

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

HAMDİ CHERİF SAFİA

&

BELHAMİDİ İTEB

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Nutrition et Pathologies

THÈME

Pouvoir antioxydant et antibactérien d'*Acacia arabica* vis à vis de quelques bactéries pathogènes d'origine alimentaire

Soutenue publiquement le 09 /07/2023

DEVANT LE JURY

Président	ZABOURI Younes	MCA U. Mostaganem
Examineurs	BOUZIANE Nabil	MAA U. Mostaganem
Promotrice	ZERROUKI Kheira	MCB U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé (LMBAFS) à l'université de Mostaganem

Année universitaire : 2022-2023

Dédicaces

Louange et gloire à **ALLAH** le Tout Puissant qui m'a permis de mener à bien ce travail.

J'ai le grand honneur de dédier ce fruit de mes années d'études universitaires :

A mes **chers parents** qui m'ont toujours encouragé, pour leurs sacrifices, leurs soutiens et leur précieux Conseils durant toute ma vie. Que Dieu vous bénisse et vous garde en bonne santé.

A mes chers frères **Adda** et sa femme, **Belkhir** et **Abdel illah**.

A mes chers sœurs **Farida** et son mari, **Warda** et son mari

A mes chers petit **Malak** et **Safaa**

A mes chères cousines **Bouafia** **Chaima**

A ma copine **Safia** avec qui j'ai vécu des beaux moments au cours de cette année, ainsi qu'à **sa famille**

A mes chers amis **Wiam**, **Fatima.H**, **Fatima.Z**, **Yakout**, **Linda**, **Warda**

A tous mes **enseignants** et à toute ma **promotion**

A tout la famille de **Belhamidi** et **Berrahma**

B.Iteb

Dédicaces

Avant tout, je tiens à remercier **Dieu** le plus puissant pour m'avoir donné la force afin de réaliser ce travail. Je dédie ce modeste travail tout d'abord aux personnes les plus chères à mon cœur sur cette terre :

Ma **mère** qui a su habilement guider mes premiers pas dans ce monde. Chère mère, j'avoue vraiment que tu es pour moi la lumière qui guide mes routes et qui m'emmène sur les chemins de la réussite. C'est grâce à toi que je dois toute ma réussite.

À mon **cher père**, dont le courage et l'éducation ont fait de moi ce que je suis, je me rappelle toujours de tous les moments où tu m'as poussée à travailler et à réussir.

J'avoue que ce que je suis devenue actuellement, c'est grâce à tes efforts, à tes conseils et à ta surveillance. Que Dieu vous garde, tous les deux.

À mes chers frères : **Ibrahim** et **Fathi** et **Mohamed** exprime toute ma reconnaissance pour leur aide précieuse et leur soutien indéfectible.

À mes chères sœurs : **Hasna**, pour leur encouragement, leur amour, ainsi que pour leur aide inestimable.

À ma cousine : **Chafika**

À tous les membres de **ma famille**, petits et grands, qui n'ont cessé de me soutenir pendant tout mon parcours.

À mon copine et chère amie Itab, avec qui j'ai partagé des moments difficiles et des moments agréables tout au long de ce travail. À mes chères amies : **wiam, Fatima H, Fatima, Warda, yakout et Linda** avec lesquelles j'ai passé des moments inoubliables.

À tous ceux qui m'ont soutenue et aidée pour la réalisation de ce modeste travail, ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

H.Safia

Remerciements

Avant tout, nous remercions **Allah** le Tout-Puissant qui nous a éclairé sur le chemin de la réussite et nous a donné autant de courage, de volonté, de santé et de patience durant nos années d'études.

Nous exprimons nos profondes gratitude et respectueuses reconnaissances à notre directrice de mémoire **M^{me}ZERROUKI Kheira** pour son encadrement, ses conseils, sa simplicité, sa compétence et son sacrifice afin de donner le meilleur et pour son suivi durant la période de préparation de notre mémoire d'afin d'étude.

Nos remerciements vont au **Pr. RIAZI Ali**, directeur du Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, Aliments Fonctionnels et Santé.

Nous tenons à remercier les membres du jury **Mr ZABOURI Younes** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire malgré ses différentes taches padagogiques.

Mr BOUZIANE Nabil d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Des remerciements spéciales pour **M^{me} Makhlouf Zahia** à Illizi de nous avoir fourni les échantillons d'Acacia arabica.

Nous n'oublierons jamais l'aide de notre ingénieur du laboratoire LMBAFS **M^{me} Djahira HAMED**, pour sa disponibilité, son soutien et pour avoir passé la plupart de son temps à nous fournir et présenter toute informations durant cette étude.

Nous tenons à remercier **Mr Djillali Abd Elmoumene** pour l'extraction des huiles par soxhlet

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à tous nos amis, l'ensemble des enseignements ayant contribué de près ou de loin à notre travail.

Résumé

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à l'extraction et au dosage des composés actifs (polyphénols) des gousses et de graines de l'*Acacia arabica* ; une plante réputée par son utilisation en médecine traditionnelle et qui est située au sud algérien. L'extraction de l'huile à partir des graines a fait partie de l'étude aussi. L'activité antimicrobienne a été également testé en utilisant des extraits hydroalcoolique et aqueux de la plante étudiée. Les résultats de ces extractions ont montré que le solvant éthanol: eau a donné un rendement assez élevé (68% pour les graines et 39% pour les gousses) alors que pour l'extraction à l'eau distillée a présenté des valeurs relativement faibles (16% , 36% et 10%) respectivement pour les graines, les gousses et le mélange. Il était possible d'obtenir une huile végétale à partir de l'*Acacia arabica* par une simple méthode de Soxhlet et nécessitait un suivi de purification. Le rendement d'extraction le plus élevé en huile en utilisant l'hexane (2.16 %). Les concentrations en polyphénols obtenu par l'extrait éthanolique sont de (168.09 et 100.09) mg EAG/g ms pour les graines et les gousses respectivement. L'extrait aqueux a donné des faibles concentrations (61.36 et 43.9) mg EAG/g ms. L'activité antioxydante a présenté des valeurs nettement importantes avec l'extrait éthanolique en comparant avec l'extrait aqueux. Les résultats obtenus ont amené à comprendre l'effet antibactérien des polyphénols de cette plante étudiée par rapport à quelques souches pathogènes. C'est alors que l'extrait hydroéthanolique des gousses surtout qui a montré un excellent pouvoir antimicrobien vis-à-vis des souches testées ; *Escherichia coli* , *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus Creus* ou il a été enregistré des zones d'inhibition qui varient entre 12 et 17 mm. Dans le même protocole expérimentale, des zones d'inhibition de 11 à 15 mm ont été enregistré pour l'extrait aqueux. L'huile brute extrait des graines d'*Acacia arabica* n'a exercé aucun effet inhibiteur sur les souches étudiées.

Mots clés : *Acacia arabica* – Polyphénols -Solvant -Activité antibactérienne-Activité antioxydante – Souches pathogènes.

Abstract

In this study, we were interested in the extraction and assay of active compounds (polyphenols) from the pods and seeds of *Acacia arabica*, a plant known for its use in traditional medicine and located in southern Algeria. The extraction of oil from the seeds was also part of the study. Antimicrobial activity was also tested using hydroalcoholic and aqueous extracts of the plant studied. The results of these extractions showed that the ethanol: water solvent gave a higher yield (68% for the seeds and 39% for the pods) whereas extraction with distilled water presented relatively low values (16%, 36% and 10%) for the seeds, pods and mixture respectively. It was possible to obtain a vegetable oil from *Acacia arabica* using a Soxhlet method and required follow-up purification. The highest oil extraction yield was obtained using hexane (2.16%). The polyphenol concentrations obtained by the ethanolic extract were (168.09 and 100.09) mg EAG/g dm for seeds and pods respectively. The aqueous extract gave low concentrations (61.36 and 43.9) mg EAG/g dm. The antioxidant activity was significantly higher with the ethanolic extract than with the aqueous extract. The results obtained led to an understanding of the antibacterial effect of this plant's polyphenols in relation to a number of pathogenic strains. The hydroethanol extract of the pods in particular showed excellent antimicrobial power against the strains tested: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus Creus*, with inhibition areas varying between 12 and 17 mm. In the same experimental protocol, inhibition areas of 11 to 15 mm were recorded for the aqueous extract. Crude oil extracted from *Acacia arabica* seeds had no inhibitory effect on the strains studied.

Key words: *Acacia arabica* - Polyphenols - Solvent - Antibacterial activity - Antioxidant activity - Pathogenic strains.

الملخص

في هذه الدراسة ، كنا مهتمين باستخراج وجرعة المركبات النشطة (البوليفينول) من قرون وبذور أكاسيا أرابيكا ؛ نبات مشهور باستخدامه في الطب التقليدي ويقع في جنوب الجزائر. كان استخراج الزيت من البذور أيضًا جزءًا من الدراسة. تم اختبار النشاط المضاد للميكروبات باستخدام المستخلصات المائية والكحولية للنبات المدروس. أظهرت نتائج الاستخلاص أن مذيب الإيثانول: الماء أعطى محصولًا مرتفعًا نسبيًا (68٪ للبذور و 39٪ للقرون) بينما الاستخلاص بالماء المقطر أعطى قيمًا منخفضة نسبيًا (16٪ و 36٪ و 10٪ على التوالي للبذور والقرون والمزيج. كان من الممكن الحصول على زيت نباتي من بسيطة وتنقية المتابعة المطلوبة. أعلى إنتاجية لاستخلاص الزيت باستخدام الهكسان (2.16٪). Soxhlet/أكاسيا أرابيكا بطريقة للبذور EAG / gms تركيزات البوليفينول التي تم الحصول عليها من المستخلص الإيثانولي (168.09 و 100.09) ملجم أظهر النشاط EAG / gms والقرون على التوالي. أعطى المستخلص المائي تركيزات منخفضة (61.36 و 43.9) ملجم المضاد للأكسدة قيم معنوية واضحة مع المستخلص الإيثانولي بمقارنته بالمستخلص المائي. أدت النتائج التي تم الحصول عليها إلى فهم التأثير المضاد للبكتيريا للبوليفينول لهذا النبات المدروس مقارنة ببعض السلالات المسببة للأمراض

ومن ثم فإن المستخلص المائي الإيثاني للقرون خاصة التي أظهرت قوة ممتازة في مضادات الميكروبات ضد السلالات *Staphylococcus aureus* و *Candida albicans* و *Pseudomonas aeruginosa* و *Escherichia coli* المختبرة ؛ حيث تم تسجيل مناطق تثبيط تتراوح بين 12 و 17 ملم. في نفس البروتوكول التجريبي ، تم *Bacillus Creus* و *aureus* تسجيل مناطق تثبيط من 11 إلى 15 ملم للمستخلص المائي. لم يكن للزيت الخام المستخرج من بذور الأكاسيا أرابيكا أي تأثير مثبت على السلالات المدروسة

الكلمات المفتاحية: أكاسيا أرابيكا - بوليفينول - مذيب - نشاط مضاد للجراثيم - نشاط مضاد للأكسدة - سلالات ممرضة

Liste des abréviations

DT2 : Diabète type 2

CMR : cancérigène, mutagène, reprotoxique

BN : Bouillon nutritif

CMB : Concentration minimale bactéricide

CMI : Concentration minimale inhibitrice

E. Coli : *Escherichia coli*

MH : Müller Hinton

Mg EAG/g ms : Milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche

Mg : Milligramme

MI : Millilitre

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhédrazyle

IC50 : la concentration minimale de l'extrait (antioxydant) qui inhibe 50% du radical libre.

Na₂CO₃ : Bicarbonate de sodium

P. aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*

S. aureus : *Staphylococcus aureus*

v/v : volume/volume

µg : Microgramme

µl : Microlitre

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	les gousses <i>d'Acacia arabica</i>	11
Figure 2	Feuilles, pennes et fleurs de l'Acacia arabica	11
Figure 3	l'arbre de <i>l'Acacia arabica</i>	11
Figure 4	Structure chimique de l'acide phénolique	14
Figure 5	Déférentes classes des flavonoïdes	15
Figure 6	Localisation géographique de la plante : <i>Acacia arabica</i>	20
Figure 7	l'arbre <i>d'Acacia arabica</i>	20
Figure 8	Les gousses <i>d'Acacia arabica</i>	21
Figure 9	Protocole de préparation de l'échantillon pour extraction	22
Figure 10	Protocole d'obtention d'une poudre des gousses et de graines <i>d'Acacia arabica</i>	23
Figure 11	Extraction phénolique aqueuse des échantillons <i>d'Acacia arabica</i>	24
Figure 12	Préparation d'extrait éthanolique	25
Figure 13	Protocole de dosage des polyphénols totaux	27
Figure 14	Mécanisme de réduction du DPPH	28
Figure 15	Appareil Soxhlet (behr) utilisé dans cette expérimentation	30
Figure 16	Méthode de diffusion par disque	32
Figure 17	Activité antibactérienne par la méthode des puits	33
Figure 18	Activité antimicrobienne réalisée par la méthode de puits	35
Figure 19	les poudres des gousses <i>d'Acacia arabica</i>	37
Figure 20	les poudres des graines <i>d'Acacia arabica</i>	37
Figure 21	Echantillons en forme de poudre <i>d'Acacia arabica</i>	37
Figure 22	la teneur d'humidité	37
Figure 23	Rendements de l'extraction des polyphénols totaux (%)	38
Figure 24	Droite étalon de l'acide gallique	39
Figure 25	Teneur en polyphénols totaux des différents extraits	40
Figure 26	Activité anti-oxydante de l'acide ascorbique sur la réduction du DPPH	41
Figure 27	Activité anti-oxydante des graines l'extrait aqueux sur la réduction du DPPH	41

Figure 28	Activité anti-oxydante des graines et des gousses l'extrait aqueux sur la réduction du DPPH	42
Figure 29	Activité anti-oxydante des gousses l'extrait aqueux sur la réduction du DPPH	42
Figure 30	Activité anti-oxydante des graines l'extrait éthanolique sur la réduction du DPPH	42
Figure 31	Activité anti-oxydante des gousses l'extrait éthanolique sur la réduction du DPPH	43
Figure 32	Activité anti-oxydante des gousses et les graines l'extrait éthanolique sur la réduction du DPPH	43
Figure 33	Activité anti radicalaire des extrais aqueux et acide ascorbique	44
Figure 34	. Activité anti radicalaire des extrais éthanolique et acide ascorbique	44
Figure 35	. L'huile d' <i>Acacia arabica</i>	45
Figure 36	Rendement d'extraction l'huile d' <i>Acacia arabica</i> .	46
Figure 37	Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par les extraits éthanolique d' <i>Acacia arabica</i>	47
Figure 38	Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus pour les extraits aqueux des gousses d' <i>acacia arabica</i>	47
Figure 39	Effet des extraits éthanolique vis-à-vis d' <i>E. coli</i>	47
Figure 40	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Pseudomonas</i>	48
Figure 41	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Candida albicans</i>	48
Figure 42	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Staphylococcus aureus</i>	48
Figure 43	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Bacillus cereus</i>	49
Figure 44	Effet des extraits aqueux vis-à-vis d' <i>E. coli</i>	49
Figure 45	Effet des extraits aqueux vis-à-vis de <i>pseudomonas</i>	49
Figure 46	Effet des extraits aqueux vis-à-vis de <i>Candida</i>	49
Figure 47	Effet des extraits aqueux vis-à-vis de <i>Staphylococcus aureus</i>	49
Figure 48	Effet des extraits aqueux vis-à-vis de <i>Bacillus cereus</i>	51
Figure 49	Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par les extraits éthanoliques des graines des gousses est du mélange d' <i>Acacia arabica</i>	51
Figure 50	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis d' <i>E. coli</i>	51

Figure 51	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Pseudomonas</i>	52
Figure 52	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Candida albicans</i>	52
Figure 53	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Staphylococcus</i>	52
Figure 54	Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de <i>Bacillus</i>	53
Figure 55	Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par les extraits éthanoliques des gousses d' <i>Acacia arabica</i>	53
Figure 56	Effet des extraits aqueux vis-à-vis d' <i>E. coli</i>	53
Figure 57	Effet des extraits aqueux vis-à-vis <i>Pseudomonas</i>	54
Figure 58	Effet des extraits aqueux vis-à-vis <i>Candida</i>	54
Figure 59	Effet des extraits aqueux vis-à-vis <i>Staphylococcus</i>	54
Figure 60	La CMI des extraits aqueux des gousses et du mélange d' <i>Acacia arabica</i>	56
Figure 61	La CMB des gousses vis-à- vis d' <i>E,Coli</i>	57
Figure 62	La CMB des gousses vis-à- vis de <i>P. aeruginosa</i>	57
Figure 63	La CMB des gousses vis-à- vis de <i>Staphylococcus aureus</i>	57
Figure 64	La CMB des gousses vis-à- vis de <i>B. Cereus</i>	57
Figure 65	La CMB des gousses vis-à- vis de <i>Candida albicans</i>	57
Figure 66	La CMB de mélange vis-à- vis <i>E,Coli</i>	58
Figure 67	La CMB de mélange vis-à- vis <i>B,Cereus</i>	59
Figure 68	La CMB de mélange vis-à- vis <i>Candida</i>	59
Figure 69	La CMB de mélange vis-à- vis <i>Candida albicans</i>	59

Liste des tableaux

No tableau	Titre	Page
Tableau 1	Taxonomie d'Acacia arabica	10
Tableau 2	Souches pathogènes utilisées dans cette étude	29
Tableau 3	Résultat de l'effet des extraits aqueux de différentes parties <i>d'Acacia arabica</i> (gousses, graines et mélange)	48
Tableau 4	Effet de l'huile <i>d'Acacia arabica</i> sur les souches pathogènes	50
Tableau 5	Détermination de la CMI et CMB des gousses d'extrait aqueux	56
Tableau 6	Détermination de la CMI et CMB de mélange (les graines + les gousses) d'extrait aqueux	58

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Résumé

Absract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
Chapitre I.....	3
Partie bibliographique.....	3
I.1. La résistance microbienne.....	4
I.1.1 Résistance aux antibiotiques.....	4
I.1.2. Facteurs contribuant à l'émergence et à la propagation de la résistance.....	4
I.1.3 Les antibiotiques.....	5
I.1.4. La résistance aux antifongiques.....	5
I.1.5. Mécanismes de la résistance microbienne.....	5
I.1.6. Principaux microorganismes pathogènes étudiés.....	6
I.2.. Les limites d'utilisation des plantes médicinales.....	8
I.2.1. Principaux composés bioactifs des plantes.....	8
I.3.Plante médicinale étudiée.....	9
I.3.1. Généralités et nomenclature de l' <i>Acacia arabica</i>	9
I.3.2. Classification de l' <i>Acacia arabica</i>	10
I.3.3. Répartition géographique d' <i>Acacia arabica</i>	10
I.3.4. Description morphologie.....	10
I.3.5. Constituants phytochimiques.....	12
I.3.6.Activités biologiques et pharmacologiques d' <i>Acacia arabica</i>	13

I.4. Les composés phénoliques.....	13
I.4.1. Classification des composés phénoliques	14
I.4.2. Importance des polyphénols en médecine	15
I.6. Les huiles végétales	17
I.6.1. Composition des huiles végétales	17
I.6.2. Utilisation des huiles	17
I.6.3. Méthode d'extraction des huiles végétales	18
Chapitre II	19
Matériel et méthodes.....	19
II.1. Le matériel végétal	20
II.1.1. Préparation de l'échantillon	21
II.2. Détermination de la teneur en eau	21
II.3. Extraction des polyphénols totaux	23
II.3. 1. Extraction aqueuse	24
II.3. 2. Extraction éthanolique	24
II.3.3. Calcul du rendement	25
II.3. 4. Dosage des polyphénols totaux.....	25
II.3. 5. Activité anti-oxydante par le test de DPPH	27
II.4. Extraction des huiles végétales par la méthode de Soxhlet.....	29
II.4.1. Principe et mode opératoire	29
II.4.2. Le rendement d'extraction.....	29
II.5. Etude de l'activité Antimicrobienne	30
II.5.1. Réactivation des souches pathogènes utilisées	31
II.5.2. Méthodes de l'évaluation de l'activité antimicrobienne	31
Chapitre III	36
Résultat et Discussion	36
III.1. Résultats de préparation de l'échantillon	37

III.2. La teneur en eau (Humidité)	37
III.3. Résultat de l'extraction et de dosage des composés phénoliques	38
III.3.1. Calcul du rendement de l'extraction	38
III.3.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux.....	39
III.4. Activité antioxydante par le test de DPPH	40
III.4.1. Résultats de test de DPPH	40
III.4.2. Calcul de l'IC 50	43
III.5. Résultat de l'extraction des huiles d' <i>Acacia arabica</i>	45
III.5.1. Calcul du rendement d'extraction de l'huile d' <i>Acacia arabica</i>	45
III.6. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits et de l'huile d' <i>Acacia arabica</i>	46
III.6.1. Résultat de la méthode de diffusion sur milieu solide (aromatogramme)	46
G	47
III.6.2. Résultat de l'activité antimicrobienne par la méthode des puits	51
III.6.3. Les résultats de la méthode de macro-dilution en milieu liquide.....	55
CONCLUSION	34
Référence bibliographique	55

Introduction

Les substances naturelles suscitent un intérêt croissant dans les secteurs cosmétique, pharmaceutique et agroalimentaire, qui cherchent de plus en plus à intégrer des molécules d'origine naturelle dans leurs produits. En effet, dans le domaine pharmaceutique, environ 60% à 70% des médicaments antibactériens et anticancéreux proviennent de substances naturelles, et près de 25% des prescriptions sont basées sur des plantes. plus de 80% de la population mondiale utilise des plantes médicinales pour traiter diverses maladies. En effet, les substances naturelles d'origine végétale possèdent de multiples activités biologiques telles que des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses et antimicrobiennes. **(Kada, 2018)**

La résistance croissante des microbes aux antibiotiques ainsi que la toxicité de certains médicaments rendent leur traitement inefficace et mettent en péril la santé publique. Par conséquent, il est impératif de mener des recherches afin de trouver de nouvelles molécules thérapeutiques. **(Ghedadba, 2018).**

La place de la phytothérapie et de la médecine traditionnelle a progressivement régressé dans les pays les plus développés au profit de la médecine moderne (MM) et des traitements conventionnels, en raison du développement des connaissances scientifiques notamment en médecine et en chimie, qui s'est appuyé sur le principe fondamental de l'Evidence Based Medicine (EBM). Ainsi, contrairement aux connaissances traditionnelles sur les médecines alternatives qui reposent sur l'expérience personnelle, la médecine moderne se distingue par sa démarche fondée sur des preuves.

Ces preuves sont obtenues à partir d'études scientifiques rigoureusement définies et contrôlées, visant à obtenir des résultats indiscutables. Le financement des études scientifiques nécessitant des ressources humaines, matérielles et économiques conséquentes est un enjeu majeur pour le développement de nouvelles thérapies. Les recherches cliniques sur les plantes médicinales sont moins fréquentes en raison du manque de lobbies susceptibles de financer ces études onéreuses **(Boissière, 2018).**

En Algérie, les plantes sont utilisées depuis longtemps en s'inspirant des expériences des populations et de la médecine arabe classique. Cependant, cette utilisation ne respecte pas de règles précises et ne tient pas compte des nouvelles exigences de la thérapeutique actuelle. Ces dernières années, de nombreuses recherches ont été menées pour évaluer la sécurité et l'efficacité des plantes utilisées en médecine traditionnelle, dans le but d'établir des règles scientifiques régissant leur utilisation. **(Ghedadba, 2018).**

Les huiles végétales se distinguent des autres huiles et corps gras par la complexité de leur composition, qui conduit à des propriétés technologiques variées, largement mises à profit dans

plusieurs usages du quotidien. Leurs utilisations sont multiples et diverses : alimentaires (huiles de cuisson, mayonnaises, vinaigrettes, agents texturants), énergétiques (biocarburants) et industrielles diverses (oléochimie verte, tensioactifs,). Bien devant les graisses animales, les huiles et graisses végétales sont la première forme de graisse, naturelle et renouvelable, utilisée par des centaines de millions de personnes à travers le monde (**Gagnon, 2021**).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des produit naturellement synthétisés par des plantes médicinales. Nous allons tenter d'évaluer des activités biologiques et pharmacodynamique des extraits organiques d'une plante médicinale Algérienne réputée par son fort pouvoir médicinal.

Ce travail a été réalisée aux seins de laboratoire de Micro-Organisme Bénéfique des aliments Fonctionnels et de la sante a l'université de Mostaganem.

Dans cette étude, nous avons envisagé 4 axes :

- Le premier chapitre est dédié à une étude bibliographique qui portera sur la connaissance de la résistance microbienne, sur la phytothérapie et plantes médicinales étudiées, ainsi que sur les composés phénoliques, activité antioxydante et les huiles végétales.
- l'extraction et le dosage des composés phénoliques de la plante médicinale *Acacia arabica* et l'évaluation de l'activité antioxydante en utilisant la méthode du piégeage du radicale libre DPPH.
- L'évaluation des rendements des huiles extraits extraites ainsi que l'étude de l'activité antimicrobienne des polyphénols *d'Acacia arabica* Vis-à-vis de cinq soucehes microbiennes.
- Le troisième chapitre portera sur une présentation des résultats obtenus avec une interprétation et discussion. Enfin le travail s'achève par une conclusion et perspectives.

Chapitre I.

Partie bibliographique

Chapitre I. Partie bibliographique

I.1. La résistance microbienne

Ce phénomène de résistance est subdivisé en deux grandes classes ; la résistance de la part des Bactéries (résistance aux antibiotiques) et celui de la résistance des levures et moisissures (résistance Antifongique).

I.1.1 Résistance aux antibiotiques

C'est la capacité pour une souche bactérienne de se multiplier dans une concentration d'antibiotique supérieure à celle qui inhibe la majorité des souches appartenant à la même espèce **(kiouba,2002)**.

I.1.1.1 La résistance intrinsèque

Comme une caractéristique fonctionnelle ou structurelle conférant une certaine tolérance, voir une insensibilité totale, à tous les membres d'un groupe de bactéries (une espèce, un genre ou parfois.

Un groupe plus grand), vis-à-vis d'une molécule particulière ou vis- à-vis d'une classe d'antimicrobiens. L'absence ou la réduction de sensibilité à un antibiotique peut être due un manque d'affinité du composé pour la cible bactérienne. une inaccessibilité de la molécule à la cellule bactérienne (impermeabilité de la membrane externe des bactéries Gram négatives aux glycopeptides comme la vancomycine), une expulsion de l'antibiotique par des pompes à efflux chromosomiques (résistance aux tétracyclines, au chloramphénicol et aux quinolones chez *Pseudomonas aeruginosa*, ou encore une inactivation enzymatique de l'antibiotique (la Production d'une bêta-lactamase AmpC chez certains membres de la famille Enterobacteriaceae **(Muylaert et Mainil, 2013)**).

I.1.1.2. La résistance acquise

Se définit comme une caractéristique propre à quelques souches bactériennes d'un genre ou d'une espèce particulière, provoquant l'émergence et la diffusion de résistance au sein de populations de germes normalement sensibles. **(Muylaert et Mainil, 2013)**.

I.1.2. Facteurs contribuant à l'émergence et à la propagation de la résistance

L'émergence et la propagation de la résistance aux antibiotiques sont le résultat d'une pression sélective exercée par les agents antimicrobiens et de la transmission de micro-organismes résistants.

L'exposition à un antimicrobien favorise la survie des souches bactériennes résistantes présentes dans une population. La réduction de la pression sélective des antibiotiques est importante pour prévenir l'émergence d'une résistance microbienne et préserver le plus longtemps possible l'efficacité des médicaments disponibles. (Carle, 2009)

I.1.3 Les antibiotiques

I.1.3.1. Définition et principales classes et familles d'antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances naturelles ou synthétiques qui sont capables d'inhiber la croissance bactérienne ou de tuer les bactéries (vesseiyer, 2019).

On distingue cinq classes principales d'antibiotiques pour certaines divisées en sous-classes : Les bêta-lactamines comprenant les pénicillines des groupes G/V, M, A Carboxypénicillines, les uréidopénicillines et les amidinopénicillines, les carbapénèmes, un monobactam et les céphalosporines. (vesseiyer, 2019).

I.1.4. La résistance aux antifongiques

I.1.4.1 Définition et types de résistance des champignons aux antifongiques

La résistance microbiologique aux antifongiques peut être définie comme Une augmentation de la CMI d'un antifongique vis-à-vis d'un organisme donné, Indépendamment de sa capacité à survivre à des concentrations supérieurs à la CMI (Garnaud, 2017).

I.1.4.1.1 Résistance « intrinsèque »

C'est une résistance qui se développe en l'absence d'exposition à l'antifongique. Elle concerne toutes les souches de la même espèce et en constitue un trait génétique.(Morio, 2015).

I.1.4.1.2 Résistance acquise

C'est une résistance secondaire à une exposition à un antifongique (souche initialement sensible). Elle ne touche que certaines souches d'une même espèce (Morio, 2015).

Les quatre classe antifongique disponible : Azolé, Echinocandines, pyrimidines, polyènes (Morio,2015).

I.1.5. Mécanismes de la résistance microbienne

Il existe quatre mécanismes principaux par lesquels les micro-organismes développent de la résistance.

.Inhibition enzymatique

Le micro-organisme produit une enzyme qui détruit ou inactive l'antibiotique. La production enzymatique peut être induite par un facteur externe (un autre antibiotique) ou constante (non affectée par stimuli externes). On appelle inductible une résistance qui se produit à la suite d'une exposition à un agent d'une classe pharmacologique donnée et constitutive lorsque les gènes à l'origine de la résistance s'expriment en permanence, même en l'absence de tout antibiotique. (Carle, 2009).

Réduction de la perméabilité cellulaire

La bactérie empêche la pénétration de l'antibiotique dans la cellule dans laquelle celui-ci doit entrer pour atteindre sa cible. La porte d'entrée est représentée par des pores sont normalement constitués de protéines qui forment des canaux et que l'on appelle des porines. Les bactéries résistantes réduisent leur nombre de porines et déstabilisent ainsi ces canaux. (Veysiere, 2019)

Altération (ou modification) des sites de liaison

Phénomène engendré par des chromosomes ou des plasmides, ce mécanisme de résistance produit une baisse de l'affinité de l'antibiotique pour son site d'action. (Carle, 2009).

L'efflux des antibiotiques en mettant en place un système de pompage actif hors de la cellule, la bactérie va éjecter l'antibiotique à l'extérieur de la cellule avant que celui-ci n'ait pu agir. Ce mécanisme nécessite toutefois de l'énergie. Il s'agit du mécanisme de résistance observé chez *Pseudomonas aeruginosa*, responsable de nombreuses infections nosocomiales. (Berthiun et Mirase, 2018)

I.1.6. Principaux microorganismes pathogènes étudiés

Escherichia coli

C'est une bactérie à Gram négatif, commensal du tube digestif de l'homme et de l'animal et qui appartient à la famille des Entérobactéries. Elle est de forme non sporulée, de type aérobie facultative et généralement mobile grâce aux flagelles. Sa longueur varie de 2 à 6 µm alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 µm. *E. coli* représente la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës de l'appareil urinaire, elle provoque également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires. (Kaper et al., 2004).

- **Staphylococcus aureus** est une bactérie gram-positif, de forme sphérique, et de taille entre 0,5-1,5 µm de diamètre, Il est non mobile et non poreux. apparaît bleuâtre/pourpre par coloration Gram et peut être observé au microscope comme un coccus unique, en

paires, ou en grappes de raisin. C'est un anaérobie facultatif qui obtient énergie pour la croissance par respiration aérobie ou fermentation.

Elle joue un rôle important en causant des infections dans les hôpitaux et la communauté allant de simple à la vie infections. (**Rasheed et Hussein,2021**).

- **Pseudomonas aeruginosa** est une bactérie hétérotrophe en forme de bâtonnet à Gram négatif, mobile, d'environ 1 à 5 µm de long et 0,5 à 1,0 µm de large. C'est un aérobie facultatif qui se développe par respiration aérobie et respiration anaérobie avec du nitrate comme accepteur d'électron terminal.(**Diggle et whitely.,2020**). *P. aeruginosa* peut causer des pneumonies, infections des voies urinaires et bactériémies.(**Ochoa et al., 2013**).

Candida albicans

le genre *Candida* comprend 81 espèces de champignons levuriformes. *Candida albicans* est le plus souvent à l'origine de la plupart des manifestations pathologiques chez l'homme. On la rencontre habituellement, à l'état saprophytique, dans le tube digestif de l'homme et, par contiguïté, elle peut être retrouvée au niveau de la muqueuse vulvo-vaginale, ou de la bouche. Mais on ne retrouve qu'exceptionnellement *Candida albicans* au niveau de la peau. Cette espèce est responsable de plus de 80% des infections connues sous le terme de candidose, comme les infections superficielles cutanées et superficielles muco-cutanées (**Delorme et Robert., 1997**).

Bacillus cereus

Bacillus cereus est une bactérie Gram-positive aérobie ou facultativement anaérobie, mobile, sporulée, en forme de tige. C'est une bactérie pathogène puisqu'elle a la possibilité de produire 2 sortes de toxines (diarrhéique et émétisante) qui provoquent des intoxications alimentaires. Ces toxi-infections succèdent souvent à l'ingestion d'aliments abandonnés plusieurs heures à température ambiante après leur préparation et ayant permis une forte prolifération bactérienne. *B. cereus* peut être encore caractérisé par des tests positifs de la catalase, de l'oxydase ainsi que de l'hémolysine. Cette bactérie phospholipase se trouve principalement dans le sol, les épices, les céréales, les légumes secs ainsi que dans les excréments d'animaux. Sa température optimale de croissance se situe entre 30 °C et 35 °C (**Botton, 2010**).

I.2.. Les limites d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes sont utilisées pour soigner les maux les plus courants ou après diagnostic par un médecin. Diagnostiquer, c'est nommer une maladie. Si l'état de santé du patient ne s'améliore pas après quelques jours de traitement aux plantes médicinales.

L'infirmière clarifiera le diagnostic et informera le patient quel type de médicament chimique doit prendre en cas de maladie. Vous devez vous assurer de récolter ou d'acheter les bonnes plantes médicinales. si nous nous trompons, Remplacer une plante par une autre peut être très dangereuse, vous ne devriez jamais utiliser une plante inconnue. Certaines plantes sont toxiques et les gens mourront s'ils les consomment. Certaines plantes médicinales ne peuvent être administrées aux femmes enceintes et aux enfants de moins de 1 an et plus. Ces personnes sont plus vulnérables que les autres et réagissent différemment (**Nicolas et al., 2009**).

I.2.1. Principaux composés bioactifs des plantes

Les polyphénols

Il existe une très grande variété de phénols, de composés simples comme l'acide salicylique, molécule donnant par synthèse l'aspirine, à des substances plus complexes comme les composés phénoliques auxquels sont rattachés les glucosides, les phénols sont anti-inflammatoires et antiseptiques. On suppose que les plantes, en les produisant, cherchent à se prémunir contre les infections et les insectes hytophages Les acides phénoliques, comme l'acide rosmarinique, sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales (**Iserin, 2001**) .

Les flavonoïdes

Comme ils sont connus pour être synthétisés par les plantes en réponse à une infection microbienne, il ne devrait pas être surprenant de constater in vitro, qu'ils soient des substances antimicrobiennes efficaces contre un large éventail de microorganismes Leur activité antibactérienne est probablement due à leur capacité à complexer les protéines extracellulaires et solubles et avec les parois cellulaires bactériennes. (**Saidi., 2019**)

Les coumarines

Les coumarines possèdent des propriétés physiologiques et antimicrobiennes. La warfarine est une coumarine utilisée comme anticoagulant qui posséderait également des propriétés antivirales. Les coumarines ont une importante activité antibactérienne contre Escherichia coli et Enterobacter aerogenes. (**Saidi., 2019**)

Les tanins

Plusieurs études ont décrit les propriétés antibactériennes des tanins. ont trouvé que l'acide tannique a inhibé la croissance des bactéries des aliments et des bactéries intestinales humaines, ainsi que différentes levures incluant *Saccharomyces cerevisiae*.(**Saidi., 2019**)

I.3.Plante médicinale étudiée

I.3.1. Généralités et nomenclature de l'*Acacia arabica*

Acacia est le genre le plus important de la légumineuse ayant été identifiée par Linné en 1773.

Il y a plus de 1380 *Acacia* dans le monde entier, environ 2/3 d'entre eux L'Australie et les autres pays climats subtropicaux et tropicaux . Gamble (1918) a documenté plus de 40 espèces de ce genre en Inde Les espèces d'*Acacia* sont communément appelées « babool » dans L'Inde et l'ethnomédecine sont utilisées depuis longtemps le traitement de la peau, du sexe, de l'estomac et des problèmes dentaires (**kumer et al., 2022**).

Le nom *Acacia* provient d'un Espèces africaines. Ce nom vient du mot grec « akakia » qui signifie « épine » comme variétés de l'*Acacia* africaine épines. *Acacia* est l'un des plus grands genres avec deux sous-genres, *Acacia aculéiforme* et *Acacia phyllodineae* (**Pandi et al., 2021**).

La famille des Fabaceae ou Leguminosae comprend les arbres, les arbustes et les plantes vivaces, mais communément appelées la famille des légumineuses en raison de leurs types de fruits. Les plantes de cette famille montrent composé, congé plantes à fleurs. Les plantes de cette famille ont des nodules sur leurs racines qui contiennent des bactéries de fixation d'azote. Une telle formation de nodule est un exemple de symbiose de rhizobie et de plante de légumineuses. Leur gamme étonnante et l'abondance de légumineuses à travers le monde les ont rendues économiquement et culturellement importantes. la famille est tout aussi importante comme source de aliments en horticulture et en agriculture et pour les composés à usage médicinal(**Singh et Singh., 2018**)

selon (**Kumar et al., 2022**) *Acacia nilotica* (L) Delile Synonymes : *Acacia nilotica* (Lam.) Willd., *Acacia scorpioides* W. Wight, *Mimosa arabica* Lam., *Mimosa nilotica*L., *Mimosa scorpioides* L. Selon (**Alam et al., 2018**), *Acacia nilotica* (Linn); *Mimosa nilotica* (Linn.); *Mimosa arabica* (Lam).

Selon (**Rajvaidya et al., 2012**), *Acacia arabica* (L), Delile **Synonymes** : *Acacia nilotica* (Lam.) Willd., *Acacia scorpioides* W. Wight, *Mimosa arabica* Lam., *Mimosa nilotica* L., *Mimosa scorpioides* L.

Noms communs : *Acacia gomifera*, *acacia à gomme*, *arabischegummiakazie*, *acacia de cayenne*,

babul acacia, *babul*, *piquant noir*, *cassie*, *cashia*, *acacia égyptien*, *gommier rouge*, *goma arabica*, *gomme arbre arabe*, *gomme arabique*, *gomme arabique indienne*, *acacia épineux* et *épine-mimosa* (Kumar et al.,2022)

I.3.2. Classification de l'Acacia arabica

Acacia arabica est classée selon le tableau (1)

Tableau 1 : Taxonomie d'Acacia arabica (Alam et al., 2018)

Règne	Plante
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Ordre	Fabales
Famille	Fabacées (Légumineuses)
Sous famille	Mimosoideae
Genre	<i>Acacia</i>
Espèce	<i>arabica</i>

I.3.3. Répartition géographique d'Acacia arabica

L'Acacia arabica est une espèce d'arbre originaire des régions arides, semi-aride. Cela justifie sa position en Amérique du Sud, en Australie, en Asie et en Afrique. Sur ce dernier continent, l'espèce est répartie dans certaines zones sahariennes et subsahariennes et tropicales. En Algérie, les espèces d'Acacias constituent ce que Maire appelait en 1940 la savane désertique. difficile. Les Acacias d'Arabie se trouvent dans la Grande Vallée, l'Oasis, le Hoggar, le Tassili n'Ajjer et sahara central (Tissouras, 2014).

I.3.4. Description morphologie

Acacia arabica est de taille moyenne; arbre sempervirent à tige courte et ayant entouré à la couronne étalée avec le feuillage plumeux. Il est originaire des parties entières plus sèches de l'Inde.

Il atteint normalement une hauteur de 15 m et une circonférence de 1,2 m, bien que les arbres soient

atteints jusqu'à une hauteur de 30 m avec une circonférence de 3 m ont également été signalés (Figure 1 3). L'écorce est une rugueuse brun foncé à presque noir de couleur avec fissures longitudinales et profondes. Feuilles de 2,5 à 5 cm de long (Figure 2), Il est produit les fleurs jaune doré avec parfumé, entassé dans de longues têtes globuleuses à tiges. Les gousses sont plates, 7,5-15,0 cm, contractées entre les graines circulaires. Fleurs fleurissent de juin à septembre, et aussi de décembre à janvier. Les fruits sont les gousses avec constriction entre les graines. Il peut y avoir 8-12 graines par gousse. Les gousses mûrissent dans le mois de mai à juin (Singh et Singh, 2021).



Figure 1: les gousses d'*Acacia arabica*



Figure 2: Feuilles, pennes et fleurs de l'*Acacia arabica*



Figure 3 : l'arbre de l'*Acacia arabica*

I.3.5. Constituants phytochimiques

- **Les écorces :** L'écorce est prospère en phénoliques, tannins condensés et phlobatannine, acide gallique, acide protocatéchuic, pyrocatechol, (+) - catéchine, (-) épigallocatechine-7-gallate, et (-) épigallocatechine-5,7-digallate, (-) épicatechin, (+) dicatéchine, quercétine, (+) leucocyanidine gallate, saccharose et (+) catéchine-5-gallate. Il contient 12- 20% de tannin. L'écorce contient une grande quantité de tannin. **(Alam et al., 2018)**
- **La gomme :** La gomme contient du galactose, du L-rhamnose, du L-arabinose et quatre acides aldobiouroniques, à savoir le 6-o-(β -glucopyranosyluronic acide)-D-galactose; 6-o-(4-o-méthyl- β -D-glucopyranosyluronic acide) -D-galactose; 4-o-(α -D-glucopyranosyluronic acid) -D galactose; et 4-o-(4-o-méthyl- α -D- glucopyranosyluronic acid)-D-galactose. **(Alam et al., 2018)**
- **Le fruit :** Il contient un pourcentage élevé de composés phénoliques composés d'acide m-digallique, d'acide gallique, de méthyle et d'éthyle esters, protocatéchuic et acides ellagiques, leucocyanidine, dimère m-digallique 3,4,5,7-tétrahydroxy flavan-3-ol, oligomère 3,4,7-trihydroxy flavan 3,4-diol et 3,4,5,7-tétrahydroxy flavan-3-ol et (-) épicatechol. Le fruit contient également du mucilage et des saponines. Il contient 32 % de tannin. **(Alam et al., 2018)**
- **Fleurs et gousses :** Les fleurs contiennent de l'acide stéarique, du kaempferol-3- glucoside, de l'isoquercétine, de la leucocyanidine. Les gousses contiennent du tannin 22-44%, exprimé en acide oxalique; Le bois contient des chlorures. **(Alam et al., 2018)**
- **Les graines :** contiennent des acides aminés, des acides gras, de l'acide ascorbique et du tannin en tant que composant majeur, humidité 14%, cendres 3-4% ; gousses ont obtenu de 22 à 44 % de tannin. **(Alam et al., 2018)**
- **Feuilles :** Contient de l'apigénine, du 6-8-bis-D-glucoside, de la rutine et 32 % de tannin. **(Alam et al., 2018)**

I.3.6. Activités biologiques et pharmacologiques d'*Acacia arabica*

Antidiabétique	(Kumar et al.,2022)
Antimétagène	
Antifongique	
Antidiarrhéique	
Anti hypertenseur et Anti spasmodique	(Mohammad et al.,2014)
hypoglycémiant	
Antiplasmodial	
Gastroprotecteur	
Anti ulcère	(Singh et Singh ,2021)
Activités Antioxydantes	(Rajvaidya et al., 2012 ; Kumar et al., 2022).
Activité antiviral	
Activité antibactérienne	

I.4. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques appartiennent à une classe diversifiée de métabolites secondaires bioactifs et sont d'une importance élevée et significative (Mamari, 2021). De nombreuses études ont rapporté les avantages des composés phénoliques, tels que les agents anti-âge, anti-inflammatoires, antioxydants et antiprolifératifs. En plus de l'ajustement de ce qui précède, il existe des enzymes antioxydantes pertinentes pour contrer les oxydants. Les polyphénols, en particulier les flavonoïdes, les acides phénoliques, ont la propriété importante d'inhiber l' α -glucosidase et l' α -amylase, qui sont des enzymes clés et responsables de la digestion des glucides alimentaires en glucose. Les polyphénols végétaux alimentaires et les produits riches en polyphénols modulent le métabolisme des glucides et des lipides, atténuent l'hyperglycémie, la dyslipidémie et la résistance à l'insuline, améliorent la fonction des cellules β , stimulent la sécrétion d'insuline, améliorent le métabolisme du tissu adipeux et atténuent le stress oxydatif, les voies de signalisation sensibles au stress et les processus inflammatoires. Les composés polyphénoliques peuvent également prévenir le développement de complications à long terme du diabète, notamment les maladies cardiovasculaires, la neuropathie, la néphropathie et la rétinopathie (Lin et al., 2016).

I.4.1. Classification des composés phénoliques

I.4.1.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques appartiennent à une classe importante de composés phénoliques dans les plantes et sont présents sous forme libre et liée. Les acides phénoliques peuvent être divisés en 2 sous-groupes : l'acide hydroxybenzoïque (HBA) et l'acide hydroxycinnamique (HCA).

(Yuanyuan et al., 2022). Les acides hydroxycinnamiques Les acides hydroxycinnamiques (Figure 4) (HCA) possèdent un squelette chimique simple constitué d'une structure phénylpropanoïde C6-C3 et constituent le principal sous-groupe d'acides phénoliques avec une distribution omniprésente dans le règne végétal. On les trouve en abondance dans les feuilles de thé, le café, le vin rouge, divers fruits (en particulier les rouges), les légumes et les graines entières (Tiesceira et al., 2013 ; Călinoiu et Vodnar, 2018).

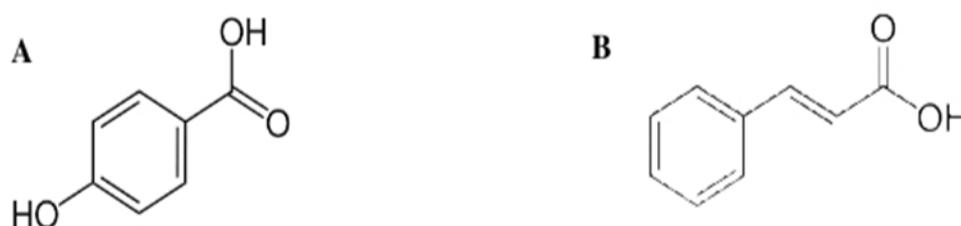


Figure 4 : Structure chimique de l'acide phénolique : l'acide de hydroxybenzoïque (A), et hydroxycinnamique (B) (Călinoiu et Vodnar, 2018).

I.4.1.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires végétaux distribués de manière omniprésente en particulier dans les fruits, les légumes, les légumineuses, les noix. Ils sont un groupe de composés naturels avec des structures phénoliques variables. En 1930, une nouvelle substance a été isolée des oranges. À cette époque, ils pensaient qu'il appartenait à une nouvelle classe de vitamines et était nommé vitamine P. A posteriori, il est apparu que ce composé était la rutine flavonoïde et depuis lors, plus de 10000 variétés de flavonoïdes ont été identifiées (Escobar et al., 2017). Ils sont divisés en 06 classes : flavonones, flavanols ou flavan-3-ols, flavanones, Isoflavones, Flavones et anthocyanidines (Abotaleb et al., 2019).

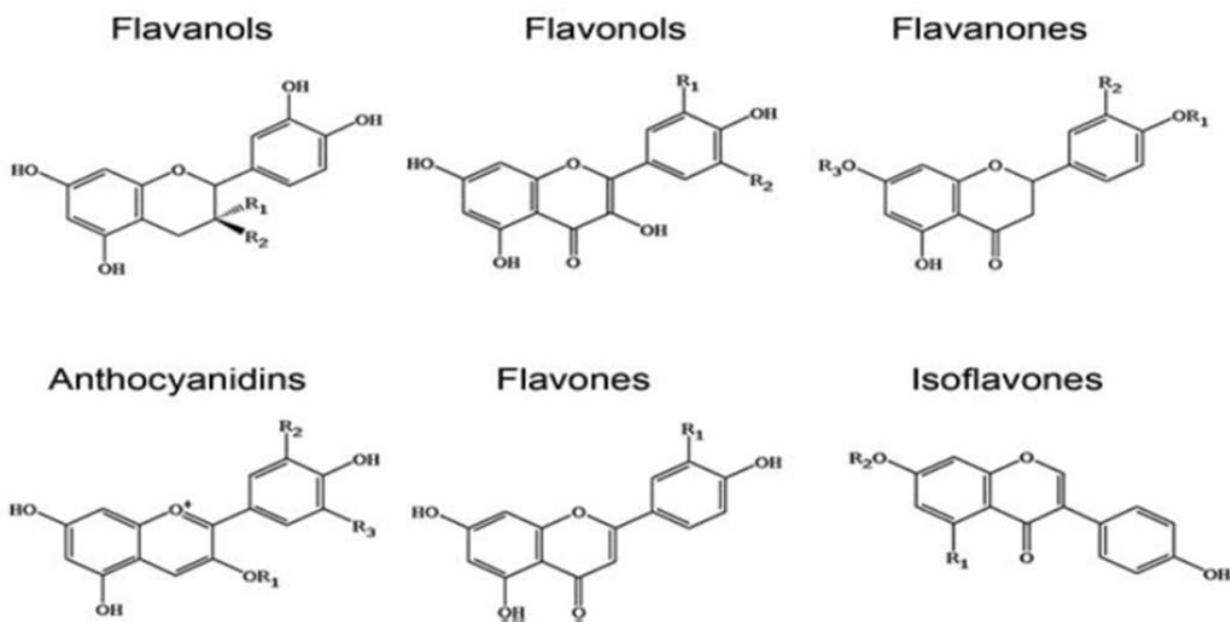


Figure 5 : D'efférentes classes des flavonoïdes (Abotaleb et al., 2019).

I.4.2. Importance des polyphénols en médecine

I.4.2.1. Polyphénols et neurologie

Les propriétés antioxydantes des polyphénols sont importantes pour améliorer la santé et le fonctionnement du cerveau. En récupérant les radicaux libres, ils facilitent la réduction des lésions des cellules cérébrales . En utilisant des modèles animaux avec dysfonctionnement neurocognitif, on a observé que des doses physiologiques de flavonoïdes peuvent réduire l'accumulation de protéines neuropathologies et améliorer la plasticité synaptique .Les études observationnelles et les ECR suggèrent que les polyphénols alimentaires, comme ceux présents dans les baies, les raisins, le cacao et le thé vert, peuvent moduler les processus liés à la santé cognitive.(Arfoui et al.,2021).

I.4.2.2.Polyphénols et diabète type 2

Les polyphénols et les produits riches en polyphénols peuvent également réduire le risque de DT2. Les polyphénols contribuent à atténuer les réponses glycémiques postprandiales, l'hyperglycémie à jeun et à améliorer la sécrétion et la sensibilité de l'insuline. Ces implications pourraient s'expliquer par leur capacité à inhiber la digestion des glucides et l'absorption intestinale du glucose, à stimuler la sécrétion d'insuline, à moduler la libération de glucose liée au foie et à déclencher à la fois l'expression génétique et les voies de signalisation cellulaire . De nombreuses études ont étudié l'efficacité de la supplémentation en polyphénols au début du DT2. Une méta-analyse d'études observationnelles a révélé qu'un régime riche en polyphénols

(en particulier les flavonoïdes) peut servir d'outil pour prévenir l'apparition du DT2 . En ce qui concerne certains groupes alimentaires, la consommation de thé a été rapportée comme étant inversement associée au début du DT2. Une méta-analyse dose-réponse des études de cohorte suggère que la consommation de 4 à 6 tasses de thé par jour peut réduire le risque de DT2 de jusqu'à 15 % .D'autres groupes alimentaires riches en polyphénols liés à un risque réduit de DT2 comprennent les fruits, en particulier les baies et les légumes jaunes.(**Arfoui et al.,2021**).

I.4.2.3. Polyphénols et cancer

Parmi les propriétés biologiques intéressantes des polyphénols, la prévention du cancer. Il y a beaucoup de preuves épidémiologiques qu'un régime riche en fruits et légumes pourrait +réduire le risque de certains cancers. L'effet a été attribué, en partie, aux polyphénols naturels. En effet, de nombreuses études in vitro et in vivo, ont démontré que les polyphénols naturels pouvaient être utilisés pour la prévention et le traitement du cancer. Ils ont la capacité d'interrompre ou d'inverser le processus de cancérogenèse en agissant sur les molécules du réseau de signalisation intracellulaire impliquées dans l'initiation et/ou la promotion d'un cancer pour arrêter ou inverser la phase de progression du cancer. Les polyphénols peuvent également déclencher l'apoptose des cellules cancéreuses à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal (**Saidi, 2019**).

I.4.2.4. Polyphénols et inflammation

De nombreuses études ont pu montrer que les polyphénols et leurs métabolites agissaient également comme des modulateurs des voies de signalisation de l'inflammation. Les études menées chez l'homme sain ont montré que le suivi d'un régime riche en polyphénols était inversement corrélé aux marqueurs de l'inflammation dans le plasma, que la consommation d'anthocyanes était associée à la diminution du taux de cytokines circulantes, et que les flavonoïdes, notamment les flavonols, peuvent prévenir la douleur musculaire en accélérant la réparation des tissus au niveau moléculaire. De manière spécifique, ils inhibent l'enzyme nitrique oxyde synthase, responsable de la synthèse de l'oxyde nitrique, qui est le déclencheur chimique de l'inflammation.(**Saidi, 2019**).

I.4.2.5. Polyphénols et maladies cardiovasculaires

Diverses études épidémiologiques ont montré l'existence d'une corrélation inverse entre la consommation de polyphénols ou d'aliments riches en polyphénols et le risque de développement de maladies cardiovasculaires. Ainsi une méta-analyse basée sur 7 études des cas témoins et 10 études en cohortes suggère une réduction du risque d'infarctus du myocarde de

11% lors de la consommation de trois tasses de thé par jour . Plusieurs études de cohortes ont montré que la prise de flavonols et de flavones était inversement corrélée aux taux de mortalité par maladies coronariennes. Il s'avère notamment que de fortes prises de quercitrine et de kaempférol réduisent le taux de mortalité due à des accidents cardiaques de type ischémie, dans lesquels peuvent être mises en cause les plaques d'athérome (**Achat, 2013**).

I.6. Les huiles végétales

Les substances à partir desquelles sont produites les huiles sont soit des graines ou d'autres parties de la plante tels que les feuilles ou le fruit. sont appelés graines oléagineuses, ceux qui servent à produire industriellement de l'huile et qui sont cultivés dans ce but. Parmi les graines de plantes cultivées pour leur huile, : l'arachide, le colza, le ricin, le soja et le tournesol. Il faut y joindre les graines de plantes cultivées pour fournir des fibres textiles – et subsidiairement de l'huile tel que le coton et le lin principalement. Quant aux fruits oléagineux et aux amandes, ils proviennent principalement du cocotier (noix de coco contenant le coprah), du noyer, du palmier à huile (palme et palmiste) et de l'olivier (olives) (**Marion et al., 2008**)

I.6.1. Composition des huiles végétales

Les triglycérides, triesters d'acides gras et de glycérol, sont les constituants essentiels des huiles végétales. Ils doivent aux longues chaînes hydrocarbonées des acides gras leurs propriétés physiques principales comme la polarité et l'hydrophobie. Les techniques d'extraction des huiles végétales à partir des fruits ou des graines provoquent une destruction partielle des cellules oléifères. Ainsi des constituants cellulaires liposolubles peuvent être entraînés dans les triglycérides. Ces constituants sont dits mineurs et sont toujours présents dans les huiles brutes et raffinées. Parmi ces constituants on rencontre les phospholipides, les phosphatides, les stérols, les alcools gras, les pigments colorés, les cires, les hydrocarbures (**Jahouach, 2009**)

I.6.2. Utilisation des huiles

Seul un tiers de la production mondiale des corps gras est destiné à un usage industriel. Les deux tiers de la production sont en effet destinés à l'alimentation. Parmi les multiples usages industriels des corps gras, on peut citer la fabrication des savons, des acides gras, etc. Les triglycérides sont également à l'origine de nombreux produits chimiques qui peuvent entrer dans la composition d'une multitude de produits : lubrifiants, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, peintures, etc.... (**Zovi, 2009**).

I.6.3. Méthode d'extraction des huiles végétales

I.6.3.1. Extraction mécanique par pressage

L'extraction mécanique par pressage est la méthode la moins couteuse et la moins invasive. Son principe repose sur l'expulsion de l'huile de la graine sous l'effet d'une compression mécanique. Ce type de production induit des mécanismes naturels tels que la compaction du tourteau due à l'augmentation de la pression au sein des pores, ce qui provoque un déshuilage par drainage. La réduction du volume du gâteau est possible jusqu'à ce que la porosité de celui-ci soit trop petite et résistante à l'écoulement. L'huile obtenue s'intitule l'huile brute de pression. À l'échelle industrielle, le pressage se fait à l'aide de presses à vis continues. Le principe de fonctionnement repose sur une réduction volumique entraînant l'expulsion de l'huile par une augmentation de la pression. **(Gagnon, 2021)**

I.6.3.2. Extraction par solvant

L'extraction par solvant est appliquée pour récupérer l'huile difficile d'atteinte, telle que l'huile présente dans le tourteau de presse ou dans les graines oléagineuses pauvres en huile. Il s'agit de la technique d'extraction la plus efficace, puisqu'elle assure la récupération quasi totale de l'huile (> 97 %). Au niveau industriel, un seul solvant est utilisé pour l'extraction d'huile. Ainsi cette étape est souvent nommée, extraction à l'hexane. L'hexane est sélectionné pour plusieurs propriétés avantageuses. D'abord pour sa très grande sélectivité pour les lipides, mais aussi pour son faible coût et sa capacité de recyclage. Actuellement, cette étape est réalisée dans des extracteurs continus à contre-courant, et entre 50 et 60 °C. D'un côté, un miscella (mélange d'huile et d'hexane) est obtenu par percolation au travers de la matière à traiter. De l'autre côté, un gâteau pratiquement déshuilé, contenant < 2 % d'huile, mais environ 25 à 30 % d'hexane, est récupéré. Cette méthode est généralement privilégiée pour des raisons de coûts, malgré les inconvénients liés à l'utilisation de l'hexane. En effet, l'hexane est impropre à la consommation et est classé dangereux par rapport à plusieurs critères : CMR (cancérigène, mutagène, reprotoxique) facilement inflammable, reprotoxique de catégorie 3, nocif, irritant et dangereux pour l'environnement. Après l'étape d'extraction, il est important de retirer l'hexane du miscella et du tourteau avant toute autre opération. Afin de l'éliminer, des étapes de désolvatation et de distillation sont nécessaires. Ces étapes sont basées sur l'évaporation de l'hexane dont la température d'ébullition est de 69 °C. À l'aide d'un cuiseur, les vapeurs de l'hexane sont récupérées et envoyées vers une étape de distillation. **(Gagnon, 2021).**

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre II. Matériel et méthodes

II.1. Le matériel végétal

Dans cette étude, le matériel végétal utilisé est une plante nommée *Acacia arabica* qui a été récolté dans des régions différentes de la wilaya d'Ouargla et Illizi les mois de Novembre et décembre 2022 (Figure 6 et 7). Les gousses d'*Acacia arabica* sont droites, noueuses et de couleur grise-brune. (Figure 8).



Figure 6 : Localisation géographique de la plante : *Acacia arabica*.

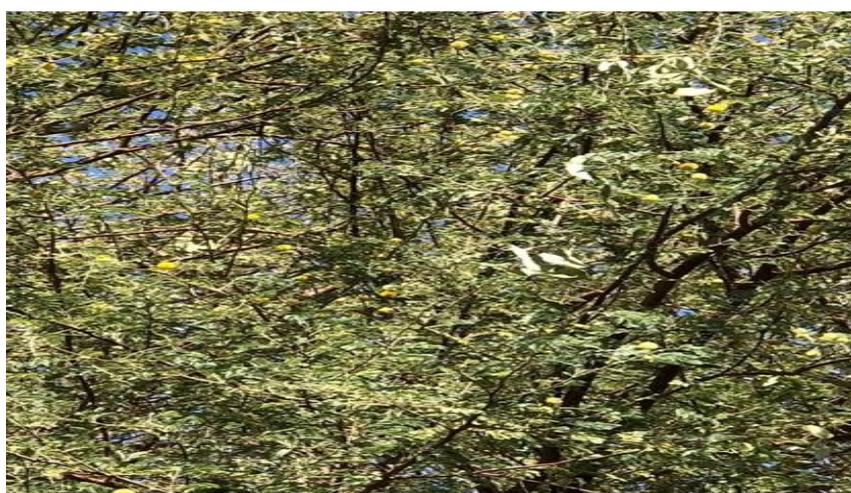


Figure7 : l'arbre d'*Acacia arabica*



Figure 8 : Les gousses d'*Acacia arabica*

II.1.1. Préparation de l'échantillon

Les différentes parties de l'échantillon utilisées ont subi un traitement physique et mécanique. Tout d'abord l'échantillon a subi un tri afin d'éliminer les mauvaises parties, suivi d'un lavage à l'eau pour éliminer des matières polluantes.

Un séchage à l'étuve pendant quelques heures à 105 °C ce qui permet de quantifier le taux de l'humidité de l'échantillon. Cette opération a été suivie d'un broyage mécanique pour réduire la taille des graines et obtenir un échantillon en poudre pour des analyses ultérieures. Cette poudre a été conservée dans un endroit sec et à l'abri de la lumière (Figure 9 et figure 10).

II.2. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après séchage jusqu'à poids constant. On procède à un séchage des Graines est des gousses d'*Acacia arabica* dans une étuve (MEMMERT) à une température 105°C ± 2 jusqu'à l'obtention d'un poids constant (**Tehami, 2017**).

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

H(%) : Teneur en eau ou taux d'humidité.

M1 : Masse en g de la capsule avec l'échantillon avant dessiccation.

M2 : Masse en g de la capsule avec l'échantillon après dessiccation.

P : Masse en g de la prise d'essai.

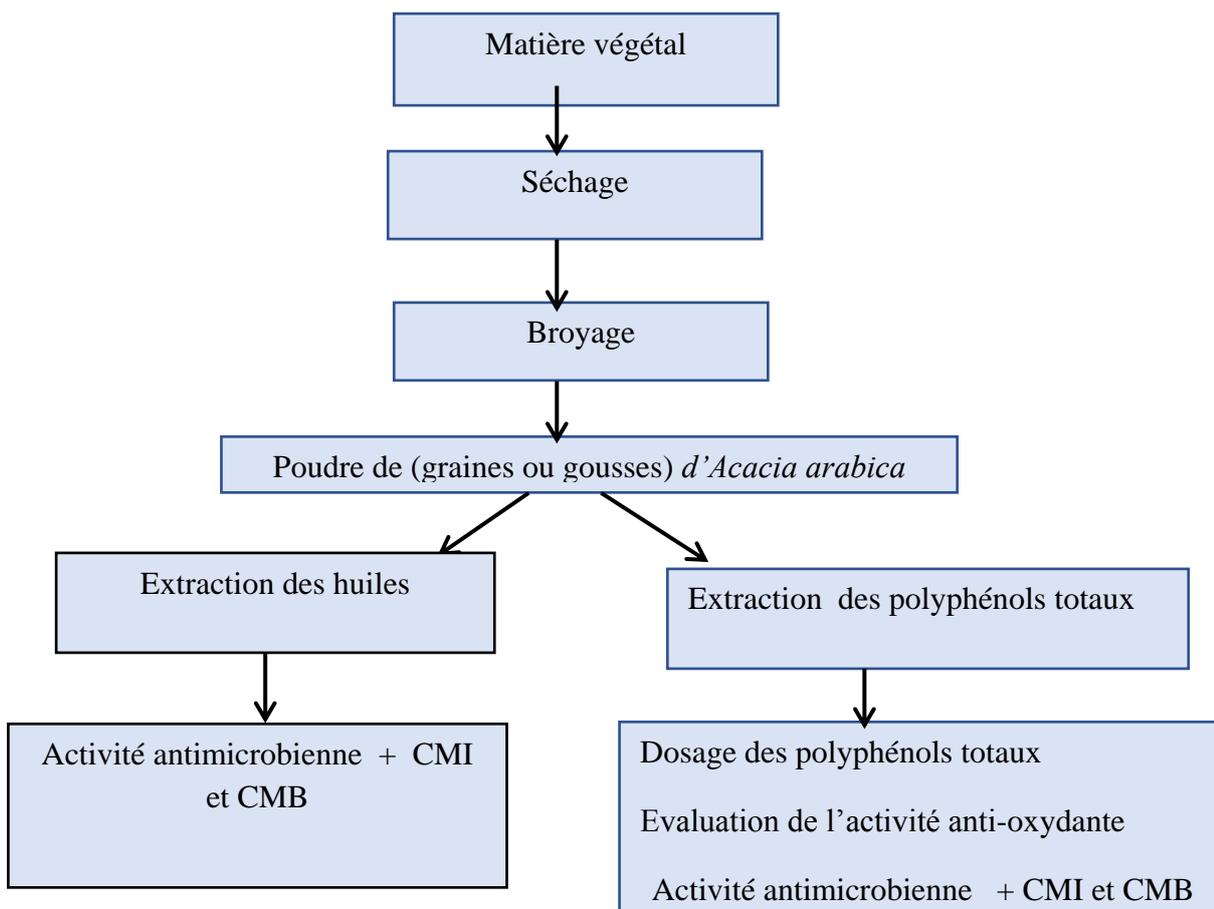


Figure 9 : Protocole de préparation de l'échantillon *d'Acacia arabica*

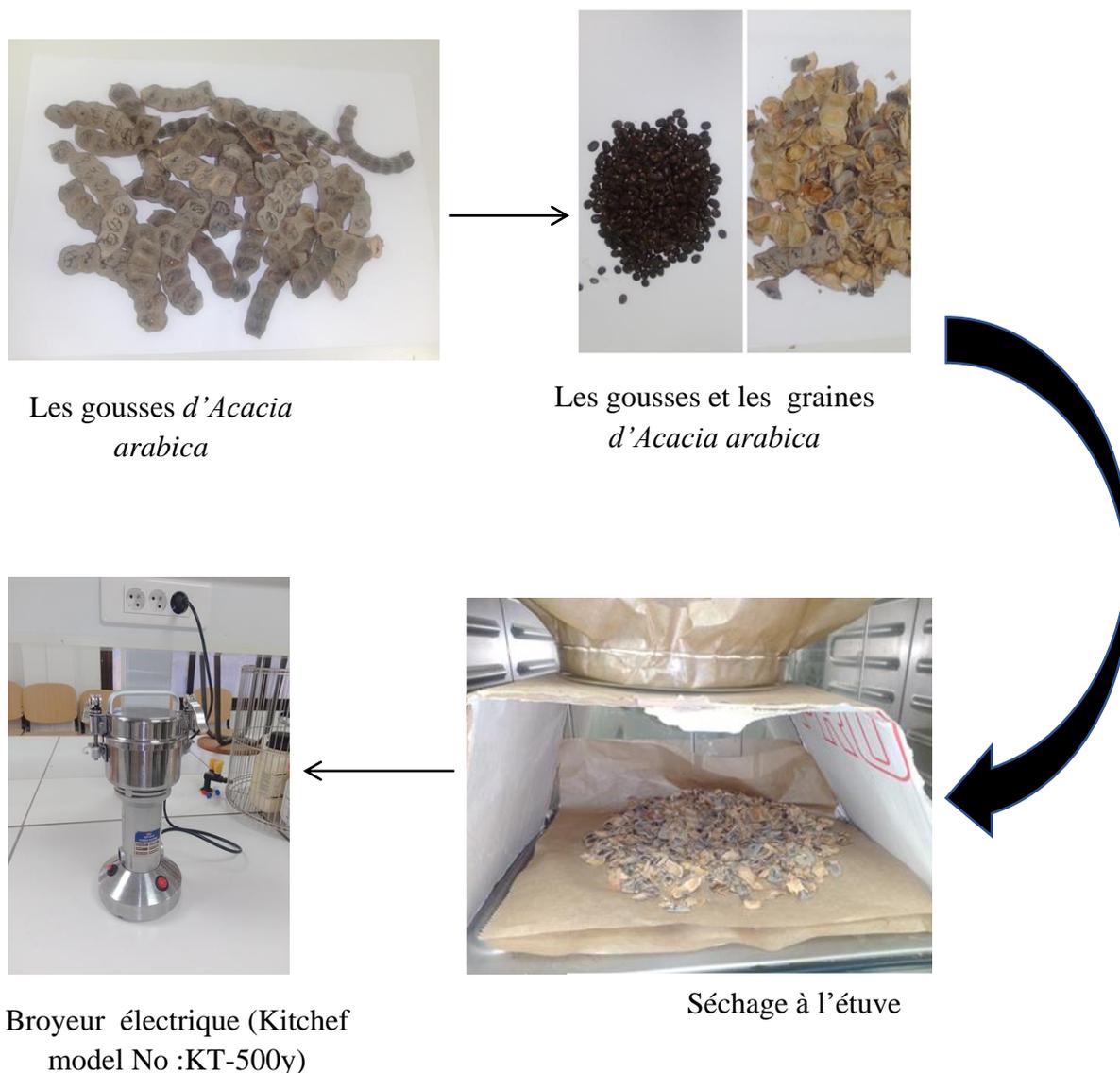


Figure 10: Protocole d'obtention d'une poudre des gousses et de graines d'Acacia arabica.

II.3. Extraction des polyphénols totaux

L'extraction est une étape très importante avant l'analyse quantitative et qualitative. Elle est influencée par la méthode d'extraction choisie et en fonction des composés photochimiques à étudier. Dans cette étude, pour l'analyse des composés phénoliques, l'extraction liquide – liquide et/ou solide-liquide sont les procédures les plus couramment Utilisées (**Muanda,2010**).

La macération est une méthode d'extraction liquide-solide similaire à l'infusion qui s'effectue à température ambiante. Elle est généralement utilisée pour l'extraction de composés sensibles à la chaleur (**Muanda., 2010**).

II.3. 1. Extraction aqueuse

L'extrait aqueux des échantillons (les gousses, les graines et leur mélange) d'Acacia arabica a été préparé selon la méthode décrite par (**Moroh et al., 2008**). 10 grammes de poudre des graines ou des gousses ou un mélange d'Acacia arabica sont dissoutes dans 200ml d'eau distillée. Le tout a été homogénéisé et laissé pendant 48 heures à température ambiante à l'aide d'un agitateur magnétique de type (DLAB) L'homogénat obtenu a été ensuite filtré deux fois sur du coton hydrophile et une fois sur du papier filtre Whatman 3mm. Le filtrat obtenu a été évaporé dans une étuve à 100°C (Figure 11).

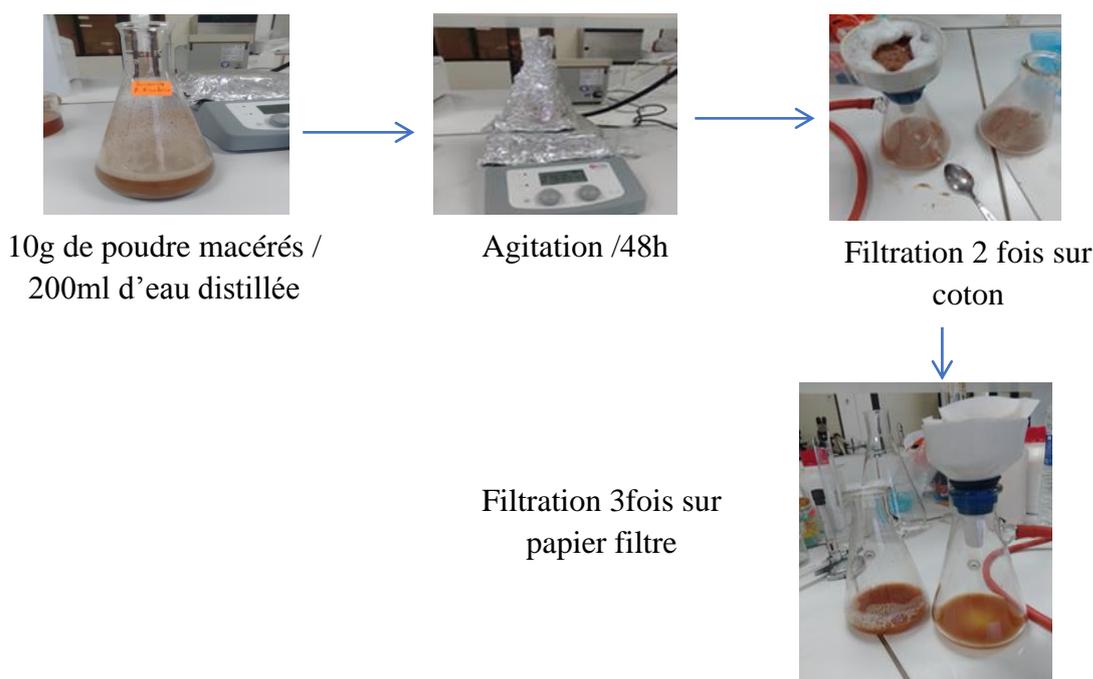


Figure 11 : Extraction phénolique aqueuse des échantillons
d'Acacia arabica (Moroh et al., 2008)

II.3. 2. Extraction éthanolique

Le protocole décrit par **Romani et al. (2006)**, en y apportant quelques modifications : 10 g de poudre des plantes étudiées sont macérées à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant une nuit (24h) avec 100 ml de la solution éthanolique à 70 % (v/v). Cette solution est filtrée sur un tissu mousseline, les filtrats sont ensuite centrifugés pendant 20 min à 4000 trs/min à température ambiante. Les surnagent sont filtrés sur papier filtre, ensuite concentrés à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rota-vapeur Heidolph)). Enfin conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (Figure 12).

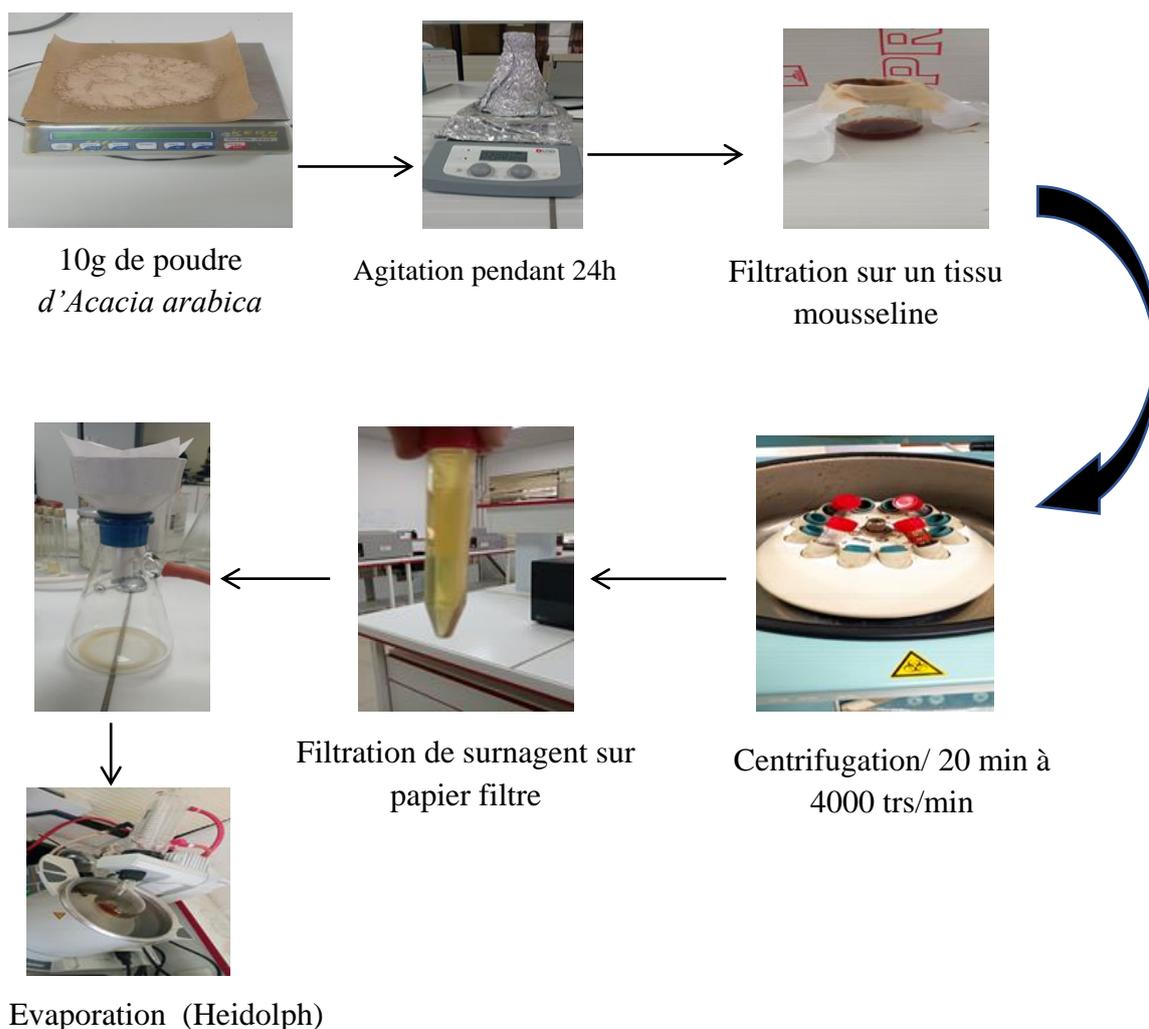


Figure 12: Extraction éthanolique (Romani et al., 2006).

II.3.3. Calcul du rendement

Le rendement d'extraction a été calculé suivant la formule :

$$\text{Rendement \%} = (m_0/m_1) \times 100$$

- ✓ m₀ : Poids en gramme de l'extrait brut évaporé
- ✓ m₁ : Poids en gramme de la matière végétale initiale sèche (prise d'essai) (Romani et al., 2006).

II.3. 4. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des extraits étudiés a été déterminée par Spectrophotométrie selon la méthode colorimétrique décrit par (Singleton et Rossi, 1965), utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. Cette méthode consiste à quantifier la concentration totales des groupements

hydroxyles présents dans les extraits. Le réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il réduit, lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration réduite, dont l'absorption maximale est comprise entre 725 et 765 nm et est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006).

II.3.4.1. Préparation de la droite étalon d'acide gallique

La droite d'étalon d'acide gallique a été réalisée selon Waterhouse (2002), 0.5g d'acide gallique est dissoute dans 10 ml d'éthanol, ensuite le mélange est dilué dans 100 ml d'eau distillée (concentration finale : 5g/l). À partir de la solution mère, on a fait des dilutions : 1, 2, 5, et 10 ml dans 100 ml d'eau distillée afin d'obtenir des concentrations comprises entre 50, 100, 250 et 500 mg/l respectivement.

II.3.4.2. Procédure de dosage

Un volume de 200 μ l des différents extraits et de même pour les étalons d'acide gallique, a été mélangé avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois. Par la suite on a ajouté 800 μ l de solution de bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7.5 %. Les tubes sont bien agités à l'aide d'un vortex puis incubés pendant 30 min (Figure 13) à température ambiante et à l'obscurité. L'absorbance est lue à 765 nm par rapport au blanc préparé de réactif. Chaque procédure est répétée trois fois (Singleton et Rossi, 1965).

II.3.4.3. Expression des résultats

La droite étalon préalablement établie va servir à exprimer les résultats des polyphénols totaux des échantillons étudiés et qui exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g ms).

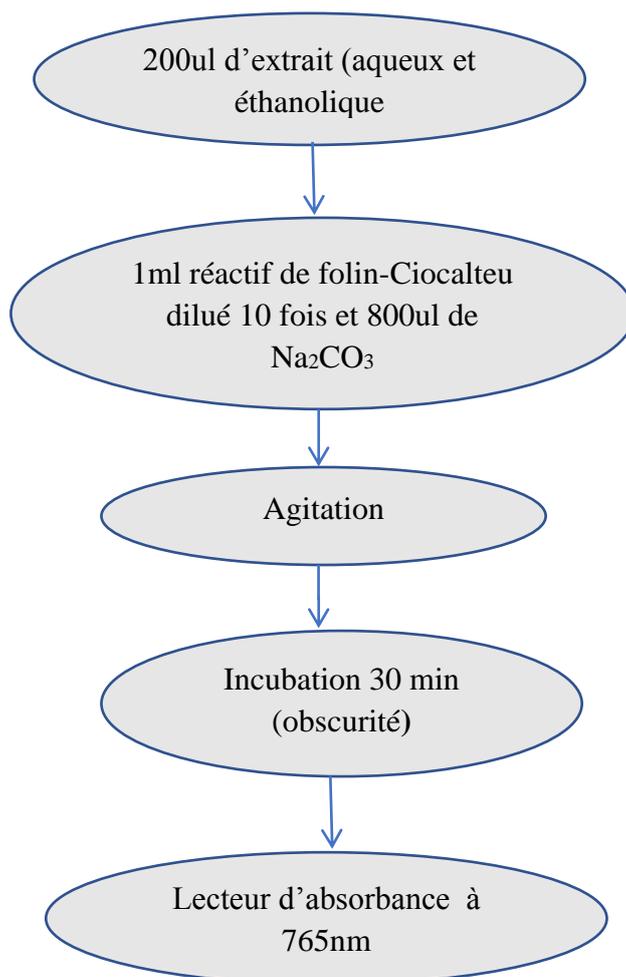


Figure 13: Protocol de dosage des polyphénols totaux (Singleton et Rossi, 1965).

II.3. 5. Activité anti-oxydante par le test de DPPH

II.3.5.1. Principe de la méthode

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) est un organique stable de couleur violette, qui absorbe à 517 nm. Sa stabilité est due au fait qu'il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. En présence d'agents anti-oxydante qui sont des donneurs d'hydrogène (AH), le composé est réduit en une forme non radicalaire DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) et vire au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance. La réaction peut être représentée par l'équation suivante (Brand-williams et al., 1995 ;Maataoui et al., 2006).

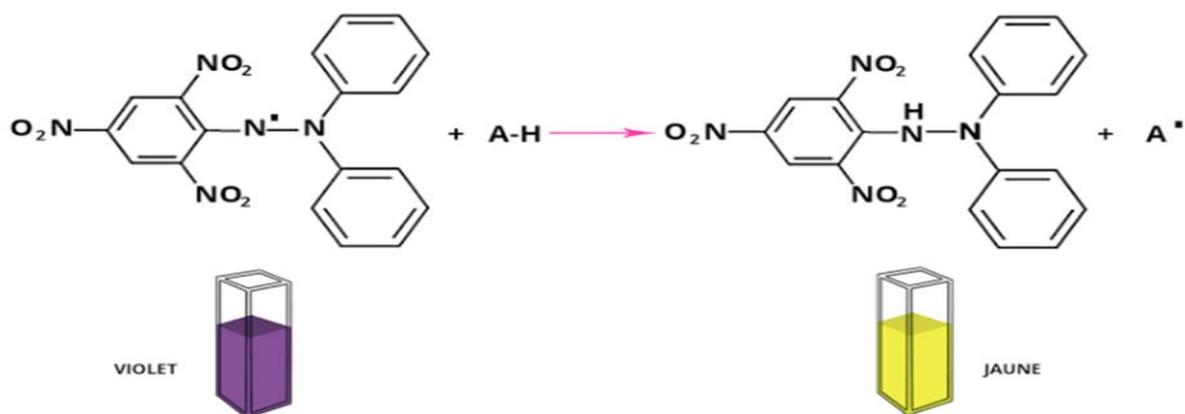


Figure 14 : Mécanisme de réduction du DPPH (Choe et Min, 2009)

II.3.5.2. Mode opératoire

Le DPPH RSA a été utilisé pour tester la propriété anti-oxydante des extraits (graines , gousses et leur mélange). Le RSA libre de l'extrait a été testé à l'aide d'une technique au 1,1-diphényl-2-picryl hydrazyl (DPPH) .Un total de 24 mg de DPPH a été dissous dans 100 ml d'éthanol pour préparer la solution mère. Dans un tube à essai, 3 ml de solutions exploitables de DPPH ont été combinés avec 100 µl d'extrait 3 ml de solution contenant du DPPH dans 100 µL de éthanol sont souvent donnés comme standard .Après cela, les tubes ont été maintenus dans l'obscurité totale pendant 30 minutes. L'absorbance a donc été déterminée à 517nm (Baliyan et al., 2022).

II.3.5.3. Expression des résultats

Les résultats du test de DPPH sont exprimés par la formule suivante :

$$\% \text{ d'activité anti-oxydante} = [(Ac - As) \div Ac] \times 100 \text{ où:}$$

Ac : Absorbance de la réaction de contrôle

As : Test d'absorbance de l'échantillon

En plus du calcul des pourcentages d'inhibition de DPPH et sur la base des données et des droites tracées, l'IC50 a été également calculée (Ben moussa et al., 2022).

II.4. Extraction des huiles végétales par la méthode de Soxhlet

II.4.1. Principe et mode opératoire

L'extraction par l'appareil Soxhlet est une méthode simple et convenable nous permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à épuisement total du soluté dans la matière première, la matière à extraire est pesée 20g et ensuite mise dans la cartouche du Soxhlet (Figure 15). Le solvant est introduit dans le ballon puis chauffé pour démarrer l'extraction. L'extraction est arrêtée lorsque le liquide entourant la cartouche devient clair, cette couleur indiquant que le solvant n'extrait plus rien du solide. Le temps de traitement est différent selon le solvant, souvent plus de 30 heures. Le contenu du ballon (solvant plus matières solubilisées) est ensuite traité à l'aide du Rota-vapeur pour éliminer le solvant et le résidu est pesé pour quantifier la masse d'extrait total sec (MEX) (Dasaria et Gouda, 2013).

Le protocole d'extraction des huiles consiste à peser 20g de poudre de graines d'*Acacia arabica*. L'huile a été extraite à des rapports solide (échantillon) sur solvant de 1:3 et, 1:6 et 1:9 et à différentes périodes d'extraction ; 8h, 10h, 12h et 14h. Le solvant est ensuite évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rota-vapeur).

II.4.2. Le rendement d'extraction

Le rendement d'extraction des huiles est exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de plante sèche (20g), et est déterminé par l'équation suivante :

$$R(\%) = (M_{\text{ext}}) \times 100 / M_{\text{échantillon}}$$

- R : Rendement (en%) ;
- M_{ext} : Masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en gramme
- M_{éch} : Masse de l'échantillon végétal en gramme

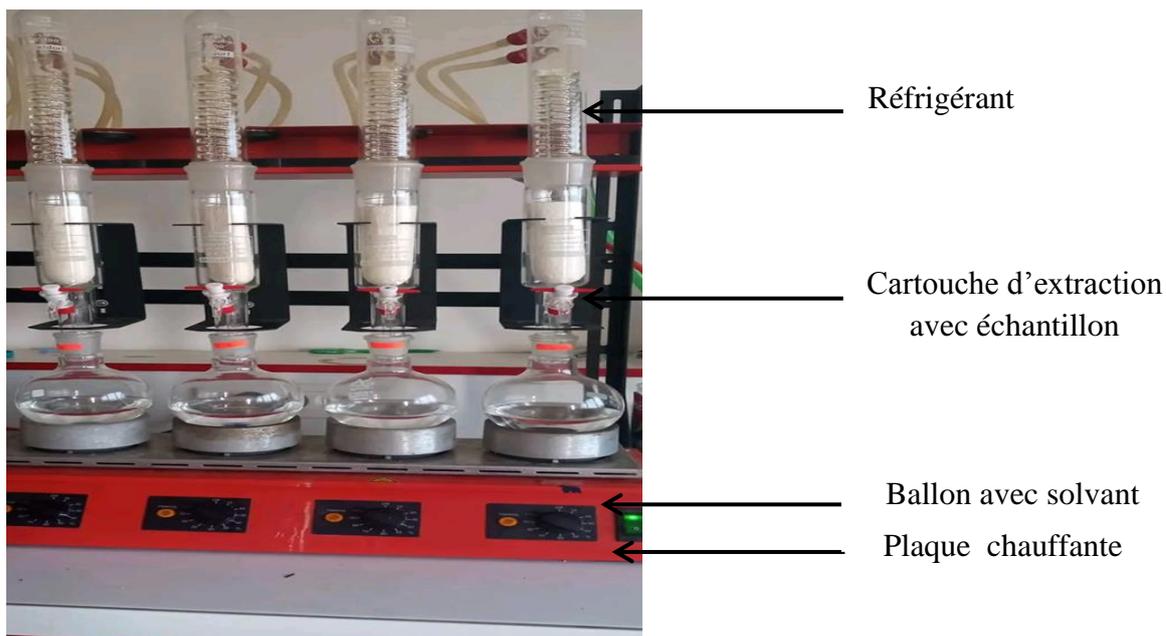


Figure 15 : Appareil Soxhlet (behr) utilisé dans cette expérimentation

II.5. Etude de l'activité Antimicrobienne

Les souches pathogènes utilisées pour déceler l'activité antimicrobienne des extraits préparés d'*Acacia arabica*, sont des souches appartenant au laboratoire de microorganismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de santé (LMBAFS) de l'université de Mostaganem (Tableau 2).

Tableau 2: Souches pathogènes utilisées dans cette étude

Souche	Référence
<i>Escherichia-coli</i>	ATCC 25922
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 33862
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876
<i>Pseudomonas aruginosa</i>	ATCC 27853
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231

II.5.1. Réactivation des souches pathogènes utilisées

Chaque espèce bactérienne conservée est inoculée dans un bouillon nutritif à 37°C pendant 24 h pour enrichissement, ensuite un repiquage par stries est réalisé dans des boîtes de Pétri contenant de la gélose nutritive pour obtenir des cultures jeunes de 18h à 37°C. À partir de ces cultures jeunes et à l'aide d'une anse de platine 4 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques sont chargées dans des tubes contenant 9 ml de l'eau physiologique stérile NaCl à 0,9%. La densité des suspensions bactériennes obtenues doit être équivalente à la densité du standard Mac Farland 0,5 (DO comprise entre 0,08 et 0,10 lu à 625 nm équivalent à environ 108 UFC/ml) (**Djermane, 2021**). Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu Muller-Hinton.

L'eau physiologie, le milieu de culture, les tubes à essai utilisée dans la préparation des solution bactériennes et les disque en papier wattman (6mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

II.5.2. Méthodes de l'évaluation de l'activité antimicrobienne

Le test d'évaluation de l'activité antimicrobienne des différents extraits a été réalisé par trois méthodes :

- ✓ La méthode de diffusion sur disque en milieu solide
- ✓ Méthode des puits
- ✓ La méthode de dilution en milieu liquide (méthode de macro-dilution), afin déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) est concentration minimale bactéricides (CMB).

II.5.2.1. Méthode de diffusion sur milieu solide

La technique utilisée est celle décrite par (**Rios et al., 1988**) et qui est indiquée sur la figure 16. Les boîtes de Pétri sont coulées aseptiquement par la gélose de Muller Hinton à une épaisseur de 4 mm par boîte. Après solidification et à l'aide d'un écouvillon stérile, 100µl de suspension bactérienne de concentration d'environ 108 UFC/ml sont inoculés sur la totalité de la surface de la gélose séchée. Ensuite des disques du papier imbibés avec les extraits ou l'huile de l'échantillon sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur la surface de la gélose. Puis incubées à l'étuve pendant 24 h à 37°C.

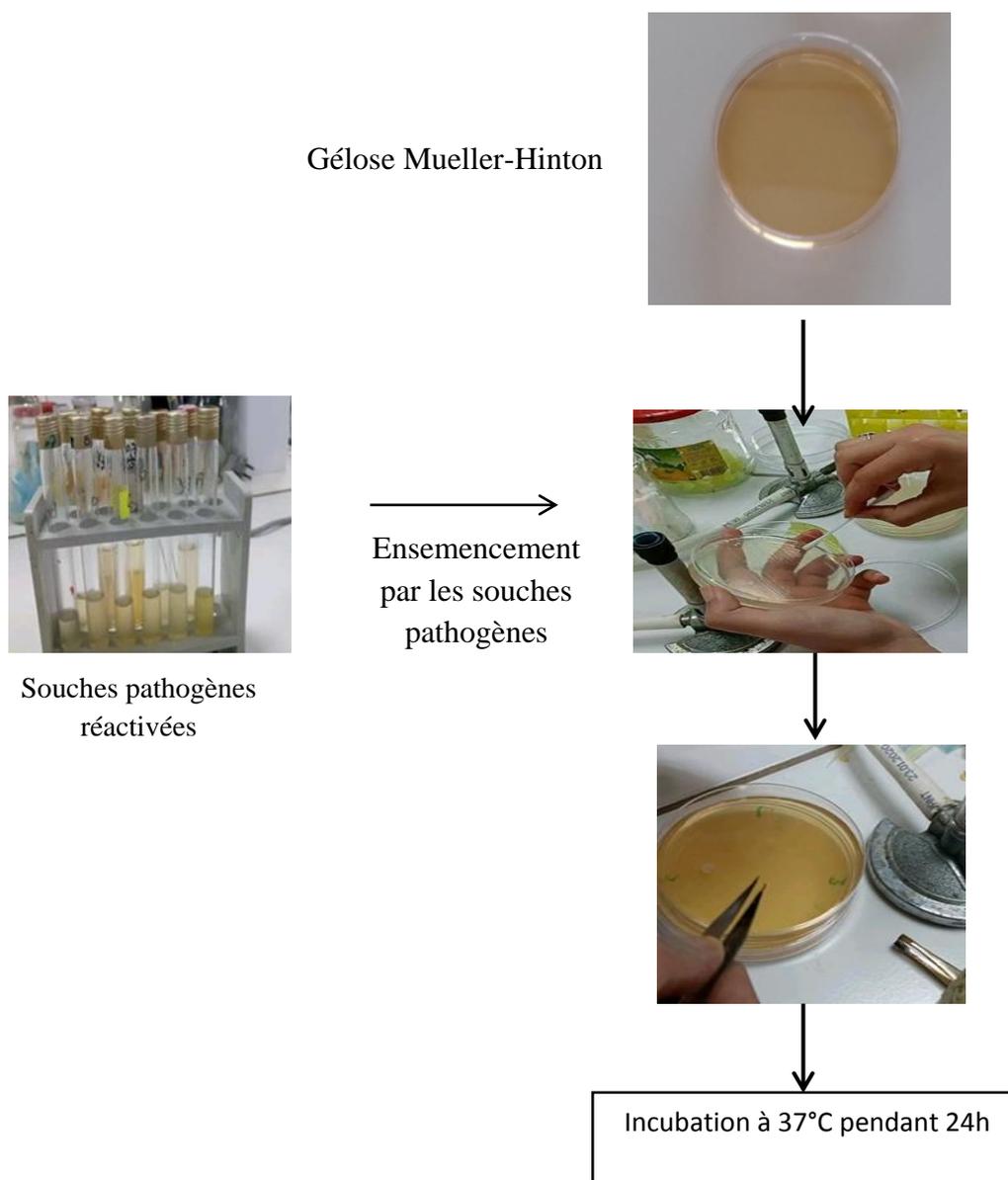


Figure 16 : Méthode de diffusion par disque (Rios et al., 1988).

II.5.2.2. Méthode de puits

Des boîtes de Pétri coulées avec la gélose de Muller Hinton à une épaisseur de 6mm, sont ensemencées par un volume de 100µl d'une suspension microbienne de 108 ufc/ml (du microorganisme à tester. Ensuite, des puits de 6 mm de diamètre sont réalisés dans la gélose inoculée à l'aide d'embout stérile (3 puits par boîtes). Pour chaque puit, introduire un volume de 50µl de chaque extrait ou l'huile pour chaque bactérie (Figure 17). Après incubation dans une étuve à 37°C pendant 24 heures, l'activité antimicrobienne a été évaluée par mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour des puits (Berghe et Vlietinck, 1991 ; Djermane, 2021).

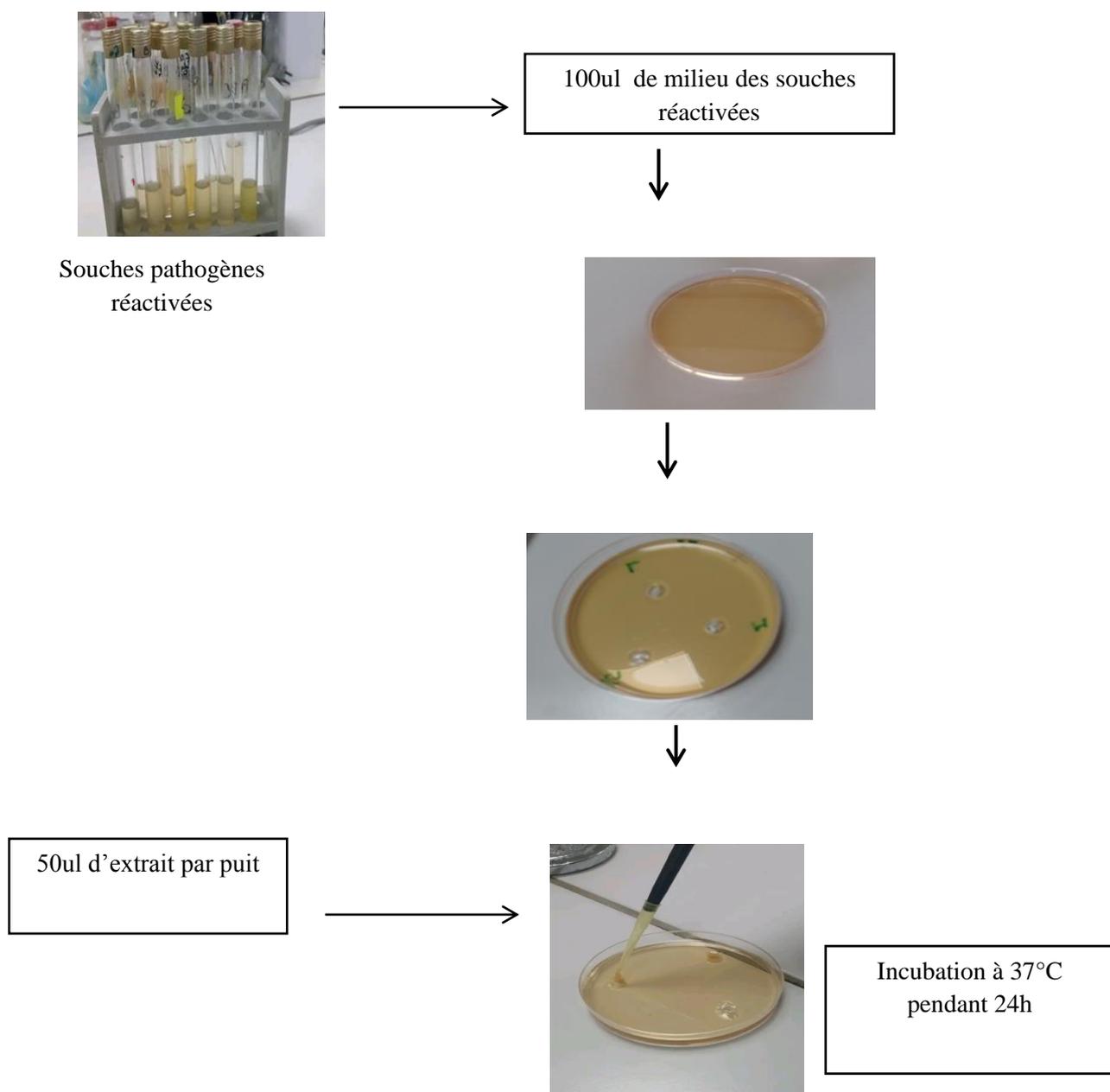


Figure 17 : Activité antibactérienne par la méthode des puits
(Berghe et Vlietinck, 1991 ; Djermane, 2021)

II.5.2.3. Méthode de macro-dilution

II.5.2.3.1 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La méthode de dilution en milieu liquide en microplaque est utilisée pour la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) qui a été décrite par (Djermane, 2021).

200ul des extraits obtenus sont mises dans les premiers puits. Des dilutions de moitié sont préparées dans une microplaque stérile à 96 puits. Un volume de 10ul de la suspension

bactérienne (10^8 UFC/ml) est ajouté dans chaque puits. Ajoute 90ul de bouillon Nutritif Enfin, la microplaque est recouverte et est incubée à 37°C pendant 24h. Selon **Guinoiseau (2010)**, la CMI est déduite à partir du premiers puits de la gamme dépourvu de croissance bactérienne. La lecture est effectuée après l'ajout de 20ul de chlorure d'iodonitrotetrazolium (INT, Sigma-Aldrich). La présence de bactéries vivantes est détectée par une coloration rose de l'INT (Figure 18).

II.5.2.3.2. Détermination de la concentration minimale Bactéricide (CMB)

La Concentration Minimale Bactéricide (CMB) correspond à la plus faible concentration en extraits capable de tuer plus de 99,9 % de l'inoculum microbien initial (soit moins de 0,01 % de survivants), elle définit l'effet bactéricide. La même gamme de concentration, réalisée par la technique de macro-dilution en milieu liquide (CMI), a été utilisée pour déterminer la CMB des extraits à tester. Des prélèvements sont effectués dans chaque tube dépourvu de culot microbien puis déposés « en strie » sur gélose MH. Chaque strie correspond à une concentration donnée de l'extrait. Les boîtesensemencées sont ensuite incubées pendant 24 heures à 37°C. La CMB des extraits est déduite à partir de la strie dépourvue des bactéries (**Guinoiseau, 2010**).

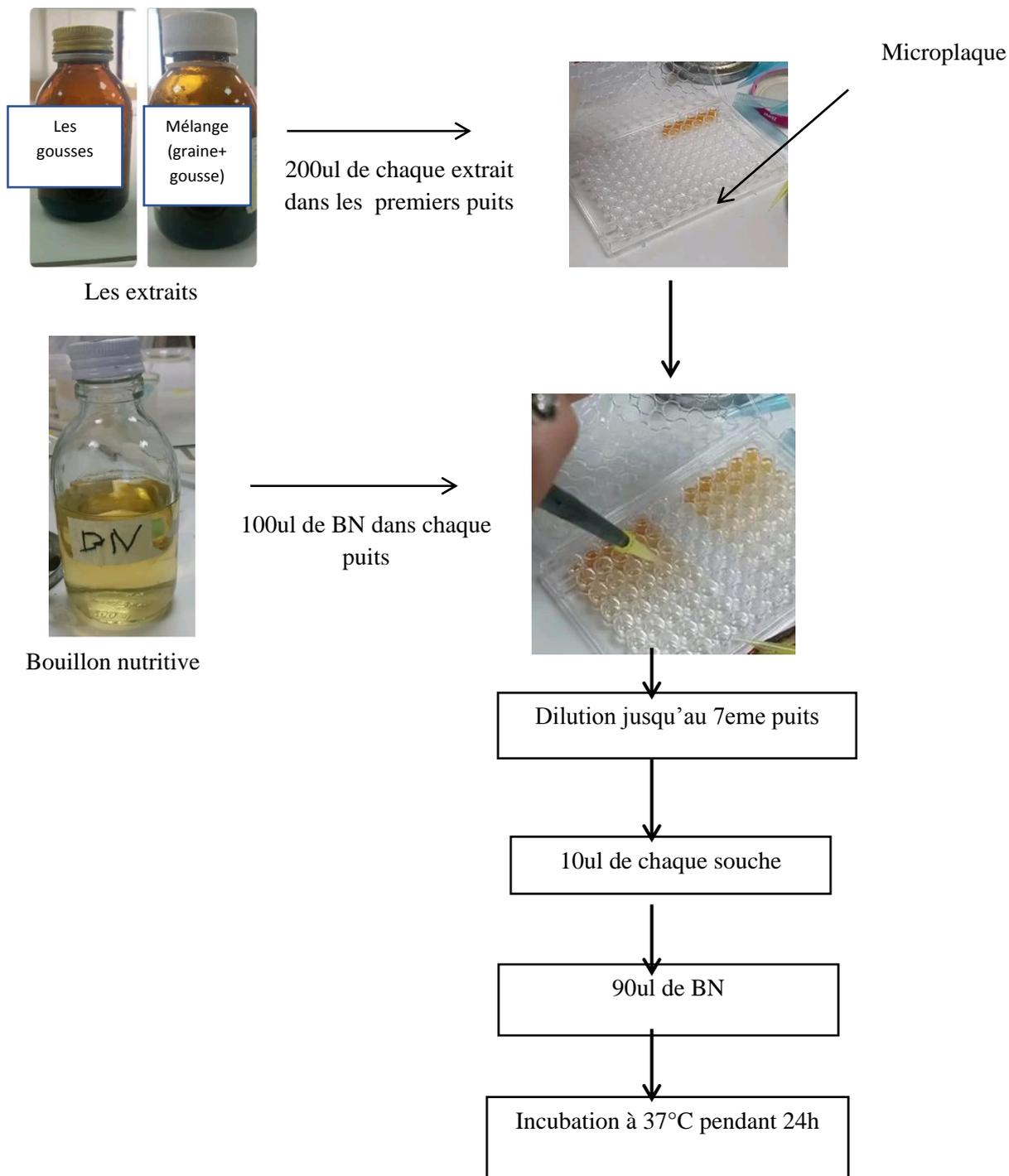


Figure 18: Activité antimicrobienne réalisée par la méthode des puits (Djermene, 2021).

Chapitre III

Résultat et Discussion

Chapitre III. Résultats et discussion

III.1. Résultats de préparation de l'échantillon

La poudre des gousses (Figure 19) et des graines (Figure 20) d'*Acacia arabica* ont des couleurs brunes avec une odeur légèrement astringente et un goût astringent, par contre la poudre de graines d'*Acacia arabica*, de couleur jaune pâle, à faible odeur et goût astringent



Figure 19 : Poudre des gousses de l'*Acacia arabica*.



Figure 20 : Poudre des graines de l'*Acacia arabica*

Figure21 : Echantillons en forme de poudre d'*Acacia arabica* (Gousses et graines)

III.2. La teneur en eau (Humidité)

L'opération de séchage des graines et des gousses d'*Acacia arabica* a révélé un pourcentage d'humidité chez les graines 2,36% et 4,10 chez les gousses d'*Acacia arabica*. (Figure 22)

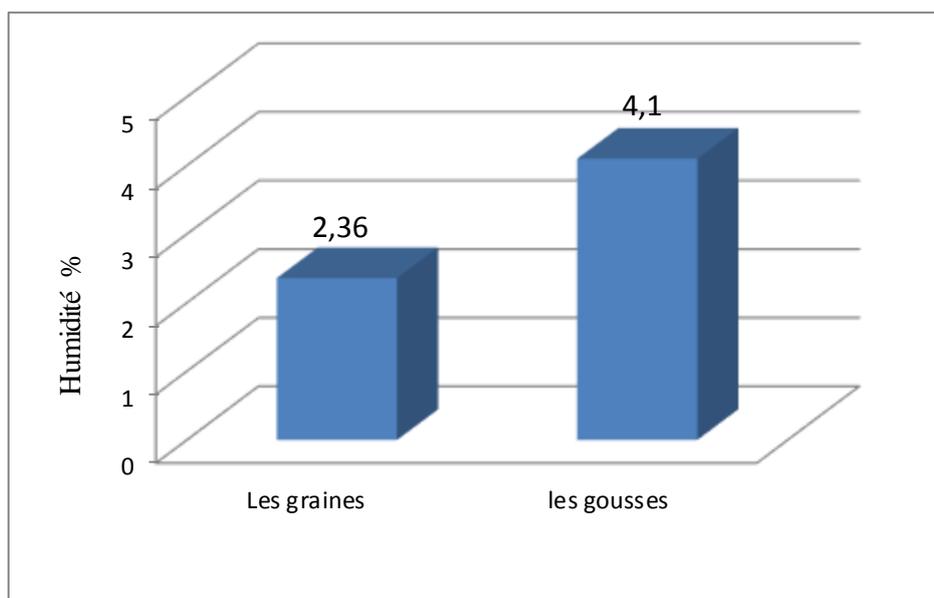


Figure 22: Taux d'humidité (%)

III.3. Résultat de l'extraction et de dosage des composés phénoliques

La macération des poudres d'*Acacia arabica* a permis d'obtenir des extraits aqueux et éthanoliques qui seront utilisés dans des analyses et dosages ultérieures.

III.3.1. Calcul du rendement de l'extraction

Les rendements des extractions calculés sont présentés sur la figure 23.

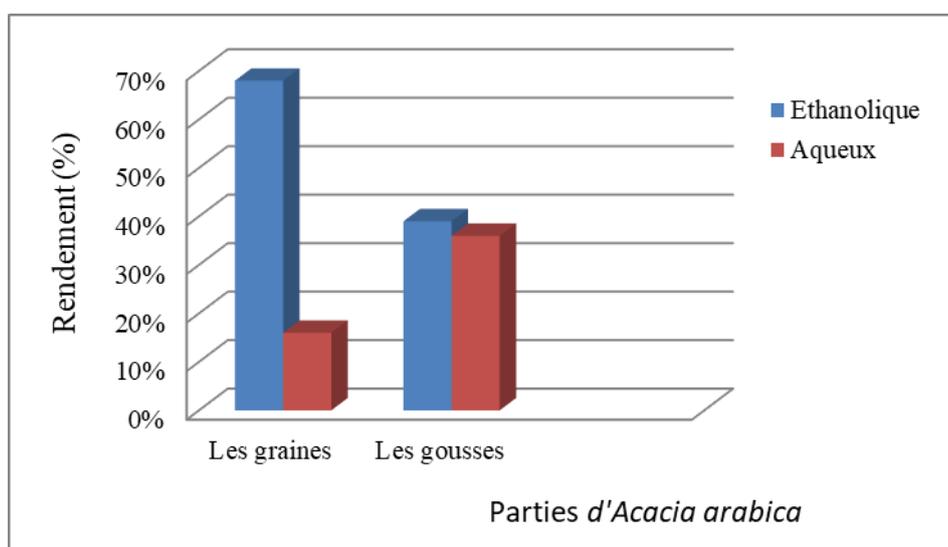


Figure 23 : Rendements de l'extraction des polyphénols totaux (%)

(Extraction hydro éthanolique et aqueuse)

L'extraction des polyphénols totaux à partir des graines, des gousses et ont donné des rendements assez importants avec les deux solvants utilisés (éthanol et l'eau distille). Nous avons enregistré des valeurs relativement élevées avec le solvant éthanol, 68% pour les graines et 39% pour les gousses, par rapport à l'eau distillée, ou il a été enregistré des valeurs de 16%, 36% respectivement pour les graines, les gousses. Ce résultat de l'extraction par la solution hydroéthanolique vient de s'ajouter à celui rapporté par **Sarfraz et al (2018)** qui ont rapporté des rendements d'extraction beaucoup plus importants par le solvant éthanol/eau à 50 (%).

Il a été rapporté par l'auteur (**Alain et al., 2019**) qui utilise écorce de tronc *Acacia arabica polycantha*, qui est constaté avec meilleur rendement d'extraction avec l'extrait hydroéthanolique accompagné de l'extrait aqueux. Le solvant d'extraction influence donc fortement le taux d'extraction du métabolite.

III.3.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

III.3.2.1. Droite d'étalonnage de l'acide gallique

La teneur en composés phénolique des extraits a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. La formule de la régression linéaire de cette courbe est de : $y = 0.011x + 0.059$ avec un facteur de corrélation $R^2 = 0.9994$ (Figure 24) .les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par un gramme de matière sèche de l'échantillon (mg EAG/g ms).

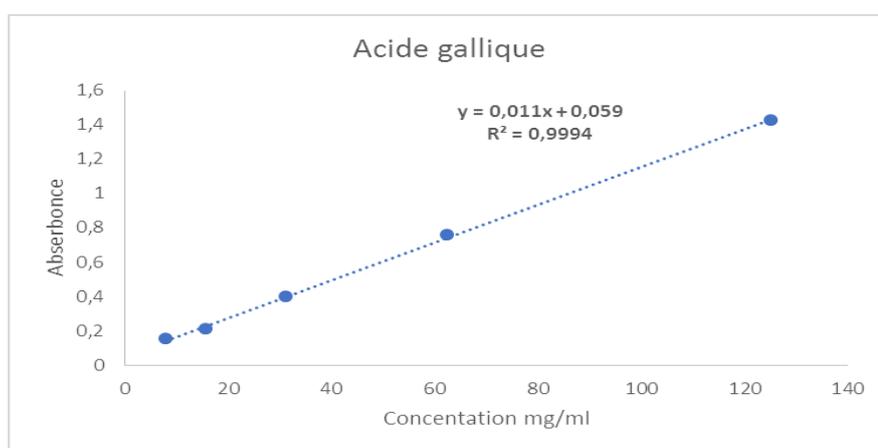


Figure 24: Droite étalon de l'acide gallique.

III.3.2.2. Résultat du dosage des polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols totaux des échantillons sont exprimés en mg EAG/g ms et sont reportés sur la figure 25. La concentration en polyphénols totaux de l'extrait éthanolique de la plante est riche en ces composés représentés essentiellement par l'extrait éthanolique des gousses (100,09 mg EAG/g ms) ,et les graines par une concentration de 168,09 mg EAG/g ms. D'un autre coté, l'extrait aqueux a donné des concentrations en polyphénols totaux de l'ordre de; 43,90 mg EAG/g ms pour les gousses et les graines : 61,36 mg EAG/g ms

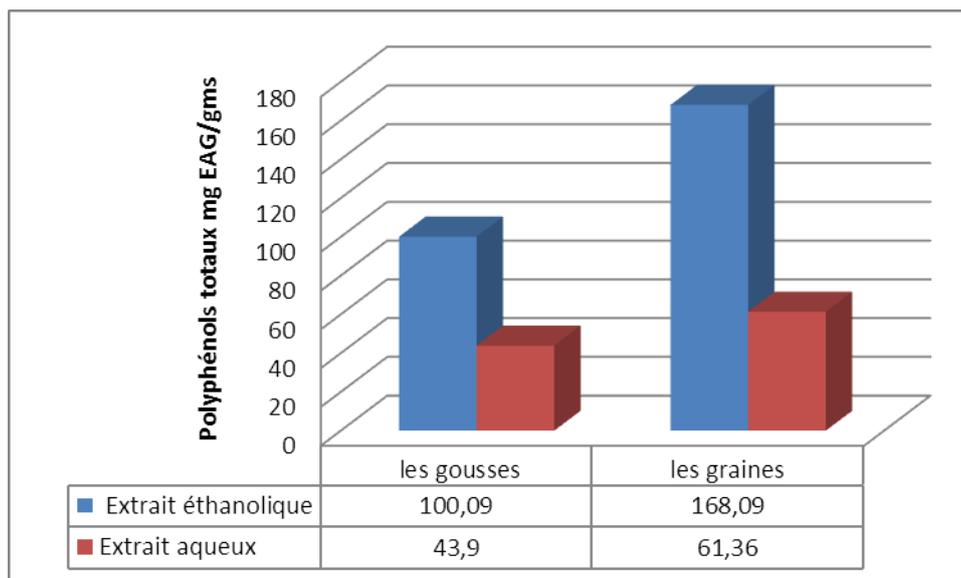


Figure 25: Teneurs en polyphénols totaux des différents extraits d'*Acacia arabica*

Une étude menée par (**Mghezzi Habellah et al., 2015**) qui ont travaillé des extraits éthanolique et aqueux des feuilles et des écorces d'un autre espèce qui nommée *Acacia cerenbergiana*, qui ont rapporté une plus forte concentration pour les feuilles est notée pour fraction éthanolique avec 133,89EAG/gms, tandis que pour l'écorce c'est la fraction aqueuse qui a enregistré la teneur la plus élevée (45,44 mg EAG/gms).

III.4. Activité antioxydante par le test de DPPH

III.4.1. Résultats de test de DPPH

Les résultats de l'activité antioxydante vis-à-vis du radical DPPH en utilisant l'acide ascorbique comme solution standard et des extraits (éthanolique, aqueux) sont exprimés en pourcentage d'inhibition et illustrés sur les figures 26 jusqu'à la figure 32.

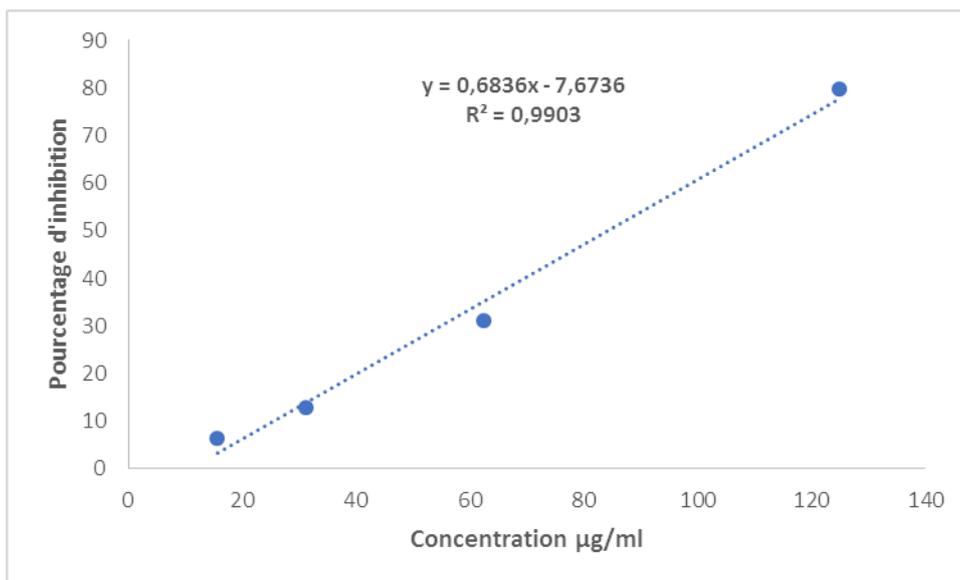


Figure 26 : Activité antioxydante de l'acide ascorbique-

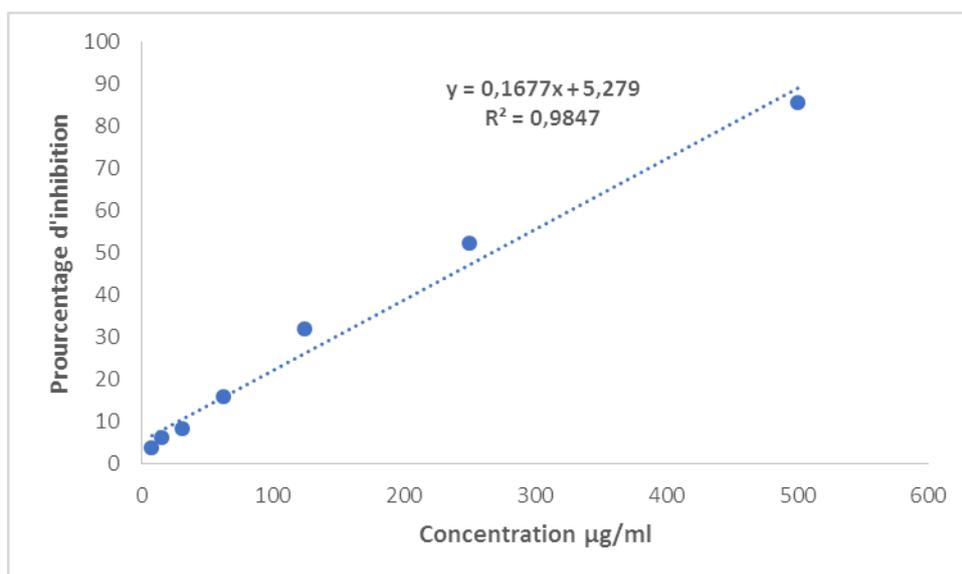


Figure 27 : Activité antioxydante des graines de l'extrait aqueux

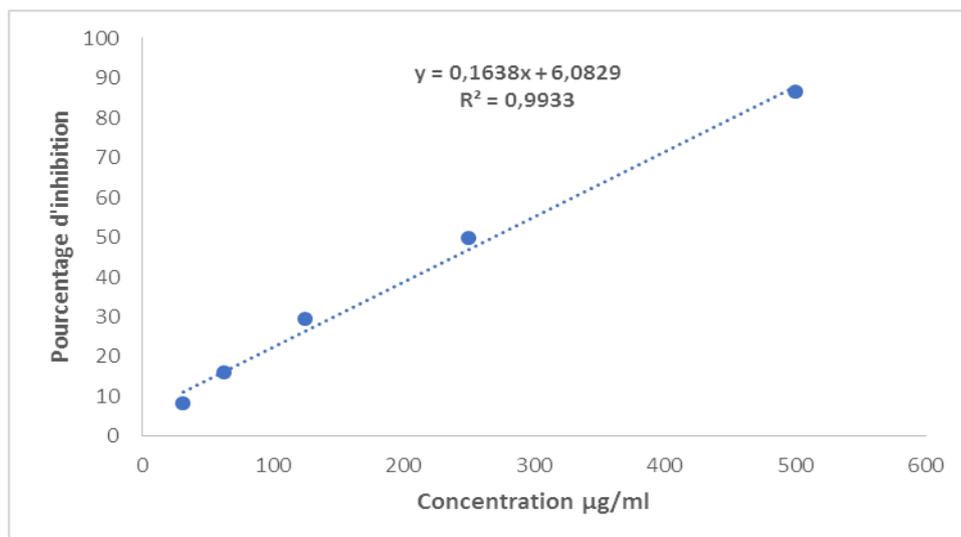


Figure 28 : Activité antioxydante des (graines + gousses) de l'extrait aqueux

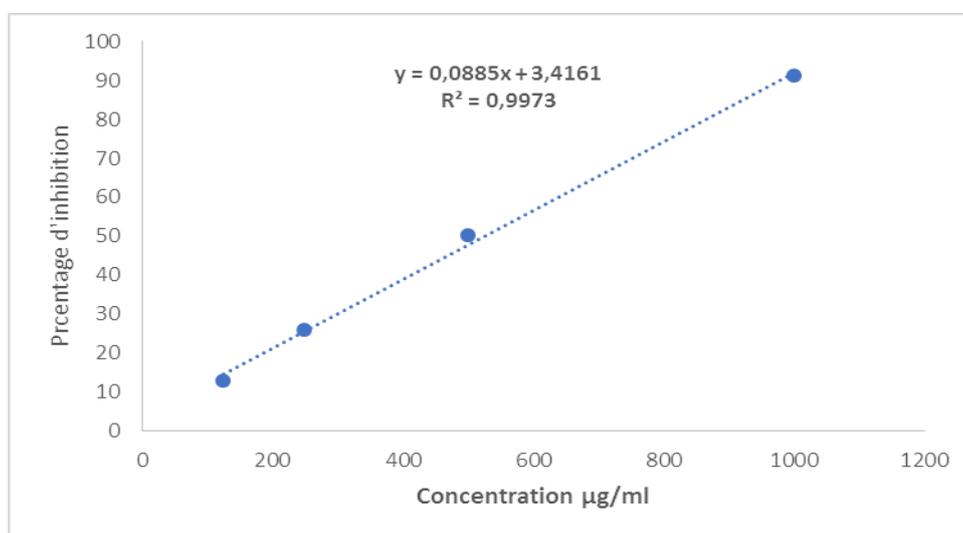


Figure 29 : Activité antioxydante des gousses de l'extrait aqueux

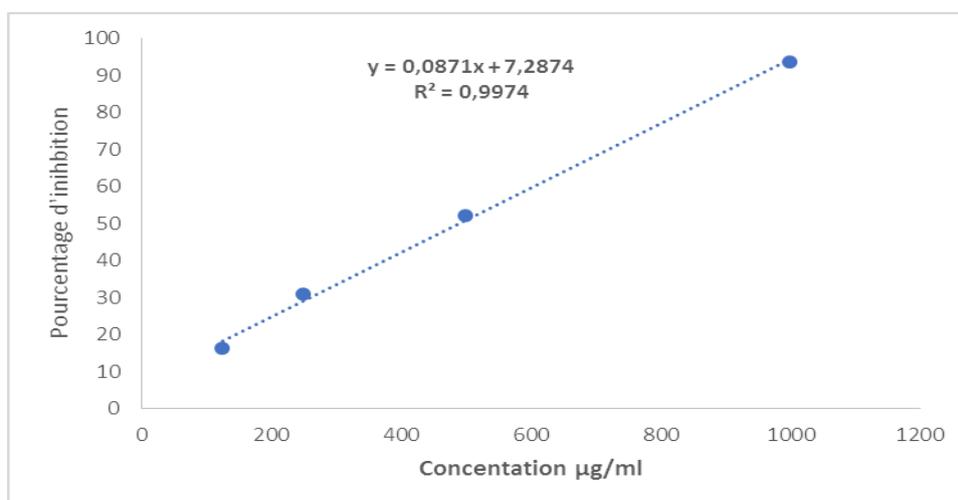


Figure 30 : Activité antioxydante des graines de l'extrait éthanolique

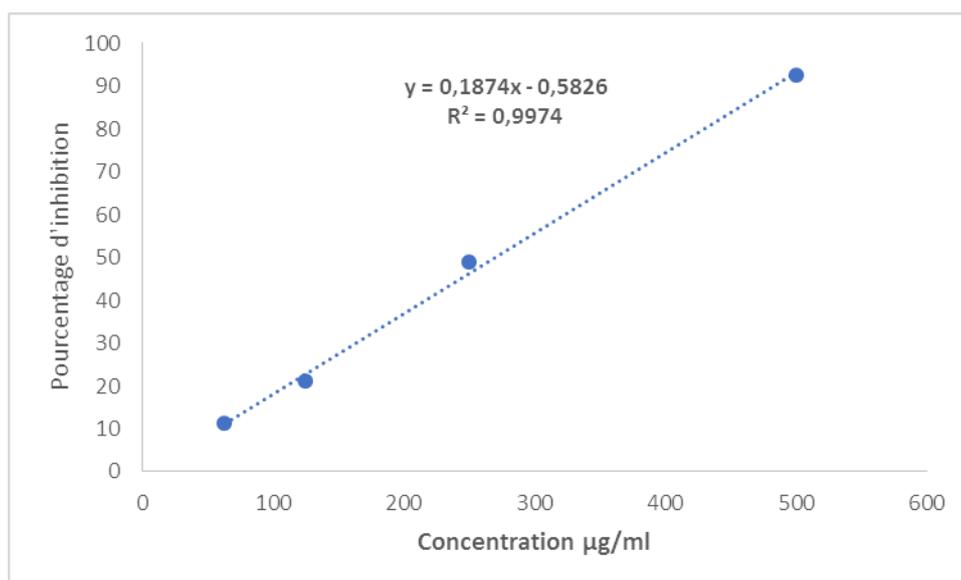


Figure 31: Activité antioxydante des gousses de l'extrait éthanolique

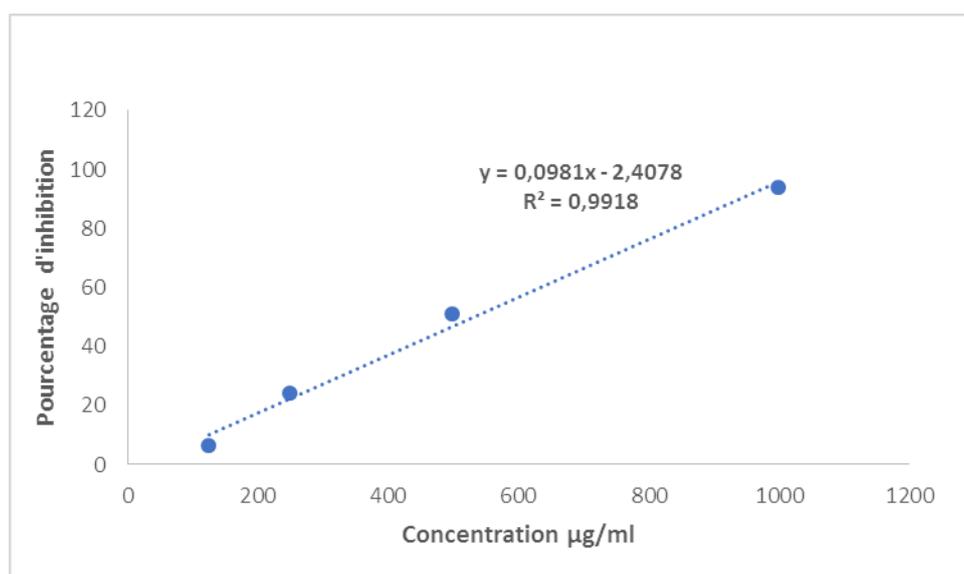


Figure 32: Activité anti-oxydante des (gousses + graines) de l'extrait éthanolique

III.4.2. Calcul de l'IC 50

La valeur IC50 est définie comme la concentration qui inhibe 50% du radical DPPH. Cette valeur est calculée par caractérisation en utilisant l'équation de pourcentage d'inhibition des différents concentrations des extraits. La valeur IC50 indique une activité antioxydant plus élevée (Bouyahya *et al.*, 2017). Sa détermination permet de comparer l'efficacité de extraits obtenus aqueux et éthanolique (Figure 33 et figure 34). Plus la valeur IC50 est faible, plus l'activité antioxydante des échantillons est élevée.

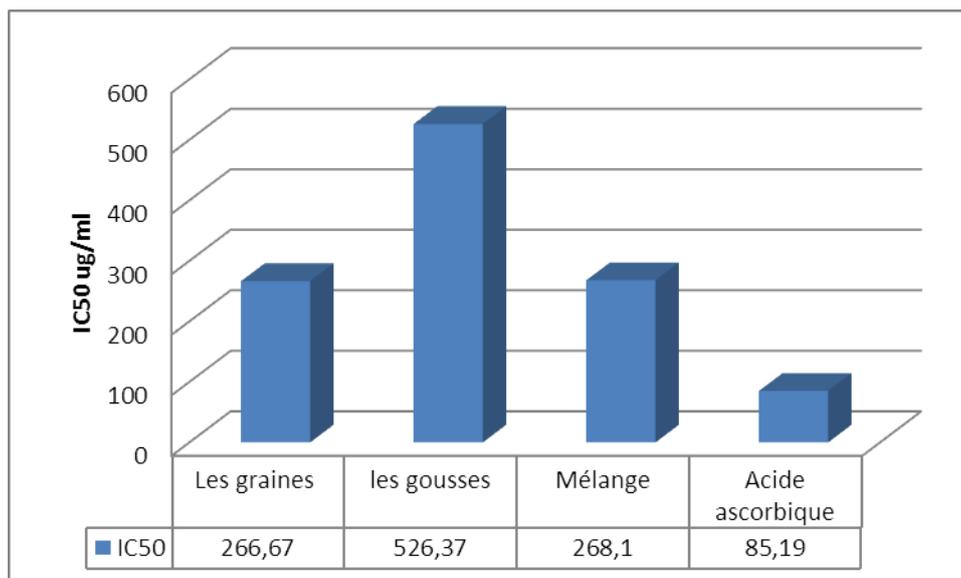


Figure 33: Activité anti radicalaire des extraits aqueux et de l'acide ascorbique.

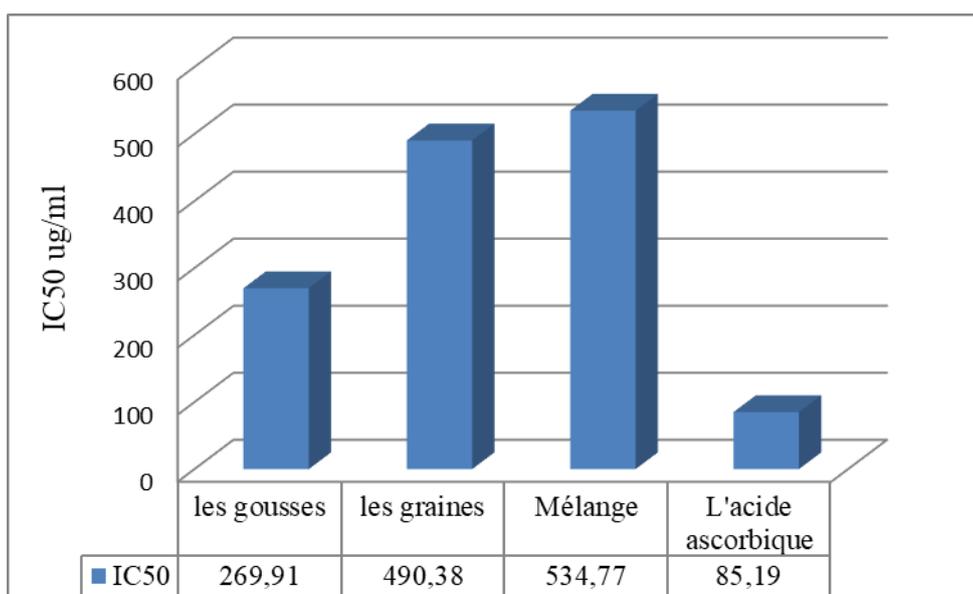


Figure 34 : Activité anti radicalaire des extraits éthanoliques et de l'acide ascorbique.

Les résultats reportés sur les figures 33 et 34 indiquent que pour les extraits éthanoliques la plus faible valeur d'IC50 est celle des gousses (269,917ug/ml) suivi par celle de l'extrait des graines (490,38ug/ml), par ailleurs la plus grande valeur a été obtenu pour le mélange (534,228ug/ml). Alors que celle de l'acide ascorbique reste la plus importante (IC50 de 85,19ug/ml).

En revanche, pour l'extrait aqueux la plus faible valeur d'IC50 enregistrée est celle des graines (266,67ug/ml) suivi par celle de l'extrait de mélange (268,11ug/ml). La plus grande valeur a été obtenue pour l'extrait des gousses (526,37ug/ml). Alors que celle de l'acide ascorbique reste plus importante (IC50 d'une valeur de 85,19ug/ml). Il a été rapporté par (**Mghezzi Habellah et al., 2015**) qui ont constaté pour les feuilles, la fraction éthanolique est plus active avec une IC50 de l'ordre de 113,63ug/ml, suivie par l'extrait aqueux avec une valeur de 116,56ug/ml. Pour l'écorce, la fraction aqueuse est la plus active avec une IC50 de l'ordre de 93,51ug/ml suivie par l'extrait éthanolique à une valeur de 134,18ug/ml.

III.5. Résultat de l'extraction des huiles d'*Acacia arabica*

L'extraction d'huile de *Acacia arabica* a été réalisée par la méthode de Soxhlet (**Dasaria et Gouda, 2013**). et le rendement d'huile est estimé par rapport à 20g de la matière sèche des graines d'*Acacia arabica*. La figure 35 représente le premier échantillon d'huile extrait.



Figure 35 : L'huile d'*Acacia arabica* obtenue par la méthode de Soxhlet

III.5.1. Calcul du rendement d'extraction de l'huile d'*Acacia arabica*

Les rendements de l'extraction de l'huile à partir des graines d'*Acacia arabica* en utilisant deux solvants différents ; l'hexane est l'éther de pétrole. Après l'élimination des traces des solvants, le rendement en huile des graines d'*Acacia arabica* avec l'hexane était de l'ordre de 2,16% qui est plus élevé par rapport à celui obtenu pour l'éther de pétrole de 2% (Figure 36).

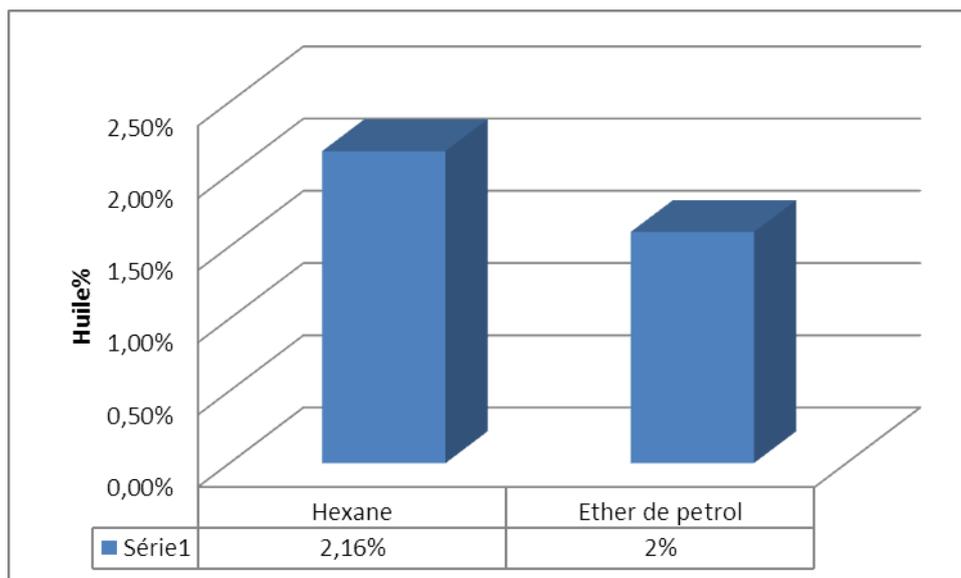


Figure 36 : Rendement d'extraction de l'huile d'Acacia arabica.

Il a été rapporté par (Tissouras, 2014) que le rendement d'huile augmente respectivement de 10,05% et 12,28% pour l'hexane et l'éther de pétrole respectivement.

III.6. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits et de l'huile d'Acacia arabica

L'activité antimicrobienne des différents extraits de la plante étudiée est évaluée en utilisant deux méthodes différentes ; la méthode de diffusion sur milieu solide, méthode de puits et celle de macro-dilution en milieu liquide. La sensibilité des souches testées est estimée par la mesure des diamètres des zones d'inhibition de chaque extrait ou d'huile . Les valeurs de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB) sont également estimées pour confirmer l'effet antimicrobien et déterminer les niveaux d'efficacité des extraits ou l'huile de la plante étudiée (Djermane, 2021).

III.6.1. Résultat de la méthode de diffusion sur milieu solide (aromatogramme)

Cette étude est réalisée *in vitro* par la méthode de diffusion sur milieu solide. L'activité antimicrobienne s'est manifestée par l'apparition des zones claires appelées zones d'inhibition autour des disques imprégnés de l'extrait ou l'huile à étudier. Les valeurs des diamètres des zones d'inhibition obtenues de l'extrait éthanolique sont reportées sur les figures 37 et l'aspect macroscopique des zones d'inhibition est reporté sur les figures : 38 à 42.

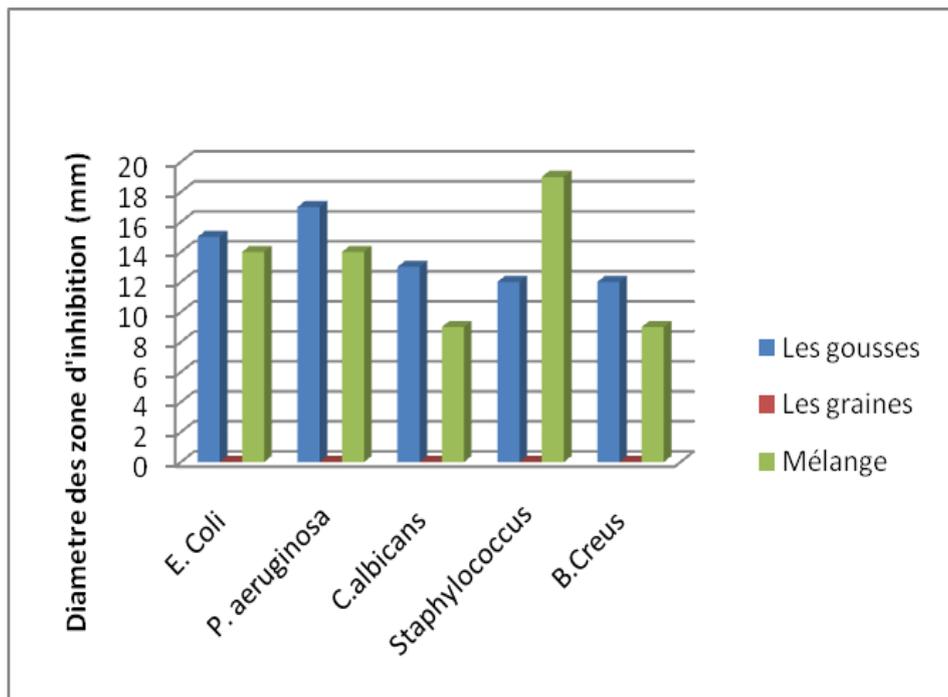


Figure 37: Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par les extraits éthanoliques d'Acacia arabica

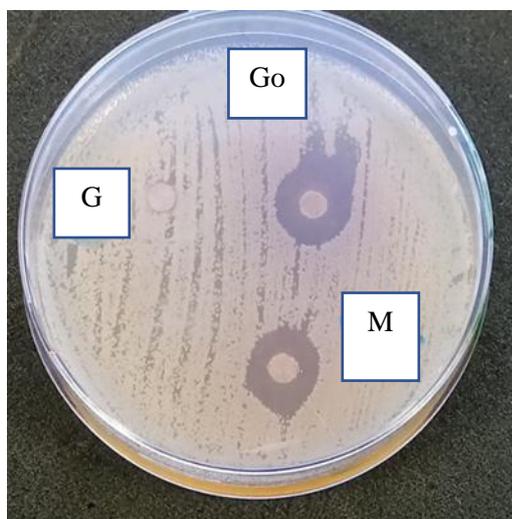


Figure 38 : Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis d'E. coli

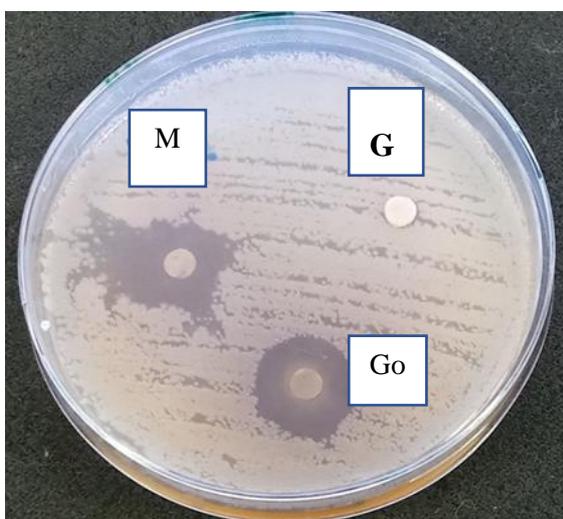


Figure 39: Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de Pseudomonas aeruginosa

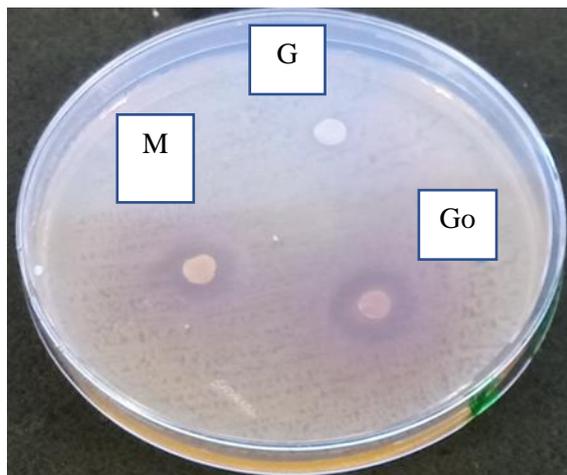


Figure 40 : Effet des extraits éthanolique vis-à-vis de *Candida albicans*

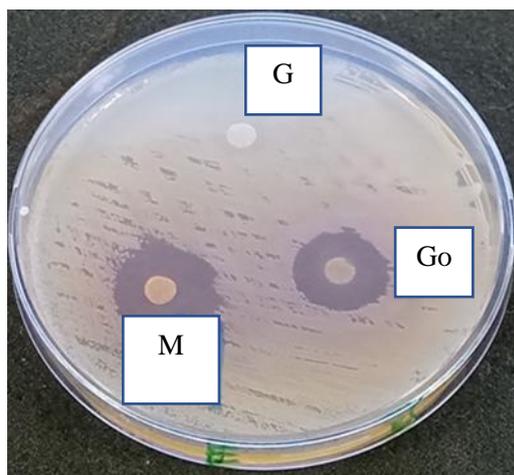


Figure 41 : Effet des extraits éthanolique vis-à-vis de *Staphylococcus*

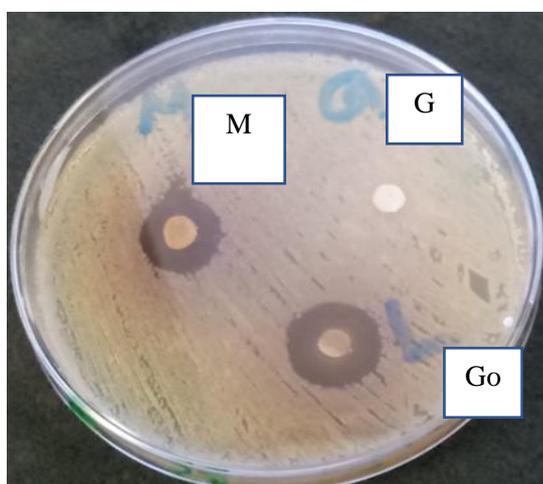


Figure 42 : Effet des extraits éthanolique vis-à-vis de *Bacillus cereus*

L'extract aqueux a été également testé mais sans aucun effet considérable , le résultat est reporté sur le tableau 3 et sur les figures de 43 jusqu'à la figure 47.

Tableau 3 : Résultat de l'effet des extraits aqueux de différentes parties d'*Acacia arabica*

	Les gousses	Les graines	Mélange
<i>Escherichia coli</i>	Absence	Absence	Absence
<i>Pseudomonas. aeruginosa</i>	Absence	Absence	Absence
<i>Candida albicans</i>	Absence	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence	Absence
<i>Bacillus Cereus</i>	Absence	Absence	Absence

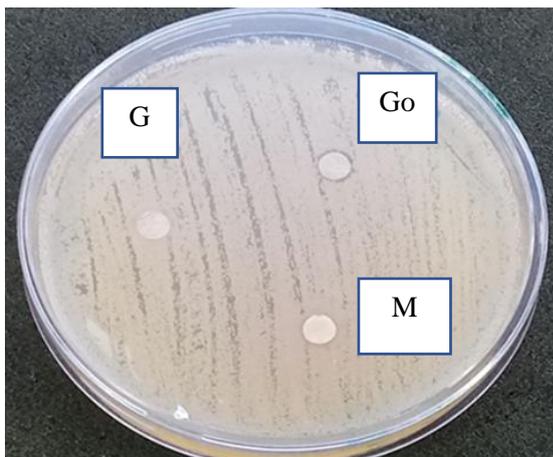


Figure 43: Effet des extraits aqueux vis-à-vis d'*E. coli*.

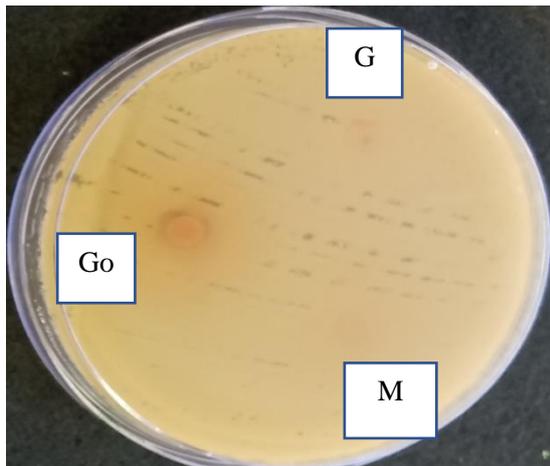


Figure 44 : Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

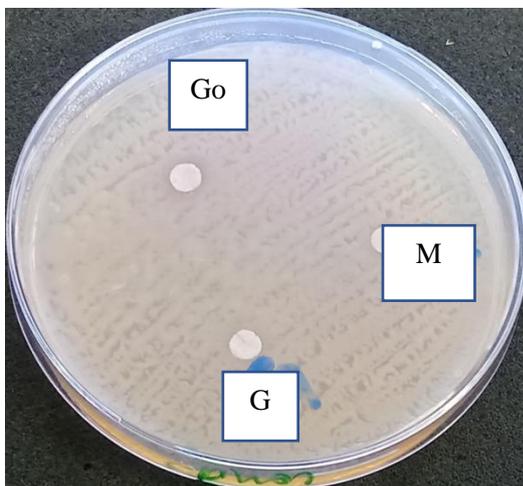


Figure 45 : Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Candida albicans*

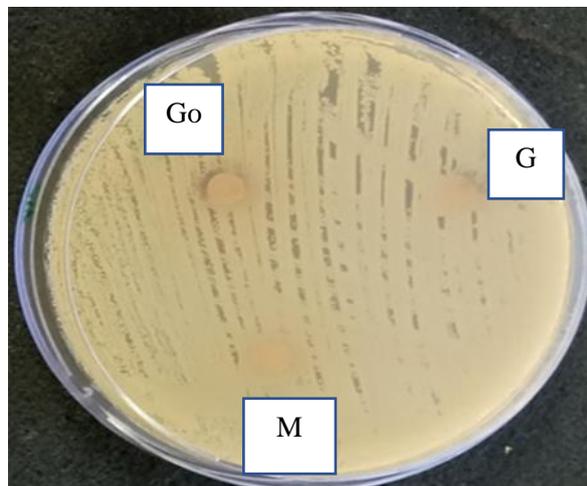


Figure 46 : Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*

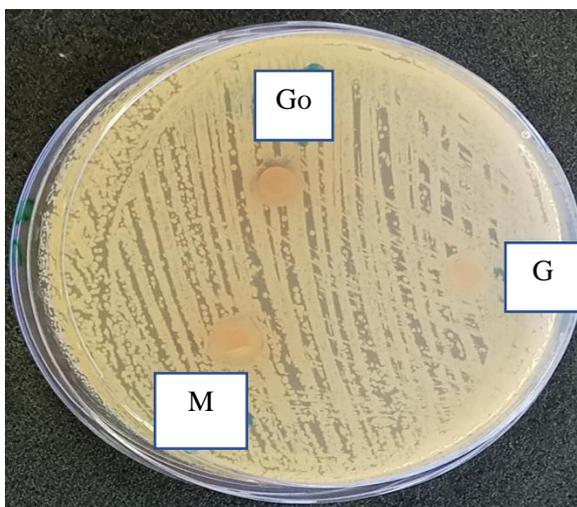


Figure 47 : Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Bacillus cereus*

Tableau 4 : Effet de l'huile d'Acacia arabica sur les souches pathogènes

<i>E. coli</i>	Absence
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence
<i>Candida albicans</i>	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence
<i>Bacillus Cereus</i>	Absence

Les résultats reportés sur la figure (37) ont montré que l'effet de l'extrait éthanolique des gousses a été bien remarqué ; la souche bactérienne la plus sensible est *Pseudomonas aerogenusa* avec une zone d'inhibition de 17 mm suivie par la souche *E. Coli* avec 15 mm, *Candida albicans* 13 mm. Les souches *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* ont présenté des diamètres d'inhibition de 12 mm seulement.

Il a été enregistré pour le mélange que la souche plus sensible est *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition 19 mm après *E. Coli* et *Pseudomonas* avec 14 mm et suivies *Bacillus* et *candida* avec 9mm. Nous n'avons enregistré aucun effet de l'huile d'Acacia arabica sur les souches pathogènes étudiées (tableau 4). Une étude menée par (Suha et al., 2017) qui ont travaillé sur extrait méthanolique des fruits *Acacia arabica* pour déterminer l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion, ils ont reporté une zone d'inhibition très élevée (38mm) pour *Staphylococcus aureus*, 30mm pour *Pseudomonas* et 28mm pour *E.Coli*. Il a été rapporté par (Parwin et al., 2018) qui ont travaillé sur l' extrait méthanolique des feuilles d'*Acacia arabica* des zones d'inhibition de 12,66mm pour *Staphylococcus aureus* et 10 mm pour la souche *E,Coli*.

III.6.2.Résultat de l'activité antimicrobienne par la méthode des puits

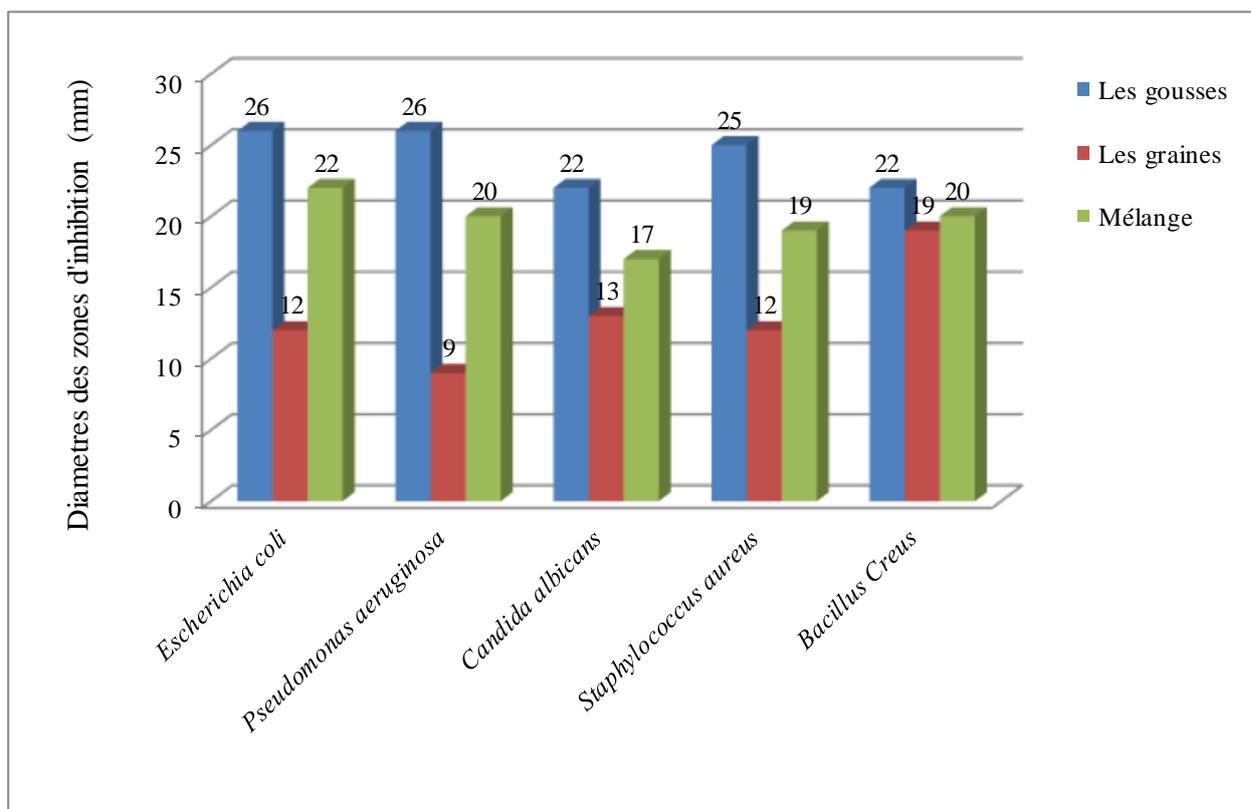


Figure 48 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) obtenus par les extraits éthanoliques des graines des gousses est des mélange d'*Acacia arabica* par la méthode des puits

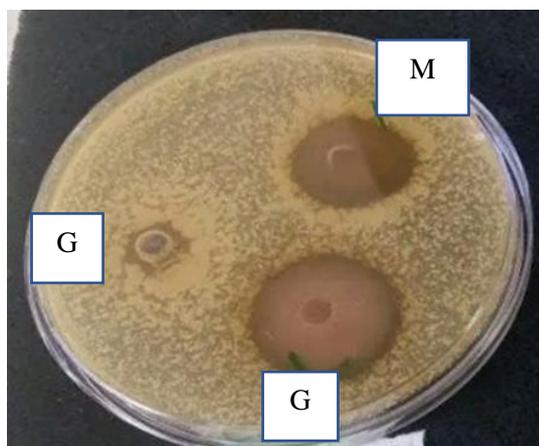


Figure 49 : Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis d'*E. coli* (méthode

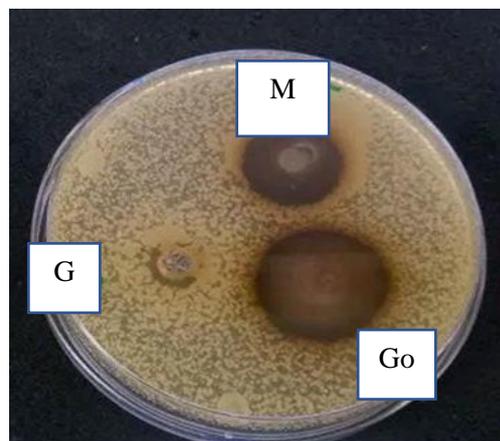


Figure 50 : Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de *pseudomonas aeroginosa* (méthode des puits)

G : Graine
 Go : Gousse
 M : Mélange (graine + gousse)

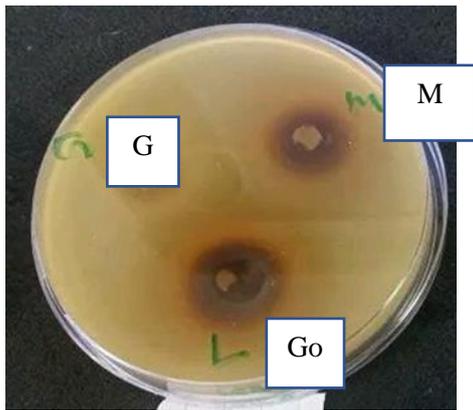


Figure 51 : Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de *Candida albicans* (méthode des puits)

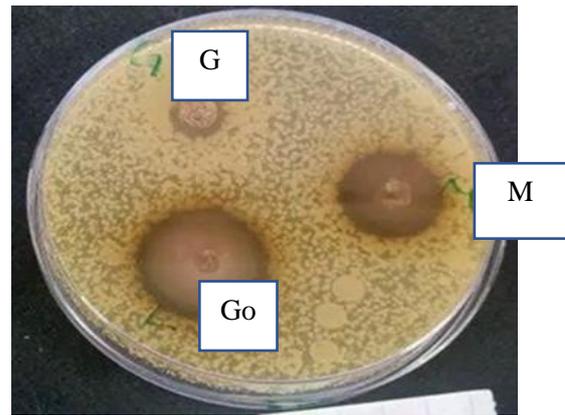


Figure 52 : Effet des extraits éthanoliques vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* (méthode des puits)

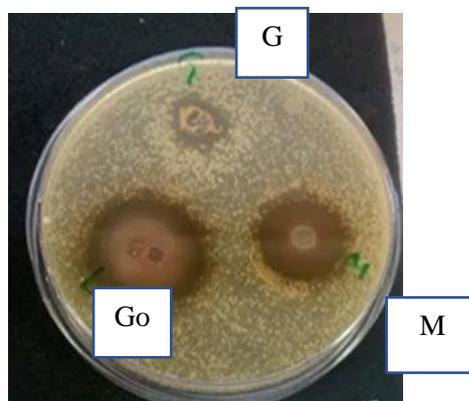


Figure 53 : Effet des extraits éthanolique vis-à-vis de *Bacillus* (méthode des puits)

G : Graine
Go : Gousse
M : Mélange (graine + gousse)

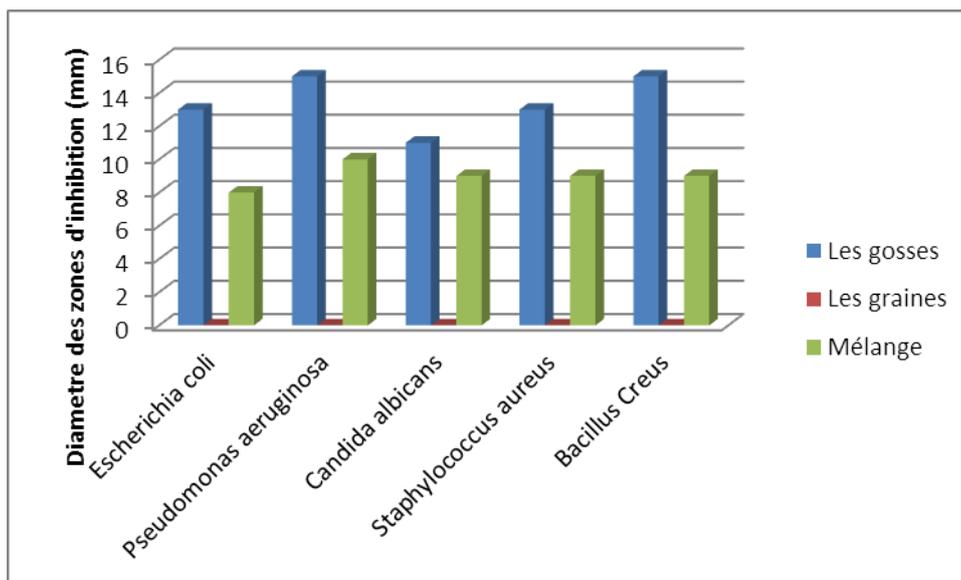


Figure 54 : Diamètres des zones d’inhibition (mm) obtenus pour les extraits aqueux d’acacia arabica

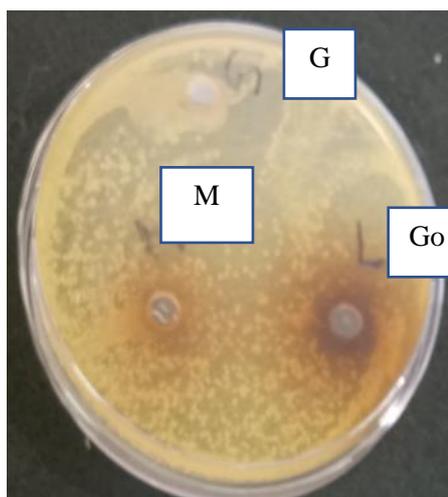


Figure 55.Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *E. Coli*

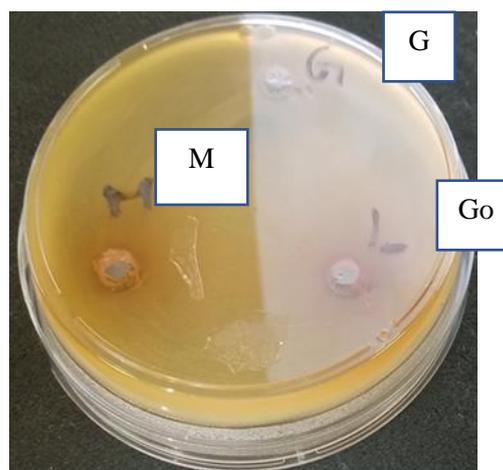


Figure 56.Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

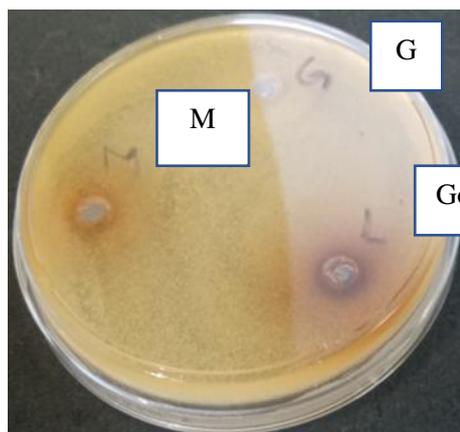


Figure 57: Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Candida albicans*

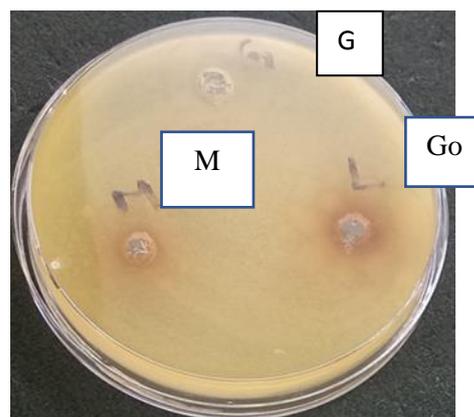


Figure 58 : Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*

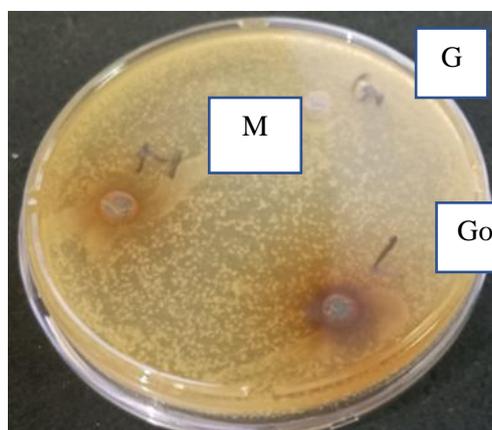


Figure 59. Effet des extraits aqueux vis-à-vis de *Bacillus*.

G : Graine
Go : Gousse
M : Mélange (graine + gousse)

Les résultats reportés sur (figure 48) ont montré que pour l'extrait éthanolique des gousses, les souches bactériennes la plus sensibles sont *E. Coli* et *Pseudomonas* avec un diamètre d'inhibition de 26 mm. La souche *Staphylococcus* de 25 mm et enfin *Candida* et *Bacillus* avec 22 mm. L'extrait des graines a enregistré un fort effet inhibiteur sur la souche *Bacillus cereus* d'un diamètre de 19 mm suivis de la souche *Candida albicans* avec 13mm est 12mm pour *E. Coli* et *Staphylococcus aureus*. Pour la souche *Pseudomonas*, nous avons enregistré seulement

9mm(figure 56) . Pour le mélange, la souche plus sensible est *E. Coli* avec 22mm suivies de *Pseudomonas* et *Bacillus* de 20 mm et en dernier, *Staphylococcus aureus* de 19mm et *Candida albicans* avec 17mm (Figure 57).

Concernant l'activité antimicrobienne exercée par l'extrait aqueux pour les gousses , il a été enregistré que la souche la plus sensible est *Bacillus*(15mm) puis *E. Coli* et *Staphylococcus* (13mm) et en dernier la levure *Candida albicans* par un diamètre d'inhibition de 11mm . Et pour le mélange *Pseudomonas*(10mm) et *Staphylococcus* , *Candida* et *Bacillus* (9mm) et *Escherichia coli* (8mm) (Figure 55).

Les tests de l'activité antibactérienne par l'utilisation de l'huile d'*Acacia arabica* n'a révélé aucun résultat positif. Ceci quelque soit la partie de plante utilisée (Graines, gousses ou mélange).

III.6.3. Les résultats de la méthode de macro-dilution en milieu liquide

Afin de déterminer la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) indiquée sur la figure 60 et la concentration minimale Bactéricide (CMB) des extraits aqueux d'*Acacia arabica* (Figures 61 à 69). Nous avons suivi la méthode de macro-dilution en milieu liquide . Les résultats sont repris dans le tableau 8. Ce tableau inclus, d'une part, les valeurs en mg/ml de la CMI et la CMB et d'autre part les valeurs qui correspondent au rapport CMB/CMI.

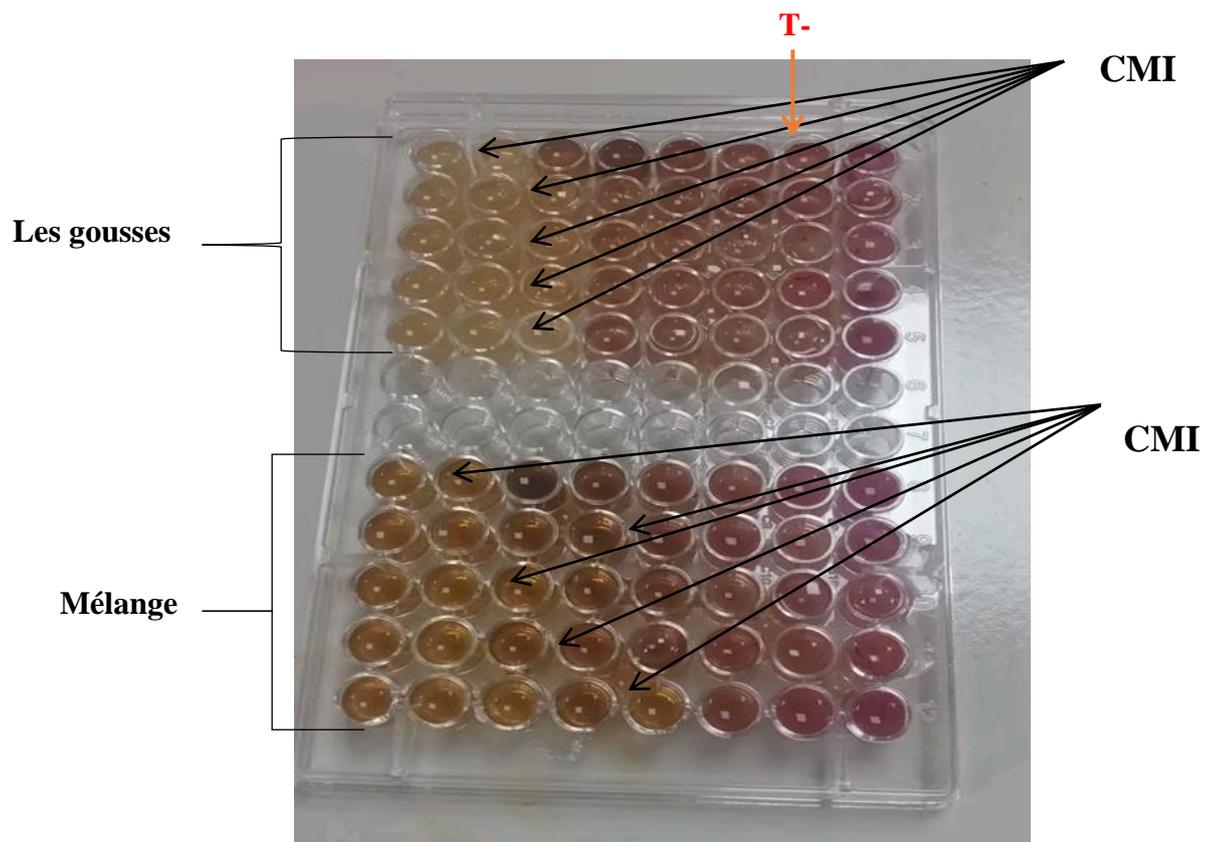


Figure 60 : La CMI des extraits aqueux des gousses et du mélange d'Acacia arabica

Tableau 5: Test de détermination du CMI et CMB des gousses d'extrait aqueux.

	CMI	CMB	CMB/ CMI
<i>E. coli</i>	50	50	1
<i>Candida albicans</i>	25	100	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	25	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25	100	4
<i>Bacillus Cereus</i>	25	100	4

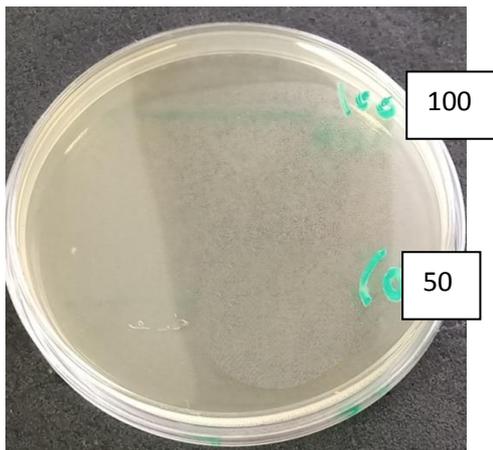


Figure 61 : La CMB des gousses vis-à- vis d'*E.Coli*

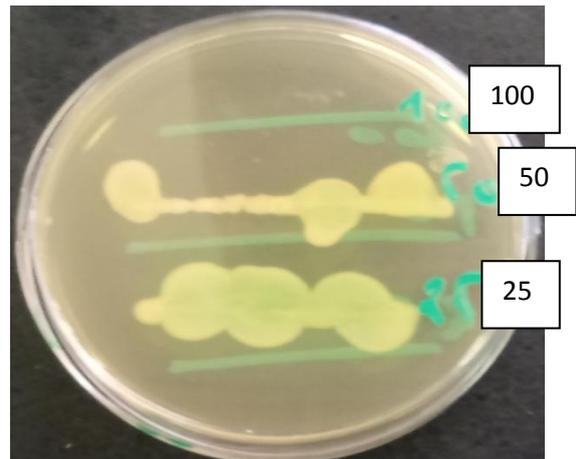


Figure 62 : La CMB des gousses vis-à- vis de *P. aeruginosa*

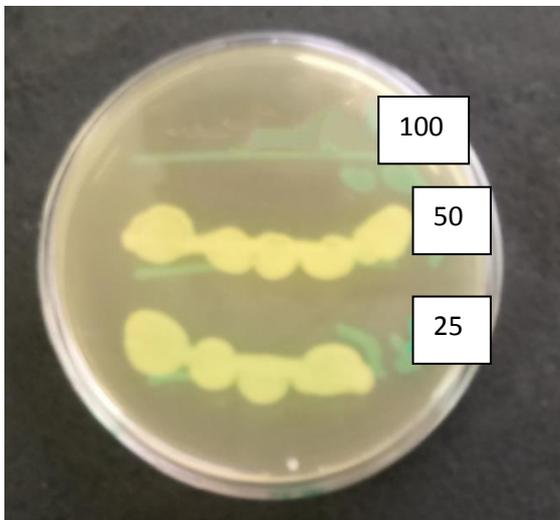


Figure 63 : La CMB des gousses vis-à- vis de *Staphylococcus aureus*

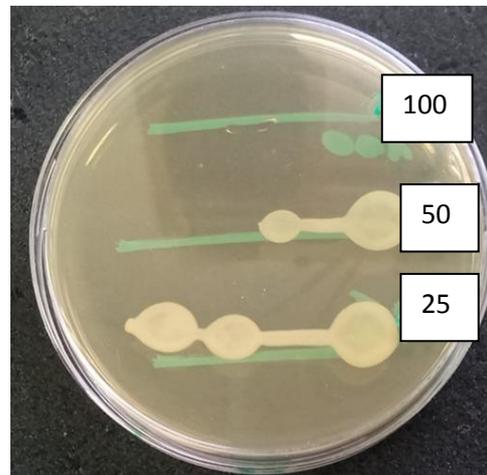


Figure 64 : La CMB des gousses vis-à- vis de *B. Cereus*

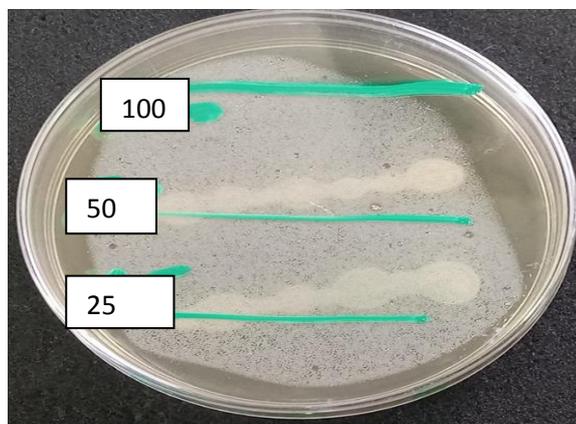


Figure 65 : La CMB des gousses vis-à- vis de *Candida albicans*

Tableau 6 : Détermination de la CMI et CMB de mélange (les graines + les gousses) d'extrait aqueux.

	CMI	CMB	CMB/CMI
<i>E. Coli</i>	50	50	1
<i>C. albicans</i>	6,25	0	0
<i>Staphylococcus</i>	25	0	0
<i>P. aeruginosa</i>	12,5	0	0
<i>B. Creus</i>	6,25	6,25	1

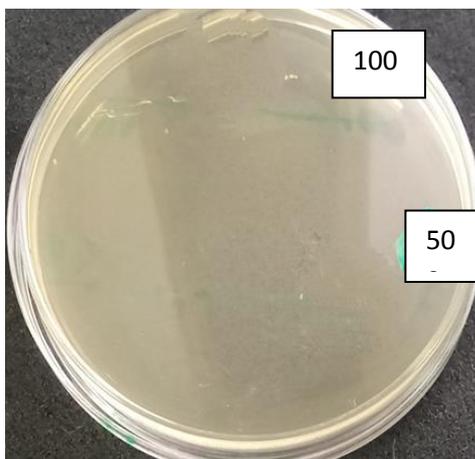


Figure 66 : La CMB du mélange vis-à-vis *E,Coli*

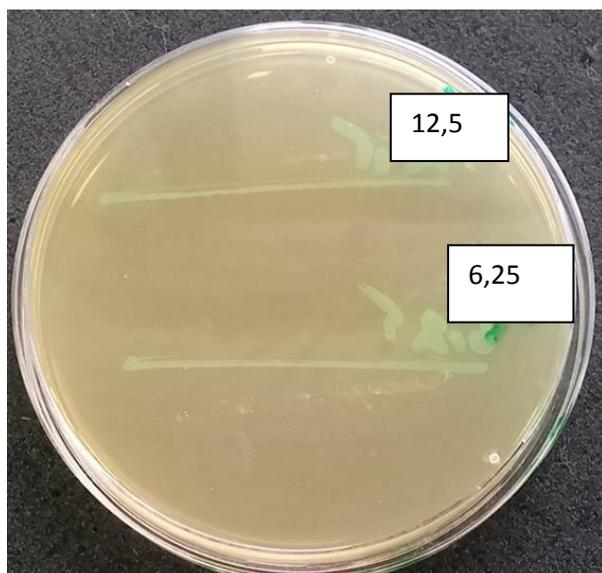


Figure 67: La CMB du mélange vis-à- vis *B,Cereus*

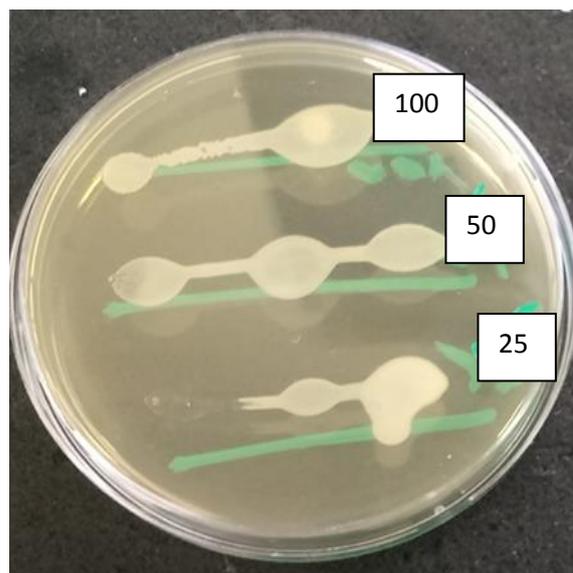


Figure 68 : La CMB du mélange vis-à- vis-à-vis de *Candida albicans*

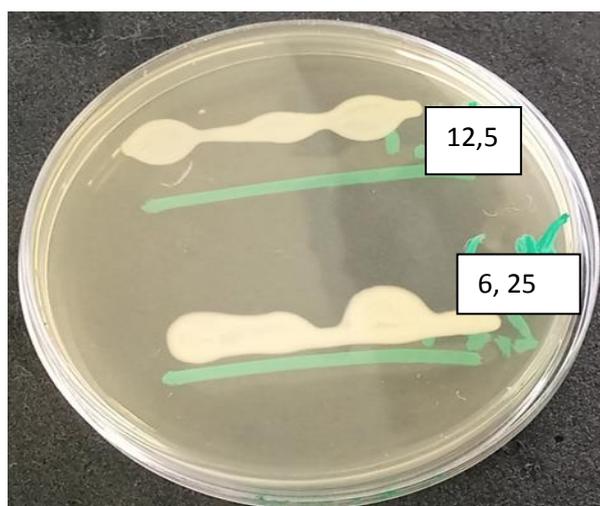


Figure 69 : La CMB du mélange vis-à- vis de *Candida albicans*

Les résultats des tableaux (5,6) montre que l'extrait aqueux ont été beaucoup plus actives contre *E. Coli*, *Bacillus*, *Candida*, *Staphylococcus* et *Pseudomonas*. Le plus grand effet antimicrobien a été exercé par le mélange (Tableau 6) : les valeurs de CMI et CMB ayant été les plus faibles (6,25 et 6,25ul/ml respectivement) pour *Bacillus* et (50 et 50ul/ml. respectivement) pour *E. Coli*. Et pour les gousses (tableau 5) les valeurs de (CMI et CMB) ayant été les plus faible (50 et 50ul/ml. Respectivement) pour *E. Coli*. Selon **Marmonier (1990)**, lorsque le rapport d'activité CMB/CMI d'une substance antimicrobienne est inférieur ou égal à quatre cette dernière est

qualifiée de substance bactéricide et si le rapport CMB/CMI est supérieur à quatre, alors elle est dite bactériostatique

Il a été rapporté par l'auteur (**Auwal et al., 2015**) qui fait l'activité antibactérienne des extraits des gousses d'*Acacia nilotica* par la méthode de macrodilution qui ont constaté que le CMI et CMB à valeur 25mg/ml et 50mg/ml respectivement pour *Candida albicans* ,100 mg/ml et 200mg/ml respectivement pour *Staphylococcus aureus*.

CONCLUSION

Ce travail de recherche a porté sur l'étude des composés bioactifs d'une plante située dans notre Sahara algérien et qui est réputée par ses multiples effets bénéfiques pour la santé. L'activité antioxydante, la teneur totale en phénols ainsi que l'activité antibactérienne de ses extraits. C'est l'*Acacia arabica*.

Les résultats de l'extraction ont montré que le solvant éthanol: eau a donné un rendement assez élevé (68% pour les graines et 39% pour les gousses) alors que pour l'extraction à l'eau distillée, nous avons enregistré des valeurs relativement faibles (16% et 36%) respectivement pour les graines, les gousses. Il a été révélé que la nature du solvant et le temps d'extraction avaient une influence sur le rendement d'extraction. Par conséquent, ces conditions de processus doivent être contrôlées pendant les processus d'extraction. L'ensemble des résultats obtenus dans ce travail a permis d'atteindre les objectifs qui ont été visés car il était possible d'obtenir une huile végétale à partir de *l'Acacia arabica* par une simple méthode de Soxhlet et nécessitait un suivi de purification. Le rendement d'extraction le plus élevé en huile en utilisant l'hexane (2.16 %).

Les concentrations en polyphénols obtenu par l'extrait éthanolique sont de (168.09 et 100.09) mg EAG/g ms pour les graines et les gousses respectivement. L'extrait aqueux a donné des faibles concentrations (61.36 et 43.9) mg EAG/g ms. L'activité antioxydante a présenté des valeurs nettement importantes avec l'extrait éthanolique en comparant avec l'extrait aqueux.

Les résultats obtenus ont amené à comprendre l'effet antibactérien des polyphénols de cette plante étudiée par rapport à quelques souches pathogènes. C'est alors que l'extrait hydroéthanolique des gousses surtout qui a montré un excellent pouvoir antimicrobien sur les souches testées (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus Creus*). Avec des zones d'inhibition qui varient entre 12 et 17 mm. Dans le même protocole expérimentale, des zones d'inhibition de 11 à 15 mm ont été enregistré pour l'extrait aqueux.

Ces résultats des tests antibactériens vont permettre aux échantillons étudiés et qui ont exercé un effet positif, d'être un excellent antibiotique naturel qui pourra être utilisé dans l'approche thérapeutique de certaines maladies bactériennes.

Les résultats trouvés sont intéressants pour une étude complémentaire plus approfondie.

Comme perspectives, nous proposons, l'utilisation d'autres techniques avancées pour la caractérisation des composés bioactifs telles que : la CPG couplée à la spectrométrie de masse et la HPLC et d'étudier l'effet thérapeutique de ces huiles (antiseptique, antibiotique, parasiticide).

Référence bibliographique

A

Abotaleb M., Samuel S., Varghese E., Varghese S., Kubatka P., Liskova A. & Büsselberg D. (2019). Flavonoids in cancer and apoptosis. *Cancers*. 11(1): 13-28.

Achat S. 2013. Polyphénols de l'alimentation: Extraction, pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques. université d'avignon et des pays de vaucluse. Sciences Alimentaires. pp211.

Alam S; Anjum N; Akhtar J; Bashir F et Parveen S. 2018. Pharmacological Investigations On Aqaqia –*Acacia arabica* (Lam.) Willd. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*. 6. 30-36.

Al Mamari HH. 2021. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. *Phenolic Compounds: Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications*, 73-94.

Arfaoui L. 2021. Dietary Plant Polyphenols: Effects of Food Processing on Their Content and Bioavailability. *Molecules* 26 (10), 2959.

Auwal MS; Shuaibu A; Ibrahim A and Mustapha M. 2015. Antibacterial Properties Of Crude Pod Extract Of *Acacia Nilotica* (FABACEAE). *Haryana Vet* 54, 29-32.

B

Baliyan S; Mukherjee R; Priyadarshini A; Vibhuti A.;Gupta A;Pandey RP and Chang CM. 2022. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules* 27 (4), 1326.

Berghe, VA and Vlietinck, A.J. 1991. Screening Methods for Antibacterial and Antiviral Agents from 568 Higher Plants. *Meth Plant Biochem*. 6:47-68.

Berthuin J et Mathieu M. 2018. La Résistance Aux Antibiotiques: Un Enjeu De Santé Publique Et Economique. *Bpi France. Servir l'avenir. France*. pp26.

Boissière M. 2018. Consommation des plantes médicinales par les patients suivis en cabinet de médecine générale à La Réunion: expériences, représentations et ressentis des patients dans le cadre de la communication médecin-patient. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux. pp86.

Boizot N et Charpentier JP. 2006. Méthode rapide dévaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *J. Cahier des techniques de l'INR*. pp.97-82.

Bottone EJ. 2010. *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. *Clinical microbiology reviews* 23 (2), 382-398.

Bouyahya A; Abrini J; Et-Touys A; Lagrouh F; Dakka N et Bakri Y. 2017. Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. *Phytothérapie* 16 (S1), S220-S224.

Brand-Williams W; Cuvelier ME and Berset CLW. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology* 28 (1), 25-30,

C

Călinoiu LF and Vodnar DC. 2018. Whole grains and phenolic acids: A review on bioactivity, functionality, health benefits and bioavailability. *Nutriments* 10 (11), 1615

Carle S. 2009. La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important ! *Pharmactuel* 42 (2), 6-21.

D

Delorme J et Robert A. 1997. Mycologie médicale. Ed. DÉCARIE, Mont-Royal Québec. p.184.

DJERMANE N. 2021. Evaluation des activités biologiques d'huiles essentielles et d'extraits végétaux de plantes médicinales et fourragères. Thèse de doctorat. Université Larbi Ben M'Hidi-Oum El Bouaghi. pp119.

Diggle SP and Whiteley M. 2020. Microbe Profile: Pseudomonas aeruginosa: opportunistic pathogen and lab rat. *Microbiologie* 166 (1), 30.

E

Escobar-Cévoli R; Castro-Espín C; Béraud V; Buckland G; Zamora-Ros R and Béraud GBV. 2017. An overview of global flavonoid intake and its food sources. *Flavonoids-from biosynthesis to human health*, 371-391.

G

Gagnon Y. 2021. Étude de l'extraction des huiles végétale en milieu aqueux assistée par des tensioactifs. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Compiègne. Génie des Procédés : Transformations intégrées de la matière renouvelable. Pp 210.

GHEDADBA N. 2018. Contribution à l'étude de l'activité biologique des deux espèces de Marrubium vulgare L et Marrubium deserti de Noé in vitro et in vivo. Thèse de doctorat. Université Mustapha Ben-Boulaïd, Batna 2. Biotechnologie des Molécules Bioactives et Pathologies Moléculaires. pp163.

Garnaud C. 2017. Tolérance et résistance aux antifongiques chez Candida spp. : caractérisation de nouvelles cibles thérapeutiques. Thèse de doctorat. Université Grenoble Alpes. pp241.

Guinoiseau E. 2010. Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de doctorat. Université De Corse-Pasquale PAOL. Biochimie - Biologie moléculaire. pp143.

H

Habellah RM; Karoune S; Kechebar MSA et Bounab H. 2016. Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'Acacia ehrenbergiana de la région de Tindouf. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA) No 13 (1)*.

Haleng J; Pincemail J; Defraigne JO; Charlier C et Chapelle JP. 2007. Le stress oxydant, *Revue médicale de Liège* 62 (10).

I

Iserin P. 2001. LAROUSSE ENCYCLOPÉDIE DES PLANTES MÉDICINALES. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersley Limited, Londres, 241

J

Jorite S. 2015. La phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au nature. Thèse de doctorat, Université Bordeaux 2. Sciences pharmaceutiques. pp155.

K

Kada S. 2018. Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1. Biochimie. pp158.

KaperJB, Nataro JP et Mobley HLT. 2004. *Escherichia coli* pathogène. *Nature reviews microbiology* 2 (2), 123-140.

Khan MF; Dogan S; Maataoui A; Wesarg S; Gurung J; Ackermann H; Schiemann M Wimmer-Greinecker G and Vogl TJ., 2006. Navigation-based needle puncture of a cadaver using a hybrid tracking navigational system. *Investigative radiology* 41 (10), 713-720

KIOUBA JC. 2002. L'USAGE DES ANTIBIOTIQUES EN MILIEU HOSPITALIER. UNIVERSITE DE BAMAKO. MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE. pp 75.

Koudoro YA; Bogninou GSR; Bossou AFAD; Agbangnan DCP; Olayé T, Bothon FTD, Alitonou GA; Avlessi F et Sohounhloue D. 2019. Metabolites secondaires, activité antibactérienne et antiradicalaire des extraits de l'écorce de tronc de acacia polyacantha récoltée au benin. *Int. J. Adv. Res* 7 (10), 1087-1092.

Kumar V; Saifi T; Gupta G; Kumar A; Giri M and Tyagi S. 2022. A Review on Acacia arabica (Babool): Biological, Morphological and Pharmacological Studies as well as Ethanobotanical, Unani and Traditional Uses. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*. (4) 1.1136-1144.

L

LA MJ; Bahi C; Dje K; Loukou YG et Guede-Guina F. 2008. Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de *Morinda morindoides* (Baker) milne-redheat (rubiaceae) sur la croissance in-vitro des souches d'*Escherichia coli*. *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*. (77). 44 - 61.

Lin D; Xiao M; Zhao J; Li Z; Xing B; Li X; Kong M; Li L; Zhang Q; Liu Y; Chen H; Qin W; Wu H and Chen S. 2016. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules* 21 (10), 1374.

M

MARMONIER AA. 1990. Introduction aux techniques d'étude des antibiotiques. *Bactériologie Médicale, technique usuelles*, 227-236.

Mohammad R; Shariq S; Roohi Z and Malik I. 2014. Bark of Acacia Arabica – A Nature's Gift: An Overview. *International Research Journal of Medical Sciences* 2 (5), 20-24.

Mohammed SF; Ibrahim IT; Saleh MS; Hassan belrasoul RM; Garbi MI and Kabbashi AS. 2017. Anti-bacterial Activity of Methanolic Fruits Extract of *Acacia nilotica* (L.). *Journal of Pharmaceutical Research Science & Technology* [ISSN: 2583-3332] 1 (4), 1-5.

Morio F. 2015. Détermination de la sensibilité aux antifongiques: Pourquoi ? Quand Comment ? : 44 colloques National des Biologistes des Hôpitaux, Nartes, 23/25 Septembre, pp. 1-55.

Moussa Mtbén; Cherif Ra; Lekhal S; Bounab A et HadeF Y. 2022. Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Brocchia cinerea* VIS de l'Algérie (Sud-Est). *Algerian journal of pharmacy*. 04 (01). 2602–975X

Muanda FN. 2010. Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de Doctorat, Université Paul Verlaine-metz, France. 295p.

Muylaert A et Mainil J. 2013. Résistances bactériennes aux antibiotiques : Les mécanismes et leur « contagiosité ». *Annales de Médecine vétérinaire* 156. 109- 123.

N

Nicolas JP. 2009. Plantes médicinales pour le soin de la famille au Burkina Faso. *Jardins du monde*. pp70.

O

Ochoa SA: López-Montiel ; Escalona G; Cruz-Córdova A; Dávila LB; López-Martínez B; Jiménez-Tapia Y; Giono S; Eslava C; Hernández-Castro R and Xicohtencatl-Cortes J. 2013. Pathogenic characteristics of *Pseudomonas aeruginosa* strains resistant to carbapenems associated with biofilm formation. *Boletín medico del hospital infantil de Mexico* 70 (2), 136-150.

P

Pandit B; Singh R; Jajo H and Satapathy T. 2021. International Research Journal Of Pharmacy. *International Research Journal of Pharmacy* 12 (12). 7-15.

Parwin H; Gupta VS and Raja W. 2018. Evaluation of antimicrobial potentiality of aqueous ethanolic leaf extract of *Acacia arabica* extract. *Asian journal of research in biological and pharmaceutical sciences*. 6(4).129 - 134.

R

Rajvaidhya S; Nagori BP; Singh GK; Dubey BK; Desai P and Jain S. 2012. A review on *Acacia arabica* - an indian medicinal plant. *International Journal of pharmaceutical sciences and research* 3 (7), 1995, 2012.

Rasheed NA and Hussein NR. 2021. *Staphylococcus aureus*: An Overview of Discovery, Characteristics, Epidemiology, Virulence Factors and Antimicrobial Sensitivity *European Journal of Molecular & Clinical Medicine* 8 (3), 1160-1183.

Rios JL; Recio MC and Villar A. 1988. Screening methods for natural products with antimicrobial activity: a review of the literature *Journal of ethnopharmacology*. 23(2-3), 127-149.

Ribereau-Gayon J. 1968. Notions générales sur les composés phénoliques. In : Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod. Paris. pp. 1-27.

Romani A; Pineli P; Cantini C; Cimato A and Heimler D. 2006. Characterization of violetto di Toscana. Typical italian variety of artichoke (*Cynarascolumus L*). *J. Food Chem.* Vol. 95. pp 221-225.

Rousset P. 2008. Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales. *CIRAD*. pp287.

S

SAIDI I. 2019. Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae : Gleditsia triacanthos de la région de Sidi Bel Abbès : Extraction des substances bioactives. Université Djillali Liabès Sidi Bel Abbés. Enzymes, Micro-organismes et Bio-industries. pp152.

Saisanthosh; GM Sumalatha K; Shuba AC; Komala NT and Patil NKB. 2018. Role of Enzymatic Antioxidants Defense System in Seeds. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7 (1), 584-594.

Sarfraz RA; Hassan QU and Murtaza S, 2018. Effect of different solvents on the chemical composition and anti-diabetic activity of *Acacia Arabica* and *Zizyphus Mauritiana*. *Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine* 2018, 4: 35-37.

Singh P and Singh S. 2021. Article on antiulcer activity of *Acacia arabica*. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)* . 9. 123-128.

Singleton VL and Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* Vol.16. pp.144-158.

T

Tehami w. 2017. Caractérisation phytochimique et évaluation du potentiel antioxydant, antimicrobien et anti-inflammatoire de *Salvia argentea*. Thèse doctorat, Laboratoire de biotoxicologie de l'université Djillali liabès- Sidi Bel-Abbès.133p.

Teixeira J; GasparA; Garrido EM; Garrido J and Borges F. 2013. Hydroscycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview. *Recherche BioMed internationale.* 1-11.

Tissouras F. 2014. Extraction, identification et mise en évidence des propriétés des huiles de graines des espèces d'*Acacia (A. arabica et A. raddiana)* des zones arides algériennes. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem: Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. pp 128.

V

Veyssiere A. 2019. La résistance aux antibiotiques des bactéries les plus communément rencontrées dans les infections communautaires état des lieux en 2019. *Sciences du Vivant [q-bio]*, pp106.

W

Waterhouse A L. 2002. Determination of Total Phenolics. *J. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, Vol. 6. pp. 11.1.1- 11.1.8.*

Weiss K. 2002. La résistance bactérienne .la nouvelle guerre froide. *Le médecin du québec* 37 (3), 41-49.

Z

Zhang Y; Cai P; Cheng G and Zhang Y. 2022. A Brief Review of Phenolic Compounds Identified from Plants: Their Extraction, Analysis, and Biological Activity. *Natural Product Communications* 17 (1), 1934578X211069721.

Zovi O. 2009. Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émission de composés organiques volatils (COV). Thèse de doctorat, Chimie macromoléculaire. pp 217.