

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VU DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie microbienne

Présenté par :

Herhar Soumia & Djemaoun Souad

Thème

Etude de quelques activités biologiques de l'*Aloe vera*.

Soutenu le : 03 / 07 / 2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. Arab A.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. Bouteldja R.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme. Benfodil K.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à remercier **dieu**,
De nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à
terme notre formation de licence et pouvoir réalisé ce travail de
recherche.*

*Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre
encadrante Mme **Bouteldja. R** qui nous a fourni le sujet de ce
mémoire et nous a guidés de ses précieux conseils et suggestions, et la
confiance qu'il nous a témoignés tout à la longue de ce travail.*

*Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury pour l'intérêt qu'ils
ont porté notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.*

*On adresse aussi nos remerciements à chef de département de
biologie et à tous les enseignants de biotechnologie microbienne.*

*Un grand merci pour nos parents pour leur grand soutien tout au long
de nos études et pour la confiance qu'ils nous ont toujours témoignée.*

*Enfin, on adresse nos sincères sentiments de gratitude et de
reconnaissances à toutes les personnes qui ont participé de près ou
de loin à la réalisation de ce travail.*

Merci à tous



Dédicace

Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Je dédie ce modeste travail...

Aux personnes les chère au monde mes chers parents.

A ma très chère mère

Affable, honorable, aimable qui représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mon père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour lui Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices qui ont consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère sœur et mes frères

Je leur souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite. J'exprime ainsi mes sentiments de fraternité et d'amour.

A ma copine Souad

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour elle.

A mes ami(e)s et à toute mes amies de promo biotechnologie microbienne 2022.

Soumia



Dédicace

Dieu soit loué, qui nous a accordé le succès et nous a aidés à terminer ce travail. Je suis heureux de dédier ce travail. Le fruit de mes efforts.

Aux personnes qui me sont les plus chères au monde

A mes parents

Ibrahim et Fatima qui m'ont soutenu toute ma vie.

Pour tous les sacrifices qu'ils ont faits pour mon bonheur. Merci pour leur aide et leurs encouragements.

A mon grand-père, que Dieu ait pitié de lui.

A ma sœur, mon amour, ma seule, Asma

Et aux chers frères Moussa et Mohamed Abd elkadous

A ma binôme soumia et à tous les membres ma famille.

J'adresse aussi mes dédicaces à mes amies.

A mes ami(e)s et à toute mes amies de promo biotechnologie microbienne

2022



Souad

Liste des abréviations

AlCl₃ : Trichlorure d'aluminium

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

EAG : Equivalent Acide Gallique

EQ : Equivalent Quercitrine

IC₅₀ : Concentration Inhibitrice Médiane

Na₂ CO₃ : Carbonate de sodium

C : concentration

A : absorbance

UV : Ultraviolet

Rdt : Rendement

SM : solution mère

M-H : Miller Hinton

B .Subtilis : Bacillus Subtilis

S. Aureus : Staphylococcus Aureus

% : pourcentage

G : Grossissement

D : Diamètre

h : heure

min : minute

I% : pourcentage d'inhibition

°C : Degré Celsius

CMI : concentration minimale inhibitrice

Ext : extrait

PF : polyphénols

TPC : teneur phénolique totale

TFC : teneur flavonoïde totale

Liste des tableaux

Tableau 1: tableau des espèces d'Aloe vera (Zpataa et al 2013).	6
Tableau 2: Classification de l'Aloe vera : cronquist (1981), et APG IV (2016)	8
Tableau 3: caractéristiques générales des souches bactériennes testées	27
Tableau 4: represente les Absorbances de la gamme de concentration d'acide gallique	34
Tableau 5: representes les absorbances des échantillons de chaque extrait	34
Tableau 6: resultats des concentration mesurée pour l'extrait éthanoliques des échantillons de chaque extrait	36
Tableau 7: représente le pourcentage d'inhibition des radicaux libre en fonction de concentration de chaque extrait	38
Tableau 8: Poids d'extraits secs et le rendement des deux extraits feuille et poudre	45
Tableau 9: la teneur en polyphénol des extraits de l'Aloe vera.	46
Tableau 10: teneur en flavonoïdes des extraits d'Aloe vera	48
Tableau 11: les diamètres et les zones d'inhibition de chaque extrait.	51
Tableau 12: Effet de l'extrait de poudre d'Aloe vera à différentes concentrations sur le taux de mortalité des protoscolex du kyste hydatique à différents temps d'exposition...	53
Tableau 13: Effet de l'extrait de feuille d'Aloe vera à différentes concentrations sur le taux de mortalité des protoscolex du kyste hydatique à différents temps d'exposition...	54

Liste des figures

Figure 1: situation générale des espèces du genre Aloe à travers la classification évolutive.....	8
Figure 2: Arbre phylogénétique des angiospermes.(ii)	9
Figure 3: La Plante Aloe vera	9
Figure 4: Coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera (Ni et Tizard, 2004).	10
Figure 5: Observation au microscope optique de gel d'Aloe vera x5 (a)et x10.	11
Figure 6: La fleur d'Aloe vera (vi).....	12
Figure 7: Photo d'un champ de plants d'Aloe vera aux Iles Canaries (vii)	12
Figure 8: Structure du gel d'Aloe vera.....	14
Figure 9: structure chimique de l'acemannan (ix)	15
Figure 10: mécanisme d'action de l'acemannan (x).....	17
Figure 11: Propriétés des polyphénols (uthumy et al 2011)	21
Figure 12: Structure de base des flavonoïdes (Fraga, 2007).....	22
Figure 13: échantillons d'Aloe vera	27
Figure 14: Photo d'un foie mouton infecté par le kyste hydatique.	28
Figure 15: les étapes de préparation de la poudre de barbadiens	28
Figure 16: Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation.	29
Figure 17: Méthode d'extraction de l'Aloe Vera.....	30
Figure 18: Les étapes de l'extraction	31
Figure 19: Réaction de Folin-Ciocalteu avec les polyphénols (Boizot et charpentier 2006).....	33
Figure 20: Dosage des polyphénols totaux.	33
Figure 21: Droite d'étalonnage de l'acide gallique dans le dosage de Folin-Ciocalteu (1mg/ml)	34
Figure 22: Réaction du chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes (Ribéreau-	35
Figure 23: Dosage des flavonoïdes totaux.	35
Figure 24: Courbe d'étalonnage de la quercitrine pour le dosage des flavonoïdes totaux	36
Figure 25: Réduction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle en diphényle picryl hydrazine (Talbi et al.2015).....	37
Figure 26: Dosage de pouvoir anti radicalaire.	38

Figure 27: coube des pourcentages d'inhibition des radicaux libre de chaque extrait...	38
Figure 28: les étapes de l'activité antibactérienne.....	41
Figure 29: ponction et récupération du liquide hydatique	42
Figure 30: Les examens microscopiques d'un protoscolex de kyste hydatique fertile à l'objectif (x10).....	42
Figure 31: Rendement des extraits d'Aloe vera (feuille et poudre).....	45
Figure 32: les teneurs en polyphénols totaux des extraits d'Aloe vera.....	47
Figure 33: les teneurs en flavonoïdes totaux des extraits d'Aloe vera.....	48
Figure 34: Pouvoir activités antibactériennes des extraits (feuille et poudre) de l'Aloe vera contre les souches : Bacillus subtilis ATCC 6633, et Staphylococcus aureus ATCC 33862.....	51
Figure 35: Aspects morphologiques des protoscolex en présence du l'extrait d'Aloe vera (poudre) à des concentrations déférents (G X 10).....	53
Figure 36: Aspects morphologiques des protoscolex en présence du l'extrait l'Aloe vera (feuille) à des concentrations déférents (G X 10).....	54

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste d'abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	01

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Présentation de la plante

I.1.Aperçu Historique.....	05
I.2.Etymologie	05
I.2.1.Les espèces de l' <i>Aloe vera</i>	05
I.3.Classification	07
I.3.1.La classification évolutive	07
I.3.2.Classification phylogénétique	07
I.4.Description botanique	09
I.4.1.Aspect générale	09
I.4.2.La feuille	09
I.4.4.L'écorce	10
I.4.3. Le latex	10
I.4.5.La pulpe	10
I.4.6.La fleur	11
I.5. Culture de l' <i>Aloe vera</i>	12
I.5.1. Multiplication et plantation	12
I.5.2. Condition de culture	13
I.5.2.1. Le sol	13
I.5.2.2 .L'ensoleillement	13
I. 5. 2. 3. L'eau	13
I.5.2.4. Les températures	13
I.6. L'utilisation de la plante	13
I.7. Composition chimique	14
I.7.1. Anthraquinones	14
I.7.2. Glucides	15

I.7.3. L'acémannane	15
I.7.4. Vitamines	15
I.7.5. Minéraux	15
I.7.6. Enzymes	16
I.7.7. Acides aminés essentiels	16
I.7.8. Acides aminés secondaires	16
I.7.9. Autres molécules actives	16
I.8. Les propriétés médicinales de l' <i>Aloe vera</i>	16
I.8.1. Propriétés anti-inflammatoires	16
I.8.2. Propriétés antidiabétique	17
I.8.3. Propriétés immuno-modulatrices	17
I.8.4. Propriétés antimicrobiennes	18
I.8.5. Propriétés antifongique.....	18
I.8.6. Propriétés gastro-intestinales	18
I.8.6.1. Ulcère gastrique	18
I.8.6.2. Constipation	18
I.8.7. Effets laxatifs	19
I.8.8. Propriétés anti oxydantes	19
I.8.9. Propriétés hydratantes	19
I.8.10. Propriétés anti-âges	19

Chapitre II : généralité sur les métabolites secondaires

II.1. Généralités sur les métabolites secondaires	21
II.1.1. Les polyphénols	21
II.1.1.1. Classification des polyphénols.....	22
II.1.1.1.1. Acides phénoliques.....	22
II.1.1.1.2. Les flavonoïdes	22
II.1.1.1.3. Les tanins	22
II.1.2. Les polyphénols dans la plante	23
II.1.2.1. Localisation et rôle	23
II.2. Les radicaux libres	23
II.3. Les antioxydants	23
I.3.1. Les types des antioxydants.....	24

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1.Objectifs de l'expérimentation.....	27
III.2 Matériels biologiques.....	27
III.3. Préparation de la poudre de barbadiens	28
III.4.Extraction des polyphénols	29
III.5. Détermination de rendement	32
III.6.Dosage des composés phénoliques.....	32
III.6.1.Polyphénols totaux.....	32
III.6.2.Dosage des Flavonoides totaux.....	34
III.7.Evaluation des activités biologiques.....	36
III.7.1.Evaluation de l'activité antioxydante.....	36
III.7.1.1.Piégeage des radicaux libres DPPHL.....	36
III.7.2.Evaluation de l'activité antibactérienne.....	39
III.7.2.1.Méthode de diffusion en puits	39
III.7.3.Evaluation de l'activité antiparasitaire.....	41

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Effet de la méthode d'extraction.....	45
IV.2. Le rendement d'extraction.....	45
IV.3. La teneur en polyphénols totaux	46
IV.4.La teneur en flavonoïdes totaux	48
IV.5.Les activités biologiques.....	49
IV.5.1.Activité antioxydantes.....	49
IV.5.2.Activité antibactérienne	50
IV.5.3. Activité antiparasitaire	52
Conclusion générale.....	57

Reference bibliographique

Annexe

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées dans le monde depuis l'Antiquité et sont d'une grande importance sur le marché mondial. De nombreuses plantes ont reçu une grande attention grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé (**Sofowora, 2010**). Parmi ces plantes, l'*Aloe vera* est considérée comme l'une des plus puissantes car elle appartient au groupe des matières premières riches en composés bioactifs présentant des avantages pour la santé. Il contient par exemple : des polyphénols, composants minéraux, ainsi que des vitamines (**Jasso de Rodríguez et al., 2005 ; Sahu et al., 2013**). L'*aloe vera*, une espèce succulente, produit du gel et du latex, joue un rôle thérapeutique dans la gestion de la santé grâce à des activités antioxydantes, antitumorales et anti inflammatoires, et offre également une approche alternative appropriée pour le traitement de divers types de maladies. Cependant, l'*Aloès* a fait l'objet de nombreux tests phytochimiques et pharmacologiques qui ont donné des résultats intéressants (**Cieślik et Turcza, 2015 ; Khanam et Sharma, 2015 ; López et al., 2013; Nowak et Starek, 2003**). Il a été démontré des effets bénéfiques dans les maladies du tractus gastro-intestinal, telles que : les infections, les ulcères de l'estomac, du gros intestin et du duodénum. Les composés bioactifs de l'*aloe vera* agissent de manière anti-inflammatoire et délivrent les substances constituant un bon milieu pour les bactéries symbiotiques. L'extrait soutient le métabolisme des lipides et des glucides qui affectent positivement le taux de glycémie dans le sang et de cholestérol, ainsi que la bonne masse corporelle. L'application externe de l'*Aloès* est large dans le domaine de la régénération cutanée (**Cieślik et Turcza, 2015 ; Nejat-zadeh-Barandozi, 2013 ; Sur-jushe et al., 2008 ; Szauder-Hajdrych et al., 2007**). Largement utilisé dans les industries cosmétiques et pharmaceutiques, a également trouvé une application dans l'industrie alimentaire. Les formes de concentré, de gel, de jus ou de poudre peuvent être appliquées en complément de nombreux produits alimentaires, augmentant leur valeur nutritionnelle et bénéfique pour la santé, ainsi que leur attractivité sensorielle.

Les objectifs de notre travail s'articulent autour des points suivants

- Evaluation de l'activité antioxydante.
- Evaluation de l'activité antibactérienne.
- Et l'évaluation de l'activité antiparasitaire.

Notre étude vise à estimer la teneur des composés en phénoliques et flavonoïdes de deux espèces de la plante *Aloe vera*: *Aloe saporina* (fraîche) , et *Aloe barbadensis miller*(poudre) et une comparaison entre eux.

Ce travail est divisé en 4 chapitres :

Le premier chapitre : consiste en une étude bibliographique.

Le deuxième chapitre : généralité sur les métabolites secondaires.

Troisième Chapitre : Préparation des extraits et étude de leur effet sur l'activité antioxydant et leurs effets antibactériens et antiparasitaire.

Le quatrième chapitre : est consacré à la présentation et à la discussion des résultats obtenus au cours de cette étude, et notre travail se terminent par la conclusion.

*Synthèse
bibliographique*

Chapitre I
présentation de la
plante

I .Présentation de la plante

I.1.Aperçu Historique

L'histoire de la découverte et de l'utilisation de l'*Aloe vera* en phytothérapie remonte à plus de 5000 ans, et l'*Aloe vera* est apparu dans les écrits chinois et sumériens depuis 3000 avant JC, et il a été utilisé dans toutes les civilisations, telles que les civilisations égyptiennes et arabes, Les anciens Romains et Grecs, comme Aristote et Hippocrate, reconnaissaient de nombreuses propriétés curatives pour traiter les plaies et les troubles visuels, prévenir la chute des cheveux et prendre soin de la peau. On raconte qu'Aristote persuada Alexandre le Grand d'envahir l'île de Socotra pour des plantations de cactus afin de lui permettre de soigner ses guerriers lors des batailles (**Sánchez-Machado et al. 2017**). L'utilisation de l'*Aloe vera* a été redécouverte à la fin de la Seconde Guerre mondiale après avoir vérifié que les brûlures des blessés du bombardement atomique d'Hiroshima et de Nagasaki guérissaient avec l'*Aloe*. En 1968, la stabilisation de son gel, permet son utilisation et l'expansion à travers le monde. Aujourd'hui,

L'*Aloe vera* ré-émerge avec la médecine naturelle. Elle a été plantée en Algérie il y a environ 100 ans, elle est connue pour son utilisation dans le traitement des brûlures.

I.2.Etymologie

L'*Aloe vera* à une double origine : arabe et grec, «alloeh »qui, en arabe, signifie : «substance amère qui brille » et « alos », qui signifie en grec ancien : « mer », tandis que « vera »en latin signifie « vrai ».

Dans les deux cas, la façon d'appeler cette plante médicinale importante de la nature est associée à ses qualités, d'une part son jus amer et visqueux, et d'autre part le flux considérable d'eau à l'intérieure. Depuis la nuit de temps, cette espèce a été considérée comme la plus efficace en termes d'utilisation thérapeutique et médicale générales.

L'*Aloe vera* (L) Burm, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'*Aloe barbadensis* Miller ou *Aloe vulgaris* Lamark (**Ernst, 2005**). Aujourd'hui, la classification botanique officielle a retenu le nom d'*Aloe barbadensis* Miller, mais *Aloe vera* reste l'appellation courante.

I.2.1.Les espèces de l'*Aloe vera*

L'*Aloe vera* est une plante très diversifiée qui présente plus de 350 variétés et espèces se distinguant par la couleur de leurs feuilles, leur taille, leur port et par leurs inflorescences.

Tableau 1: tableau des espèces d'Aloe vera (Zpataa et al 2013).

Nom binominal	description	photo
<i>Aloe arborescens</i>	Ses feuilles sont d'un vert clair et ont des bords dentelés. Les fleurs poussent sur une tige latérale à une couleur rouge ou orange intense.	
<i>Aloe vera ou Barbadosis miller</i>	L'Aloès des barbades ou <i>Aloe barbadensis</i> Formé par de grandes feuilles épaisses, longues et dentées, de couleur gris vert, tachetée de blanc.	
<i>Aloe Aristata</i>	Présente des feuilles épaisses, vert foncé, dentelées au motif particulier de petites taches blanches. Ses inflorescences de couleur rouge orangé sont présentées en forme d'épis.	
<i>Aloe striata</i>	Les feuilles adoptent un ton rosé doux. Elles commencent par être vertes avec un bord rose et peu à peu la feuille entière prend ce ton. Les fleurs ont une couleur rouge à orange.	
<i>Aloe variegata</i>	Ses feuilles triangulaires, de couleur vert foncé, striées de lignes blanches horizontales. Il donne des fleurs de couleur orange, rose ou rouge.	

<i>Aloe juvenna</i>	Les feuilles sont dentées et avec des taches claires. Et donne lieu à des inflorescences sous forme de petites cloches orange ou rouges.	
<i>Aloe brevifolia</i>	Ses feuilles frappantes, pointues et dentées tant sur les bords que sur la face inférieure. Elle produit des fleurs rouge vif dans une cloche étroite.	
<i>Aloe ciliaris</i>	Il possède des feuilles étroites. lancéolées, aux bords dentelés et couvertes de dents blanches.	
<i>Aloe forex</i>	Les feuilles de couleur bleutée, bordées d'épines brunes. Elle est formée par une tige centrale sur laquelle s'éclosent des fleurs rouges ou orange.	
<i>Aloe saporina</i>	Ses feuilles, grandes et surtout charnues, sont de couleur vert bleuté ou rougeâtre, avec des bords épineux et des taches claires.	

I.3. Classification

I.3.1. La classification évolutive

La classification Cronquist (1981) : est une classification des angiospermes, c'est la dernière version des principales classifications, elle est principalement basée sur des critères morphologiques, anatomiques et chimiques, les plantes qui contiennent le plus grand nombre de similitudes au sein d'une même famille sont collectées (Michayewi 2013) (figure1).

I.3.2. Classification phylogénétique

Cette classification comprend actuellement quatre versions établies par l'Angiospermes phylogeny Group : la classification APG (1998), APG II(2003), APG III(2009), APG IV(2016), cette dernière étant à ce jour la plus importante classification botanique. Cette classification est basée sur deux gènes chloroplastiques et un gène nucléaire de ribosome (figure2).

Classification APG IV (2016) : est la quatrième version de classification botanique des angiospermes (**tableau 2**).

Tableau 2: Classification de l’Aloe vera : cronquist (1981), et APG IV (2016)

Classification de Cronquist	Classification APG IV
Règne : <i>Plantae</i>	Règne : <i>Archéplastides</i>
Sous-règne : <i>Viridaeplantae</i>	Clade : <i>Angiospermes</i>
Division : <i>Magnoliophyta</i>	Clade : <i>Monocotylédones</i>
Classe : <i>Liliopsida</i>	Ordre : <i>Asparagales</i>
Sous-classe : <i>Liliidae</i>	Famille : <i>Asphodélacées</i>
Ordre : <i>Liliales</i>	Sous famille : <i>Asphodéloïdées</i>
Famille : <i>Aloeaceae</i>	Genre : <i>Aloe</i>
Genre : <i>Aloe</i>	Espèce : <i>Vera</i>
Espèce : <i>Vera</i>	

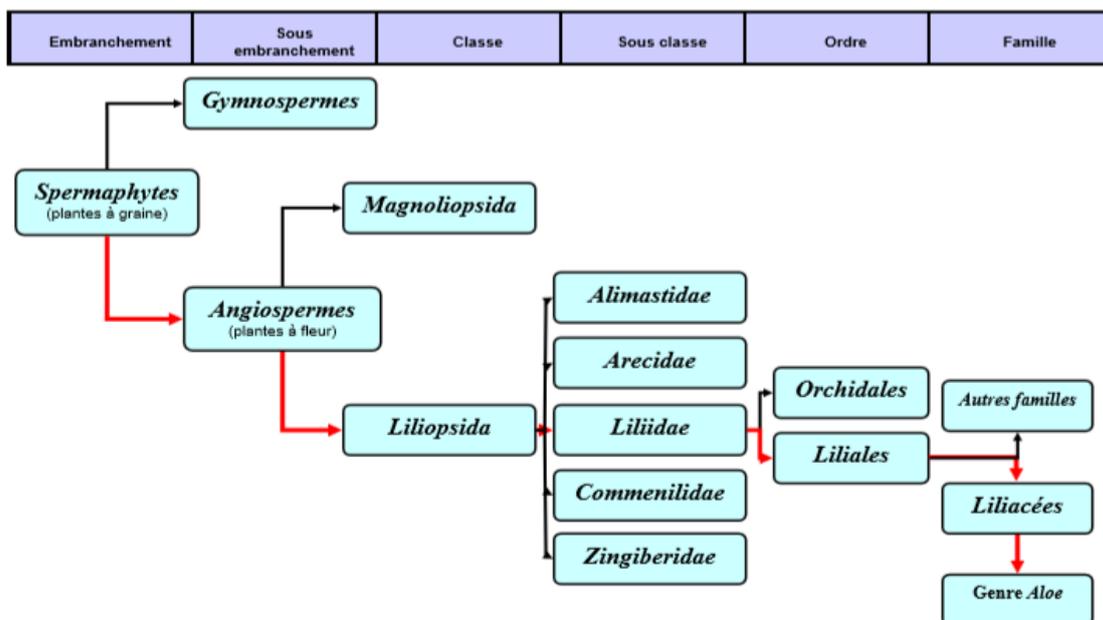


Figure 1: situation générale des espèces du genre Aloe à travers la classification évolutive

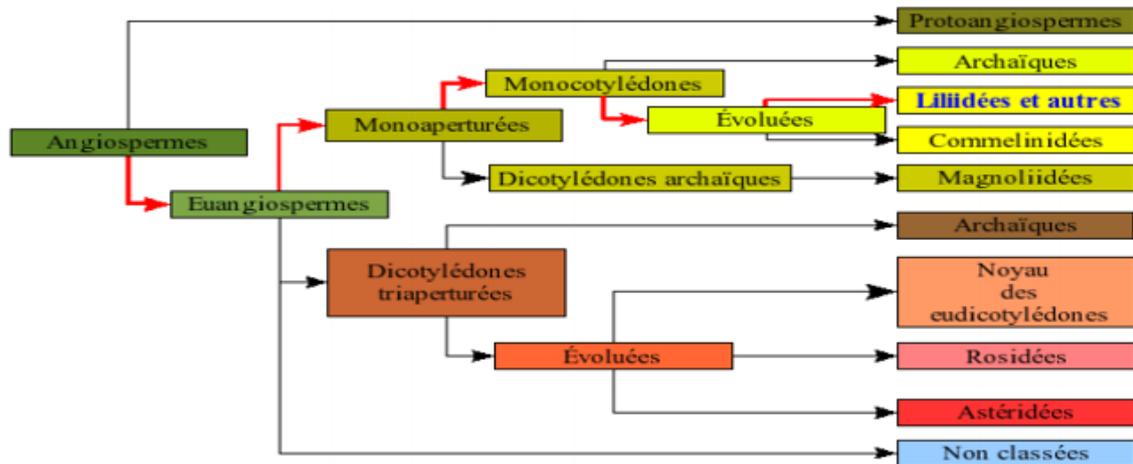


Figure 2: Arbre phylogénétique des angiospermes. (ii)

I.4.Description botanique

I.4.1.Aspect générale

L'*Aloe vera* appartient à la famille des Liliacées et est également connu sous le nom de "lis du désert". L'*Aloe vera* est une plante arbustive de 60 à 80cm de haut, avec des racines énormes et peu profondes, une tige très courte et des feuilles vertes épaisses et triangulaires (10cm de large) avec des épines jaune clair le long des bords (Geagea 2004) (figure 3). Le cactus a la capacité de fermer ses stomates pour retenir l'eau à l'intérieur de la plante, lui permettant de survivre plus longtemps dans un climat sec (Boufford 1997).



Figure 3: La Plante Aloe vera

I.4.2.La feuille

L'*Aloe vera* possède des feuilles charnues, fragiles et pourvues d'épines, qui poussent en forme de rose, disposées en spirale. D'une très belle couleur verte lorsqu'elles ne sont pas directement exposées au soleil, elles atteignent 80 cm de long et 10 cm dans leur plus grande largeur, avec des bords munis d'épines jaune clair (Perrot et Paris 1971). On peut différencier

trois parties distinctes de la feuille l'écorce ; la sève ou latex et la pulpe (**Eshun et He 2004**) (**figure 4**).

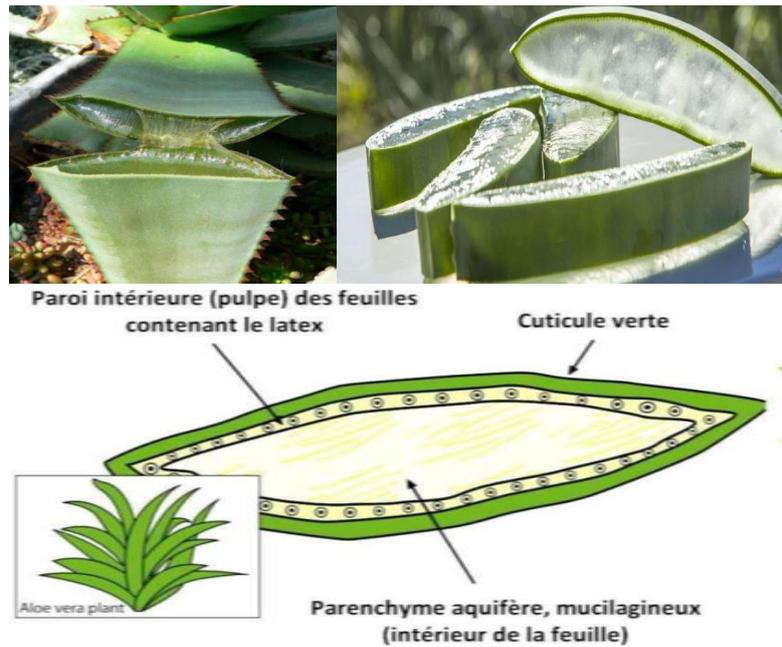


Figure 4: Coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera (Ni et Tizard, 2004).

I.4.3.L'écorce

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

I.4.4. Le latex

Le latex est sous forme d'un gel jaune est situé juste au-dessous sous l'écorce sous forme d'une couche de minuscules vaisseaux sanguins sous appelé latex (sève d'*Aloe vera*), Ce mucilage est riche en composés phénoliques, dont les anthraquinones) qui permet le transport de l'eau, des minéraux et des molécules synthétisées dans les racines jusqu'à la pulpe. Lorsqu'il est déshydraté, il est utilisé comme agent laxatif réglementé par la Food and Drug administration. Il est également utilisé comme agent amer dans certaines boissons, il est considéré comme un antibactérien en particulier contre les bactéries Gram + (**Boudreau et Beland, 2006 ,2016**)

I.4.5.La pulpe

La partie blanche et mucilagineuse à l'intérieur de la feuille est composée de cellules parenchymateuses à paroi fine contenant le gel d'*Aloe vera*. Il représente 65% à 80% du poids de la plante (**figure 5**). Ce gel, incolore, sert de réserve énergétique, suivant les études, il y

aurait entre 98% et 99,5% d'eau ainsi que les carbohydrates synthétisés et stockés par la plante. (Eshun, 2004 ; Boudreau et Beland, 2006 ; Femenai et al. 1999) Le pH du gel d'*Aloe vera* est entre 4,4 et 4,7. Cette acidité peut être due à l'accumulation par la plante d'organites acides comme l'acide malique. (Boudreau et Beland, 2006)

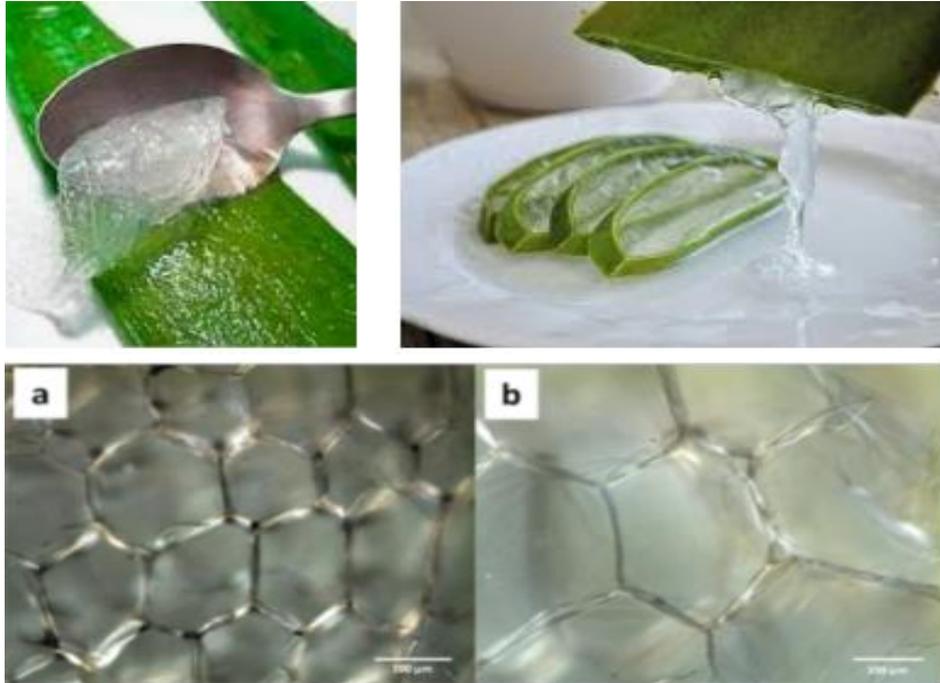


Figure 5: Observation au microscope optique de gel d'*Aloe vera* x5 (a) et x10.

I.4.6. La fleur

L'inflorescence jaune à jaune orangée, non ramifiée, longue de 60 à 90 cm, supporte des fleurs pendantes et tubuleuses, en forme de petites trompettes, bisexuées. Ces fleurs sont réparties sur une ou plusieurs hampes, disposées en racèmes compacts, rétrécis vers le haut. La hampe florale peut présenter de 3 à 5 ramifications et atteindre 1 mètre de haut (**figure 6**).

Le périanthe charnu comporte

- ❖ Six tépales (pièce florale externe et interne du périanthe, dont on ne peut pas dire s'il s'agit de pétale ou de sépale, lorsque les deux ont la même apparence) pétaloïdes de 2,5 cm de long, soudées en tube à la base.

- ❖ Six étamines (organe mâle de la reproduction chez les angiospermes) qui dépassent légèrement le périanthe.

Ces étamines entourent l'ovaire qui est supère et qui comprend 3 loges qui donnent le fruit. Ce dernier est une capsule loculicide, c'est à dire s'ouvrant par 3 fentes longitudinales, renfermant un grand nombre de graines légères, irrégulièrement anguleuses et pourvues d'une

petite aile membraneuse plus ou moins développée. Sa reproduction s'opère par graines ou plus facilement par les rejets (stolons) qui poussent autour de son pied (**Michayewicz, 2013**).



Figure 6: La fleur d'Aloe vera (vi)

I.5. Culture de l'Aloe vera

I.5.1. Multiplication et plantation

L'*Aloe vera* se reproduit végétativement par des parties des feuilles grasses ou par des parties de tige qui contiennent un ou plusieurs bourgeons végétatifs d'une longueur de 5 cm.

Dans le cas où le cactus se multiplie à partir des parties de la tige, il est préférable d'avoir une longueur de 5cm dans les pépinières. Il est planté sur des lignes de 50 cm de large et a des distances entre les plantes et certaines d'entre elles d'environ 15 cm (**figure7**). après un an, il est déplacé vers le lieu permanent, et une acre a besoin de 18 à 20000 plants. Il est difficile de faire pousser de l'*Aloe vera* à partir d'une feuille car la chance que la feuille prenne réellement racine et devienne une plante entièrement saine est faible et les feuilles d'*Aloe vera* contiennent un pourcentage élevé d'humidité, de sorte qu'elles peuvent pourrir. Il faut environ 3 à 4 ans pour que vos plantes d'aloès atteignent leur pleine maturité et que leurs feuilles atteignent environ 8 à 10 pouces de longueur. (**Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A, 2008**).



Figure 7: Photo d'un champ de plants d'Aloe vera aux Iles Canaries (vii)

I.5.2. Condition de culture

I.5.2.1. Le sol

Les terrains dont le drainage est assuré naturellement, comme dans les rocailles et sur les talus, sont de bons endroits où planter l'*Aloe vera*. Sinon, la plante réclame un sol très bien drainé qui ne retient pas l'eau en hiver. Comme les sols secs et calcaires et les terrains sablonneux, alcalins ou neutres qui sont les sols les plus optimales pour le développement de l'*Aloe vera*. (Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A, 2008).

I.5.2.2 .L'ensoleillement

Cette plante appartient à la famille des *Liliaceae*s. C'est une succulente et doit donc être entretenue comme telle. Elle ne doit pas être exposée au soleil directement car ses feuilles pourraient jaunir et se dessécher irrémédiablement. Cependant, dès que la température atteint les 5 °C, il est préférable de la rentrer dans un endroit clair à température ambiante normale (Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A, 2008).

I. 5. 2. 3. L'eau

L'*Aloe vera* est irriguée en hiver une fois par mois uniquement pour éviter que le substrat ne se dessèche complètement, tandis qu'en été, elle est irriguée une fois toutes les trois semaines ou plus, selon la température de l'air. Le cactus est une plante succulente du désert qui stocke l'eau dans ses tissus, et supporte ainsi la soif et le sol sec pendant de longues périodes. (Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A, 2008).

I.5.2.4. Les températures

Cette plante est considérée comme un climat subtropical chaud qui supporte de grands changements de température saisonnière et quotidienne. Bien que ce soit la plante la plus résistante, ses feuilles commencent à être affectées lorsque les températures sont inférieures à 5 degrés Celsius. La couleur jaune augmentera sa sécheresse. (Hennessee O.M., Cook B.K., 1989)

I.6. L'utilisation de la plante

L'*Aloe vera* est utilisé dans plusieurs domaines notamment en cosmétique, en industrie alimentaire et l'industrie textile.

- *l'industrie alimentaire*

Le gel d'*Aloe vera* est utilisé comme complément nutritionnel et dans la préparation des boissons saines ainsi que la fabrication de yaourts et d'autres boissons, y compris le thé. (Eshun, 2004. Bassetti, Sala, 2005)

- *En cosmétique et dermatologie*

L'Aloe vera est largement utilisée dans l'industrie cosmétique en raison de sa grande capacité de rétention d'eau et sa riche composition en nutriments, elle stimule le renouvellement cellulaire et combat les cicatrices et les rides. Elle est également utilisée comme produit de prévention et de cicatrisation des brûlures. Elle est utilisée dans les baumes à lèvres, les masques, le savon, le shampooing et les soins capillaires (Li, 2009).

- **Industrie textile**

L'Aloe vera donne par rouissage des fibres textiles qui est utilisée au Maroc sous le nom de sabra ou soie végétale, la sabra s'obtient après introduction des feuilles dans de l'eau pour extraction des fibres, filage, puis tissage et teinture de ceux-ci. La toile est très élastique et ne se froisse pas.

- **Utilisation ornementale**

L'Aloe vera est une plante d'intérieur attrayante, le jardinage domestique souhaite posséder, le commerce horticole en générale.

I.7. Composition chimique

La feuille d'*Aloe vera* contient plus de 200 substances actives. Toutes les principales propriétés et vertus de la plante sont concentrées dans le gel : ou la pulpe (appelé mucilage) contenu à l'intérieur de la feuille.

Le gel de *L'Aloe vera* est composé à 98% d'eau et ne contient donc que 2% de principes actifs. Ces deux pourcents recèlent tout de même plus de 200 précieuses substances actives. (Soriano, L., 2016.) (figure 8).

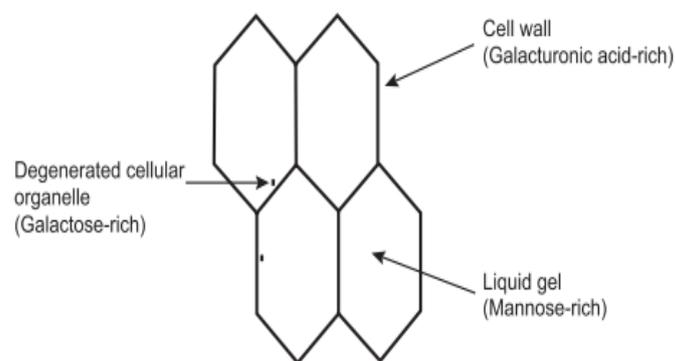


Figure 8: Structure du gel d'*Aloe vera*

I.7.1. Anthraquinones

Les anthraquinones sont des substances amères qui stimulent l'activité intestinale et produisent un effet laxatif. La principale anthraquinone de l'aloès est l'aloïne.

I.7.2. Glucides

Ils sont habituellement classés en différents groupes selon leur nombre de molécules

➤ **Les monosaccharides** : tels que le sucre industriel, sont également appelés

« Sucres simples ». En voici quelques-uns : Cellulose, Glucose, Galactose, Mannose, Aldonentose, Acide uronique, Lipase, Aliinase, L-rhamnose...

I.7.3. L'acémannane

Est un isomère D de glycosaminoglycane, ou mucopolysaccharide, L'acémannane est donc en quelque sorte l'empreinte chimique de l'Aloès (**figure9**).

Des études en cours laissent en outre penser que l'action régénératrice exercée par l'Aloès sur la peau et les muqueuses serait due à cette substance, qui résiste à la chaleur. En outre, cette substance active opère en interaction avec le système immunitaire, augmentant ainsi la production de macrophages, facteurs de l'élimination des tumeurs.

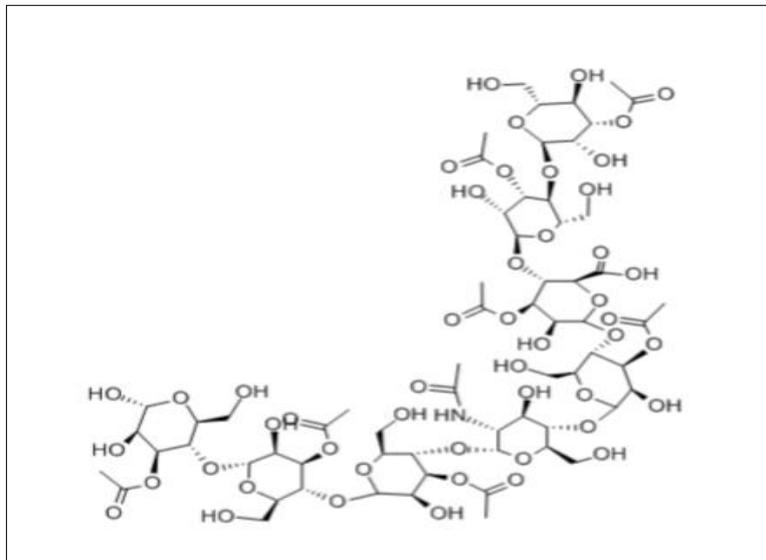


Figure 9: structure chimique de l'acemannan (ix)

I.7.4. Vitamines

Les vitamines sont des composés organiques nécessaires au bon fonctionnement de l'activité métabolique chez tous les êtres vivants. Parmi les vitamines présentes dans l'Aloès, on distingue les vitamines A. vitamine B1. Vitamine B2. Vitamine B3. Vitamine B6. Vitamine B9. Vitamine B12. Vitamine C. Vitamine E.

I.7.5. Minéraux

L'*Aloe vera* contient plus 20 sels minéraux : Calcium, Chlore, Chrome, Cuivre, Fer, Magnésium, Manganèse, Phosphore, Potassium, Sélénium, Sodium, Zinc, (**Morin, 2008.et Soriano, 2016.**)

I.7.6. Enzymes

Amylase, Bradykinase, Catalase, Cellulase, Créatine phosphorique, Lipase, Nucléotidase, Phosphatase acide, Phosphatase alcaline, Protéolytiase (ou protéase), Acides gras (Morin, 2008.et Soriano, 2016.)

I.7.7. Acides aminés essentiels

L'*Aloe vera* renferme 20 des 22 acides aminés nécessaires à l'homme, dont 7 des 8 acides aminés indispensables au bon fonctionnement de l'organisme humain.

Ces derniers sont dits « essentiels » car l'organisme n'est pas en mesure de les fabriquer lui-même. Ils doivent donc nous être apportés par l'alimentation : Isoleucine, Leucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Thréonine, Valine (Morin, 2008.)

I.7.8. Acides aminés secondaires

Acide aspartique, Acide glutamique, Alanine, Arginine, Cystine, Glycine, Histidine, Hydrox proline, Proline, Sérine, Tyrosine.

I.7.9. Autres molécules actives

Au cours des dernières années, les chercheurs ont découvert de nombreuses autres molécules actives dans l'*Aloe vera* :

- **L'Aloetine** : est un germicide remarquable qui neutralise la toxicité de nombreux germes.
- **L'aloelucine** : active la régénérescence cellulaire et accélère la guérison des ulcères.
- **L'aloesine** : à une puissante action bactéricide.
- **L'aloemicine** : semble posséder une action anti-tumorale efficace dans le traitement de certaines cellules cancéreuses...

I.8. Les propriétés médicinales de l'*Aloe vera*

I.8.1. Propriétés anti-inflammatoires

L'activité anti-inflammatoire du gel d'*Aloe vera* a été rapportée par de nombreuses études *in vitro* et *in vivo*. Le mannane acétylé dans le gel d'Aloès réduit l'inflammation induite par les agents via la promotion de la synthèse des prostaglandines, ainsi que l'infiltration accrue des leucocytes. Les effets des extraits aqueux et éthanoïque du gel d'*Aloe vera* inhibent la formation d'œdème (Hamman, 2008).

Le gel semble exercer son activité anti-inflammatoire par l'activité enzymatique de Bradykinase qu'il contient (enzyme qui décompose la bradykinine, médiateur de l'inflammation), mais aussi par inhibition de certains médiateurs de l'inflammation comme le thrombosane B2 et la prostaglandine F2. (Shelton, 1991), (Robson et al 1982).

I.8.2. Propriétés antidiabétique

Une nouvelle étude confirme les vertus antidiabétiques de l'aloé vera. La plante, peut diminuer les niveaux de glycémie dans le sang, aidant ainsi les patients qui souffrent de diabète de type 2. Des expériences menées sur des diabétiques ont montré que la consommation orale de jus d'*Aloe vera* entraîne une diminution de la concentration de glucose et de triglycérides dans le sang, (Yongchaiyudha et al. 1996). Pour que le gel d'*Aloe vera* contient des composés comme l'acémannane, la fibre hydrophile, le glucomannane et le phytostérol, qui réduisent la glycémie et augmentent la sensibilité à l'insuline (Yeh et al. 2003).

I.8.3. Propriétés immuno-modulatrices

Le gel de l'*Aloe vera* avait une forte activité immunomodulatrice, régulant négativement la production de cytokines inflammatoires induite par les lipopolysaccharides. L'acémannane stimule l'immunité en potentialisant la réponse lymphocytaire à l'allo-antigène avec l'activation de la production d'oxyde nitrique par les macrophages et les cytokines, telles que l'interleukine (IL)-1, l'IL-6, l'interféron (IFN) et le TNF (la figure 10). Elle augmentait la phagocytose et augmentait également les taux de monocytes et de macrophages en circulation. (Budai, et al ,2013) (Karacaet al, 1995).

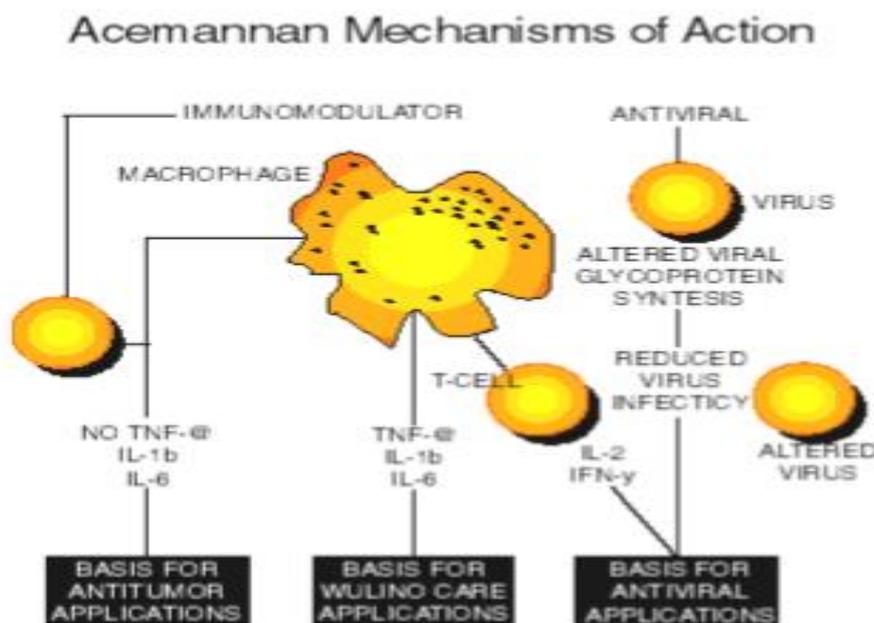


Figure 10: mécanisme d'action de l'acemmanan (x)

I.8.4. Propriétés antimicrobiennes

L'*Aloe vera* est réputée dans la médecine traditionnelle pour ces bienfaits apaisants et antimicrobiens. L'activité antimicrobienne a donc été souvent testée dans de nombreuses études scientifiques. Il a alors été démontré que les anthraquinones présentes dans le latex d'*Aloe vera* sont hautement antimicrobiennes (**Pan dey et al.2010**). Une autre composant, présent cette fois dans le gel d'*Aloe vera*, a été caractérisé grâce à son activité antimicrobienne, l'acide furamique (**Chang et al.2011**). Il a été testé et a démontré son efficacité contre quatre Bactéries courantes : *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Escherichia Coli*, et *Salmonella*.

I.8.5. Propriétés antifongique

Un extrait glycolique de feuilles fraîches d'*Aloe vera* a inhibé *in vitro* la croissance de *Candida albicans* et a diminué la formation des tubes germinatifs, caractéristiques de l'espèce et nécessaires à sa virulence (**Bernardes et al.2012**). De même, l'administration du gel a significativement réduit la croissance de *Candida albicans* dans la rate et les reins après l'injection intraveineuse de ce dernier chez des souris (**IMSA et al.2010**)

I.8.6. Propriétés gastro-intestinales

I.8.6.1. Ulcère gastrique

Les gastrites sont habituellement classées en gastrites aiguës ou chroniques, en fonction de leurs étiologies et leur potentiel évolutif (**Helle. Aloe vera 2006**). Le gel d'*Aloe vera* a la capacité de minimiser les ulcères gastriques tant chez l'homme que chez l'animal (**Yusuf, Agunu, Diana, 2004**). Deux études réalisées *in vitro* sur des rats ont montré que l'*Aloe vera*, seul [72] ou en association avec des sucralfates, augmente le niveau d'IL-10, diminue l'adhérence leucocytaire et le niveau de TNF-alpha (impliqués dans le processus inflammatoire de la muqueuse digestive) et favorise la cicatrisation de l'ulcère gastrique.

I.8.6.2. Constipation

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

- Le ralentissement du transit colique en rapport soit avec un obstacle organique soit avec un trouble du péristaltisme intestinal.

-Une diminution ou une disparition des phénomènes d'exonération due à une insensibilité rectale. (**Michayewi Natacha (2013)**).

C'est considéré Le jus d'*aloe vera* est un laxatif stimulant. Comme il n'affecte pas la taille des selles, mais affecte directement le mouvement de l'intestin, cela se fait en accélérant le

mouvement de l'intestin et en le vidant ainsi. Les composés d'anthraquinone présents dans l'*Aloe vera* créent un puissant effet laxatif. Par deux mécanismes différents : une augmentation du mouvement du système digestif et un déséquilibre. (**Bruneton, 1999 et Paris, Moyses, 1981 et Ethieher**).

I.8.7.Effets laxatifs

Les anthraquinones présentes dans le latex sont un laxatif puissant. Il augmente la teneur en eau intestinale, stimule la sécrétion de mucus et augmente le péristaltisme intestinal (**Ishii, 1994**).

I.8.8.Propriétés anti oxydantes

Les antioxydants dérivés des plantes, par exemple les substances phénoliques, sont connus pour être des composants très importants en raison de leurs actions bénéfiques potentielles. Les polyphénols retrouvés dans l'extrait de gel d'Aloès 50%, sont considérés comme un groupe majeur de composés qui contribue aux activités anti oxydantes, plus les flavonoïdes, l'acide ascorbique (**Moniruzzaman, et al.2012**), les dérivés anthraquinoniques et les composés polysaccharidiques.

I.8.9.Propriétés hydratantes

Le gel d'*Aloe vera* est composé à 98,5% d'eau, ce qui lui confère ses propriétés hydratantes. Mais ces dernières ne sont pas seulement dues à l'eau contenue dans le gel mais aussi à certains composants qui améliorent l'hydratation cutanée. En effet, une étude portée sur des préparations cosmétiques contenant plusieurs concentrations de gel d'*Aloe vera* lyophilisé a montré une augmentation de la teneur en eau de la couche stratum corneum (ou couche cornée) après une seule application.

Lorsque ces formulations ont été appliquées 2 fois par jour, l'effet a été le même. Certains composants du gel d'*Aloe vera* améliorent donc un moyen idéal pour prévenir ou traiter la déshydratation. Rester hydraté aide l'organisme à se détoxifier en fournissant un moyen de purger et d'éliminer les impuretés. Ceci est crucial, car les reins et le foie sont en grande partie responsables de la détoxification du sang et de la production d'urine. Pour cette raison, (**Belo.D et al.2006**).

I.8.10.Propriétés anti-âges

Dns une étude chez 30 femmes âgées de plus de 45ans, l'application de gel pendant 90 jours considérablement amélioré l'aspect des rides et l'élasticité de la peau en augmentant la production de collagène et diminuant l'expression du gène MMP-1 dégradant le collagène. Une étude a confirmé que la plante produit de collagène et des fibres d'élastine qui rendent la peau plus élastique et moins ridée. (**SOYUN et al 2009**)

Chapitre II
Généralité sur les
métabolites
secondaires

II.1. Généralités sur les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes (**Boudjouref, 2011**). Ce sont des métabolites secondaires qui n'exercent aucune fonction directe aux niveaux des activités fondamentales de l'organisme végétale (croissance, développement, reproduction (**Merghem, 2009**)). Ils jouent un rôle dans la défense contre les herbivores et dans les relations entre les plantes et leur environnement.

II.1.1. Les polyphénols

Les polyphénols (composés phénoliques) sont des sous-produits du métabolisme secondaire des plantes. Ils ont une multitude d'activités biologiques dépendantes de leur structure chimique. Les polyphénols sont naturellement présents dans notre alimentation sous différentes formes telles que les vitamines A, C ou E, les carotènes et certains minéraux. Ils constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes, les fruits et les légumes, puisqu'ils comprennent plus de 8000 molécules (**Bounatirou et al 2007**).

Structurellement, les composés phénoliques sont divisés en plusieurs classes, à commencer par les composés présentant un simple noyau phénolique à des composés polymériques complexes comme les tanins (**Colline and Crouzet, 2011**). Parmi les nombreuses propriétés bénéfiques présentées par les polyphénols (**décrites en figure 1 1**), on retrouve l'activité antioxydante. C'est pourquoi il est largement utilisé dans la médecine traditionnelle et moderne (**Rice-Evans et al. 1996**).



Figure 11: Propriétés des polyphénols (uthumy et al 2011)

II.1.1.1. Classification des polyphénols

II.1.1.1.1. Acides phénoliques

Les acides phénoliques constituent la classe majeure des composés phénoliques, ils se trouvent surtout dans les aliments d'origine végétale, qui font partie des formes les plus simples des composés phénoliques. Les acides phénoliques sont dérivés de trois classes : les acides phénoliques simples, les acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque et les acides phénoliques dérivés de l'acide cinnamique.

II.1.1.1.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des produits végétaux universels. Le terme flavonoïdes fait référence à un groupe très large de composés naturels qui appartiennent à la famille des polyphénols. Le nom flavonoïdes est dérivé du mot ethnique "flovus" qui signifie jaune (**Richard et al 2014**) Ce sont des pigments responsables de la coloration spécifique de nombreuses plantes.

Les flavonoïdes ont un squelette de base à 15 carbones composé de deux cycles phényle, un cycle A et B, reliés par une chaîne à trois carbones (structure en C6-C3-C6). La chaîne en C3 entre les cycles A et B est communément cyclisée pour former le cycle C (**Bruneton, 1999**) (**voir la figure 12**), ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et des feuilles. Les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides, qui peuvent être divisés en plusieurs classes : les flavones, les flavonols, les Flavonones, Les Anthocyanes et isoflavones. (**Li and jiang, 2007**)

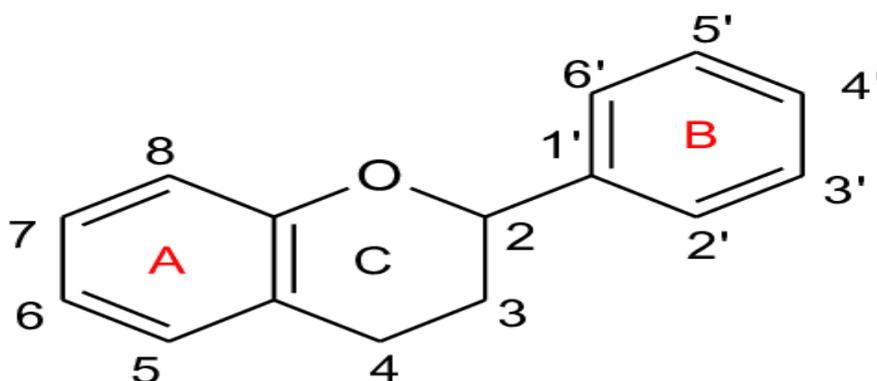


Figure 12: Structure de base des flavonoïdes (Fraga, 2007).

II.1.1.1.3. Les tanins

Les tanins sont des substances naturelles polyphénoliques, hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000, à saveur astringente, ayant en commun la propriété de tanner la peau. Ils forment une vaste famille de molécules caractérisées par la présence d'au moins un noyau aromatique associé à un ou plusieurs groupements phénoliques hydroxylés

(**Bate-Smith, 1954 ; Haslam, 1989 ; Scalbert, 1991**). Cela lui permet de se complexer avec de nombreuses grosses molécules telles que les protéines (**Bravo, 1998**). Ils peuvent également se lier à la cellulose et aux nombreux éléments minéraux (**Hagerman ,1988**).

On distingue deux groupes de tanins différents par leurs structures et également par leurs origines biogénétiques :

- Tanins hydrolysables
- Tanins condensés

II.1.2. Les polyphénols dans la plante

II.1.2.1. Localisation et rôle

A l'échelle de la cellule, les composés phénoliques sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et la paroi. Dans les vacuoles, les polyphénols sont conjugués avec des sucres ou des acides organiques ce qui permet d'augmenter leur solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule.

Au niveau de la paroi, on trouve surtout de la lignine et des flavonoïdes liés aux structures pariétales (**Bénard, 2009**), Les composés phénoliques sont synthétisés dans le cytosol (**Macheix et al., 2005**).

Au niveau tissulaire la localisation des polyphénols est liée à leur rôle dans la plante et peut être très caractéristiques. Au sein même des feuilles la répartition des composés est variable, par exemple les anthocyanes et les flavonoïdes sont majoritairement présents dans l'épiderme (**Tomas-Barberan et Espin, 2001**).

II.2. Les radicaux libres

Les radicaux libres peuvent être définis comme des molécules ou des fragments de molécules contenant des électrons libres. (**Valko et al., 2006**). cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable: il va donc se réduire en oxydant un autre composé (**Goudable, J. & Favier, A. 1997**).

II.3. Les antioxydants

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (**Boyd et al., 2003**). Comme les antioxydants sont largement utilisées comme additifs alimentaires pour maintenir la qualité alimentaire et protection contre les phénomènes d'oxydation (**Madsen & Bertelsen, 1995**).

Un antioxydant est une substance capable, à faible concentration, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables afin de retarder ou empêcher la détérioration, la rancidité ou la décoloration causée par l'oxydation.

I.3.1. Les types des antioxydants

Il existe deux types d'antioxydants :

➤ Les antioxydants primaires ou radicalaires ou vrais, qui permettent l'interruption de la chaîne catalytique : $AH + R^\circ \rightarrow A^\circ + RH$.

La molécule AH est antioxydante si le radical formé A° est plus stable.

➤ Les antioxydants secondaires ou préventifs qui assurent l'inhibition de la production des radicaux libres.

Partie expérimentale

Chapitre III
matériels et méthodes

III.1.Objectifs de l'expérimentation

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

III.2 Matériels biologiques

❖ la matière végétale

Dans notre étude nous avons utilisée deux espèces d'*Aloe vera* récoltées durant le même mois : Mars 2022 au niveau de la même région : commune de Ain ETorke (Wilaya de Bouira).La partie aérienne (les feuilles) de la plante est utilisée fraîche (*Saporina*), et en poudre (*Barbadensis miller*).



Barbadensis miller

Aloe saporina

Figure 13: échantillons d'*Aloe vera*

❖ Les souches bactériennes utilisées

L'activité antibactérienne des extraits d'*Aloe vera* sera testée sur deux souches (*Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*) qui ont été mises à disposition par le laboratoire de Biologie de l'Univercité de Bouira.

Tableau 3: caractéristiques générales des souches bactériennes testées

Souches	caractéristiques	Références
<i>Bacillus subtilis</i>	Gram positif	ATCC 6633
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram positif	ATCC 33862

❖ Les kystes hydatiques

Les kystes hydatiques ont été obtenus à partir de l'abattoir d'Ain Bessem, wilaya du Bouira. La recherche des kystes hydatiques a été effectuée principalement sur le foie de mouton. L'organe parasité est transporté dans une glacière et acheminés jusqu'au laboratoire de biochimie au niveau de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV).



Figure 14: Photo d'un foie mouton infecté par le kyste hydatique.

III.3. Préparation de la poudre de *Aloe barbadensis miller*

Les feuilles de la plante sont triées, lavées, et découpées en petits morceaux, puis séchées dans une étuve à 37°C. Après le séchage pressées manuellement à l'aide d'un mortier, et enfin filtrées à partir d'un tamis.

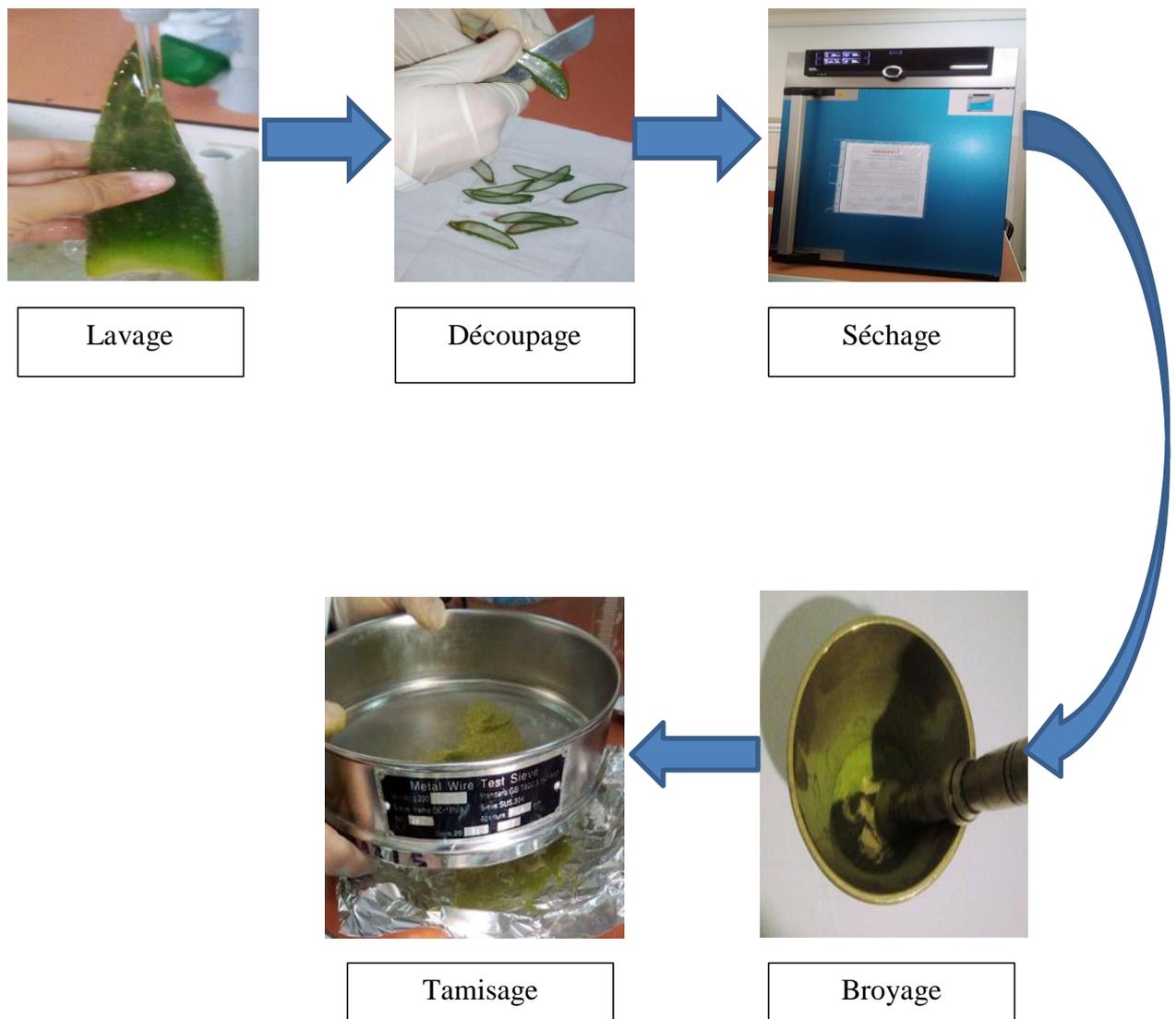


Figure 15: les étapes de préparation de la poudre de barbadiens

Les étapes de l'expérimentation sont présentées dans la Figure 16 :

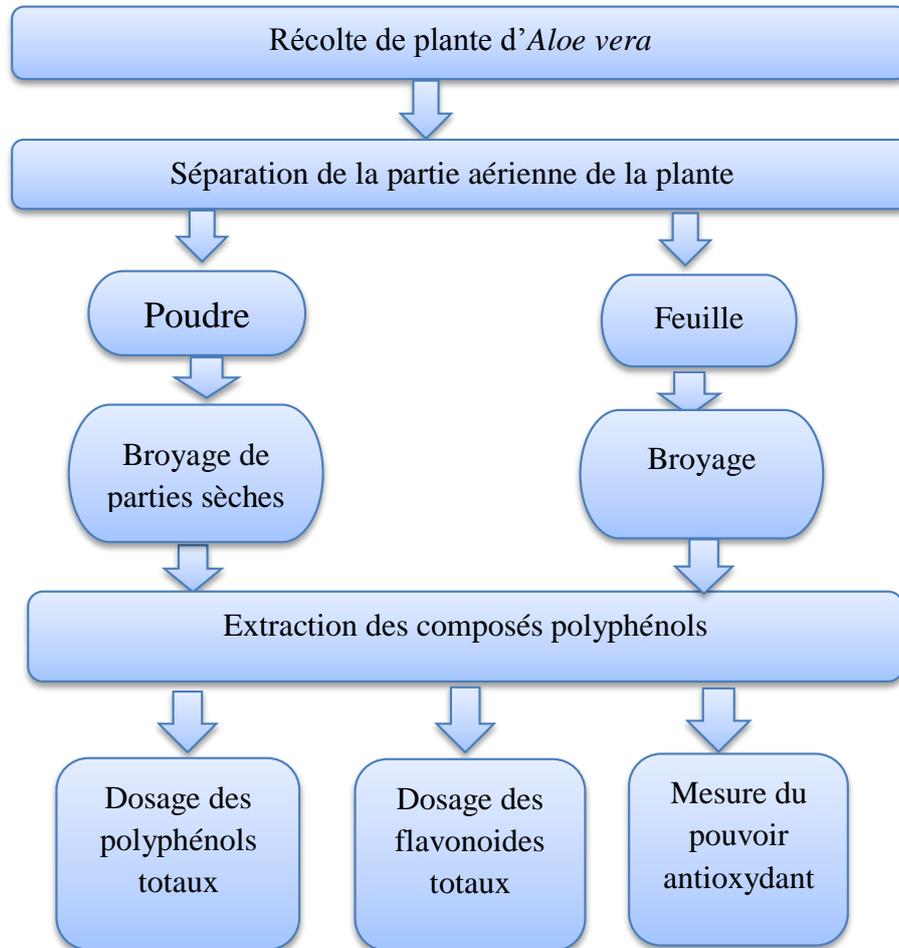


Figure 16: Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation.

III.4.Extraction des polyphénols

➤ La feuilles de l'Aloe vera sont préalablement lavées, et broyées avec un mortier : un échantillon de 200g est mis à macérer avec 200ml d'éthanol sous agitation à température ambiante et à l'obscurité pendant 72h. Puis filtrées avec un papier wattman N°1, le filtrat a été récupéré nous avons obtenu une solution et le résidu a soumis une deuxième extraction avec 100ml d'éthanol sous agitation pendant 24h suivie d'une filtration sur papier wattman N°1. Les deux filtrats récupérés sont mélangés, puis évaporés à l'aide d'un rotavapor à une température de 45°C.

➤ La poudre de l'Aloe vera (10g) est placée dans un récipient bouché avec 100ml éthanol et laissé au repos à température ambiante pendant une période d'au moins 3 jour sous agitation

fréquente jusqu'à dissolution de la matière soluble. Le mélange est ensuite filtré avec un papier wattman N°1, le résidu a soumis une deuxième extraction avec 50ml d'éthanol sous agitation pendant 24h suivie d'une filtration sur papier wattman N°1. Les deux filtrats récupérés sont mélangés, puis évaporés.

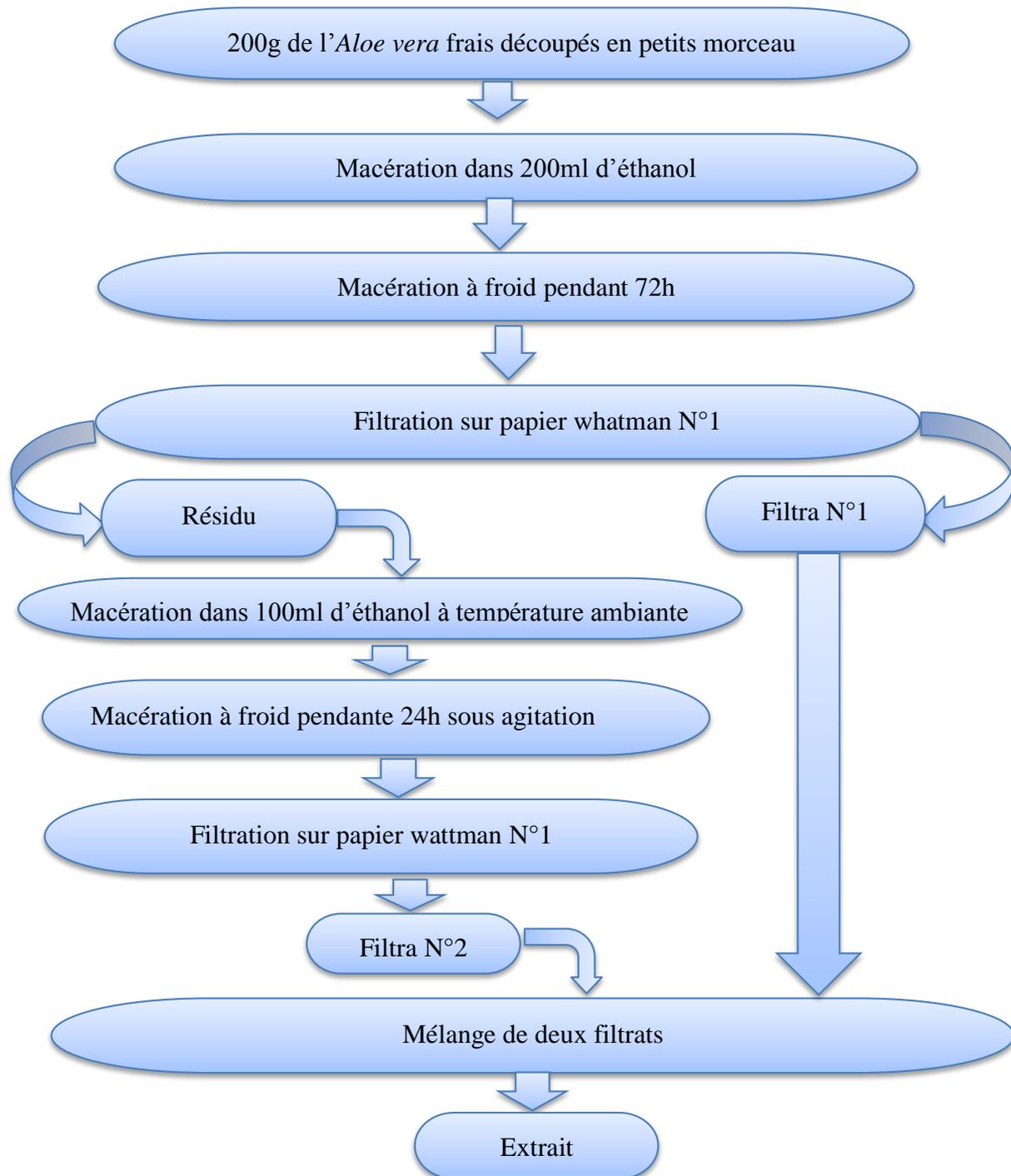


Figure 17: Méthode d'extraction de l'Aloe vera.

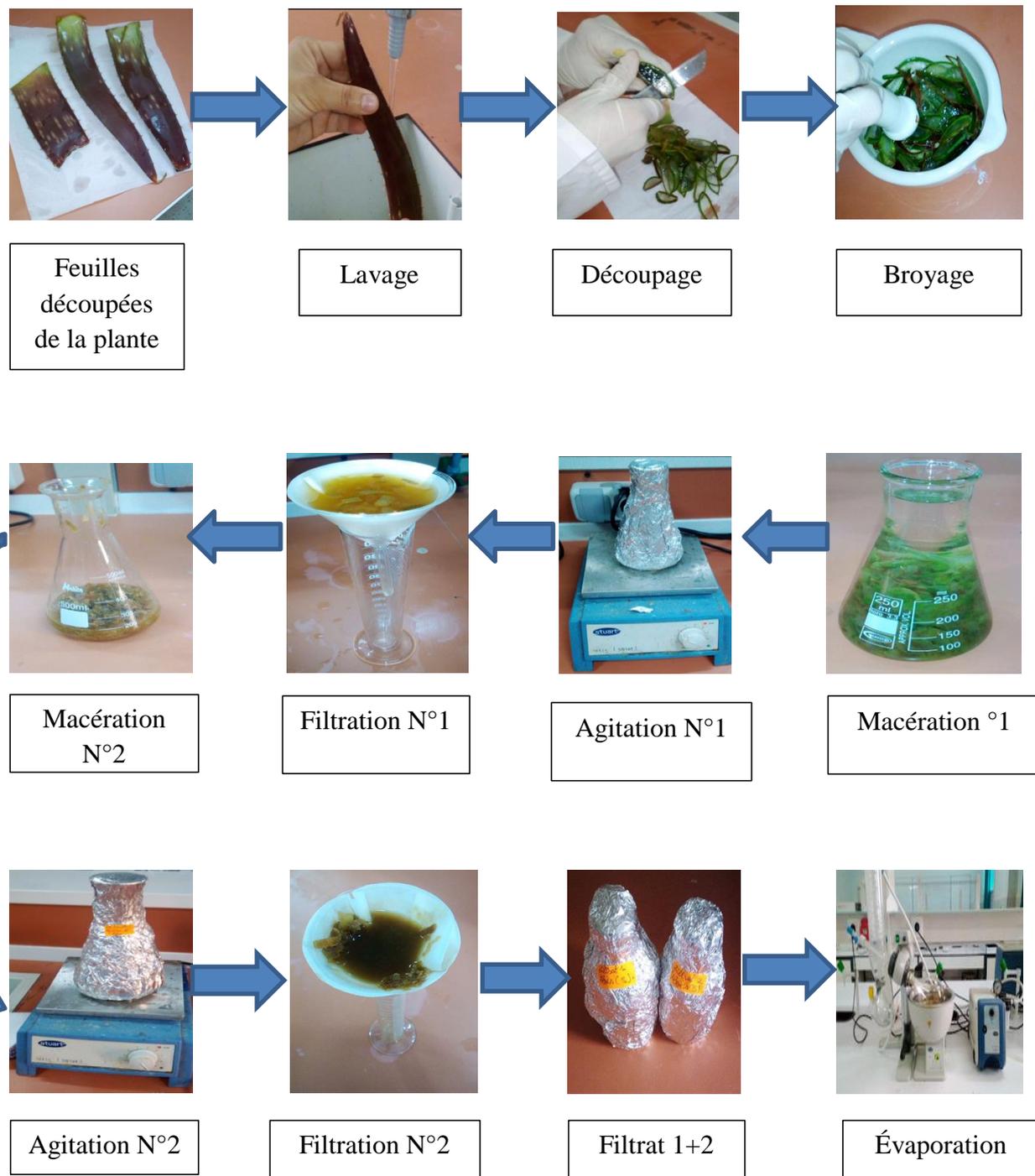


Figure 18: Les étapes de l'extraction

III.5. Détermination de rendement

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

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

P1 : poids du ballon après évaporation ;

P2 : poids du ballon avant évaporation ;

P3 : poids de la matière végétale de départ

III.6. Dosage des composés phénoliques

III.6.1. Polyphénols totaux

➤ Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de folin-Ciocalteu (**V.L.Singleton, R.Orthofer, R.M.Lamuella-Raventos**).

Le réactif de folin Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀).

Il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxyde bleu tungstène et de molybdène (**Ribéreau-Gayon 1968**). La coloration produite dont l'absorption maximum à 765 nm est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux.

➤ Préparation des solutions

Le réactif Folin-Ciocalteu est utilisé à une concentration de (10%). Une solution mère d'acide gallique est préparée à une concentration de 1g /ml dans l'éthanol. La gamme qui sera réalisée à partir de celle-ci permettra de tracer la courbe d'étalonnage. Une solution de carbonate de sodium est ensuite réalisée dans 100ml d'eau distillée à une concentration de 7.5%.

➤ Préparation de l'extrait de plante

Une masse de 1mg de chaque extrait est dissoute dans un volume de 1ml d'éthanol pour obtenir la solution mère (SM).

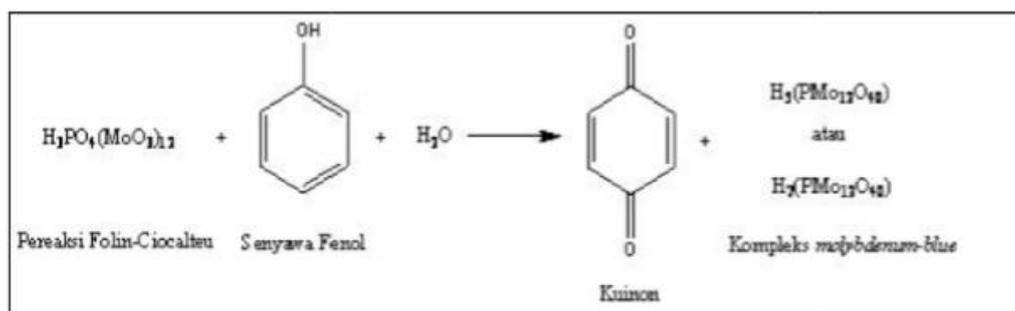


Figure 19: Réaction de Folin-Ciocalteu avec les polyphénols (Boizot et charpentier 2006)

➤ Mode opératoire

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (Singleton et Ross, 1965) en y apportant quelques modifications. Dans des tubes à essai en verre, on place un volume de 200 μ l de chaque extrait après on ajoute 1 ml de réactif folin-Ciocalteu dilué 10 fois, Le milieu est mélangé à l'aide d'un vortex et puis incube pendant 4 minutes, après on ajout 800 μ l de solution de carbonate de sodium (7.5%). Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 765 nm sur spectrophotomètre UV contre. En parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations. (Les essais sont répétés trois fois).

L'acide gallique est le standard utilisé pour établir la courbe d'étalonnage à partir de laquelle la concentration des polyphénols totaux des extraits est calculée.

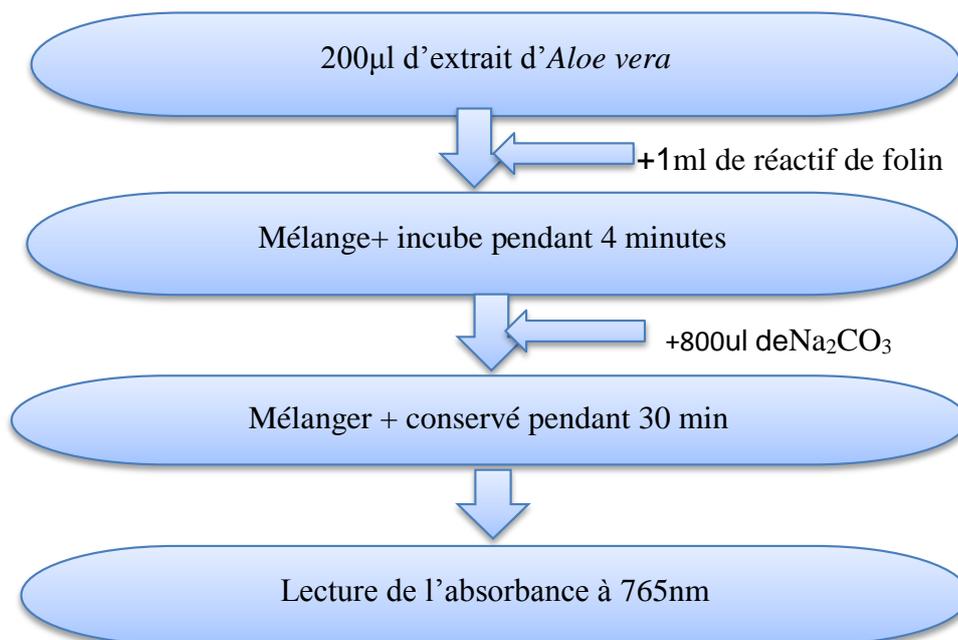


Figure 20: Dosage des polyphénols totaux.

➤ roite d'étalonnage d'acide gallique

Tableau 4 : represente les Absorbances de la gamme de concentration d'acide gallique

A	0	0.126	0.224	0.344	0.435	0.567
C (mg/ml)	0	5	10	15	20	25

la courbe d'étalonnage de l'acide gallique

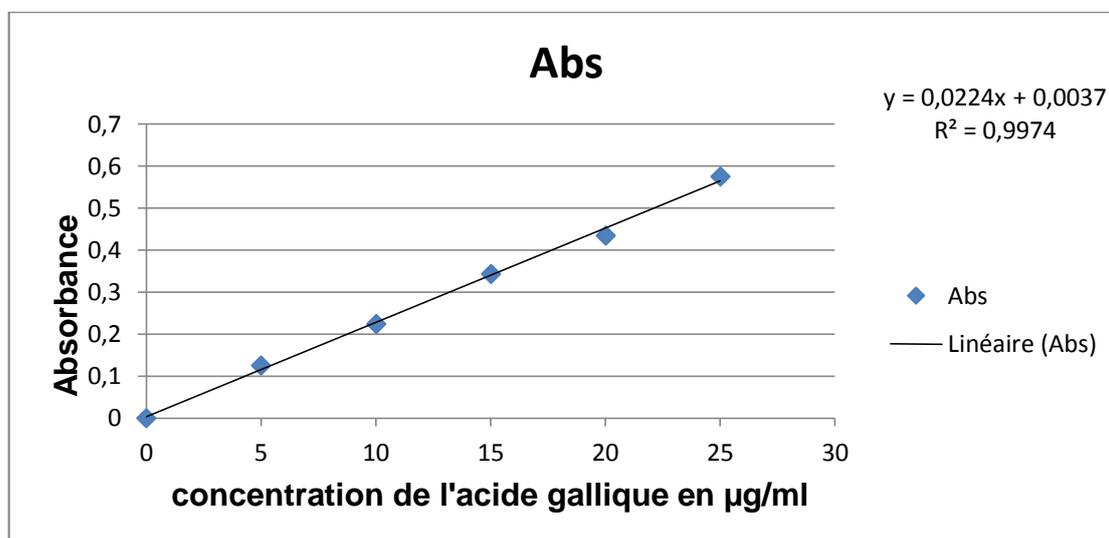


Figure 21: Droite d'étalonnage de l'acide gallique dans le dosage de Folin-Ciocalteu (1mg/ml)

Tableau 5 : representes les absorbances des échantillons de chaque extrait

Tubes	Absorbances	
	Feuille	Poudre
1	0.038	0.045
2	0.046	0.049
3	0.061	0.050

III.6.2. Dosage des Flavonoïdes totaux

➤ Principe

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ avec lequel ils forment des complexes acides stables soit avec le carbonyle ($C=O$) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, $AlCl_3$ peut également former des complexes acides labiles avec les groupements orthodihydroxyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B des flavonoïdes (figure 08) (Chang et al., 2002)

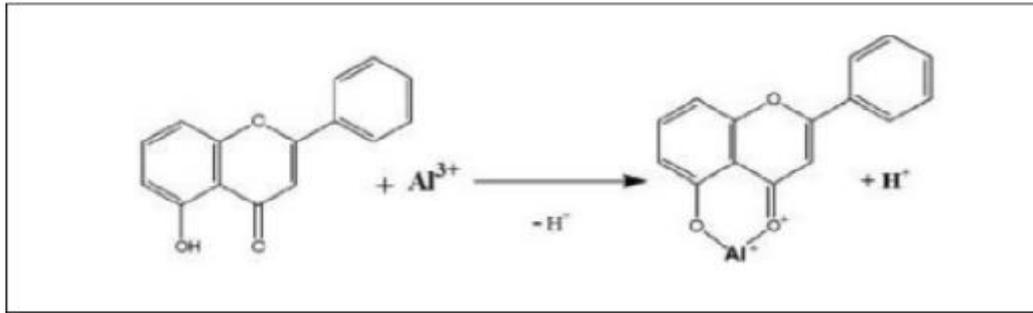


Figure 22: Réaction du chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes (Ribéreau-Gayon et Gautheret., 1968).

➤ **Préparation des solutions**

Une solution mère de quercitrine est préparée à une concentration de 4mg /4ml dans l'éthanol. La gamme qui sera réalisée à partir de celle-ci permettra de tracer la courbe d'étalonnage.

➤ **Mode opératoire**

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode de **Djeridane et al ., (2006)** avec le trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Un volume de 1 ml de chaque extrait est mélangé avec 1 ml de la solution de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) à 2 %. Après 10 minutes d'incubation à la température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercitrine par g d'extrait, en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercitrine. L'expérience a été faite en triple sous les mêmes conditions que l'échantillon, les résultats ont été présentés par la moyenne avec son écart type.

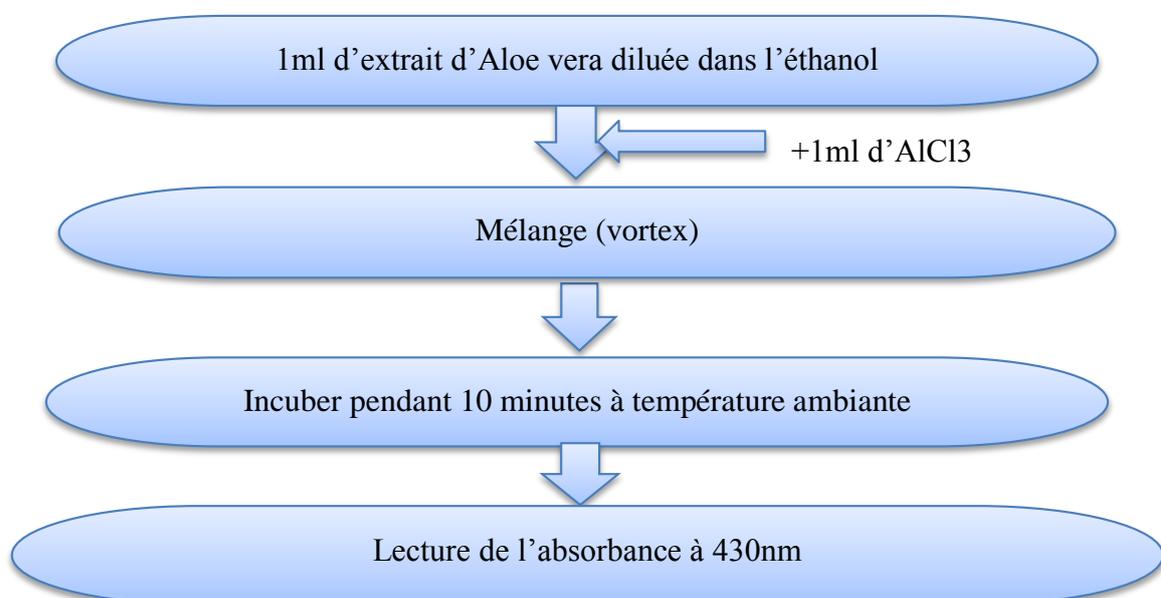


Figure 23: Dosage des flavonoïdes totaux.

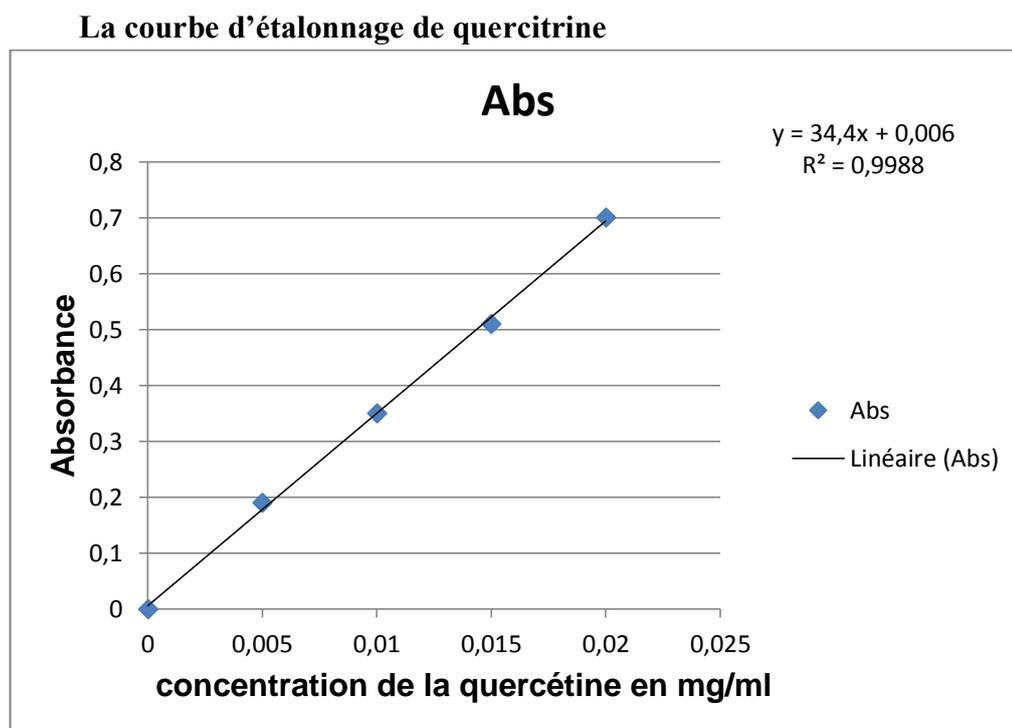


Figure 24: Courbe d'étalonnage de la quercitrine pour le dosage des flavonoïdes totaux

Tableau 6 : résultats des concentrations mesurées pour l'extrait éthanoliques des échantillons de chaque extrait

Tubes	Densité optique	
	Feuille	Poudre
1	0.919	0.891
2	0.924	0.892
3	0.925	0.892

III.7. Evaluation des activités biologiques

III.7.1. Evaluation de l'activité antioxydante

III.7.1.1. Piégeage des radicaux libres DPPH : Les propriétés antioxydantes de l'extrait ont été évaluées sur la base de la capacité de l'extrait à neutraliser le radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). La capacité à neutraliser le radical DPPH a été définie sur la base de la concentration en radicaux DPPH évaluée par colorimétrie pour la détermination du blanc (Mnesor et al., 2001y ; Sanchez-Moreno et al., 1998).

➤ Principe

Cette méthode est basée sur le piégeage des radicaux DPPH par un antiradicalaire à travers le transfert d'un atome d'hydrogène. La réduction s'est traduite par une baisse de l'absorbance à 517nm due au changement de coloration de la solution qui passe du violet au jaune. L'activité antiradicalaire de chaque extrait de l'Aloe vera (feuille fraîche et poudre) a été

évaluée telle que décrite par **Brand-Williams et al** . Un contrôle constitué de DPPH avec l'acide ascorbique a été utilisé. Le pourcentage de piégeage du radical DPPH par chaque extrait a été calculé.

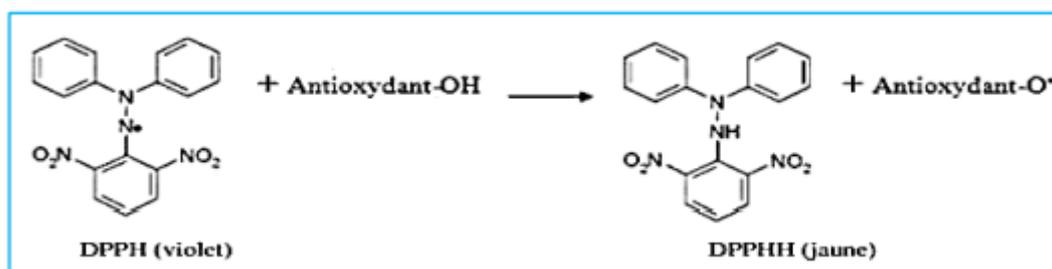


Figure 25: Réduction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle en diphényl picryl hydrazine (Talbi et al.2015).

➤ Protocol

Le 2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est déterminé par spectrophotométrie en se référant à **Ita et Eduok (2007) modifié**. Un volume de 1ml de chaque échantillon à différentes concentrations ont été ajoutés à 1ml de solution de DPPH (0,004%) de 4mg de DPPH dans 100ml d'éthanol. Un contrôle contenant 1ml d'éthanol et 1ml de DPPH. Solution préparée et l'acide ascorbique a été utilisé comme standard de contrôle. Après une incubation à 30min à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 517nm. La quantité de chaque échantillon nécessaire pour diminuer l'absorbance de DPPH de 50% (IC50) a été calculée graphiquement.

L'activité de piégeage des radicaux a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ scavenging du DPPH} = \left(\frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{test}}}{A_{\text{contrôle}}} \right) \times 100.$$

L'activité antioxydante des extraits est exprimé en IC50. Toutes les opérations sont effectuées trois fois. (**Boudjouref Mourad et al., 2014**).

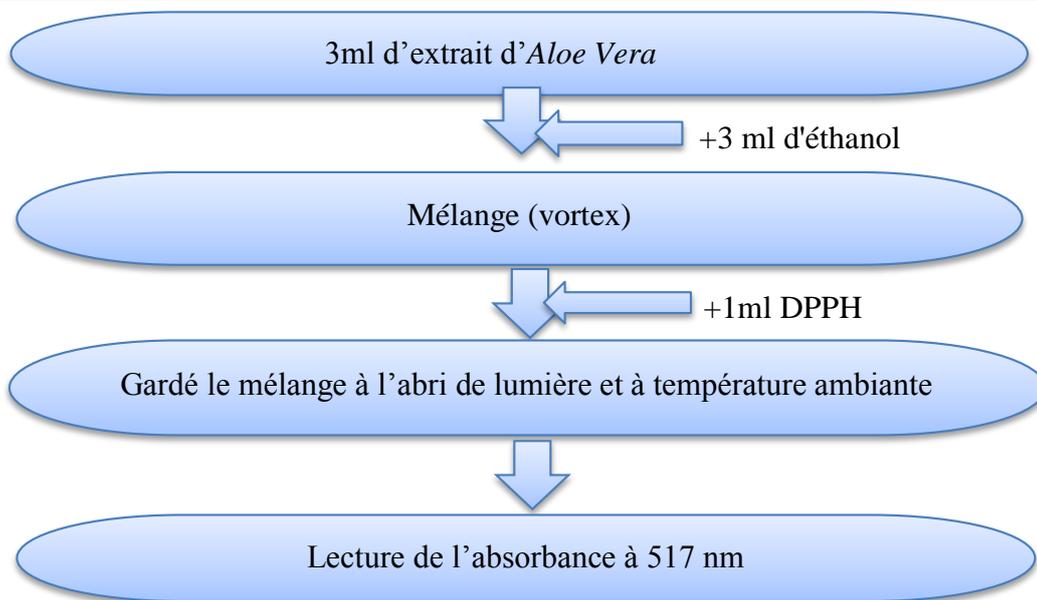


Figure 26: Dosage de pouvoir anti radicalaire.

Tableau 7 : représente le pourcentage d'inhibition des radicaux libre en fonction de concentration de chaque extrait

C(ug/ml)	500	250	125	62,5	31,25	15,6	7,8	3,9
I% (Feuilles)	66	59	52	50	47	44	39	34
I% (Poudre)	52	50	41	36	33	33	30	29

La courbe d'inhibition des radicaux libres

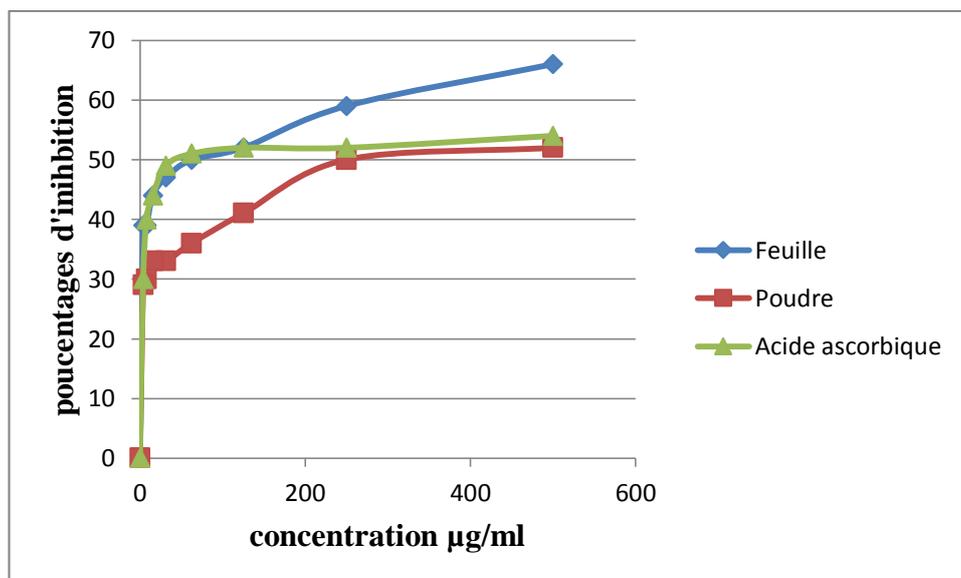


Figure 27: coube des pourcentages d'inhibition des radicaux libre de chaque extrait

III.7.2. Evaluation de l'activité antibactérienne

III.7.2.1. Méthode de diffusion en puits

Le test est réalisé avec quatre concentrations croissantes préparées dans l'éthanol absolu, avec l'utilisation de 50 µL/puits du même solvant comme témoin. L'activité antimicrobienne de l'*Aloe vera* a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant les différentes concentrations de chaque extrait.

1. Préparation des milieux de cultures

➤ Milieu Miller-Hinton

Dissoudre 13g de la poudre de Miller-Hinton dans 250ml d'eau distillée, puis placé sous agitation en présence de la chaleur jusqu'à dissolution complète. Le milieu est mis dans autoclave pendant 20min à 120°C.

➤ Gélose nutritive

Dissoudre 14g de la poudre de gélose nutritive dans 500ml d'eau distillée, ajouter en présence de chaleur et autoclaver 20min à 120°C.

2. Préparation des dilutions

Une masse de 5mg de chaque extrait est dissoute dans un volume de 1ml de l'éthanol.

Un volume de 1ml de chaque extrait (5mg d'extrait dissout dans 5ml d'éthanol) est ajouté à 1ml d'éthanol.

❖ Les souches bactériennes ont été testées en duplicata selon les étapes suivantes

(Bolou et al., 2011) :

1. Revivification des souches : les souches étudiées ont été revivifiées sur gélose

nutritive dans des boîtes de Pétri puis incubées pendant 24 h à

37°C dans l'étuve afin d'obtenir des colonies jeunes qui sont utilisées pour la préparation des suspensions bactériennes.

2. Préparation des suspensions bactériennes : après revivification des souches

bactériennes, quelques colonies ont été prélevées à l'aide d'une anse de platine stérile puis

homogénéisées avec 9 mL d'eau physiologique stérile dans des tubes à essai. Par la suite, des

dilutions ont été préparées pour chaque souche bactérienne à partir de la même solution

jusqu'à avoir une densité microbienne de 108 UFC/mL équivalent à une A_{620nm} comprise

entre 0,08–0,1. Après la détermination de la densité microbienne, deux dilutions décimales

ont été réalisées afin d'obtenir une concentration finale de 10⁶ UFC/mL.

3. Préparation des boîtes de Pétri : cette étape est réalisée en utilisant le milieu de

culture M-H stérile. Le milieu est liquéfié puis coulé dans des boîtes de Pétri vides

sous les conditions d'asepsie. Les boîtes sont gardées entrouvertes, devant le bec de Bunsen, jusqu'à la gélification du milieu.

4. Préparation des puits : après solidification de la gélose, des puits de 0,6 cm de diamètre ont été préparés à l'aide des embouts jaunes stériles.

5. Ensemencement : cette étape est réalisée par étalement à l'aide d'un écouvillon stérile chargé de la suspension bactérienne.

6. Aromatogramme : pour chaque boîte déjà ensemencée par une souche bactérienne bien définie, nous avons introduit au niveau des puits, différentes concentrations de l'extrait choisi, et un volume de 50 μ L d'éthanol absolu utilisé comme témoin.

7. Incubation : les boîtes ensemencées ont été incubées à 4°C pendant 24 h pour avoir une meilleure diffusion des extraits dans les milieux ensemencés, puis une 2^{ème} incubation dans l'étuve à 37°C pendant 24 h.

8. Lecture des boîtes

L'activité antibactérienne de l'extrait étudié est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puits (**Doughari et al., 2007**). Lorsque l'intérieur de la zone d'inhibition ne présente aucune croissance avec un diamètre supérieur à 7 mm on peut dire que l'extrait est actif (**Bolou et al., 2011**).

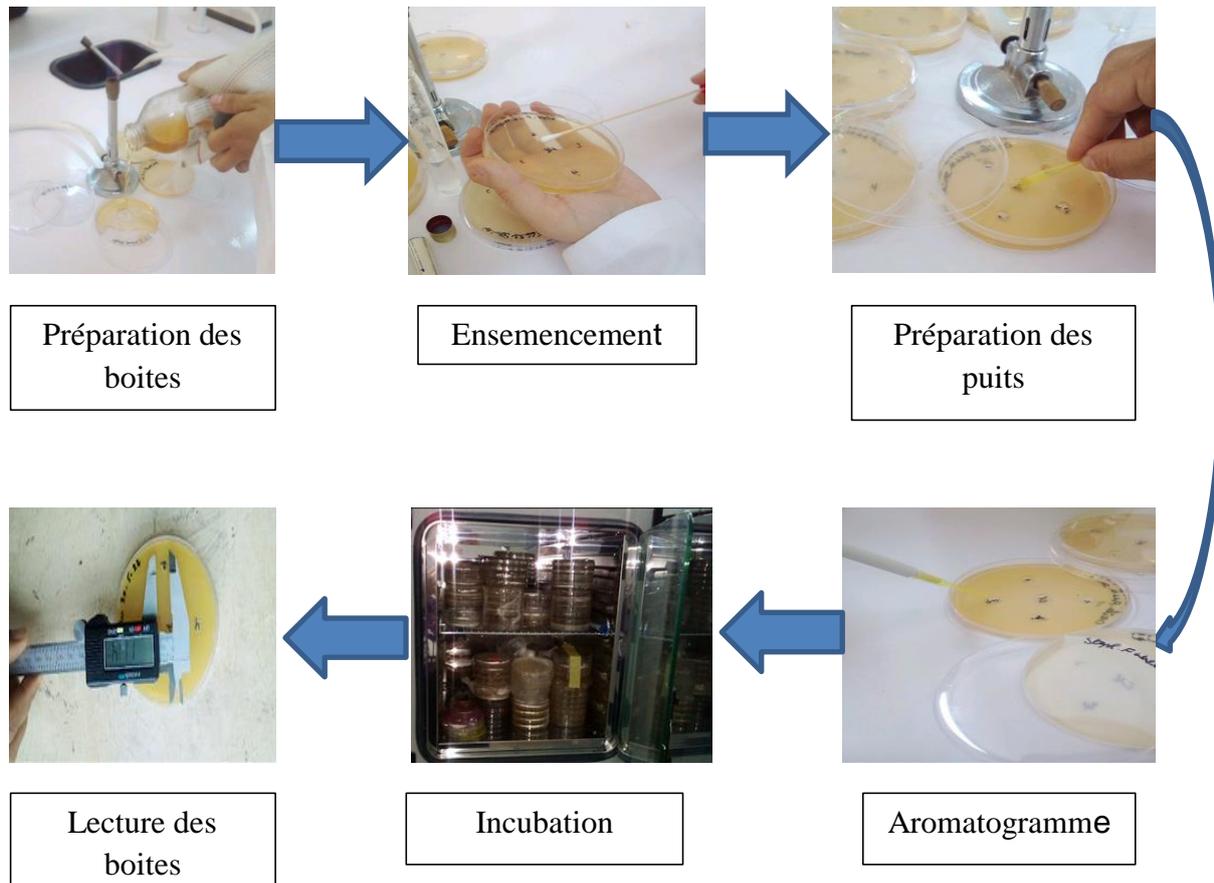


Figure 28: les étapes de l'activité antibactérienne

III.7.3. Evaluation de l'activité antiparasitaire

❖ Préparation des dilutions

1mg de chaque extrait est ajouté à 1ml d'eau physiologique (SM).

On prépare 5 ependorps moins concentré que le premier à des volumes de (500; 250 ; 125 ; 62.5; 31.25 μ l). On place un volume de 500 μ l de chaque extrait après on ajoute 500 μ l de l'eau physiologique.

❖ Préparation de l'éosine

On ajoute 0.01g de l'éosine dans 10ml de l'eau physiologique.

1. Obtention des parois kystiques

Les parois kystiques sont obtenues par incision de l'endokyste après ponction du kyste hydatique. La membrane germinative est accolée sur les couches laminaires et présentes des protoscolex attaché grâce à des pédicules



Figure 29: ponction et récupération du liquide hydatique

2. Etude de la fertilité des kystes hydatiques

Au laboratoire, Nous avons effectué un examen parasitologique direct qui repose sur la recherche de protoscolex dans le contenu (liquide hydatique) des kystes pour déterminer le taux de fertilité des hydatides. Les kystes hydatiques contenant protoscolex sont considérés comme fertiles, en revanche, ceux qui n'en contiennent pas sont considérés stériles (acéphalocystes).

3. Prélèvement du liquide hydatique :

Le prélèvement du liquide hydatique a été fait par l'utilisation d'une seringue jetable pour chaque kyste en l'introduisant doucement (pour ne pas provoquer l'éclatement du kyste).

Pour chaque kyste, quelques gouttes du liquide hydatique prélevé par la seringue sont déposées sur une lame, et recouvertes d'une lamelle, puis examinées sous le microscope optique à l'objectif (X10).

Tous les kystes qui contiennent des protoscolex sont considérés fertiles. Par contre, ceux qui n'en contiennent pas sont considérés stériles (acéphalocystes) (**Ould Ahmed Salem et al., 2010**).



Figure 30: Les examens microscopiques d'un protoscolex de kyste hydatique fertile à l'objectif (x10)

4. Etude de la viabilité des protoscolex des kystes hydatiques

La viabilité des protoscolexes des kystes fertiles a été testée. Une goutte de liquide hydatique fertile mélangée avec une goutte d'éosine à 0,2% en solution dans l'eau physiologique est placée entre lame et lamelle. Après quelques minutes, le mélange a été observé au microscope optique. Tous les protoscolex qui ont retenu la coloration ont été considérés comme morts, et ceux qui ne l'ont pas retenue comme viables (**Ould Ahmed Salem et al., 2010**).

5. Etude de l'activité scolicide

Un volume de 50 µL de la suspension de protoscolex a été ajouté à 50 µL de chaque solution de l'Aloevera et mélangées doucement puis incubé à 37°C pendant 10, 30, 60 et 120 minutes. Ensuite, 50µL d'éosine à 0,2% ont été ajoutés aux protoscolex, puis examiné sous un microscope optique au grossissement (G X 10). Des protoscolex non traités incubés dans les mêmes conditions ont été considérés comme groupe témoin dans chaque expérience.

Le pourcentage de protoscolex morts a été déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Taux de protoscolex morts} = n \times 100 / N$$

N : nombre total de protoscolex ; n : nombre de protoscolex morts

$$\text{Taux de viabilité (\%)} = 100\% - \text{taux de protoscolex mort}$$

Résultats et discussion

IV.1. Effet de la méthode d'extraction

La méthode d'extraction a permis d'extraire les composés phénoliques de chaque échantillon, en utilisant différentes quantités de chaque échantillon d'*Aloe vera*, avec un volume différent d'éthanol 96% comme solvant d'extraction.

Après l'extraction, la poudre de l'*Aloe vera barbadensis miller* est caractérisée par une couleur verte, et les feuilles fraîches de l'*Aloe vera saporina* ont la couleur marron.

IV.2. Le rendement d'extraction

Le rendement des extraits a été déterminé par rapport à 200g de la matière végétale pour l'extrait de la feuille, et 10 g pour l'extrait de la poudre.

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

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Poids d'extraits secs et le rendement des deux extraits feuille et poudre

Extraits	Poids d'extrait sec (g)	Rendement (%)
Feuille	5.42	2.71
Poudre	6.58	6.58

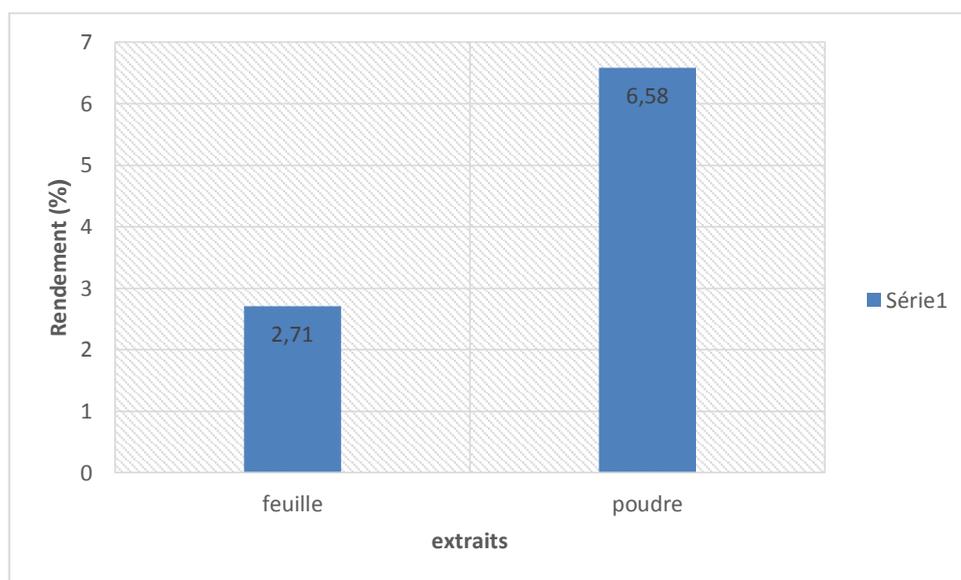


Figure 31: Rendement des extraits d'*Aloe vera* (feuille et poudre).

D'après la figure 31, les résultats obtenus montrent que l'extrait de la poudre a donné le meilleur rendement d'extraction soit un pourcentage de 6.58%, alors que les feuilles donnent le faible rendement qui est (2.71%).

Les résultats rapportés par **Adjadj et al., (2016)** sur *Paronychia argentea* concernant le rendement d'extraction par une macération méthanolique sont de 10,97%. Les résultats obtenus sont plus moins à ceux obtenus dans la présente étude. La taille des particules végétales joue un rôle important dans l'extraction des composés phénoliques. La matière végétale présentera une plus grande surface de contact avec le solvant, permettant ainsi d'accélérer sa solubilité (**Escribano-Bailon et Santos Buelga., 2003 ; Bonnaillie et al., 2012**). D'après **Bruneton, (1999)**, la différence dans les résultats d'un extrait à l'autre est due principalement aux solvants d'extraction utilisés, dont les solvants polaires montrent un meilleur rendement d'extraction par rapport aux solvants moins polaires. La macération et le choix du solvant utilisé sont les principaux critères à prendre en considération pour une extraction rentable (**Turkmen et al., 2007**).

De plus, le temps d'extraction et le nombre d'étapes d'extraction sont des facteurs qui contribueraient à l'efficacité de l'extraction (**Chirinos, Rogez, Campos, Pedreschi et Larondelle, 2007**). D'autres facteurs tels que le pH, la température, sont également considérés (**Bonnaillie et al., 2012**).

IV.3. La teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par spectrophotométrie en utilisant la méthode colorimétrique au réactif de Folin-Ciocalteu. Avant de procéder à la détermination de la teneur en composés phénoliques ; nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique. Les résultats du dosage obtenus sont reportés dans le tableau 9 et présentés dans la figure 32

Tableau 9 : la teneur en polyphénol des extraits de l'Aloe vera.

Echantillons	TPC (mg EAG/g d'Ext)
Feuille fraîche	2.84
Poudre	30.3

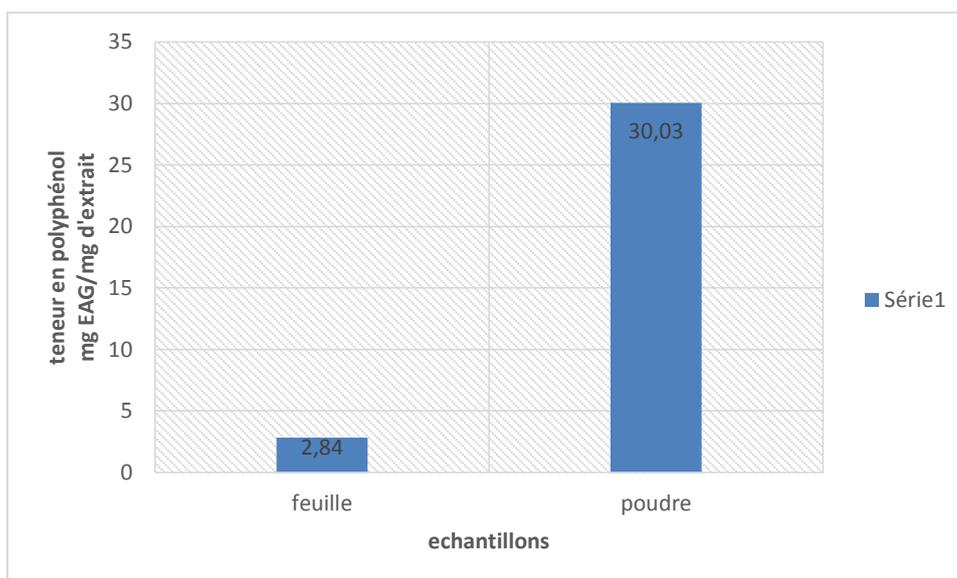


Figure 32: les teneurs en polyphénols totaux des extraits d'Aloe vera.

La méthode colorimétrique a été utilisée pour évaluer la quantité des composés phénoliques dans les matières végétales à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu. La macération et le choix du solvant utilisé sont les principaux critères à prendre en considération pour une extraction rentable (**Turkmen et al., 2007**).

Avant de procéder à la détermination de la teneur en composés phénoliques ; nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique. Notre résultat sur la teneur en polyphénol est comparable à celle rapportées par (**Attabi, 2012; Monirrozzaman, 2012**).

Les résultats résumés à la figure 34 indiquent que la concentration totale de polyphénols dans l'extrait de la poudre à la teneur estimée la plus élevée de 30.3mg EAG/g tandis que la feuille en a 2.84mg EAG/g.

Le taux de polyphénols trouvés dans la feuille fraîche est supérieur aux résultats apportés par (**Nejatzadeh-Ben, 2013**), avec une teneur de 0.782 ± 4.03 mg EAG/g, et inférieur aux résultats menés par (**Aliliche Mustapha et al., 2014**); qui ont trouvés une concentration des composés phénoliques totaux dans la feuille égale à $8,45 \pm 0,73$ mg EAG/100 g du polyphénols de la feuille.

Le résultat que nous avons obtenus dans notre étude sur la feuille fraîche était inférieure à la teneur en polyphénols totaux dans l'extrait d'aloès testé par **Marzanna Hés et al.,(2016)** qui montrés 17,85 mg GAE pour 1g, et **Ray et al. (2013)** qui montrés une teneur de 35.77 mg EAG/g.

Les auteurs ont déterminés la teneur totale en composés phénoliques dans les extraits de méthanol de gels d'aloès au niveau de 30,11 à 35,77 mg de GAE pour 1 g d'extrait. Ensuite, les extraits à l'éthanol de la peau de la feuille d'aloès et des gels

d'aloès contenaient respectivement 7,99 et 2,06 mg de GAE pour 1g (**Vidic et al., 2014**). Donc le résultat montré dans l'extrait éthanolique des gels d'aloès est plus proche que le résultat obtenu dans cette étude.

Le taux de polyphénols trouvés dans la poudre 30.3 mg EAG/g est plus supérieur au résultat apporté par (**Seguen et Brimess. 2013**)

Les causes de cette différence pourrait être due aux conditions climatiques, au temps de la récolte et aux conditions de culture, au l'âge de la plante, mais aussi à la méthode d'extractions et la méthode de dosage elle-même et au solvant d'extraction.

IV.4.La teneur en flavonoïdes totaux

La principale raison du choix de cette classe de polyphénols réside dans le fait que les flavonoïdes constituent la classe la plus importante de polyphénols (**Gomez-Caravaca et al. 2006**). Ce test a été réalisé par la méthode colorimétrique en Trichlorure d'aluminium (AlCl₃).

Tableau 10 : teneur en flavonoïdes des extraits d'Aloe vera

Echantillons	TFC (mg EQ/g d'Ext)
Feuilles fraiche	0.405±0.0032
Poudre	3.75±0.00057

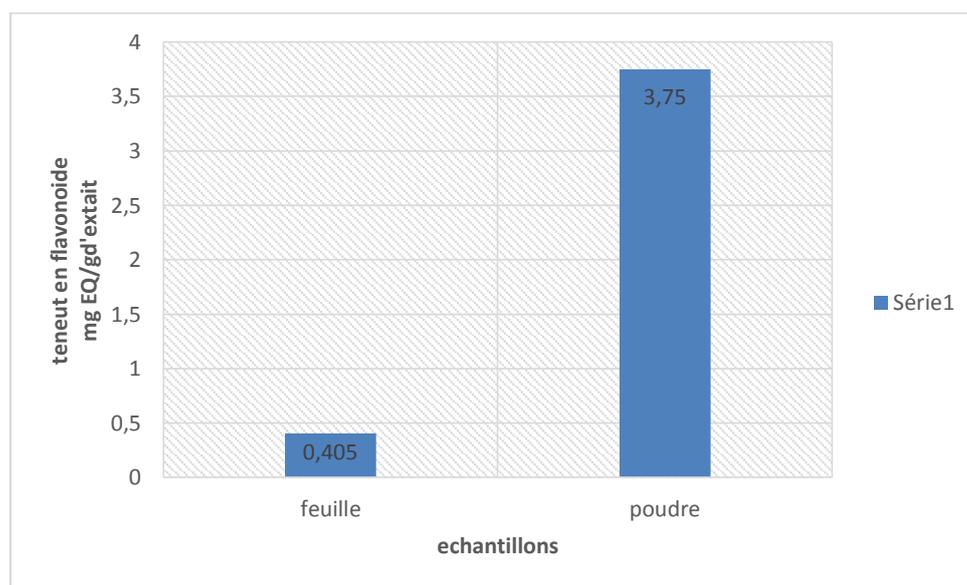


Figure 33: les teneurs en flavonoïdes totaux des extraits d'Aloe vera.

Nos résultats ont montré une différence dans les teneurs en flavonoïdes. En effet, nous avons obtenu une valeur de 3,75±0.00057 mg EQ/g d'extrait de poudre qui est supérieure à celle obtenue dans l'extrait des feuilles fraîches dont la valeur est de 0,405±0.0032 (mg EQ/g d'Ext). Toutefois, la valeur obtenue est inférieure à celle obtenue par (**Attabi, 2012**) avec une

valeur de 104,5mg EQ/g, alors que la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait est supérieure à celle rapportée par (Aliliche Mustapha et al., 2014) ; La concentration de flavonoïdes dans la feuille était de $0,21 \pm 0,013$ mg EAG /g.

Cependant, il a été rapporté que les méthodes de conservation et d'exposition à la lumière des plantes peuvent affecter la teneur en flavonoïdes (Rawel et al. 2005).

IV.5.Les activités biologiques

IV.5.1.Activité antioxydantes

L'activité antioxydante des extraits d'*Aloe vera* a été estimée par la Méthode de piégeage des radicaux libres DPPH. Ce test est le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa rapidité, sa sensibilité, sa commodité et de sa reproductibilité (Bozin et al., 2008 ; Nur Alam et al., 2013).

L'étude quantitative de vitamine C d'*Aloe vera*, est réalisée par des dosages spectrophotométrique. La teneur en vitamine C est exprimée en microgramme d'équivalent l'acide ascorbique par gramme d'extrait. L'IC50 est un paramètre largement utilisé pour mesurer l'activité antioxydante des échantillons. Elle est définie comme la concentration nécessaire pour diminuer la concentration initiale du DPPH de 50%. Plus la valeur IC50 est faible, plus l'activité antioxydante est élevée (Rivero-Cruz et al, 2020).

Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse statistique. Les résultats discutés dans le document sont une moyenne arithmétique d'une série indépendante de mesures en trois répétitions.

L'effet de piégeage des fractions de l'*Aloe vera* a été comparé à celui du l'acide ascorbique. Les valeurs IC50 de l'acide ascorbique et l'extrait de la poudre et de la feuille ont été évaluées à 32 mg/ml, 250mg/ml et 62.5mg/ml respectivement. L'extrait de la feuille montré une efficacité de piégeage significativement plus élevé que la poudre. L'évaluation de l'activité anti-radicalaire par la méthode de 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH·) montre que l'extrait éthanoïque de la feuille d'*Aloe vera saporina* est actif et riche en composés chimiques chimiques. Sa concentration efficace de piégeage est de 50% des radicaux DPPH était de 62.5mg/ mL. Donc l'extrait possède la capacité de donner de l'hydrogène à un radical libre.

Le pouvoir antioxydant observé est probablement dû à sa forte teneur en composés phénoliques. En effet, (Przybylski et al. 1998) a rapporté qu'il ya une forte relation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante, c'est ce qui est en accord avec nos observations puisque la poudre et plus riche en polyphénols que la feuille. D'aute part, (Oomah et Mazza

1996) confirment que la relation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante n'est pas toujours forte.

Par ailleurs, l'activité anti oxydante peut être influencée par de nombreux facteurs tels que, la polarité des solvants et la procédure d'extraction des espèces utilisées (Ismail et al., 2004).

Par ailleurs, il a été rapporté que la composition chimique de la plante dépend de nombreux facteurs, à savoir le type et les conditions de culture, le moment de la récolte, le climat, la position d'une feuille sur la tige, les espèces d'aloès et la méthode de collecte des feuilles (Choi et Chung, 2003).

IV.5.2. Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne de la poudre et la *feuille fraîche de l'Aloe vera* a été testée sur deux souches bactérienne Gram + : *Bacillus subtilis* ATCC 6633, et *Staphylococcus aureus* ATCC 33862. La méthode utilisée est la méthode de diffusion en puits (méthode de Barefoot et Klaenhammer, 1983). C'est la technique de base utilisé pour étudier la capacité substance à exercer un effet antimicrobien.

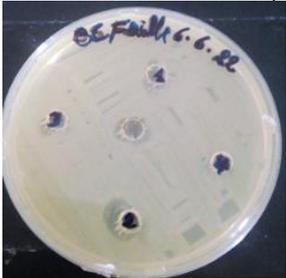
Les extraits ayant une CMI inférieure à 500µg/ml sont considérés actifs, l'activité antibactérienne est modérée à des concentrations de CMI comprises entre 500 et 1000µg/ml, et faible au-delà de 1000µg/ml (Rios et Recio, 2005 ; Molina Salinas et al., 2007, Toyang et al., 2012).

Les résultats présentés dans le tableau 13 et la figure 34 ont montré que les deux extraits de la feuille et la poudre de la plante *Aloe vera* ont un effet antibactérien et un pouvoir d'inhibition sur la croissance des bactéries *S.aureus* et *B.subtilis*.

L'extrait de la poudre donne une zone d'inhibition maximale de (16.83±3,245mm) Contre *B.subtilis*, et une zone minimale de (14.12 ±2,539mm) contre *S.aureus*.

L'extrait de la feuille fraîche a donné presque la même zone d'inhibition (11.86±3,0029mm, 11.94±2,573mm) contre *B.subtilis* et *S.aureus* respectivement.

Tableau 11 : les diamètres et les zones d'inhibition de chaque extrait.

Echantillons Bactéries	Diamètre mm		Photos de poudre	Photos de feuille
	poudre	Feuille		
Staphylococcus aureus	D1=17.17	D1=15.57		
	D2=13.72	D2=11.85		
	D3=11.92	D3=10.65		
	D4=11.66	D4=9.7		
Bacillus subtilis	D1=19.94	D1=15.13		
	D2=18.87	D2=13.37		
	D3=15.77	D3=10.68		
	D4=12.75	D4=8.26		

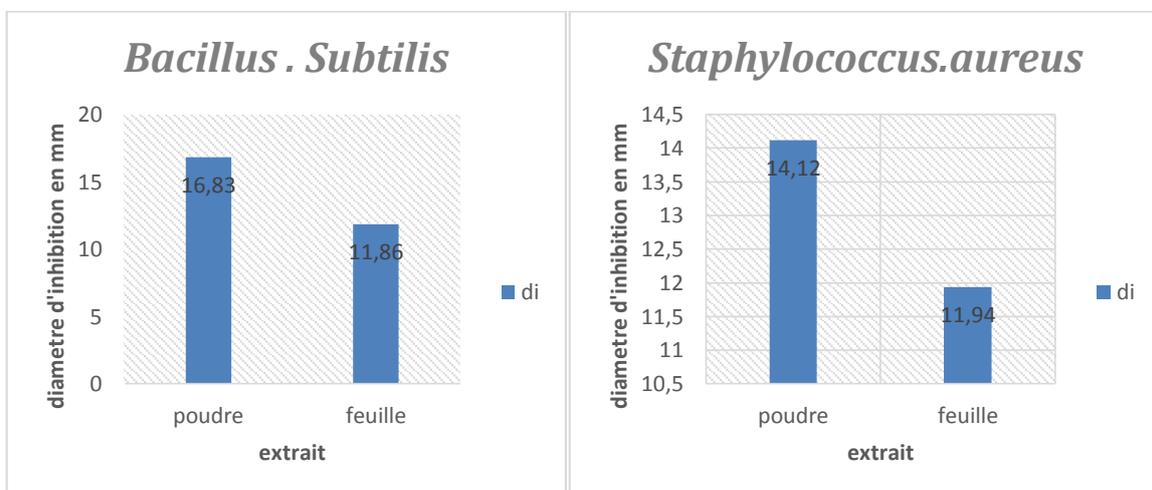


Figure 34: Pouvoir activités antibactériennes des extraits (feuille et poudre) de l'Aloe vera contre les souches : Bacillus subtilis ATCC 6633, et Staphylococcus aureus ATCC 33862.

Nos résultats ont montré que l'extrait de la poudre a exercé un effet antibactérien très marqué, l'extrait de la feuille a montré une activité antibactérienne faible dans l'inhibition de la croissance des deux souches testées.

Les résultats obtenus ont montré une différence dans le pouvoir antibactérien des deux extraits pour les mêmes concentrations appliquées pour les deux souches bactériennes. En effet, l'inhibition de la croissance bactérienne varie en fonction de l'espèce bactérienne, la concentration des extraits et également la nature de l'échantillon testé.

Une fois extraites à l'aide d'un composé éthanolique, elles sont efficaces contre les bactéries gram moins (*Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), mais aussi contre les bactéries gram plus (*Staphylococcus aureus*). (**Chang et al.2011**).

Cependant, Seguen et Brimess, (2013) ont montré que les extraits méthanolique de l'écorce et le gel de la plante d'*Aloe vera barbadensis miller* a un effet antibactérien très puissant sur la croissance de *S.aureus*. Par ailleurs, il a été rapport que l'*Aloe vera* inhibe la croissance

d'*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Salmonella typhi* (**Philip et al., 2012**)

IV.5.3. Activité antiparasitaire

➤ Évaluation de l'effet des extraits d'aloë vera :

Les résultats de l'effet scolicide en présence des différentes concentrations des extraits d'*Aloe vera* selon différents temps d'incubation sont enregistrés dans les tableaux 14 et 15.

Les résultats ont montré que toutes les concentrations des extraits utilisés avaient une activité antiparasitaire. A une concentration de 500 µg/ml, l'extrait entraînait 100% de protoscolex morts après seulement 5 minutes d'exposition à l'extrait de feuille et de la poudre. De plus, des résultats similaires ont été observés après 5 minutes d'exposition à 1000 µg/ml des deux extraits.

La concentration la plus faible de 31,2 µg/mL a provoqué un effet scolicide faible cette concentration a induit 64,10% à 84,61% de mortalité de Protocolex après 5 à 30 minutes d'incubation dans l'extrait de feuilles. Alors que dans l'extrait de poudre, 20% à 72% après 5 minutes et 20 minutes d'incubation, respectivement.

D'autre part, l'extrait de feuille avait une mortalité de 100% après 5 minutes d'exposition à la concentration de 250. Alors que l'extrait de poudre était de 97,92% après 20 minutes, cela indique que l'activité antiparasitaire est plus forte dans l'extrait de feuille.

Nos résultats ont montré une activité scolicide des deux extraits de *Aloe vera*. L'extrait obtenu à partir de la poudre entraînait 100% de mort après seulement 5 minutes d'exposition dans l'extrait de feuille et 20 minutes d'exposition à l'extrait de poudre.

Tableau 12 : Effet de l'extrait de poudre d'*Aloe vera* à différentes concentrations sur le taux de mortalité des protoscolex du kyste hydatique à différents temps d'exposition

Concentrations ($\mu\text{g/mL}$)	Mortalité des protoscolex (%)			
	5 min	10 min	15min	20 min
1000	100			
500	17.94	74.35	89.74	100
250	31.81	47.72	60.22	97.72
125	39.28	83.33	92.85	95.23
62.5	25	41.66	58.33	79.16
31.25	20	36	56	72

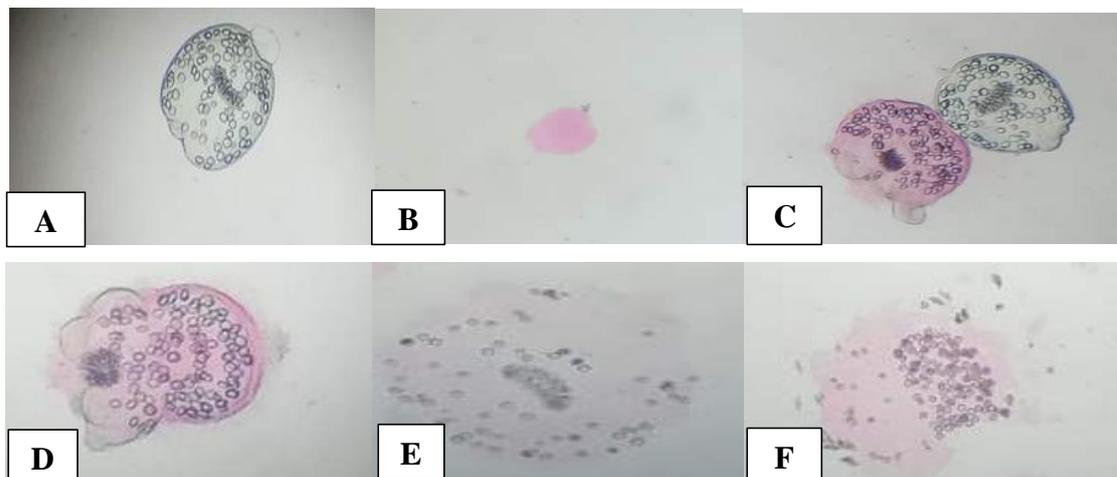


Figure 35: Aspects morphologiques des protoscolex en présence de l'extrait d'*Aloe vera* (poudre) à des concentrations déférents (G X 10)

- A .Témoin :** protoscolex vivants de forme invaginé, présence d'une couronne de crochets.
- B. 31.25 $\mu\text{g/ ml}$:** Altération au niveau des ventouses, turgescence, perturbation de la couronne de crochets.
- C.62.5 $\mu\text{g / mL}$ et 125 :** Présence de scolex morts et vivants, protoscolex invaginé turgescent.
- D. 250 $\mu\text{g /mL}$:** protoscolex dévaginée turgescent avec déformation des ventouses.
- E.500 $\mu\text{g/mL}$:** Turgescence avec déformation des ventouses de la forme dévaginée.

F. 1000 $\mu\text{g/ml}$: Turgescence avec déformation des ventouses de la forme dévaginée, perte de la couronne de crochets, altération des ventouses.

Tableau 13 : Effet de l'extrait de feuille d'*Aloe vera* à différentes concentrations sur le taux de mortalité des protoscolex du kyste hydatique à différents temps d'exposition.

Concentrations ($\mu\text{g/mL}$)	Mortalité des protoscolex (%)			
	5min	10min	15min	20min
1000	100	100	100	100
500	100			
250	68.75	93.75	100	100
125	55.75	75	86	90
62.5	28.45	47.15	74.79	88.61
31.25	64.10	93.10	74.35	84.61

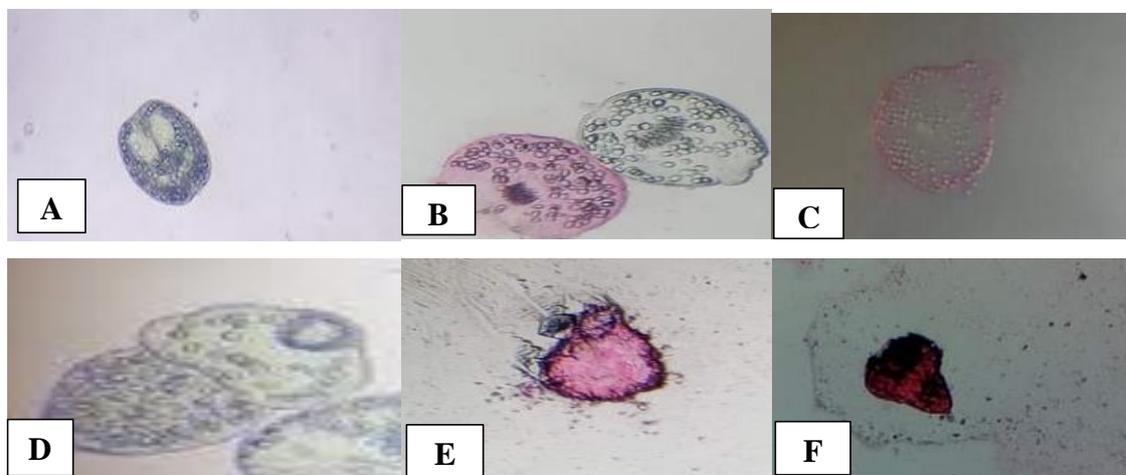


Figure 36: Aspects morphologiques des protoscolex en présence du l'extrait l'*Aloe vera* (feuille) à des concentrations déférents (G X 10)

A. Témoin : Protoscolex vivant invaginé avec la présence des corpuscules calcaires et une double couronne de crochets.

B.31.25 $\mu\text{g/mL}$: Présence de scolex morts et vivants de forme invaginée.

C.62.5 $\mu\text{g/mL}$: protoscolex morts de forme dévaginée turgescents.

D.125 $\mu\text{g/mL}$: protoscolex vivants de forme invaginée.

E.250 et 500 $\mu\text{g/mL}$: protoscolex morts de forme dévaginée.

F.800 $\mu\text{g/mL}$: protoscolex morts de forme dévaginée.

Notre travail constitue une première étude sur l'effet scolicial de l'*Aloes vera*. Cependant, l'effet antiparasitaire de cette plante a été testé sur de nombreux parasites. L'effet

leishmanicide des feuilles d'*Aloe vera* a été rapporté par **(Dutta et al., 2007)**. Cet effet serait liée à la production des espèces réactive de l'oxygène produite par les macrophages induit par l'extrait des feuilles d'*Aloe vera* **(Dutta et al., 2007)**. D'autre part, l'effet anti parasitaire des feuilles de *Aloe parvibracteata* Schonland sur *Plasmodium falciparum* a été rapporté par **(Ramalhe et al. 2008)**.

Conclusion

L'*Aloe vera* est l'une des plantes médicinales les plus connues et les plus utilisées à travers le monde dans les industries médicales, cosmétiques. Et alimentaires et

Ce travail vise à évaluer l'activité antioxydante d'extraits éthanoliques d'*Aloe vera* obtenus à partir de la feuille fraîche et de la poudre *in vitro* par la méthode du piégeage du radical DPPH. L'extraction de la poudre d'*Aloe vera* a permis d'obtenir un rendement de 6,58%, ce qui est supérieur par rapport à la feuille. Les phénols totaux ont été déterminés par la méthode du réactif de Folin-ciocalteau, les flavonoïdes ont été déterminés par la méthode du chlorure d'aluminium où l'extrait de poudre a montré le pourcentage le plus élevé des composés phénoliques 30,03% et des flavonoïdes 3,75% par rapport à la feuille fraîche.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait en feuille fraîche a une activité antioxydante efficace par rapport à la poudre. Mais reste faible devant l'activité de l'acide ascorbique.

Par ailleurs, nous avons étudié l'activité bactérienne des extraits contre deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*. Nos résultats ont montré que l'activité antibactérienne exercée par les deux extraits dépendrait du type de la bactérie et le type d'extrait.

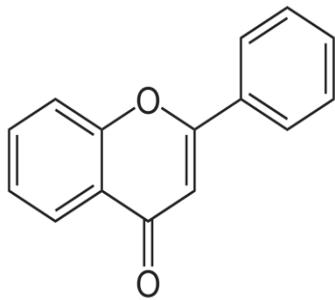
Le troisième objectif était d'étudier l'activité antiparasitaire des extraits d'*Aloe vera* sur les protoscolex du kyste hydatique. Le protoscolex était plus sensible à l'extrait de feuilles et qui a montré un taux de mortalité plus élevé par rapport à l'extrait de la poudre. L'*Aloe vera* possède des propriétés anti-antioxydante et anti-bactérienne ainsi que des propriétés anti-parasitaires notamment scolicide intéressante.

Annexes

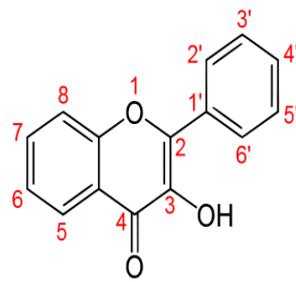
Annexes

Tableau : les produits chimiques et les réactifs, et appareillages utilisé durant le travail

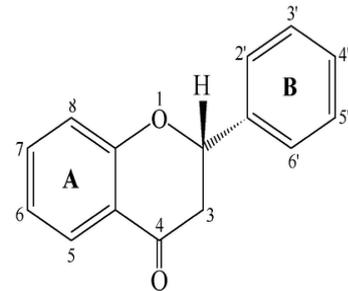
Produits chimiques et réactifs	Appareillage	Verrerie
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acide gallique : Acide 3, 4,5-trihydroxybenzoïque C₆H₂(OH)₃-COOH ➤ Carbonate de sodium (Na₂CO₃) ➤ DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) ➤ Ethanol ➤ Folin-Ciocalteu ➤ Trichlorure d'aluminium (AlCl₃.6H₂O) ➤ Eau distillée ➤ Eau physiologique ➤ Éosine ➤ Acide ascorbique :(vitamine C) C₆H₈O₆ ➤ Quercitain ➤ Miller Hinton ➤ Gélose nutritif 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agitateur magnétique ➤ Evaporateur Rotatif Rotavapor ➤ Balance analytique ➤ Etuve ➤ Hottes ➤ papier filtre (wattman) ➤ Réfrigérateur ➤ Spectrophotomètre ➤ Vortex ➤ Autoclave ➤ Plaque chauffante ➤ Bec benzène ➤ Réfrigérateur 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ portoir ➤ les tubes ➤ verre de montre ➤ Bécher ➤ Cuillère ➤ Erlenmeyer ➤ Eprouvette graduée ➤ Fioles ➤ Micropipettes ➤ Pissette ➤ Entonnoir ➤ Para film ➤ papier filtre (wattman) ➤ Boites de pétri ➤ Les écouvillons ➤ Seringue ➤ Ependorps



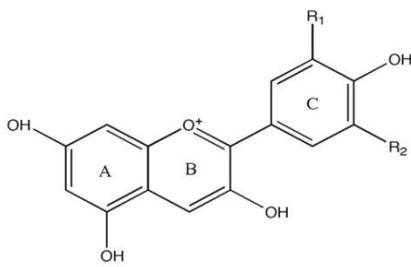
Flavones



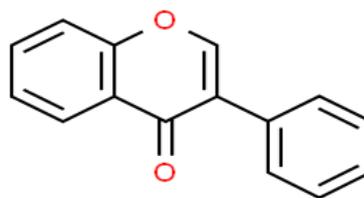
flavonols



Flavonones



Anthocyanes



isoflavones

Figure A1 : les principales classes de flavonoïdes

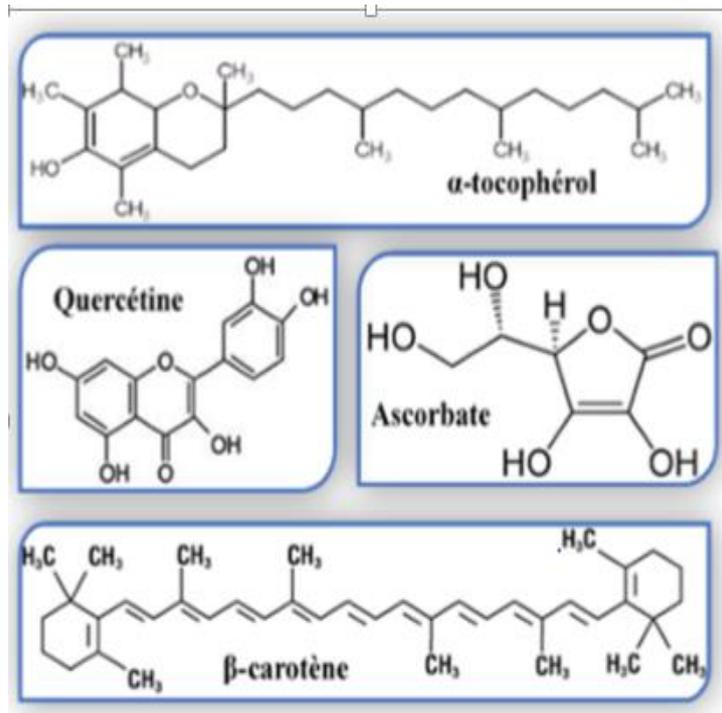


Figure A2 : Antioxydants secondaires

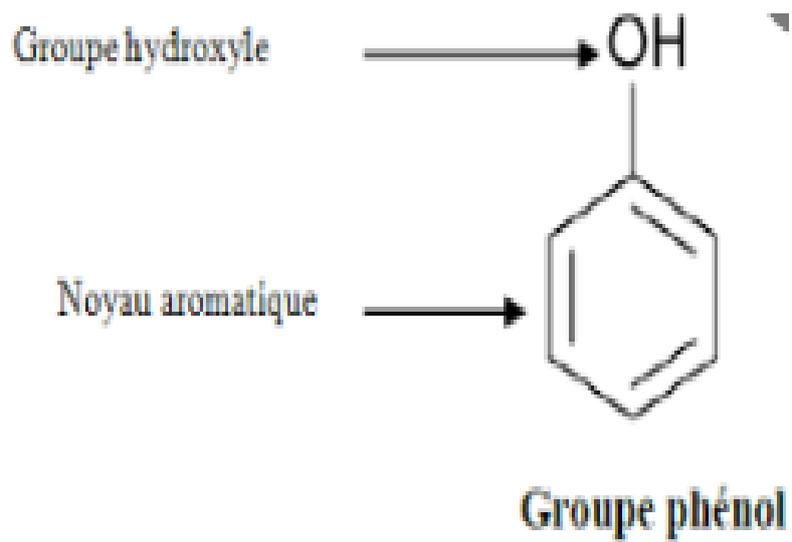
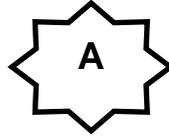


Figure A3 : Structure de noyau phénol

Référence bibliographique

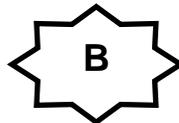
Référence bibliographique



-Aliliche.M, Boulebtina.A, Foughalia.A,(13 /01 /2014); Essai de fabrication d'une boisson médicinale à base de gel d'*Aloe vera* arborescens et du miel et évaluation de sa qualité.

-Arshad H. Rahmani, Yousef H. Aldebasi, Sauda Srikar1, Amjad A. Khan, Salah MAly (2015) Aloe vera: Potential candidate in health management via modulation of biological activities Vol 9

-Attabi B (2012). Etude comparative de l'activité antioxydante de cinq plantes médicinales 35.



-Bassetti A., Sala S., (2005). The great aloe book history, botany, composition, and pharmacological aspects of this legendary plant. Zuccari editions. 1. 191p.

-Bate-Smith, E. C. (1954). Leuco-anthocyanins. 1. Detection and identification of anthocyanidins formed from leuco-anthocyanins in plant tissues. *Biochemical Journal*, 58, 122-125.

Barefoot SF &Klaenhammer TR (1983). Determination and activity of lactacin B, bacteriocin Produced by *lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 45(6): 1808-1815.

-Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.

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

- Boufford D. E. (1997). Fumaria. In: Flora of North America Editorial Committee, eds. 1993+. Flora of North America North of Mexico. 18+ vols. New York and Oxford. Vol. 26, p 411.

-Boyd B., Ford C., Koepke M.C., GaryK., Horn E., McAnalley S., and McAnalley B. (2003). Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne

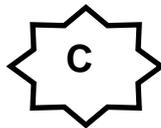
santé. Glycoscience & Nutrition. 4 (6):7.(cited in Mohammadi Z, 2005).

-**Bravo, L. (1998)**. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition reviews, 56(11), 317-333.

- **Bruneton J(1999)**. Pharmacognosie Photochimie. Plants médicinales 3ème édition, Ed Lavoisier, Paris, , p 435- 437

.- **Budai MM, Varga A, Milesz S, Tózsér J, Benkő S(2013)**. *Aloe vera* downregulates LPS-induced Inflammatory cytokine production and expression of NLRP3 inflammasome in human macrophages. Mol. Immunol., 56, 471–479.

-**Bolou, G. E. K., Attioua, B., N’guessan, A. C., Coulibaly, A., N’guessan, J. D., & Djaman, A. J. (2011)**. Évaluation in vitro de l’activité antibactérienne des extraits de *Terminalia glaucescens* planch. sur *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium*. Bulletin de la société royale des sciences de Liège, 80,772 – 790.



-**Carmoi T, Farthouat P, Nicolas X, Debonne J.-M., Klotz F. (2008)**. Kystes hydatiques du foie EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Hépatologie, 7.10-33

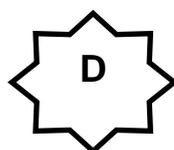
-**Catia Ramalhete, Dinora Lopes, Silva Mulhovo, Viirgilio do Rosario (2008)**. Antimalarial activity of some plants traditionally used in Mozambique.

-**Chang, C., Yang, M., Wen, H. et Chern, J. (2002)**. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10: 178-182.

-**Christaki, E. V. and P. C. Florou-Paneri (2010)**. "*Aloe vera*: A plant for many uses." J Food Agric Environ 8(2): 245-249.

-**Cieślik, E., Turcza, K. (2015)**. Właściwości prozdrowotne aloesu zwyczajnego *Aloe vera* (L.) Webb. (*Aloe barbadensis* Mill.). Post. Fitoter., 2, 117–124.

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



-Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Journal of Food chemistry*, 97 (4): 654-660

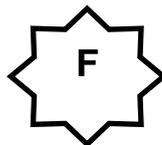
-Doughari, J. H., Pukuma, M. S., & De, N. (2007). Antibacterial effects of *Balanites aegyptiaca* L. Drel. And *Moringa oleifera* Lam. on *Salmonella typhi*. *African Journal of biotechnology*, 6(19), 2212-2215.



-Eamlamnam k, Patumraj s, Visedopas n, Thong-ngam d(2006). Effects of *Aloe vera* and sucralfate on gastric microcirculatory changes, cytokine levels and gastric ulcer healing in rats. *World J Gastroenterol*, Apr 7, 12(13):2034-9.

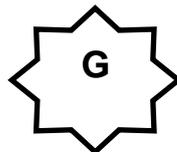
-Eshun, K., & He, Q. (2004). *Aloe vera*: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(2), 91-96.

- **Etlicher L.** *Aloe vera*.L. Potentiels, limites et emplois. Thèse de doctorat en pharmacie, Besançon.



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

- **Fraga, C. G. (2007).** Plant polyphenols: How to translate their *in vitro* antioxidant actions to *in vivo* conditions. *IUBMB Life*, 59 (4-5), 308 – 315.



-Geagea Alice Gerges (2014). *L'Aloe vera*, une plante médicinale vertus hydratantes et cicatrisantes. *Photothérapie, Human&Health* N°29.

-Ghedira .K(2005) Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique

-Gómez-Caravaca, A. M., Gómez-Romero, M., Arráez-Román, D., Segura-

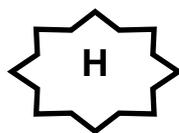
Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(4), 1220-1234.

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

-Gourreau J.M, Bendali F. ,(2008).Maladies des bovins.4ème édition .Edition France Agricole.P128.

-Goutam Mandal, Chitra Mandal, Mitali Chatterjee (2006).In vitro antileishmanial activity of *Aloe vera* leaf exudate : A pontial herbal therapy in leishmaniasis , 24 :81-86.

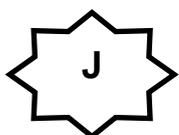
-Guo, X.; Mei, N(2016). *Aloe Vera* - A Review of Toxicity and Adverse Clinical Effects. *J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* 501, 0.



-Hagerman, A. E. (1988). Extraction of tannin from fresh and preserved leaves. *Journal of chemical Ecology*, 14(2), 453-461.

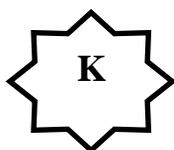
-Helle E(2006). *Aloe vera* : tous les bienfaits pour votre santé et votre beauté. Edition Vigot, Paris, p 71.

Hennessee O.M., (1989) Cook B.K.Aloe myth-Magic medicine. *Edition Universal Graphics*.



-Jasso de Rodríguez, D., Hernández-Castillo, D., Rodríguez-García, R., Angulo-Sánchez, J. L. (2005). Antifungal activity in vitro of *Aloe vera* pulp and liquid fraction against plant patho-genic fungi. *Ind. Crops Prod.*, 21, 1, 81–87. DOI: 10.1016/j.indcrop.2004.01.002

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

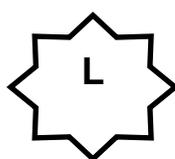


-Karaca, K, Sharma J, Nordgren R(1995). Nitric oxide production by chicken macrophages activated by acemannan, a complex carbohydrate extracted from *Aloe Vera*. *Int. J.*

-Kereshmeh Fakharzadeh Jahromi , Abdollah Raffei , Mahmoud Rahdar , Amin

Bahreini (2022) Evaluation of the Protoscolicidal Effectiveness of Hypertonic Saline, Silver Nitrate, Ethanol, Using Sponge Pad Method and Injecting into Fertile Hydatid Cysts Vol. 17, No. 2, Apr-Jun 2022, pp.223-230

-Khanam, N., Sharma, G. K. (2015). DPPH & ABTS free radical scavenging properties of *Aloe vera* L. (in *Vivo* & in *Vitro* regenerated) whole leaf and inner gel extracts. Indian J. Life Sci., 5, 1, 97–106.



-Lagnika. L,(2005) "etude phytochimique et activité biologique substances naturelles isolées de plantes béninoises. "thés de doctorat. Université louis pasteur. Strasbourg ,249p.

-López, A., de Tangil, M. S., Vega-Orellana, O., Ramirez, A. S., Rico, M. (2013). Phenolic con-stituents, antioxidant and preliminary antimycoplasmic activities of leaf skin and flowers of *Aloe vera* (L.) Burm. f. (syn. *A. barbadensis* Mill.) from the Canary Islands (Spain). Molecules, 18, 5, 4942–4954. DOI: 10.3390/molecules18054942

McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B., Buckley,

-Li, J., and Jiang, Y. (2007). Litchi flavonoids: isolation, identification and biological activity. Molecules 12, 745-758.

-Li Y.,(2009). The health efficacy of Aloe and its development and utilization. Asian Social Science. Biology Department, Dezhou University. Vol. 5, No. 9. 4 p.



-Madsen H.L. & G. Bertelsen, (1995). Spices as antioxidants. Trends in Food Sci. Technol., 6, 271-277.

-Mengong Moneboulou Hortense, Ndjoh Jules Julien, Nnanga Nga Emmanuel, , Aka Louka Kattie ,Bengondo Messanga C (2021) Activité Antioxydante de l’Aloés Schureenfurthii et Maintien de Vitalité des Cellules Parodontales d’une Dent Permanente Immature Expulsée Vol 22 ,pp 71-76

-Mensor, L. L., Menezes, F. S., Leitao, G. G., Reis, A. S., dos Santos, T. C., Coube, C. S., Leitao, S. G. (2001). Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother. Res.*, 15, 2, 127–130. DOI: 10.1002/ptr.687

-Marzanna,Hés., Dominik Kmiecik., Joanna Mai Le Thanh-Blicharz., Danuta Górecka.(2016). Antioxidant activity of true *Aloe (Aloe vera)* extract in model systems.

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

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

-Morin, E., (2008). *Aloe vera (L.)* Burm.f. : aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse De Doctorat : Faculté De Pharmacie, Université de Nantes, France, 224p.

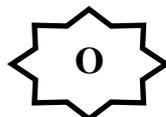


-Nejatzadeh.B, F.(2013). Antibacterial activities and antioxidant capacity of *Aloe vera*. *Medicinal Chemistry Letters*, 3:5.

-Nowak, R., Starek, K. (2003). Składniki chemiczne roślin z rodzaju *Aloe* L. i ich aktywność farmakologiczna. *Pochodne antracenu. Herba Pol.*, 49, 1–2, 115–122.

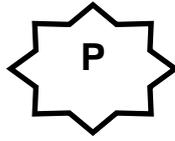
Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 29 czerwca 2010 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia. (2010). *Dz. U.*, 136, item 914, 11062–11105.

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



-Oomah, B., Mazza, G. (1996). Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 7, 1746–1750. DOI: 10.1021/jf9508357

-Ould Ahmed Salem C.B, Schneegans F, Chollet J.Y, Jemli M.H. (2010). Prévalence et aspects lésionnels de l'hydatidose chez les dromadaires et les petits ruminants au nord de la Mauritanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 63 (1-2) : 23-28



- PANDEY R, MISHRA A(2010). Antibacterial activities of crude extract of *Aloe barbadensis* to clinically isolated bacterial pathogens. *Appl Biochem Biotechnol.* Mar, 160(5):1356-61.

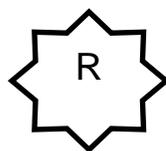
-Paris Rr, Moyse H(1981), Précis de Matière Médical . Tom II 2 ème édition, Ed Masson, Paris.

-Perrot E. et Paris R. Les plantes médicinales. Tome 1, Ed. Presses universitaires de France, 1971, p.9.

-Philip J, John S, Iyer P. Antimicrobial activity of aloevera barbedensis, daucus carota, emblica officinalis, honey and punica granatum and formulation of a health drink and salad. *Malays J Microbiol* 2012;8:141-7.

-Prabjone R, Thong-ngam D, Wisedopas N, Chatsuwat T, Patumraj S(2006). Anti-inflammatory effects of *Aloe vera* on leukocyte-endothelium interaction in the gastric microcirculation of Helicobacter pylori-infected rats. *Clin Hemorheol Microcirc.* 35(3):359-66.

-Przybylski, R., Lee, Y. C., Eskin, N. A. M. (1998). Antioxidant and radical-scavenging activities of buckwheat seed components. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 11, 1595–1601. DOI: 10.1007/ s11746-998-0099-3



- Rawel, H. M., Meidtner, K., & Kroll, J. (2005). Binding of selected phenolic compounds to proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4228-4235.

-Ray, A., Dutta Gupta, S., Ghosh, S. (2013). Evaluation of anti-oxidative activity and UV absorption potential of the extracts of *Aloe vera* L. gel from different growth periods of plants. *Ind. Crops Prod.*, 49, 3, 712–719. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.06.008

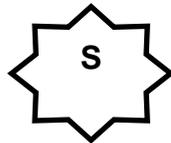
-Ribéreau-Gayon, P. (1968). Les Composés phénoliques des végétaux: par Pascal Ribéreau-Gayon... Dunod.

-Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity

relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free radical biology and medicine*, 20(7), 933-956.

-Richard, T., Tamsamani, H., Delaunay, J. C., Krisa, S., & Mérillon, J. M. (2014).

Stilbènes: de la chimie à la neuroprotection. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 49(4), 173-180.



-Sahu, P. K., Giri, D. D., Singh, R., Pandey, P., Gupta, S., Shrivastava, A. K., Kumar, A., Pandey, K. D. (2013). Therapeutic and medicinal uses of *Aloe vera*: a review. *Pharmacol. Pharm.*, 4, 8, 599–610. DOI: 10.4236/pp.2013.48086

-Saliha Oussaid , Mohamed Chibane , Khodir Madani a, Tahar Amrouche ,Sabiha Achat , Farid Dahmoune , Karim Houali , Manuel Rendueles , Mario Diaz (2017)

Optimization of the extraction of phenolic compounds from *Scirpus holoschoenus* using a simplex centroid design for antioxidant and antibacterial applications

-Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Sendón, R., & Sanches-Silva, A. (2017). *Aloe vera* : Ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 94–102. doi:10.1016/j.tifs.2016.12.005.

-Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 76, 2, 270–276. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9

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

-Sofowora, A., (2010). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique : Karthala, 384p.

-Sonia Miladi, Mohamed Damak (2008) in vitro antioxidant activities of *Aloe vera* leaf skin extracts 10, 101-109.

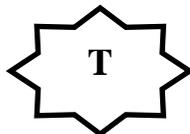
-Soriano, L., (2016). ALOE VERA. Thèse De Doctorat : Dess De Cosmetologie, Université du Québec à Chicoutimi, 30p.

-Surjushe, A., Vasani, R., Saple, D. G. (2008). *Aloe vera*: a short review. *Indian J. Dermatol.*, 53, 4, 163–166. DOI: 10.4103/0019-5154.44785

-Soyun Cho, Serah Lee, Min-Jung Lee, Dong hun Lee, Chong-hyun won, Sang min Kim, Jin ho chung(2009). Dietary *Aloe Vera* Supplementation Improves Facial Wrinkles and

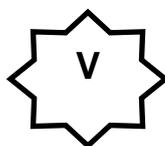
Elasticity and It Increases the Type I Procollagen Gene Expression in Human Skin in vivo. *Ann Dermatol.*21(1): 6R11.

-Szafer-Hajdrych, M., Matławska, I., Idźkowiak, B. (2007). Znaczenie aloesu w leczeniu i kosmetyce. *Herba Pol.*, 53, 2, 153–154.



-Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., Talbi, J., & Hilali, A. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. *J Mater Environ Sci*, 6, 1111-1117.

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



-Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M & Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160(1), 1-40.

-V.L.Singleton ,J.R.Rossi(1965) , « Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphothungstic acid »*Am .J.Enol. Vitic*, Vol. (16), page :144.

-V.L.Singleton ,R.Orthofer , R.M.Lamuella-Raventos(1999), « Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of folin –ciocalteu reagent »*MethodseEnzymol.*,Vol.(299),page :152.



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

-Yongchaiyudha S, Rungpitarangsi V, Bunyapraphatsara N &Chokchaijaroenporn O (1996). Antidiabetic activity of *Aloe vera* juice, clinical trial in new cases of diabetes mellitus. *Phytomedicine*. 3:241-243.

-Yusuf, S.; Agunu, A.; Diana, M(2004). The effect of *Aloe vera* A. Berger (Liliaceae) on gastric acid secretion and acute gastric mucosal injury in rats. *J. Ethnopharmacol.* 93, 33–37.
[CrossRef] [PubMed]



-Zapataa P, J,D.Navarroa,F.Guilléna,S.castillo a,D.valeroa ,M(2013).serranob,cultures et produits industriels 42

Site Internet

ii. Arbre phylogénétique des angiospermes [en ligne], consulte le 16 mars 2015

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angiospermes_arbre3.png

vi. Photographie de la fleur d'*Aloe vera* [en ligne], consultee le 30 mars 2015

<http://www.cactuspro.com/forum/read.php?1,533629,534189,quote=1>

ix. Representation de la molecule d'acemannane [en ligne], consultee le 08 avril 2015

http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB0874753.htm

x. Mécanisme d'action de l'acemannan [en ligne], consulté le 20 février 2019

<http://www.vooraltijdjongblijven.nl/Acemannan.html>

vii. Photographie d'un champ de plants d'*Aloe vera* aux Iles Canaries [en ligne], consultée le

30 mars 2015 http://aufildesmilles.free.fr/jour_detail.php?art=16

Résumé

L'*Aloe vera* également connu sous le nom d'aloès est une plante appartenant à la famille des Liliacées qui contient de nombreux composés bioactifs. Elle est largement utilisée dans les industries cosmétiques, pharmaceutiques et alimentaires. L'objectif de notre travail est d'étudier quelques activités biologiques de deux types d'extraits éthanoliques d'*Aloe vera* et de *Saporina* obtenus à partir de la feuille fraîche et de poudre respectivement. Le pouvoir antioxydant a été évalué par la méthode DPPH. L'activité antibactérienne des extraits a été testée sur deux souches bactérienne (*Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*). L'activité antiparasitaire a été testée sur les protoscolex d'*Echinococcus granulosus*.

Les résultats de notre étude ont montré que l'extrait de poudre contenait une concentration importante de polyphénols (30.3mg EAG / g), d'autre part, la concentration de flavonoïdes est estimée à 3,75 mg EQ/ g), ce qui est supérieur à celui de l'extrait de feuilles. L'étude de l'activité antioxydant par le DPPH a montré un rapport d'activité de 62,5% pour l'extrait de feuille, supérieur à celui de l'extrait de poudre. De plus, les résultats ont montré que l'activité antibactérienne était différente selon le type de bactérie et le type d'extrait, et que l'extrait en poudre était plus efficace. Par ailleurs, les extraits ont montré une activité antiparasitaire, où l'extrait de feuilles a montré un taux de mortalité de protoscolex le plus élevé par rapport à l'extrait de poudre. Au regard global de ces résultats, l'*Aloe vera* est douée de plusieurs activités notamment antioxydante, antibactérienne et antiparasitaire.

Mots clefs : *Aloe vera*; polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH, activité antibactérienne, activité antiparasitaire.

Abstract

Aloe vera, also known as aloes, is a plant belonging to the Liliaceae family that contains many bioactive compounds. It is widely used in the cosmetic, pharmaceutical and food industries. The aim of our work is to study some biological activities of two types of ethanolic extracts of *Aloe vera* and *Saporina* obtained from fresh leaf and powder respectively. The antioxidant power was evaluated by DPPH method. The antibacterial activity of the extracts was tested on two bacterial strains *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus*. The antiparasitic activity was tested on *Echinococcus granulosus* protoscolex.

The results of our study showed that the powder extract contained a high concentration of polyphenols (30.3 mg EAG / g), on the other hand, the concentration of flavonoids is estimated at 3.75 mg EQ/ g), which is higher than that of the leaf extract. The DPPH antioxidant activity study showed an activity ratio of 62.5% for the leaf extract, which is higher than that of the powder extract. Furthermore, the results showed that the antibacterial activity was different depending on the type of bacteria and the type of extract, and that the powdered extract was more effective. Furthermore, the extracts showed antiparasitic activity, where the leaf extract showed the highest protoscolex mortality rate compared to the powder extract. In view of these results, *Aloe vera* is endowed with several activities including antioxidant, antibacterial and antiparasitic activities.

Key words: *Aloe vera*; polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, DPPH, antibacterial activity, antiparasitic activity.

المخلص

الألويفيرا المعروف أيضا باسم الصبار هو نبات ينتمي الي عائلة الزنبق حيث يحتوي على العديد من المركبات النشطة بيولوجيا. ويستخدم على نطاق واسع في صناعة مستحضرات التجميل والادوية. كما وجد تطبيقه في صناعة المواد الغذائية. والهدف من هذه الدراسة هو المقارنة بين نوعين من المستخلصات الإيثانولية (المسحوق والورقة) من خلال تقييم النشاط المضاد للأكسدة بطريقة النشاط المضاد للراديكالية DPPH. بالإضافة الي ذلك تقييم النشاط المضاد للبكتريا للمستخلصات ضد سلالتين (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) والنشاط المضاد للطفيليات.

نتائج الدراسة بينت احتواء مستخلص المسحوق على تركيز معتبر من البوليفينولات 30.3 ملغ/معادلة لأسيد غاليك / غ. ومن ناحية اخرى تركيز الفلافونويد 3.75 ملغ معادلة للكرستين / غ وهو اكبر من مستخلص الورقة.

دراسة النشاط المضاد للأكسدة بواسطة النشاط المضاد للراديكالية اظهر نشاط نسبته 62.5% لمستخلص الورقة وهو أكبر من مستخلص المسحوق. بالإضافة الي ذلك اظهرت النتائج ان النشاط المضاد للبكتريا اختلف حسب نوع البكتريا ونوع المستخلص وان مستخلص المسحوق فعال أكثر.

كما اظهرت النتائج احتواء المستخلصات علي نشاط مضاد للطفيليات حيث اظهر مستخلص الورقة معدل نفوق اعلي مقارنة بمستخلص المسحوق. كنتيجة عامة لهذه الدراسة، يحتوي الصبار على نشاط مضاد للأكسدة ونشاط مضاد للبكتريا والطفيليات.

الكلمات المفتاحية: الصبار. بوليفينول، فلافونويد، نشاط مضاد للأكسدة، DPPH، نشاط مضاد للجراثيم، نشاط مضاد للطفيليات.

