendant une heure: une coloration bleu-vert indique la présence de stéroïdes tandis que rouge-violet à rose dénote la présence de triterpènes.
- **Tube n°3:** *test de Badjet-Kedde:* additionner quelques grains d'acide picrique : l'apparition d'une coloration orange est due aux stéroïdes lactoniques.

## II.2. préparation des extraits

### II.2.1.préparation des échantillons

Des feuilles matures, saines et fraîches d'*Aloe barbadensis Miller* ont été lavées à l'eau de robinet courante pendant 10 minutes et rincées avec l'eau distillée stérile, puis disséquées longitudinalement et le tissu parenchymateux incolore (gel d'aloès) a été gratté sans les fibres en utilisant un couteau stérile ; on obtient une partie verte et le gel a été divisé en deux parties.(Nemlin et Brumel,1995).



**Figure 11:** prélèvement du gel d'*Aloe vera*.

### II.2.2. Séchage

La première partie est séchée à l'étuve à 80 °c pendant 48 ;

La deuxième est séchée au lyophilisateur à - 20 °c pendant 35 heures afin d'obtenir une poudre brune qui est suivie par une macération.

La partie verte, quant à elle, est nettoyée et séchée à l'air libre pendant deux semaines à l'obscurité, à une température ambiante et à l'abri du soleil ; elle est ensuite broyée finement et entièrement à l'aide d'un mortier.



**Figure 12:** Opération de la lyophilisation du gel.

### **II.2.3. Macération**

La macération est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant, pour extraire les principes actifs. **(Djamel et al., 2012)**.

Le protocole d'extraction est le même pour les trois parties :

On prend 1 g du poids sec de chaque partie dans 10 ml de solution hydro-alcoolique ;

On utilise deux solutions (Méthanol, éthanol) et de l'eau distillée ;

On laisse macérer dans des flacons de petite taille pendant 3 jours (72 h) successifs avec renouvellement du solvant chaque 24 h et agitation de temps en temps, ceci dans le but de permettre une meilleure extraction des composés chimiques ;

Ils sont ensuite filtrés par un papier filtre; puis évaporés dans un évaporateur rotatif jusqu'à disparition complète du solvant

On récupère les traces qui restés accolés à la paroi du ballon d'évaporation par 10 ml d'eau distillée **(Seguen et Brimess, 2014)**.

Tableau 01 : Relation classe chimique / Solvant (d'après Snyder 1979)

Solvants	Caractère		Classe chimique
	Hydrophile	Hydrophobe	
<u>Solvants polaires</u> - Eau - Méthanol - Ethanol  <u>Solvants moyennement Polaires :</u> - Isopropanol - Acétonitril - Dichloromethane - Chloroforme - Acetate d'éthyle  <u>Solvants apolaires</u> - Ether éthylique - Hexane - Ether de pétrole			<u>Substances très polaires</u> - Alcaloïdes, sels - Osés et osides - Heterosides - Flavonoïdes Heterosides - Tanins - Acides Aminés  <u>Substances moyennement polaires</u> - Flavonoïdes aglucones - Saponines aglucones - Alcaloïdes bases - Huiles essentielles  <u>Substances apolaires</u> - Quinones - Carotenoïdes - Stérols - Acides gras - Hydrocarbures



Figure 13: le déroulé de la macération.

### II.2.4. Dilutions

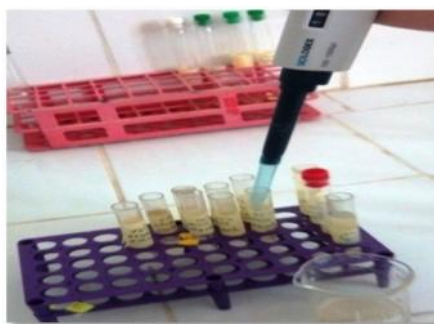
A l'aide d'une micropipette, on procède à des dilutions successives :

Nous avons dilué 750 µl d'extrait brut dans 250 µl d'eau distillée pour avoir la dilution 3/4 (75%)

Nous prélevons 500µl de l'extrait brut et on le mélange avec 500 µl d'eau distillée et on le met dans un tube sec pour l'obtention d'une dilution de 1/2 (50%),

de même nous prélevons 500 µl de la dilution 1/2, on l'homogénéise avec 500 µl d'eau distillée pour l'obtention d'une nouvelle concentration 1/4 (25 %);

Pour ce qui est de la dilution 100 %, nous avons utilisé l'extrait brut.



**Figure 14:** la préparation des dilutions.

### II.2.5. Détermination du rendement

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation) (**Mohammedi, 2006**).

$$R\% = \frac{\text{Masse d'extrait sec}}{\text{Masse de la matière végétale}} \times 100$$

### II.3. Étude de l'activité antibactérienne d'*Aloe vera*

L'étude de l'activité antibactérienne d'*Aloe vera* a été effectuée aux niveau du laboratoire de biologie (Université de kenchela) sur des souches bactériennes suscitées.

#### II.3.1. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de la plante a été réalisée par la méthode de diffusion par disque. Bien que cette méthode soit reconnue comme fiable et

reproductible, elle est surtout utilisée en étape préliminaire à des études plus approfondies, car elle permet d'accéder à des résultats essentiellement qualitatifs.

Le test de sensibilité a été effectué selon la méthode de diffusion des disques décrite par (Dulger et Gonuz, 2004 ; Parekh et Chanda, 2007 ; Rota et al., 2008).

#### **II.3.1.1. Les souches bactériennes utilisées**

Les souches bactériennes étudiées dans notre expérimentation ont été fournies par des étudiantes de microbiologie à laboratoire de biologie (Université de kenchela) elles sont puis conservées à 4 °C dans des boîtes de pétri contenant de la gélose nutritive.

#### **II.3.1.2. Préparation de milieu de culture**

A 15 g de Miller Hinton est ajouté progressivement 1 litre d'eau distillée, sur la plaque chauffante le mélange est portée à ébullition puis on rajoute 20 g d'agar, agiter régulièrement pour solubiliser, la dissolution complète est obtenue lorsque la solution ne contient plus aucune particule d'agar s'accrochant aux parois du récipient, ensuite le milieu est autoclavé.

#### **II.3.1.3. Préparation des disques**

Cette préparation se fait à partir du papier filtre , qui est découpé en disques de 06 mm de diamètre, ensuite placés dans un tube à vis pour la stérilisation à l'autoclave pendant 20 mn à 121°C.

#### **II.3.1.4. Stérilisation du matériel**

L'eau physiologique,écouvillon, les ombos, le milieu de culture, les tubes à essai utilisés dans lapréparation (des solutions bactériennes) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 20 minutes.

#### **II.3.1.5. Repiquage des espèces bactériennes**

Les différentes espèces bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37 °C afin d'obtenir des colonies isolées qui vont servir à la préparation de l'inoculum.

#### **II.3.1.6. Préparation de l'inoculum**

Pour la pré culture,les tests antibactériens doivent être réalisés à partir des cultures jeunes. Les souches sont étéensemencées sur gélose nutritive, et incubées à 37°C pendante 18h.

### II.3.1.7. Préparation des suspensions bactériennes

A partir des cultures jeunes sur (GN), des colonies bien isolées et parfaitement identiques ont été raclées à l'aide d'une anse de platine stérile. L'anse est ensuite déchargée dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique stérile. L'opacité de la suspension bactérienne doit être équivalente à 0.5 Mack Farland.

### II.3.1.8. Ensemencement et dépôt des disques

Couler la gélose Muller-Hinton dans chaque boîte de pétri, laisser solidifier. Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne, l'essorer en le pressant fermement, en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum,

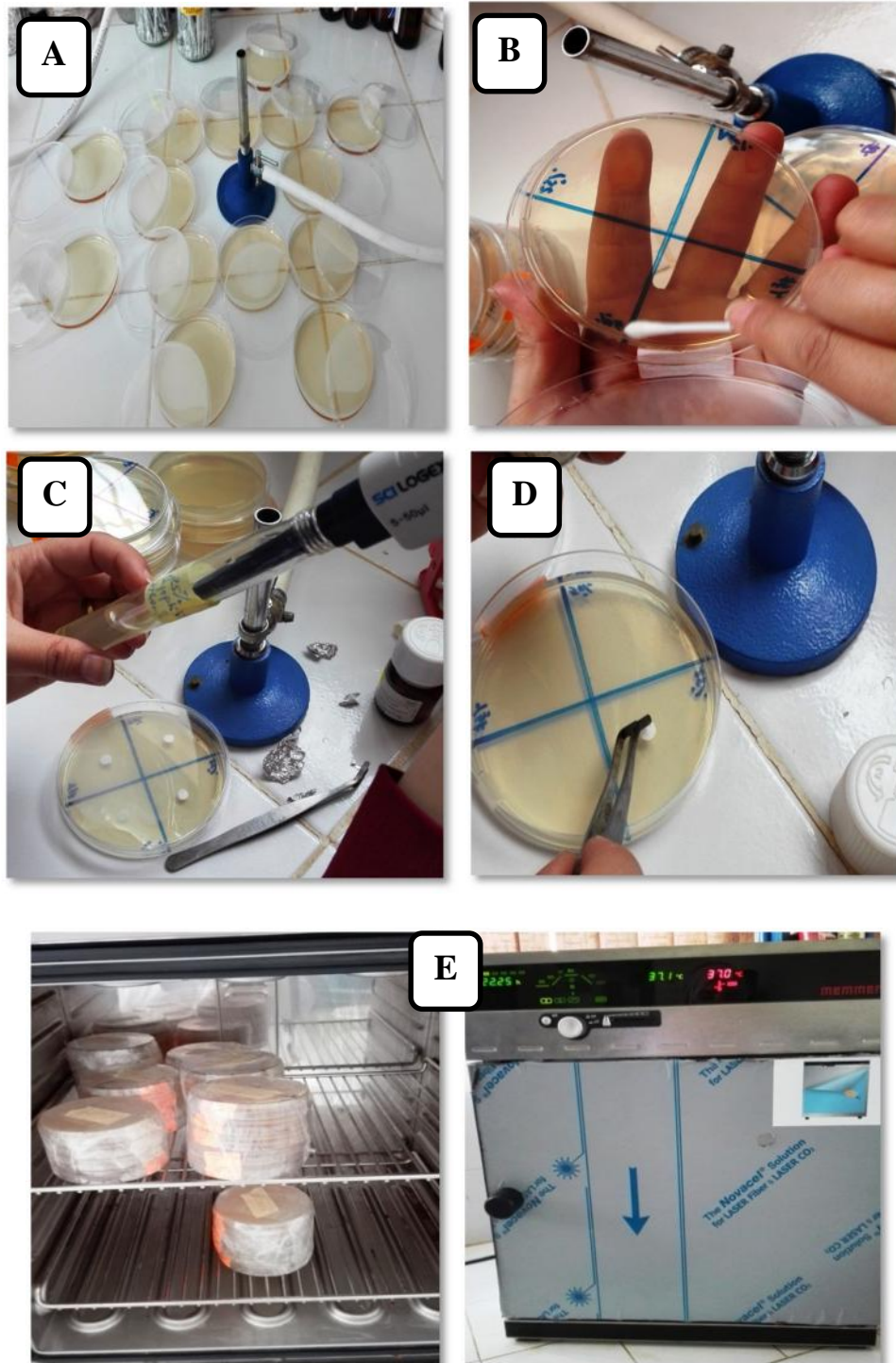
Ensemencer sur le milieu gélosé à trois reprises, en tournant la boîte de pétri à environ 60° après chaque application dans le but d'avoir une distribution égale de l'inoculum. Enfin, écouvillonner partout autour du bord de la surface de la gélose.

**NB** : Dans le cas de l'ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.

### II.3.2. Tests de l'activité antibactérienne

Des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre, stériles, sont chargés de 15 µl des extraits (méthanol 99% , éthanol 99%, l'eau distillée ) et placés à la surface des boîtes précédentes. Les boîtes de Pétri sont incubées à 37°C pendant 24h.

Les résultats sont exprimés en diamètres des zones d'inhibition produites autour des disques (Lesueur et al., 2007 ; Boulekbache et al., 2012).



**Figure 15:** les différentes étapes de l'activités antibactérienne.

**A :**l'écoulement du milieu Muller-Hinton dans les boites pétries.

**B :**Etalement des souches bactériennes.

**C :**le chargement des disques par l'extract.

**D :** Dépôt des disques.

**E :**Incubation dans l'étuve.





## II. Résultats

### I.1. Détermination du rendement

Dans cette étude, le rendement (l'extrait sec, obtenu après évaporation), a été déterminé par rapport à 1 g de la matière végétale sèche.

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation).

Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le tableau 02

**Tableau 02:** Rendement correspondant aux trois macérations avec (Méthanol à 99 % Ethanol à 99% et l'eau distillée).

Macération	Rendement (%)
<b>Macération Méthanolique (99%)</b>	1.01
<b>Macération Ethanolique (99%)</b>	0.86
<b>Macération Aqueuse</b>	1

D'après ces résultats, nous pouvons déduire que :

Le meilleur rendement a été obtenu par macération méthanolique, suivi de la macération aqueuse et enfin par macération éthanolique. Ce rendement est idéal.

## I. 2. Screening phytochimique

### I.2.1. Métabolites primaires

#### I.2.1.1. Mise en évidence des glucides

##### I.2.1.1. 1.Mise en évidence des composés réducteurs

L'apparition d'un couleur rouge brique avec la liqueur de Fehling indique que le gel d'*Aloe barbadensis Miller* est riche en composés réducteurs (**Tableau 03**).

**Tableau 03 :** Résultats de mise en évidence des composés réducteurs

Espèce	Extrait et réactif	Gel
<i>Aloe barbadensis Miller</i>	Extrait aqueux + liqueur de Fehling	+++

## I.2.2. Métabolites secondaires

### I.2.2.1. Criblage des Flavonoïdes

Les tests phytochimiques ont élucidé que le gel d'*Aloe barbadensis Miller* est dépourvu en flavonoïdes. (Tableau 04)

**Tableau 04:** Résultats de criblage des flavonoïdes.

Espèce	Extrait et réactif	Gel
<i>Aloe barbadensis Miller</i>	<b>Test : Extrait méthanolique + HCl Cc. et Mg</b>	–

### I.2.2.2. Criblage d'Anthraquinones

Le réactif KOH utilisé pour la détection des Anthraquinone a démontré que le gel d'*Aloe barbadensis Miller* est très abondant en anthraquinones (**Tableau 05**)

**Tableau 05 :** Résultats de criblage des Anthraquinones

Espèce	Extrait et réactif	Gel
<i>Aloe barbadensis Miller</i>	<b>Extrait Chloroformique +KOH</b>	+++

### I.2.2.3. Criblage des saponosides

Les tests phytochimiques de détection des saponosides par calcul de l'indice de mousse ont élucidé la présence de ces métabolites dans le gel d'*Aloe barbadensis Miller* avec des quantités considérables (Tableau 06)

**Tableau 06** : Résultats de criblage des saponosides.

Espèce	Test	Gel
<i>Aloe barbadensis</i> <i>Miller</i>	Test1 : Matériel végétal + Eau distillé	+++
	Test02 : Matériel végétale + MeOH	-
	Test03 : Matériel végétale + CHCl <sub>3</sub>	-

#### I.2.2.4. Criblage des triterpènes et stéroïdes

Le criblage phytochimique des stérols a montré que le gel *d'A.vera* est riche en stérol, et moyennement riche en triterpènes.

**Tableau 07** : Résultats de criblage des triterpènes et stéroïdes

Espèce	N° = tubes	Réactifs	Gel
<i>Aloe barbadensis</i> <i>Miller</i>	Tube1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / CONC.	+++
	Tube2	5 gouttes Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Rouge
	Tube3	a. picrique	-

### I.3. Résultats des tests antibactériens

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence un éventuel effet antibactérien des extraits obtenus.

Le principe, comme il a été déjà décrit, consiste à ensemercer une plaque de milieu gélosé par un germe-test et l'amener au contact de la substance à tester au niveau d'une petite zone déterminée. Après la mise à l'étuve pendant 24 heures, l'action de l'extrait est déterminée par le diamètre de zone d'inhibition qui apparaît clair autour de la zone de contact (**Vanden Berghe 1991**).

On mesure avec précision les diamètres de ces zones d'inhibition avec un pied à coulisse ou une règle, pour chacune des boîtes de pétri.

Si les diamètres des zones d'inhibition sont:

- $\emptyset < 6$  : (-) la bactérie est résistante (aucun effet).
- $6 < \emptyset < 12$  : (+) la sensibilité est entre (faible et moyenne).
- $12 < \emptyset < 18$  : (++) La bactérie est sensible.
- $\emptyset > 18$  : (+++) la bactérie est très sensible.

**Tableau 08:** Diamètres des zones d'inhibition des extraits du gel *d'Aloe barbadensis* Miller lyophilisé avec les différentes concentrations vis-à-vis des souches bactériennes.

Bactéries Les extraits		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram positif		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram négatif	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Extrait méthanolique	25 %	-	-	-	-
	50 %	+	-	-	-
	75 %	+	-	-	-
	100 %	++	+	-	-
Extrait éthanolique	25 %	-	-	-	-
	50 %	+	-	-	-
	75 %	+	-	-	-
	100 %	+	+	-	-
Extrait aqueux		++	+	+	-

Dans les histogrammes suivants, l'abscisse représente les souches bactériennes et l'ordonnée représente les diamètres des zones d'inhibition

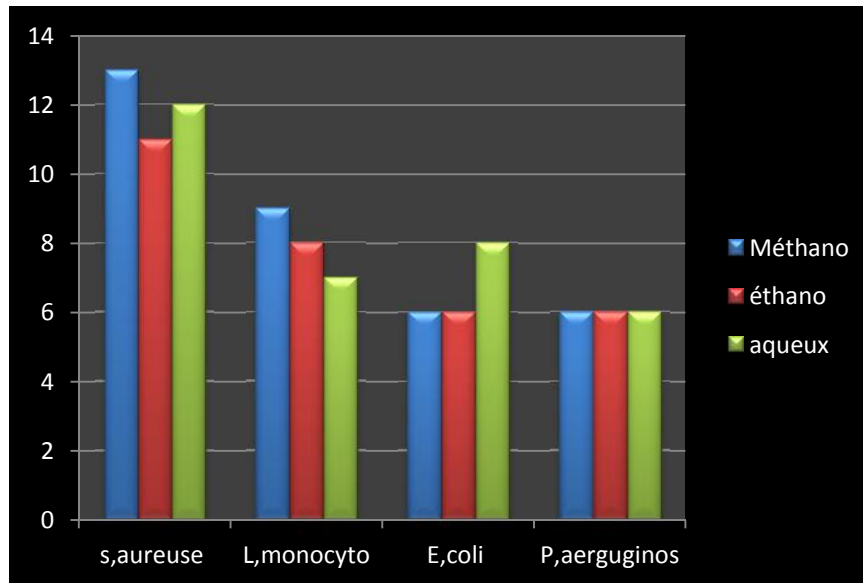


Figure 16 : Résultats des du gel d'*Aloe barbadensis Miller* lyophilisé traduit sous forme d'histogramme.

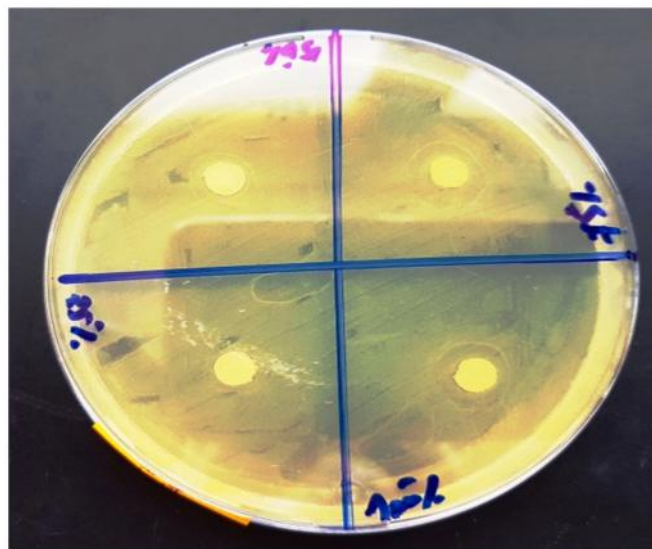


Figure 17: Résultat obtenu par test de l'extrait méthanolique du gel lyophilisée avec *Staphylococcus aureus*

A travers le tableau (08), nous remarquons ce qui suit :

➤ **Action de l'extrait méthanolique**

- à 25 % : aucune action inhibitrice n'a été détectée sur les quatre souches de bactéries testées
- 50 % et 75 % : présence d'une action (sensibilité faible à moyenne) sur *Staphylococcus aureus* ; les trois autres bactéries sont résistantes
- à 100 % le *Staphylococcus aureus* est peu sensible, tandis que *Listeria monocytogenes* présente une sensibilité faible à moyenne; les deux autres souches (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) sont résistantes.

➤ **Action de l'extrait éthanolique**

- à 25 % : aucune action inhibitrice n'a été remarquée sur les quatre souches de bactéries testées
- 50 % et 75 % : une action (faible à moyenne) sur *Staphylococcus aureus* a été constatée; les trois autres bactéries y sont résistantes.
- à 100 % une action faible à moyenne sur *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes* est présente; les autres souches (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) sont résistantes.

➤ **Action de l'extrait aqueux**

La souche *Staphylococcus aureus* y est peu sensible ; *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli* présentent une sensibilité limitée, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* y est résistant.

L'histogramme (**Figure14**) confirme les résultats figurant dans le tableau : on remarque que *S.aureus* est la plus sensible aux différents extraits d'*Aloe vera*, tandis que *P.aeruginosa* est la plus résistante ; les deux autres souches, quant à elles, présentent une sensibilité variée.

✓ **Pour conclure**

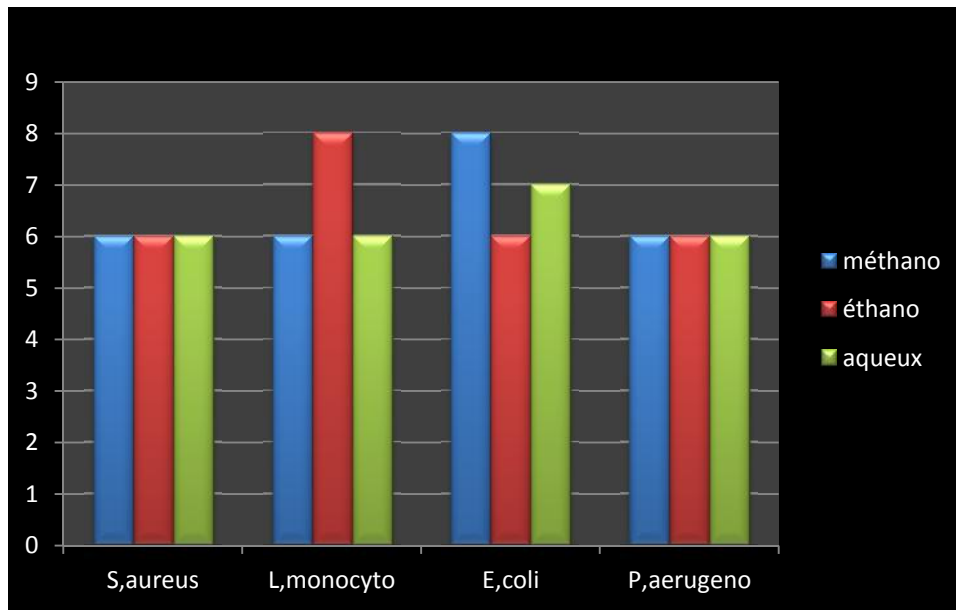
On peut affirmer que les extraits méthanolique et éthanolique du gel lyophilisé de l'*A.vera* exercent une action légèrement inhibitrice sur la bactérie *Staphylococcus aureus*,

et moindre sur *Listeria monocytogenes* ; par contre, aucune action n'a été mise en évidence sur les bactérie à gram négatif.

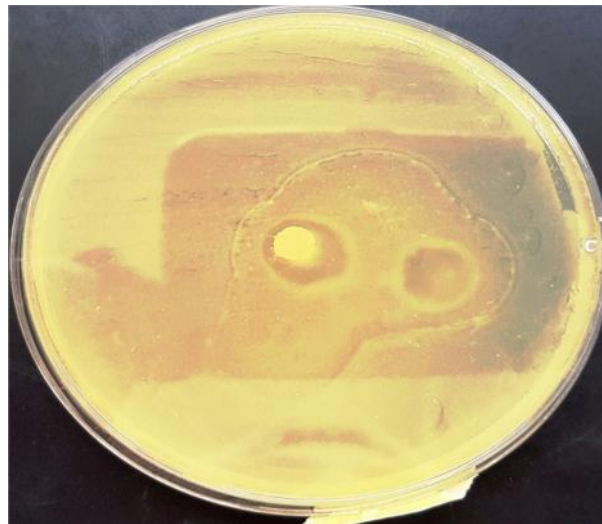
D'autre part, l'extrait aqueux exerce une activité inhibitrice sur les trois souches, à part *Pseudomonas aeruginosa* qui est résistant.

**Tableau 09:** Diamètres des zones d'inhibition des extraits de gel d'*Aloe barbadensis* Miller séché à l'étuve avec les différentes concentrations vis-à-vis les souches bactériennes.

Bactéries Les extraits		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram positif		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram négatif	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Extrait méthanolique	25 %	-	-	-	-
	50 %	-	-	-	-
	75 %	-	-	-	-
	100 %	-	-	+	-
Extrait éthanolique	25 %	-	-	-	-
	50 %	-	-	-	-
	75 %	-	-	-	-
	100 %	-	+	-	-
Extrait aqueux		-	-	+	-



**Figure 18 :** Résultats des extraits du gel d'*Aloe barbadensis Mille* séché à l'étuve traduit sous forme d'histogramme.



**Figure 19:** Résultat obtenu par test de l'extrait aqueux du séché à l'étuve avec *Staphylococcus aureus*

A travers le (Tableau 09) nous constatons ce qui suit :

Les trois extraits de *A.vera* séchés à l'étuve ne montrent aucune action inhibitrice sur *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* ; tandis que les extraits méthanolique à 100 % et aqueux exercent une action faible à moyenne sur *E.coli* ; de même ; l'extrait éthanolique à 100 % exerce la même action sur *L. monocytogenes*.

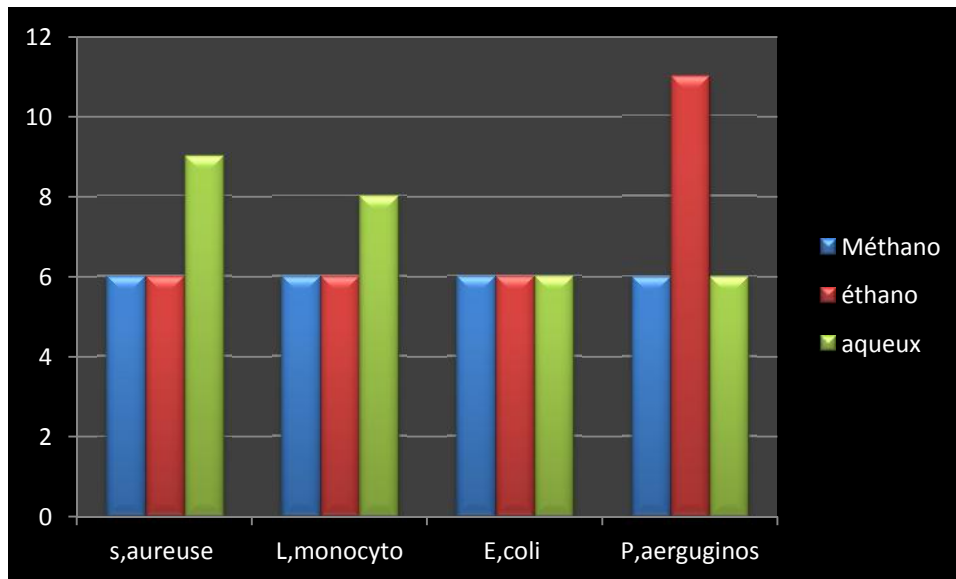
L'histogramme (Figure16) confirme les résultats figurant dans le tableau : on remarque que *L. monocytogenes* et *E.coli* sont les plus sensibles vis-à-vis de la partie verte d'*Aloe vera* le premier de l'extrait éthanolique et le second de l'extrait méthanolique

#### ✓ Pour conclure

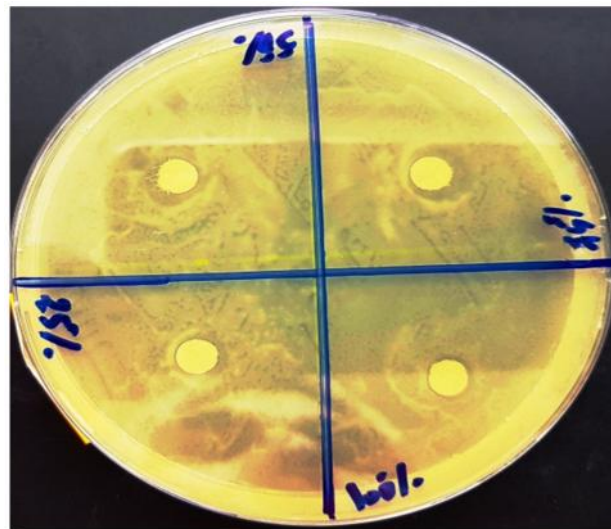
Il est possible de dire que seule la bactérie *L. monocytogenes* est légèrement sensible à l'extrait éthanolique, et *E.coli* à l'extrait aqueux ; pour ce qui est des deux autres bactéries, aucune action n'a été remarquée pour les trois extraits.

**Tableau 10:** Diamètres des zones d'inhibition des extraits de la partie verte d'*Aloe barbadensis Miller* avec les différentes concentrations vis-à-vis les souches bactériennes.

Bactéries Les extraits		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram positif		Diamètre des inhibitions des bactéries Gram négatif	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Extrait méthanolique	25 %	–	–	–	–
	50 %	–	–	–	–
	75 %	–	–	–	–
	100 %	–	–	–	–
Extrait éthanolique	25 %	–	–	–	+
	50 %	–	–	–	+
	75 %	–	–	–	+
	100 %	–	–	–	+
Extrait aqueux		+	+	–	–



**Figure 20 :** Résultats des extraits de la partie verte d'*Aloe barbadensis Mille* traduit sous forme d'histogramme.



**Figure 21 :** Résultat obtenu par test de l'extrait éthanolique de la partie verte avec *Pseudomonas aeruginosa*

**A travers le (Tableau 10) : ne remarquons ce qui suit :**

L'extrait méthanolique n'exerce aucune action inhibitrice sur les quatre bactéries testées ; l'extrait éthanolique exerce une action (faible à moyenne) sur *P.aeruginosa* , et aucune action sur les trois autres bactéries.

### L'extrait aqueux

Il présente une action faible à moyenne sur *S. aureus* et *L. monocytogenes*, et n'exerce aucune action sur les deux bactéries restantes.

L'histogramme (Figure 18) confirme les résultats figurant dans le tableau : on remarque que *P. aeruginosa* est la plus sensible vis-à-vis de l'extrait éthanolique suivi par *S. aureus* avec l'extrait aqueux, la plus résistante est *E. coli*.

#### ✓ Pour conclure

Nous pourrions affirmer que seul l'extrait éthanolique exerce une action faible à moyenne sur *E. coli*, et l'extrait aqueux sur *S. aureus* et *L. monocytogenes*: ces bactéries sont légèrement sensibles.

## II. Discussion

Comme mentionné plus haut (**Chapitre I**) nous rappelons que *Aloe vera* a été utilisé comme plante médicinale avec de nombreuses applications thérapeutiques depuis l'Antiquité. La présente étude a été réalisée pour évaluer les activités antimicrobiennes de divers extraits d'*A. vera* contre les bactéries Gram positif et Gram négatif.

Les activités biologiques *Aloe barbadensis* Miller sont dues à la présence de certains polysaccharides importants présents dans le gel, mais il est très difficile d'attribuer les propriétés thérapeutiques à un composant polysaccharidique individuel (**Adekunle et Adekunle, 2009**).

La composition et les activités biologiques du gel *Aloe barbadensis* Miller varie selon le type de génotype, la variation saisonnière, le type de séparation et la méthode d'extraction (**Hamman et Viljoen, 2008**).

Nous commençons par discuter les résultats que nous avons obtenus: pour ce qui est du gel d'*Aloe barbadensis* Miller lyophilisé ont montré que différents extraits de solvant de d'*Aloe barbadensis* Miller exercent des effets inhibiteurs modérés contre les bactéries gram-positives (par rapport aux bactéries Gram-négatives), notamment *S. aureus*, sauf aux concentrations (25%) ; *Listeria. monocytogenes*, quant à lui, nécessite des concentrations élevées (100%) : cela pourrait être expliqué par la présence de couches de lipopolysaccharide supplémentaires dans la paroi cellulaire des bactéries Gram-

négatives. L'effet inhibiteur du gel *Aloe barbadensis Miller* lyophilisé sur *S. aureus* a également été trouvé par **Agarry et al., (2005)**.

L'extrait aqueux présente une activité relativement importante sur les trois souches bactérienne (*S.aureus* ; *L. monocytogenes* et *E.coli*), qui pourrait être expliquée par le fait que l'eau est un solvant polaire qui peut extraire des substances très polaires, (d'après Tableau 01) de **(Snyder 1979)**.

Concernant les bactéries à gram négatif, les extraits n'y ont aucune influence, à part l'aqueux sur *E.coli*; cela peut être une incohérence. Des résultats similaires ont également été rapportés par **Agarry et al., (2005)** ont trouvé que le gel d'Aloé lyophilisé n'inhibait pas la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*.

La lyophilisation est une conservation des produits, sans les altérer, par sublimation à une température inférieure à 0°C **(Branger et al., 2007)** Ce serait la raison pour laquelle tous les éléments existant dans le gel demeurent actifs, ce qui entraîne un effet légèrement inhibiteur sur les souches bactériennes

Cependant, le gel d'*Aloe vera* séché à l'étuve (80 °C) n'a montré aucune activité contre la plupart des micro-organismes, à part des faibles actions des extraits méthanolique à 100% et aqueux sur *E.coli.*, et de l'extrait éthanolique à 100% sur *L.monocytogenes*, Cela pourrait être dû au fait qu'à la température donnée élevée, la plupart des enzymes sont dénaturées.

L'effet antibactérien des extraits d'éthanol et du méthanol à la concentration de (100%) est faible à moyen.

Cowan et al. (1999) révèlent que les composants biologiquement actifs contre les micro-organismes identifiés à partir d'*A.vera* sont des composés organiques aromatiques ou saturés et obtenus principalement par extraction initiale à l'éthanol ou au méthanol.

Cet argument explique l'activité (faible à moyenne) pour les extraits d'éthanol et de méthanol ; l'extrait aqueux ne montre aucune activité sur les trois souches (*S.aureus* , *L.monocytogenes* , *P.aeruginos*); cela pourrait être expliqué par le fait que dans l'eau, les composants biologiques ne soient pas complètement actifs.

Le gel d'*A.vera*, séché à l'étuve aux différents concentration, , n'a pas inhibé la croissance de *Staphylococcus aureus* pour les extraits méthanolique, éthanolique et aqueux.

Le gel d'*A. Vera* séché n'a pas montré d'effet évident contre *Pseudomonas aeruginosa*, quel que soit la concentration ; cela pourrait être expliqué par le fait que cette bactérie est Gram-négatif ; cela serait dû à la présence de couches de lipopolysaccharide supplémentaires dans la paroi cellulaire des bactéries Gram-négatif.

Pour ce qui est de la partie verte, l'activité la plus remarquable a été démontrée par les extraits de la partie verte d'*Aloe vera* de l'extrait éthanolique sur *P.aeruginosa* , quel que soit la concentration et de l'extrait aqueux sur les souche de gram négatif.

Lawrence et al. (2009) ont également constaté que l'extrait d'éthanol avait un effet inhibiteur plus élevé que le méthanol. L'éthanol était efficace pour extraire les composants biologiquement actifs qui montrent des effets létaux contre *P.aeruginosa* .

La partie verte de tous les extraits d'*A. vera* n'a aucune action sur la bactérie *E. coli*. Ce qui est conforme aux résultats de **Pandey et Mishra, (2010)**. Nos résultats ont montré une contradiction avec les découvertes de **Lawrence et al., (2009)**, qui pourraient être dus à différents génotypes utilisés.

Pour ce qui est des résultats constatés de l'activité (quoique faible), des extraits aqueux d'*Aloe vera* sur les bactéries Gram positif, ces résultats pourraient être expliqués par le fait que l'eau est un solvant polaire qui peut extraire des substances très polaires, (d'après Tableau 01) de **(Snyder 1979)**.

L'incohérence des résultats pourrait être expliquée par le fait que les produits utilisés soient probablement périmés, ou bien des erreurs de lecture se sont glissées, ou encore des erreurs dans la méthodologie adoptée.

Les plantes médicinales en phytothérapie ont occupés une place primordiale dans la recherche biomédicale, surtout après l'apparition de plusieurs anomalies due aux effets nuisibles lors de l'utilisation des médicaments de synthèse chimique.

L'étude des propriétés thérapeutique et microbiologiques des extraits de l'*Aloe barbadensis Miller* nous a permis d'obtenir des résultats intéressants.

Dans un premier temps, l'analyse qualitative par le screening phytochimique a mis en évidence la présence des stéroïdes, des Anthraquinones, et les saponosides triterpènes et stéroïdes.

Dans le deuxième temps, l'évaluation quantitative des extraits nous a permis de constater que les valeurs du rendement des extraits varient entre (8)% et (10±0,1)%, dont le faible rendement est constaté dans l'extrait éthanolique et le meilleur rendement est enregistré dans l'extrait méthanolique.

Dans le troisième temps le test de l'activité antibactérienne des différents extraits par la méthode des disques a montré que tous les extraits testés sont actifs avec un degré différent vis-à-vis les souches bactériennes testées (*Pseudomonas Aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*). Où la souche *Staphylococcus aureus* (gram positive) est la bactérie la plus sensible par rapport aux autres souches. De même effet tous les extraits de la partie verte de la plante *Aloe barbadensis Miller* ont présenté des effets sur quelques souches seulement on l'occurrence *Pseudomonas Aeruginosa*, avec l'extrait éthanolique.

En fin, l'ensemble de résultats obtenus ne constitue qu'une première étape complémentaire aux études qui sont en cours, pour identifier les composé bioactifs qui pourraient être utilisé pour formuler nouveau et plus puissant médicaments antimicrobiens d'origine naturelle et d'évaluer les mécanismes d'action d'extraitsd'*Aloevera* sur certains organismes associés avec des maladies humaines.

On espère que cette étude conduira à l'établissement de certains composés extraits par plusieurs types de solvant apolaire et moyennement polaire.

*A*

**Adekunle A.S., Adekunle O.C. (2009).** Preliminary assessment of antimicrobial properties of aqueous extract of plants against infectious diseases. *Biol. Med.*, 1: 20-24.

**Agarry, O.O., Olaleye, M.T. et Bello-Michael, C.O., (2005).** Comparative antimicrobial activities of *Aloe vera* gel and leaf. *Afr. J. Biotechnol.*, 4: 1413-1414.

**APG III, (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plantes: *Bot. J. Linn. Soc.*; 161: 105-121.

**Atherton, P. (1998).** *Aloe vera* revisited, *British Journal of Phytotherapy*, 4, , 176-183.

**Azfal, M., Ali, R.A., Hassan, H., Sweedan, N., Dhami, M.S.I. (1991),** Identification of some prostanoids in *Aloe vera* extracts. *Planta Medica* 57: 38-40

*B*

**Babar-Ali, M., Hahn, E.J., Paek, K.Y. (2007).** Methyl Jasmonate and Salicylic Acid. induced oxidative stress and accumulation of phenolics in *Panax ginseng* bioreactor root suspension cultures. pp 607- 621.

**Badiaga, S., Botelho-Nevers, E., Cassir, N., Minodier, P., Laporte, R., Gautret, P., and Brouqui, P. (2011).** Measles among healthcare workers: a potential for nosocomial outbreaks. *Euro Surveill.*16 (2) :19764.

**Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., and Pinkas, M. (1996).** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-forschung* p 1086-1089.

**Belafdel, A. (2013).** Etude phytochimique et évaluation in vitro de l'activité antibactérienne de la partie aérienne de la plante médicinale (*Ruta montana*). Mémoire de master en microbiologie, Université Abbès Laghrour Khenchela. pp 1-4 .

**Belafdel, A. (2013).** Etude phytochimique et évaluation in vitro de l'activité antibactérienne de la partie aérienne de la plante médicinale (*Rutamontana*). Mémoire de master en microbiologie, Université Abbès Laghrour Khenchela. pp 1-4.

**Bhooshan Pandey, K., & Rivzi, S.I. (2009).** Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev.* 2(5):270–278.

**Boudreau, M.D., Beland, F.A., (2006).** An Evaluation of the Biological and Toxicological Properties of Aloe Barbadensis (Miller), *Aloe Vera*. *Journal of Environmental Science and Health Part C.* 24, 103-154.

**Bouloux, M. (2000).** Les alcaloïdes dosage de la quinine dans les écorces de quinquina, travaux pratiques de chimie végétale. Pp 1-2.

**Bournie, G. et al. (2006).** *Botanica*. Ed :Place des victoires p 80.

**Branger, A., Richer, M.M., Roustel, S. (2007) :** *Microbiochimie et alimentation* . Ed Educagri Dijon pp 224-225.

**Bruneton, J. (1999)** *Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales* En 3<sup>ème</sup> Ed. ; pages 199–388.

**Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie, phytochimie Plantes médicinales, technique et documentation.* Lavoisier. Paris 2 : 266 – 275.



**Capasso, F., Borrelli, F., Capasso, R.G., Carlo, D., Izzo, A.A., Pinto, L., Mascolo, N., Castaldo, S., Longo, R. (1998).** Aloe and Its Therapeutic Use. *Phytotherapy Research.* 12, 124-127.

**Chahmi, N., Anissi, J., Jennan, S., Farah, A., Sendide, K and El Hassouni, M. (2015).** Antioxidant activities and total phenol content of *Inula viscosa* extracts selected from three regions of Morocco. *Asian Pac J Trop Biomed,* 5(3): 228-233

**Chandegara, V.K., Varshney, A.K., (2013)** *Aloe vera* L. Processing and products: A review. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 3(4), 492-506.

**Coats, B.C. (1979)** *The Silent Healer, A Modern Study of Aloe vera,* Texas, Garland.

**Cowan, M.M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev.,* 12: 564-582.

**Dangles, O., and Brouillard, R. (1994).** Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging. *Food Chemistry*. P 365-371.



**El Sayed haykle, M., Razek, O. (1993).** plantes médicinales et aromatiques deuxième édition, installations connaissances d'Alexandrie, pp: 13-134.

**Eshun, K., H.e, Q. (2004).** Aloe vera: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 44(2), 91-96.



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

**Farnsworth N., Akerele O., Bingel A., Soejarto, D. et Guo, Z. (1986).** Place des plantes médicinales dans la thérapeutique, *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé*, 64 (2): 159-164.

**Ferro, V.A., Bradbury, F., Cameron, P., Shakir, E., Rahman, S.R., Stimson, W.H. (2003).** In vitro susceptibilities of *Shigella flexneri* and *Streptococcus pyogenes* to inner gel of *Aloe barbadensis* Miller. *Antimicrobial agents and Chemotherapy*, Mar, 1137-1139

**Frederich, M. (2014).** espace Duesberg.



**Ghestem, A., Segun, E., Paris, M., Orecchioni, A.M. (2001).** Le préparateur en pharmacie: Botanique-Pharmacognosie Phytothérapie - Homéopathie. Lavoisier Tec et Doc, Paris. 273p.

**Gomez-Caravaca, A.M., Gomez-Romero, M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. (2006).** Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41. pp:1220- 1234.

**Grace, K., Pereira-Paulo, M., and Donate., and Sergio, E., and Galembeck. (1996).** electronic structure of hydroxylated derivatives of the flavylumcation, Journal of Molecular Structure (Theochem).

**Gravot, A. (2008).** Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Équipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.

**Green, P. (1996)** *Aloe vera* extracts in equine clinical practice, Veterinary Times, 26(9).

**Grotewold, E. (2006).** The genetics and biochemistry of floral pigments. Annu Rev Plant Biol.Review. Pub Med PMID: 166697. 57.761-80.



**Hamimed, S. (2009).** Caractérisation chimique des principes à effet antidermatophyte des racines d'*Anacycluspyrethrum* L, mémoire de magister, Université de Mentouri, Constantine. 138p.

**Hamman, J.H, Viljoen, A.M., (2008).** Use of *Aloe vera* for increasing the bioavailability of poorly absorbable drugs. SA patent application 2008/01542.

**Hamman, J., (2008).** Composition and Applications of Aloe vera Leaf Gel. Molecules. 13(8), 1599-1616.

**Hatano, Y., and Mesbahi, M. (2005).** Agreement over random networks. IEEE Transactions on Automatic Control 50 (11) :1867-1872.

**Hopkins, W. (2003).** Physiologie végétale. 2éme édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris. 514p.

**Huseini, H.F., Kianbakht, S., Hajiaghaee, R., Dabaghian, F.H., (2012).** Anti-hyperglycemic and antihypercholesterolemic effects of Aloe vera leaf gel in hyperlipidemic type 2 diabetic patients: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. Planta Med. 78, 311-316.

*J*

**Jaime, A., Yanez., Preston, K. (2007).** Andrews, Neal M. Davies, Methods of analysis and separation of chiral flavonoids, *Journal of Chromatography B*. 848: 159–181.

**Joseph B, Raj S.J. (2010).** Pharmacognostic and phytochemical properties of *Aloe vera* linn an overview, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 4(2), , 106-110.

**Joseph, B., Raj, S.J. (2010).** Pharmacognostic and phytochemical properties of *Aloe vera* linn an overview, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 4(2), 106-110.

**Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Steven, P. (2002).** Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. 1ere Ed : Paris et Bruxelles. Pp 369-384

*K*

**Kahlon J, Kemp M.C.X, Yawei N, Carpenter R.H, McAnalley H.R, Shannon W.M, McDaniel B.H. (1991).** In evaluation of the synergistic antiviral effects of acemannan in combination with azidothymidine and acyclovir. *Molecular Biotherapy*, 3: 214-223

**Kaismoune N. (2009).** *Listeria monocytogenes* et les produits alimentaires. Memoire de stage filière sciences alimentaires et nutrition, institut De la nutrition de l'alimentation et des technologies **Agroalimentaires**, universite mentouri-constantine : 93.

**Kasolem. (2009).** Etude Ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkinafaso : cas de *leucasMartinicensis*(Jacquin) R. Brown, *HoslundiaOpposita*.

**Kawai, K., Beppu, H., Shimpo, K., Chihara, T., Yamamoto, N., Aggatsu, T., Ueda, H., Yamada, Y. (1998).** In vivo effects of *Aloe arborescens* Miller var natalensis Berger (Kidachi aloe) on experimental Tinea Pedis in guinea pig feet. *Phytotherapy Research*, 12: 178-182

**Khanbabae, K., and Ree, T.R. (2001).** Tannins: Classification and Defenition. Journal of Royal Society of Chemistry. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008) 18: 641-649 .

**Kumar, K.P.S., Bhowmik, D., Chiranjib, and Biswajit, (2010)** *Aloe vera: A Potential Herb and its Medicinal Importance*, Journal of Chemistry and Pharmaceutical Research, 2(1) ,pp: 21-29.

*L*

**Luigia, L., Giuseppe, V. (2006).** Extraction And Identification of anthocyanins from Smilax aspera L. berries, *Food Chemistry*. pp: 226-231.

*M*

**Malterud, K.E., Farbrot, T.L., Huse, A.E. (1993).** Antioxidant and radical scavenging effects of anthraquinones and anthrones. *Pharmacology*, 47: (Suppl 1), pp 77-85.

**Mansour, R., Zegers-Hochschild, F., Adamson, G. D., de Mouzon, J., Ishihara, O., Nygren, K., and Van der Poel, S. (2009).** The international committee for monitoring assisted reproductive technology (ICMART) and the world health organization (WHO) revised glossary on ART terminology, 2009. *Human Reproduction*, 343p.

**Marks, D. B. (1998).** *Biochimie* Ed: Pradel P: 135.

**MICHAYEWICZ, N. (2013)** *L'Aloe vera*, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle ? UNIVERSITÉ DE LORRAINE France pp 23.

**Mulay, S. (2014).** Aloe Vera-A Review. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*. 3(3).

**Müller-Esterl, W .(2007).** *Biochimie et biologie moléculaire* Ed : Dunod p 549.



**Okuda, K ., Nakashima, T., Kojiro, M., Jimi, A., Yamaguchi, R., Sakamoto, K., and Ikari, T. (1983).** Pathology of hepatocellular carcinoma in Japan: 232 consecutive cases autopsied in ten years. *Cancer*. 51(5) :863-877.

**Ouanes Boumaarafi. (2017).** Investigation phytochimique et étude -in vitro- de l'activité antioxydante de la plante médicinale a récoltée dans la région Khenchela- (*Artemisia campestris* L), universités Abbes Laghrour Khenchela, p :17.



**Pandey, R., Mishra, A. (2010).** Antibacterial activities of crude extract of *Aloe barbadensis* to clinically isolated bacterial pathogens. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 160: 1356-1361.

**Paris, M., Hurabielle, M., and Paris, R. R. (1986).** Abrégé de matière médicale: Monographies (2. partie): plantes actives sur le système nerveux, sur l'appareil digestif, plantes cardiotoniques, plantes antiparasitaires, plantes insecticides, antibiotiques et antitumoraux d'origine végétale. Masson 2 : 256 -266.

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

**Priyanka Sharma<sup>1</sup>, Amit, C., Kharkwal<sup>1</sup>, Harsha Kharkwal, M. Z., Abdin, Ajit, Varma. (2014),** A Review on Pharmacological Properties of Aloe vera, Amity University. India. Article No. 07, Pp : 31-37 Article No. 07, Pages: 31-37.



**Quezel, P., Santa, S. (1963).** La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, Ed: CNRS. Paris. 360-361 p. Rev, 52, 673-751.



**Radha, M.H., Laxmipriya, N.P. (2015).** Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: A systematic review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 5(1), 21-26.

**Ramamoorthy, L. and Tizard, I.R. (1998).** Induction of apoptosis in a macrophage cell line RAW 264.7. *Molecular Pharmacology*, 53: 415-421

**Reynolds, T., Dweck, A.C. (1999).** *Aloe vera* leaf gel: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*. 68(1), 3-37.

**Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. (1996).** Antioxidant activities of flavonoids as bioactive Radical Research. 22: 375-383.

**Rodriguez-Bigas, M., Cruz, N.I., Suarez, A. (1988).** Comparative evaluation of *Aloe vera* in the management of burn wounds in guinea pigs. *Plast Reconstr Surg*, 81: 386-389

**Ryser, E.T. (1999).** Incidence and behavior of *Listeria monocytogenes* in unfermented dairy products. In: Ryser ET, Marth EH (eds.): *Listeriosis and Food Safety*. Marcel Dekker Inc., New York, USA.



**Saihi, R. (2011).** Étude phytochimique, extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campestris* de la région de Djelfa Mise en évidence de l'activité biologique, mémoire de magister, Université d'Oran, Oran p76.

**Schmelzer, G.H., Gurib-Fakim A. (2008).** Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 11(1), Plantes médicinales 1, *Fondation PROTA*, p.94-95.

**Shida, T., Yagi, A., Nishimura, H., Nishioka, I. (1985).** Effect of *Aloe* Extract on Peripheral Phagocytosis in Adult Bronchial Asthma. *Planta Medica*. 51(3), 273-275.

**Sims, R.M., Zimmermann, E.R. (1971).** Effect of *Aloe vera* on Herpes Simplex and Herpes virus (strain zoster). *Aloe vera of American Archives*. Stabilized *Aloe Vera*. 1, 239-240.

**Steenkamp, V., Stewart, M.J. (2007).** Medicinal applications and toxicological activities of *Aloe* products. *Pharm. Biol.* 45, 411-420.

**Stobiecki, M.S., Kerhoas, L., Kachlicki, P., Muth, D., Einhorn, J., and Mueller, B. (2006)** Roeber, Profiling of phenolic glycosidic conjugates in leaves of *Arabidopsis thaliana* using LC/MS, *Metabolomics*. Pp 197 -219.

**Stryer L, Berg J, Tymoczko J. (1995).** *Biochimie* cinquième édition Ed Médecine science flammariion p 601.

**Sujatha, G., Kumar, G.S., Muruganandan, J., Prasad, T.S. (2014).** *Aloe Vera* in Dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 8(10), 1-2.

**Surjushe, A., Vasani, R, Saple, D.G. (2008)** *Aloe Vera*: A short review, Indian Journal of Dermatology, 53(4), 163-166.

**Suvitayavat, W., Sumrongkit, C., Thirawarapan, S.S., Bunyaphatsara, N. (2004).** Effects of aloe preparation on the histamine-induced gastric secretion in rats. J Ethnopharmacol. 90, 239-247.

**Syed, T., Afzal, M., Ahmad, S.A., Holt, A., Ahmad, S.A., Ahmad, S. (2009).** Management of genital herpes in men with 0.5% Aloe vera extract in a hydrophilic cream: a placebo-controlled doubleblind study. JOURNAL of Dermatological Treatment. 8(2), 99-1.



**Tizard, I., Busbee, D., Maxwell, B., Kemp, M.C. (1994).** Effects of Acemannan, a complex carbohydrate, on wound healing in young and aged rats. Wounds, 6: 201-209.



**Vogler, B., Ernst, E. (1999).** Aloe vera: a systematic review of its clinical effectiveness, British Journal of General Practice, 49(447), 823–828.



**Wichtl, M., Anton, R. (2009).** Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris. Pp 38 - 41.



**Xie, D. Y., and Dixon, R. A. (2005).** Proanthocyanidin biosynthesis—still more questions than answers. Phytochemistry 66 (18) : 2127-2144.