

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université A. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie  
Département de Génie des procédés  
Laboratoire Génie des procédés

Mémoire  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés  
Spécialité : Génie pharmaceutique

Présenté par

*Boukir Aniece*

*Haouassine Fatima*

*Thème*

**Extraction et étude de l'effet thérapeutique de la sève d'Acacia et l'élaboration  
d'une crème à effet antioxydant**

Soutenue le 02/07/2024

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Affiliation	Qualité
M <sup>me</sup> H. Belkacemi	Professeur	Université de Béjaia	Présidente
M <sup>me</sup> Z. Bouariche	MAA	Université de Béjaia	Examinatrice
M <sup>me</sup> N. Belhadj	MCB	Université de Béjaia	Encadrante

Année Universitaire : 2023/2024

## *Remerciements*

Il nous est agréable et important de réserver cette page comme un témoin de reconnaissance à toutes les personnes qui nous ont soutenu et encadré pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, volonté, courage et patience pour accomplir ce modeste travail.

Nous remercions vivement notre encadrante Mme BELHADJ. N pour nous avoir accordé cette chance de travailler sur un sujet aussi passionnant, également pour sa confiance et ses conseils.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à examiner et évaluer notre travail.

Nous ne pouvons oublier d'exprimer notre gratitude à toute l'équipe du bloc 11 ainsi qu'à tous les membres de notre laboratoire, nous leur exprimons nos respects et nos profondes sympathies.

Nous adressons nos sentiments affectueux à nos chers parents qui ont toujours su nous épauler et nous guider pour qu'on aille plus loin dans nos études.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés, et à toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

# *Dédicaces*

Je dédie ce travail

A mes parents adorés, les piliers de ma vie, les guides de mes pas et les gardiens de mes rêves. Sans votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et vos précieux conseils, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Vous m'avez appris la valeur du travail acharné et de la persévérance. Votre patience et votre soutien ont été mes plus grandes forces. Merci de m'avoir encouragé à suivre mes rêves et de m'avoir donné les ailes pour les réaliser. Ce travail est le fruit de vos sacrifices et de votre dévouement. Merci de croire en moi et de m'inspirer chaque jour. Grâce à vous, j'ai appris à ne jamais abandonner et à toujours viser l'excellence.

A mes frères bien aimés Amine et Ramy, votre amour fraternel et vos encouragements m'ont donné la force de persévérer. Merci d'être une source constante de lumière et de motivation vous m'avez toujours soutenu et encouragé sans le savoir, même dans vos mots simples et sincères. Je vous souhaite un avenir rayonnant.

A ma famille, votre présence lors des moments importants et votre soutien constant ont été une force inestimable.

A mes copines Samiha, Nada, Ines, Kenza, Dehbia, Fatiha, Mélissa et Dalia

A mes chers amis Amir, Billy ber, Yanis et Hakim.

Merci pour vos encouragements, vos conseils précieux et votre soutien sans faille. Votre amitié a été un véritable trésor tout au long de ce parcours.

A mon amie Fatima, ce mémoire est le fruit de nos efforts conjoints. Merci pour ta patience et ton encouragement constant.

A moi-même, toi qui as franchi des obstacles, surmonté des doutes et persisté dans les moments les plus difficiles. Je suis très fière de toi pour tout ce que tu as accompli jusqu'à ce jour.

**ANIECE**

# *Dédicaces*

Je dédie ce travail

A mes parents dévoués, qui m'ont toujours encouragé à poursuivre mes rêves et à viser l'excellence, ils ont été mes piliers dans les moments difficiles et mes partenaires dans les moments de réussite. Ils m'ont donné la force de poursuivre mes études avec détermination et passion, ce mémoire est une humble reconnaissance de leur amour et de leur sacrifice.

A mes très chères sœurs Hadil, Amani et loulou et mon petit frère Islam mes compagnons de route, qui ont enrichi chaque étape de ce parcours, qui sont ma motivation constante et ma source d'inspiration. Que Dieu les garde et les protège.

A mon ami bien aimé Bilal, compagnon de réflexion et de joie, qui a rendu ce chemin plus significatif et mémorable. Merci d'être là depuis toujours.

A mes fidèles amis qui ont enrichi ma vie de leur amitié sincère et de leur soutien inestimable.

A ma copine Aniece dont le soutien et la compréhension ont été essentiels dans l'accomplissement de ce travail.

À moi-même, en reconnaissance du chemin parcouru, des leçons apprises et de la croissance personnelle accomplie à travers ce mémoire.

A tous ce qui me sent chers.

**FATIMA**

<b>Numéro de la figure</b>	<b>Titre de la figure</b>	<b>Numéro de la page</b>
I.1	La gomme arabique.	5
I.2	Les cristaux de la gomme arabique.	5
I.3	Arbre d'acacia.	6
I.4	Les fleurs d'acacia.	6
I.6	Groupe phénol.	11
I.7	Les principales classes des polyphénols.	12
I.8	Acide benzoïque.	13
I.9	Acide cinnamique.	13
I.10	Structure de base d'un flavonoïde.	14
I.11	Structure des tanins hydrolysables.	16
I.12	Structure des tanins condensés.	17
II.1	Cristaux de la gomme arabique.	20
II.2	Poudre de la gomme arabique.	21
II.3	Protocole de préparation des extraits de la gomme arabique.	22
II.4	protocole d'extraction aqueuse des métabolites secondaires de la gomme arabique par décoction.	23
II.5	Protocole d'extraction par macération dans un mélange eau/acétone (1:1) des métabolites secondaires de la gomme arabique.	24
II.6	Confection des pastilles (échantillon+ KBr ) pour l'analyse IR.	27
II.7	Appareil spectrophotomètre de type SHIMADZU FTIR_8400.	27
II.8	Diffractomètre PANalytical EMPYREAN.	28
II.9	Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) (Ultimate 3000).	29
II.10	Spectrophotomètre UV-Vis de type spectroscan 50.	29
II.11	Protocole de dosage des polyphénols totaux dans les extraits de GA.	30

II.12	Protocole de dosage des flavonoïdes dans les extraits de GA.	31
II.13	Protocole de dosage des tanins dans les extraits de GA.	32
II.14	Protocole de dosage des stéroïdes et triterpènes dans les extraits de GA.	34
II.15	Protocole de dosage des glycosides dans les extraits de GA.	35
II.16	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test du radical DPPH.	36
II.17	La solution de DPPH.	37
III.1	Les rendements des deux extractions de la gomme arabique.	40
III.2	Comparaison de la teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits de GA.	47
III.3	Comparaison de la teneur en flavonoïdes dans les deux extraits de GA.	48
III.4	Comparaison de la teneur en tannins dans les deux extraits de GA.	49
III.5	La détection des saponines dans l'extrait aqueux de la gomme arabique.	50
III.6	La détection des saponines dans l'extrait eau-acétone de la gomme arabique.	50
III.7	Résultats des tests antioxydants par le piégeage du radical DPPH. A gauche : extrait aqueux de la gomme arabique A droite : extrait eau- acétone.	52
III.8	Indice d'inhibition en fonction de la concentration des extraits de la gomme arabique et l'acide ascorbique.	52
III.9	Comparaison de l'efficacité inhibitrice des extraits de gomme arabique et de l'acide ascorbique.	53
III.10	Crème a base de l' extrait aqueux de gomme arabique .	55

## Liste des tableaux

<b>Numéro du tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Taxonomie de l'acacia arabica	7
<b>I.2</b>	Sous-espèces de l'Acacia arabica, niveau de ploïdie et habitat géographique	7
<b>I.3</b>	Caractéristiques de gomme arabique originaire de Acacia seyal et Acacia Sénégal	9
<b>I.4</b>	Spécification internationales de qualité de la gomme arabique	10
<b>II.1</b>	Classification d'Acacia Sénégal	20
<b>II.2</b>	Les volumes d'eau et d'extrait utilisés dans chaque tube pour les deux types d'extrait pour le test des saponines	33
<b>III.1</b>	Résultat des tests phytochimiques des deux extraits de la gomme arabique	42-43
<b>III.2</b>	La détection des saponines dans les extraits aqueux et eau-acétone de la gomme arabique.	51
<b>III.3</b>	IC 50 des extraits de gomme arabique et le control (acide ascorbique) pour inhiber 50 % du radical libre DPPH.	54

## Liste des abréviations

**AAR** : Activité Anti-Radicalaire

**Ae** : Absorbance de l'échantillon

**AG** : Acide Gallique

**At** : Absorbance du Témoin

**DPPH** : 2,2 Diphényle,1, Picrylhydrazyle

**DRX** : Diffraction Rayon X

**UV-VIS** : UltraViolet -Visible

**A** : Absorbance

**EAG** : Equivalent Acide Gallique

**Eq** : Equivalent

**$\epsilon$**  : Coefficient d'absorption molaire ( $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ )

**GA** : Gomme Arabique

**IC50** : Concentration Inhibitrice Médiane

**IP (%)** : Pourcentage d'Inhibition

**IR** : Infra-Rouge

**M0** : Masse de la matière végétale initiale

**Ms** : Masse de la matière extraite après évaporation

**R** : Rendement de l'extraction

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

### Chapitre I : Aspect théorique de l'étude

<b>I.1. Phytothérapie</b> .....	4
<b>I.2. Plantes médicinales</b> .....	4
<b>I.3. Généralités sur la gomme arabique</b> .....	5
<b>I.4. Présentation botanique de l'Acacia</b> .....	6
<b>I.4.1. Classification systématique</b> .....	7
<b>I.4.2. Utilisation thérapeutique traditionnelle de la gomme arabique «Acacia»</b> .....	8
<b>I.4.3. Composition chimique de l'Acacia</b> .....	9
<b>I.4.4. Propriétés physiques de l'Acacia</b> .....	9
<b>I.4.5. Propriétés biologiques de l'Acacia</b> .....	10
<b>I.5. Métabolites secondaires</b> .....	11
<b>I.6. Classification des métabolites secondaires</b> .....	11
<b>I.6.1. Polyphénols ou composés phénoliques</b> .....	11
<b>I.6.1.1. Acides phénoliques</b> .....	13
<b>I.6.1.2. Flavonoïdes</b> .....	14
<b>I.6.1.3. Tanins</b> .....	15
<b>I.7. Saponines</b> .....	17
<b>I.8. Alcaloïdes</b> .....	18
<b>I.9. Les formes galéniques à base de la gomme arabique</b> .....	18
<b>I.9.1. Comprimés</b> .....	18
<b>I.9.2. Sirops</b> .....	19
<b>I.9.3. Crèmes</b> .....	19

## Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Matière végétale .....	20
II.2. Préparation de la poudre végétale .....	21
II.3. Extraction des composés phénoliques .....	21
II.3.1. Extraction aqueuse par décoction .....	22
II.3.2. Extraction par macération dans un solvant organique (l'acétone) .....	24
II.4. Détermination du rendement des différentes extractions .....	25
II.5. Identification et dosage des métabolites secondaires dans les extraits de la gomme arabique.	25
II.5.1. Caractérisation qualitatives des métabolites secondaires .....	25
II.5.1.1. Screening phytochimique .....	25
II.5.1.2. Spectrophotométrie infrarouge IR .....	27
II.5.1.3. Diffraction rayons X (DRX) .....	28
II.5.1.4. Chromatographie en phase liquide à haute performance(HPLC) .....	28
II.5.2. Caractérisation quantitative des métabolites secondaires .....	29
II.5.2.1. Spectrophotométrie UV-VIS .....	29
II.5.2.2. Dosage des polyphénols totaux .....	30
II.5.2.3. Dosage des Flavonoïdes .....	31
II.5.2.4. Dosage des tanins .....	32
II.5.2.5. Dosage des saponines .....	33
II.5.2.6. Dosage des stéroïdes et des triterpènes .....	33
II.5.2.7. Dosage des glycosides .....	35
II.6. Etude de l'activité anti-oxydante par le test de DPPH (1, 1-Diphenyl-2-pycrylhydrazyl).....	35
II.7. Préparation d'une crème à base de gomme arabique .....	38

## Chapitre III : Résultats et discussions

<b>III.1.</b> Rendement de l'extraction aqueuse par décoction et par macération dans un mélange (eau - acétone) de la gomme arabique .....	40
<b>III.2.</b> Identification qualitative et quantitative des extraits de la gomme arabique .....	41
<b>III.2.1.</b> Tests phytochimiques .....	41
<b>III.2.2.</b> Spectrophotométrie infrarouge IR .....	44
<b>III.2.3.</b> Diffraction rayons X (DRX) .....	45
<b>III.2.4.</b> Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) .....	45
<b>III.2.5.</b> Dosage des composés phénoliques .....	46
<b>III.2.5.1.</b> Dosage des polyphénols totaux .....	46
<b>III.2.5.2.</b> Dosage des flavonoïdes .....	47
<b>III.2.5.3.</b> Dosage des tannins .....	48
<b>III.2.5.4.</b> Dosage des saponines .....	49
<b>III.3.</b> Résultats du test de l'activité anti-oxydante par piégeage du radical DPPH (1, 1-Diphenyl 2-pycrylhydrazyl) .....	51
<b>III.4.</b> L'Évaluation de l'efficacité inhibitrice des extraits de gomme arabique .....	53
<b>III.5.</b> La préparation d'une crème à effet antioxydant .....	54
<b>Conclusion</b> .....	56

*« Tout ce que nous faisons à la terre de bien ou de mal, c'est par conséquent à nous que nous le faisons. Il est vain de vouloir la santé et l'épanouissement de l'être humain sans guérir et entretenir ce qui lui transmet les substances, les forces et les énergies qui lui sont indispensables. » . Pierre RABHI*

## Introduction

Depuis l'Antiquité, l'homme a utilisé des plantes pour traiter les maladies infectieuses courantes, et certaines de ces plantes sont encore utilisées aujourd'hui dans le traitement de diverses maladies (**Djabou et Sambucus Nigra, 2006**). Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80 % des populations de certains pays d'Afrique utilisent des plantes médicinales pour leurs soins de santé primaires (**Alabi et al., 2020**). On estime que sur les 500 000 espèces de plantes présentes sur Terre, environ 80 000 possèdent des propriétés médicinales (**Bouallala et al., 2014**).

L'Algérie, avec son climat varié et la nature de ses sols, possède une flore riche en plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart poussent spontanément. La valorisation de ces plantes est un domaine particulièrement prometteur (**Meziani et al., 2021**). Les plantes, qu'elles soient médicinales ou non, peuvent être une source de nouvelles molécules candidates pour des bio-médicaments. L'usage de plantes médicinales peut apporter directement des réponses à certains problèmes de santé (**Germosén-Robineau, 1997**).

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet antioxydant des métabolites secondaires extraits de la sève de l'Acacia, communément appelée gomme arabique. Cette dernière est un exsudat comestible, sec et gommeux provenant des tiges et des branches de l'Acacia Sénégal, riche en fibres solubles non visqueuses (**Williams et Phillips, 2000**). La gomme arabique contient 10 à 15 % d'eau, 3 à 4 % de matières minérales (calcium, potassium, magnésium combinés aux polysaccharides), des traces de tanins, des enzymes (oxydases, peroxydases) et des glycoprotéines.

Cette étude est subdivisée en trois chapitres essentiels :

1. Le premier chapitre présente un aperçu théorique de cette étude, incluant des généralités sur la phytothérapie, l'étude botanique de l'Acacia et une présentation théorique des différents métabolites secondaires à effets thérapeutiques.

2. Le deuxième chapitre décrit les matériels et les différentes méthodes utilisés au cours du travail expérimental.

3. Le troisième chapitre présente et discute les résultats obtenus lors de cette étude.

Enfin, une conclusion viendra clôturer l'étude réalisée sur l'extrait de la sève de l'Acacia, ou gomme arabique.

## **Chapitre I : Aspect théorique de l'étude**

### **I.1. Phytothérapie :**

Depuis longtemps, les plantes médicinales avaient un grand intérêt dans la médecine traditionnelle, elles présentent une source naturelle efficace et moins coûteuse de la thérapie, soit sous forme de préparations traditionnelles (décoction, crème, poudre), ou sous forme de principes actifs purs. Cet art de se traiter par les plantes est connu actuellement sous le nom de la phytothérapie (**Jean-Yves, 2010**), elle fait partie des médecines parallèles, ou médecines douces. Dans la plupart des pays, notamment en Occident, seuls les médecins ont le droit de pratiquer la phytothérapie, et seuls les pharmaciens et les herboristes sont habilités à donner des conseils au moment de l'achat.

Aujourd'hui les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes (**Iserin et al (2001)**).

### **I.2. Plantes médicinales :**

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes trouvées dans la nature pour traiter et soigner des maladies (**Sanogo, 2006**). L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement un regain d'intérêt auprès du public. Selon l'Organisation mondiale de la santé OMS, environ 65-80 % de la population mondiale a recours à la médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaires, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**Ma et al., 1997**).

Ces plantes regroupent toutes celles dont l'un de leurs organes contient une ou plusieurs substances chimiques avec une activité pharmacologique (**Halberstein, 2009**). Ces substances sont localisées dans différentes parties de la plante telles que les racines, les feuilles, les fruits ou les fleurs (**Dutertre, 2011**). Elles sont utilisées de différentes manières, soit en décoction, en macération ou en infusion.

### **I.3. Généralités sur la gomme arabique :**

De toutes les gommages, la gomme arabique est la plus connue et la plus ancienne (Figure I.1). Les Égyptiens la connaissaient sous le nom de "kami" et l'utilisaient dès la troisième dynastie, en 2650 av. J.-C., pour assurer la cohésion des bandages de momies (**Whistler, 1993**). La gomme arabique, également appelée acacia, est une résine naturelle provenant de certaines espèces d'acacias (Figure I.2). Elle est utilisée dans diverses applications industrielles comme épaississant et stabilisant pharmaceutique, et elle est également prisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés médicinales.

Il existe différentes variétés de gomme arabique, bien connues des Soudanais qui les produisent. Les trois types principaux sont la gomme arabique Talha, la gomme arabique frankincense et la gomme arabique Al-Hasha. Le Soudan est le premier pays exportateur de gomme arabique, suivi par le Tchad, le Nigeria, le Sénégal, le Mali, le Niger et la Mauritanie (**Williams et Phillips, 2000**).

Une des propriétés les plus importantes de la gomme arabique est son rôle comme probiotique puissant. Elle ne concurrence pas d'autres matières mais aide à former des bactéries bénéfiques, contribuant ainsi au traitement et à la prévention de plusieurs maladies difficiles à traiter avec des médicaments chimiques, comme les maladies du côlon, du foie et des reins. La gomme arabique peut traiter l'insuffisance rénale, les fractures, l'ostéoporose, les maladies du côlon et certaines maladies cardiaques (**Williams et Phillips, 2000**).



**Figure I.2 :** La gomme arabique



**Figure I.1 :** Les cristaux de la gomme arabique

**I.4. Présentation botanique de l'Acacia :**

Le terme "acacia" est utilisé pour désigner une grande famille d'arbres, mais il fait souvent référence à une plante spécifique. L'acacia figure I.3 est un arbre qui peut être à feuillage persistant, semi-persistant ou caduc, selon les espèces. Ses feuilles sont souvent bipennées, avec de petites folioles. Les fleurs de l'acacia Figure I.4 sont généralement regroupées en grappes de fleurs jaunes ou blanches, souvent très parfumées. Les fruits de l'acacia sont des gousses allongées contenant des graines (**Frederick Muller , 1974**)



**Figure I.3 : Arbre d'acacia**



**Figure I.4 : Fleurs d'acacia**

**I.4.1. Classification systématique :**

Le genre *Acacia* comprend plus de 1350 espèces d'arbres et d'arbustes persistants. Environ 500 espèces se trouvent dans les régions tropicales et subtropicales, et près de 700 espèces sont présentes en Australie (Smith et Doe, 2019). La taxonomie de l'*Acacia arabica* est présentée dans le tableau I.1 (Mugnier, 2000).

**Tableau I.1 : Taxonomie de l'Acacia arabica (MUGNIER, 2000).**

Règne	Végétal
Emb	Phanérogames.
S. Emb	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
S .Classe	Rosidées.
Ordre	Fabales.
Famille	Fabacées.
Genre	<i>Acacia</i> .
Espèces	<i>Arabica</i> .

Les Sous-espèces de l'*Acacia arabica*, niveau de ploïdie et habitat géographique sont représentée sur le Tableau I.2. (BRENAN, 1983)

**Tableau I.2: Sous-espèces de l'Acacia arabica, niveau de ploïdie et habitat géographique (BRENAN, 1983)**

Sous-espèce	Répartition
<i>tomentosa</i>	Afrique de l'Ouest, du Sénégal au Nigéria et au Niger, Soudan et Ethiopie
<i>nilotica</i>	Nigéria et Cameroun, vers l'est, en direction de l'Egypte et du Soudan
<i>astringens</i>	Du Sénégal au Cameroun, vers l'est, en direction du Soudan et de l'Ethiopie
<i>subalata</i>	Afrique de l'Est, du Soudan et de l'Ethiopie en direction du sud, vers la Tanzanie
<i>leiocarpa</i>	Afrique de l'Est, de l'Ethiopie à la Tanzanie
<i>kraussiana</i>	Afrique australe, de la Tanzanie à l'Afrique du Sud
<i>indica</i>	Yémen, Oman, Pakistan, Inde, Myanmar
<i>cupressiformis</i>	Pakistan

En Algérie, le genre *Acacia* forme une chaîne de forêts reliant les hauts plateaux et les steppes, incluant la formation de pistachiers et de jujubiers (Nongonierma, 1977). L'*Acacia arabica* se trouve principalement dans les grands oueds, les oasis, le Hoggar, le Tassili et dans le Sahara central (Quézel et Santa, 1962).

### I.4.2. Utilisation thérapeutique traditionnelle de la gomme arabique :

Dans certains pays, la gomme arabique, est utilisée en pharmacie en application topique, mélangée avec un peu d'eau ou d'huile d'olive, pour soigner les plaies, les brûlures et les blessures légères. Elle est également reconnue pour ses effets antioxydants, anti-inflammatoires, antibactériens et hypolipidémiants (Mubarak, 1995). Elle est souvent administrée aux femmes juste après l'accouchement pour divers bienfaits, ainsi que pour traiter les furoncles, les maladies de la peau, les blessures, la lèpre, la dysenterie, et autres affections. Elle est aussi utilisée comme excipient dans la fabrication de certains médicaments. En tant que fibre soluble, la gomme arabique offre plusieurs avantages pour la santé humaine :

- ◇ **Favorise une bonne digestion** : La fibre soluble présente dans la gomme arabique aide à la digestion et stimule l'absorption intestinale.
- ◇ **Soulage la constipation** : En améliorant le transit intestinal, la gomme arabique peut aider à soulager la constipation.
- ◇ **Renforce le système immunitaire** : En tant que probiotique, la fibre contenue dans la gomme arabique favorise la croissance de bonnes bactéries.
- ◇ **Contrôle la glycémie** : Les fibres jouent un rôle important dans la gestion de la glycémie, n'étant pas digérées et ne nécessitant pas d'insuline.
- ◇ **Réduit le taux de cholestérol** : Les fibres solubles capturent le cholestérol et permettent d'en éliminer une partie dans les selles.
- ◇ **Soulage les maux de gorge** : La viscosité de la gomme arabique permet de lutter contre la sécheresse de la gorge et les infections associées.
- ◇ **Combat le stress oxydatif** : Les antioxydants contenus dans la gomme arabique aident à combattre les radicaux libres responsables du stress oxydatif.
- ◇ **Préserve le foie** : Pour les personnes traitées à l'acétaminophène, les fibres de la gomme aident à combattre les dommages au foie causés par ce médicament.
- ◇ **Soulage la diarrhée** : La gomme arabique inhibe la croissance de la bactérie *Staphylococcus aureus*, responsable de la diarrhée.

➤ **I.4.3. Composition chimique et caractéristiques de la gomme arabique :**

La gomme arabique (GA) est un polysaccharide complexe à chaîne ramifiée, neutre ou légèrement acide, qui se présente sous la forme d'un sel mixte de calcium, de magnésium et de potassium d'un acide polysaccharidique. Son squelette est composé d'unités  $\beta$ -D-galactopyranosyle liées en 1,3. Les chaînes latérales sont constituées de deux à cinq unités  $\beta$ -D-galactopyranosyle liées en 1,3, reliées à la chaîne principale par des liaisons 1,6. Les éléments monomères de l'acide libre (gomme arabique) sont le D-galactose, le L-arabinose, le L-rhamnose et l'acide D-glucuronique (Ali et al., 2009). Sa composition chimique varie légèrement selon la source, le climat, la saison, l'âge de l'arbre. Les caractéristiques de la gomme arabique originaire d'Acacia seyal et Acacia senegal sont resumées dans le tableau I.3 (Phillips and Williams, 2000)

**Tableau I.3 :** Caractéristiques de la gomme arabique originaire d'*Acacia seyal* et *Acacia senegal* (Phillips and Williams, 2000)

Paramètres	<i>Acacia senegal</i>	<i>Acacia seyal</i>
% Galactose	44	38
% Arabinose	27	46
% Rhamnose	13	4
% Acide glucuronique	14.5	6.5
% Acide 4-O-méthyl-glucuronique	1.5	5.5
% Azote	0.36	0.15
Rotation spécifique (degrés)	-30	+51
Masse moléculaire moyenne (kDa)	380	850

➤ **I.4.4. Propriétés physiques de la gomme arabique :**

Les propriétés physiques de la gomme arabique (GA) peuvent varier en fonction de l'origine et de l'âge des arbres, du temps d'exsudation et du climat. Le traitement des gommages après la collecte, tel que le lavage, le séchage, le blanchiment au soleil et les conditions de stockage, influence également ces propriétés (Al-Assaf et al., 2007).

Les propriétés physiques de la gomme arabique sont résumées dans le tableau I.4 (Larson et Bromely, 1991).

**Tableau I.4 :** Spécifications physiques de la gomme arabique (Larson et Bromely, 1991).

Propriétés	Valeur
Humidité (%)	13 – 15
Teneur en cendres (%)	2 – 4
Energie interne (%)	30 – 39
Matières volatiles (%)	51 – 65
Rotation optique (degré)	(-26) – (-34)
Teneur en azote (%)	0.26 – 0.39
Cuivre (ppm)	52 – 66
Fer (ppm)	730 – 2490
Manganèse (ppm)	69 – 117
Zinc (ppm)	45 – 111

➤ **I.4.5. Propriétés biologiques de l'Acacia :**

L'utilisation fréquente d'espèces d'Acacia pour traiter diverses maladies a inspiré de nombreuses recherches sur leurs propriétés pharmacologiques (Salem et al., 2011). Les métabolites secondaires du genre Acacia possèdent de multiples activités biologiques, comme par exemple, antifongiques, antiparasitaires, (Maldini et al., 2011) antidiabétiques, (Nyila et al., 2012) immunomodulatrices et cytotoxiques (Gedara & Galala, 2014), et aussi beaucoup d'autres activités tels que :

- **Activité antioxydante :** L'activité antioxydante des espèces d'Acacia a fait l'objet d'évaluations intensives par plusieurs auteurs, avec des essais in vitro utilisant des radicaux tels que le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et le 2,2'-azino-bis [3-acide éthylbenzothiazoline-6-sulfonique] (Joshi et al, 1979).
- **Activité anticancéreuse :** Les plantes ont une capacité presque illimitée à produire des substances attractives pour les chercheurs en quête de nouvelles chimiothérapies (Rai et al., 2014).

La sève d'acacias présente des résultats prometteurs dans la chimiothérapie de certains cancers (Reed et Pellecchia, 2005), et constitue une stratégie prometteuse pour la prévention du cancer (Newman et al., 2003).

- **Activité antimicrobienne** : L'activité antimicrobienne des espèces d'Acacia est largement utilisée contre diverses maladies. L'écorce de tige est employée dans la médecine traditionnelle africaine pour traiter la diarrhée, la pneumonie, le paludisme, les infections initiales de la syphilis, la stérilité et les maux d'estomac. Des composés terpénoïdes, tels que le (20 S)-oxolupane-30-al, sont parmi les composants actifs identifiés (Kokwaro, 1976).

### I.5. Les métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes. Ils exercent un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement. Ils sont divisés principalement en trois grandes familles : les polyphénols ou composés phénoliques, les saponines et les alcaloïdes. Ces composés jouent un rôle dans la défense de la plante contre les herbivores et les pathogènes (Lutge et al., 2002 ; Abderrazak et Joël, 2007).

### I.6. Classification des métabolites secondaires :

#### I.6.1. Polyphénols ou composés phénoliques :

C'est des métabolites secondaires, d'un poids moléculaire élevé (Haslam, 1993), présent dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales (Postova et al., 2003). La structure de base qui les caractérise est la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques auquel sont directement liés un ou plusieurs groupements hydroxyle libres ou engagés dans une autre fonction (éther, ester). Figure I.6 (Aaref et Haddad, 2015)

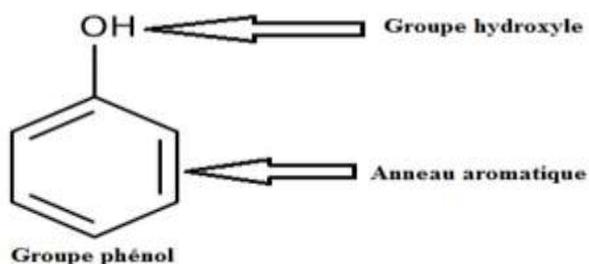


Figure I.6 : Groupe phénol (Aaref et Haddad, 2015)

Les principales classes des polyphénols (Merguem et al (2009)) comme Les flavonoïdes, les acides phénoliques les stilbènes, les tanins et les lignanes sont représentées sur la (figure I.7). Ils sont majoritairement présents dans les racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, graines et bois et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la germination des graines...etc. (Boizot et Charpentier, 2006).

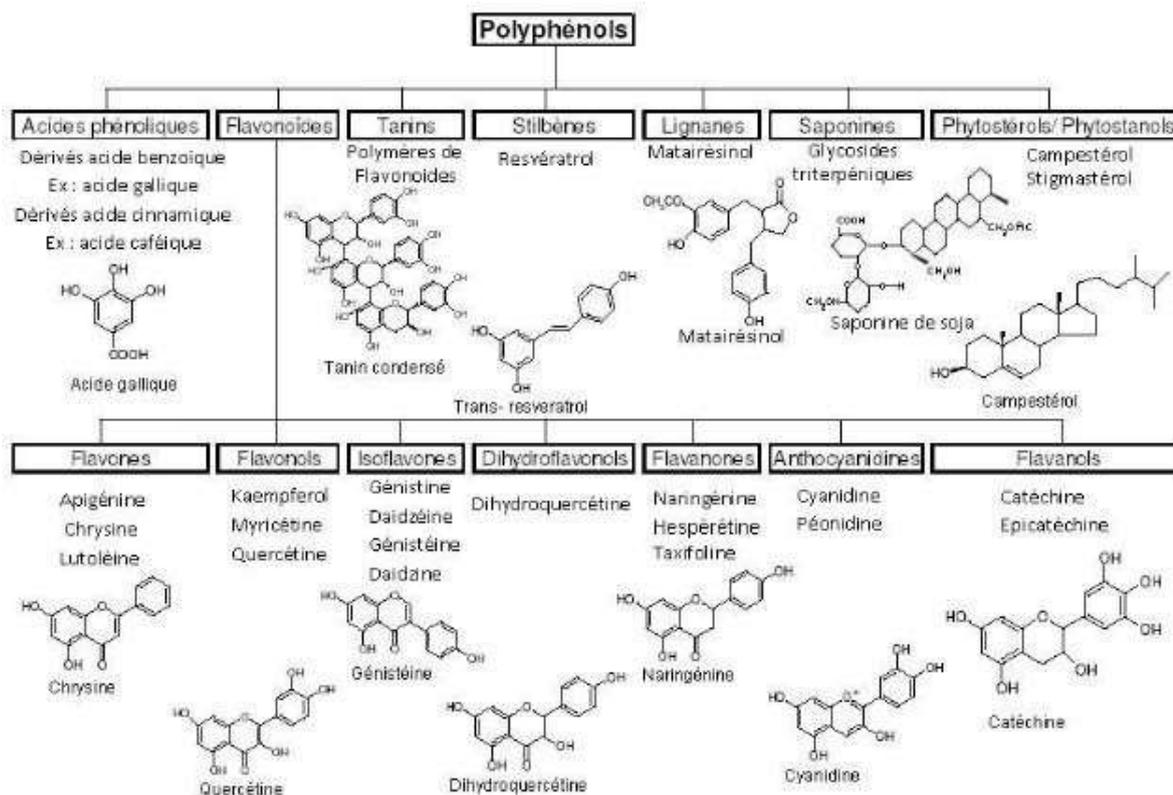
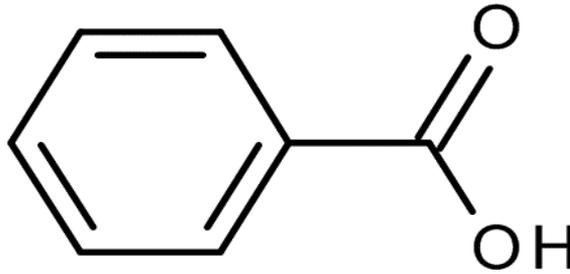


Figure I.7 : Les principales classes des polyphénols (Merguem et al 2009)

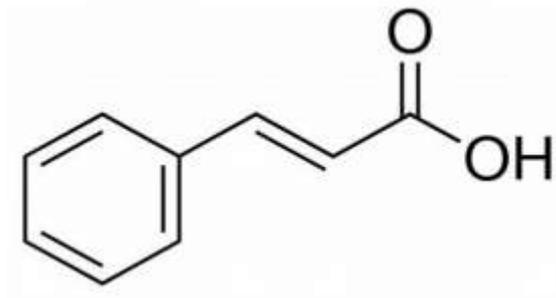
- **Propriétés pharmacologique des polyphénols** : Les polyphénols, présentent un potentiel thérapeutique important en raison de leurs propriétés pharmacologiques. Ils agissent en tant qu'antioxydants, contribuant ainsi à réduire le stress oxydatif, et ont des effets bénéfiques sur les troubles métaboliques tels que l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires. De plus, les polyphénols modulent l'apport énergétique, régulent l'inflammation et démontrent des propriétés anti-inflammatoires (Gomez-Caravaca et al., 2006).

**I.6.1.1 Acides phénoliques :**

Le terme acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïques (Figure I.8) et cinnamiques (Figure I.9). (Belyagoubi et Benhammou, 2011).



**Figure I.8 :** Acide benzoïque



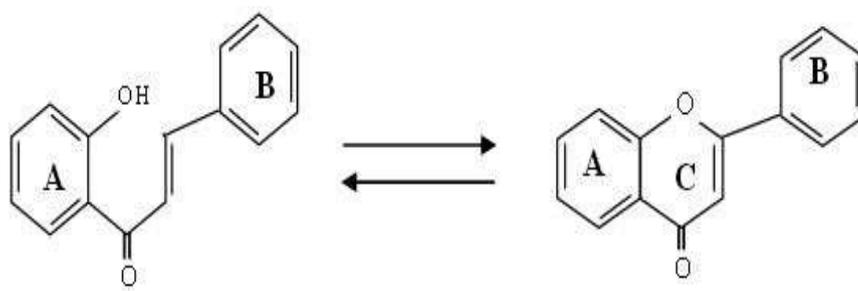
**Figure I.9 :** Acide cinnamique

▪ **Propriétés pharmacologique des acides phénoliques :**

Les acides phénoliques sont des composés présents dans de nombreux aliments d'origine végétale et ils présentent plusieurs propriétés pharmacologiques. Ils sont reconnus pour leur forte activité antioxydante, ce qui les rend efficaces dans la protection contre les dommages oxydatifs et le vieillissement cellulaire. De plus, ils ont des effets anti-inflammatoires, anti-cancéreux, et antimicrobiens (Kumar et Goel, 2019).

**I.6.1.2. Flavonoïdes :**

Les flavonoïdes représentent une très large gamme de composés phénoliques, plus de 5000 composés ont été décrits (Ono, Fukuchi-Mizutani et al., 2006). Les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules dont les plus importantes sont les flavones, les chalcones, les aurones et les anthocyanes. (Kone, 2009). Ils sont des composés phénoliques, très abondants dans la nature, trouvés partout dans les plantes développées et ils sont identifiés dans toutes les parties de la plante y compris les feuilles, les racines, les tiges, les fleurs, le pollen, le nectar, les graines et l'écorce (Cermak et al., 1998) Leur structure (Figure I.10) (Heller et Forkmann, 1993) est représentée selon le système C6-C3-C6, qui forme une structure de base des flavonoïdes appelée le noyau flavone (2-phenyl-benzo-pyrane), mais de point de vue classification, le groupe des flavonoïdes peut être divisé en plusieurs catégories. Cette division dépend de l'hydroxylation du noyau du flavonoïde aussi bien que du sucre lié.



**Figure I.10 :** Structure de base d'un flavonoïde (Heller et Forkmann, 1993)

▪ **Propriétés pharmacologique des flavonoïdes :**

Ils sont universellement présents dans la cuticule foliaire et dans les cellules épidermiques des feuilles, et sont susceptibles d'assurer la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement ultraviolet et les invasions microbiennes, ce qui explique une grande part de leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire et des colorants (**Emeraux, 2019**). Ils possèdent en outre un intérêt médical considérable sur la santé et ça été traité pour la première fois en 1936 par (**Rusznayk et Szent-Györgyi, 1936**).

**I.6.1.3. Tanins :**

Ce sont des composés phénoliques complexes a haut poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Daltons, ils sont capables de se lier aux protéines en solution et de se précipiter (**Silanikove et al., 2001**). Autrement dit ce sont des molécules fortement hydroxylées appartenant à la classe de polyphénols et pouvant trouver dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les racines et les grains (**Aaref et al., (2015)**). On distingue deux grands groupes différents en fonction du type de l'acides phénolique et du type de liaisons qui déterminent la taille et la réactivité chimique.

- **Tanins hydrolysables :** C'est des phénols liés à un résidu sucré par un lien ester (donc hydrolysable). Si le phénol est l'acide gallique, ce sont les Gallitannins ; s'il s'agit de l'acide hexa-hydroxy-diphénique, ce sont les éllagitannins. L'oxydation et autres polymérisations engendrent des structures variées. Les différentes Structure des tanins hydrolysables sont représentés sur la Figure (I.11) (**Ferguson, 2001**)

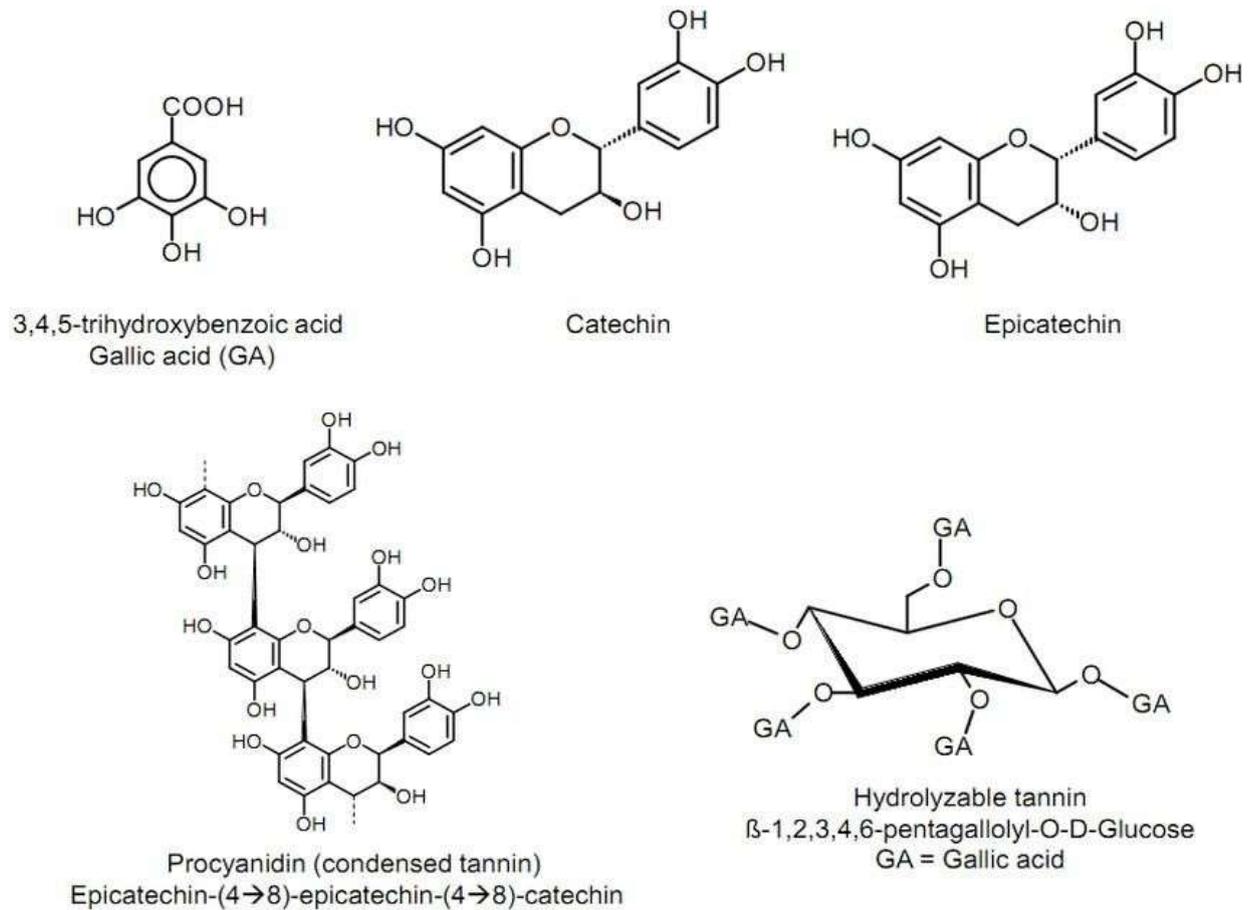


Figure I.11 : Structure des tanins hydrolysables (Ferguson , 2001)

- **Tanins condensés** : Ils diffèrent fondamentalement des tanins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leurs molécules et leur structure (Figure I.12) et voisine de celle des flavonoïdes. Il s'agit des polymères flavaniques constitués d'unité de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone (Ferguson , 2001)

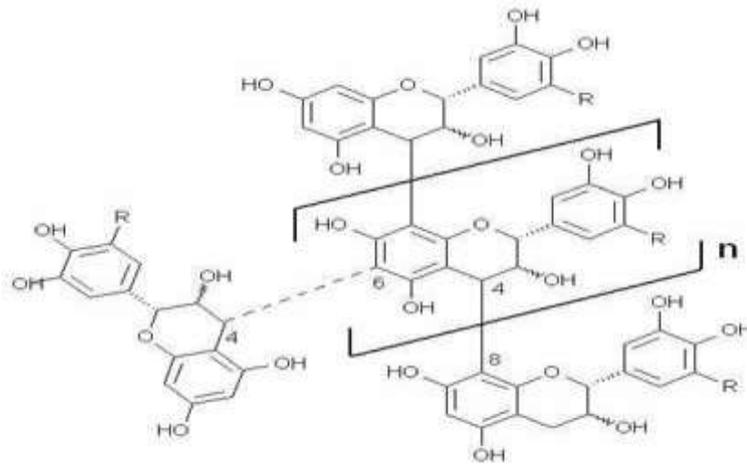


Figure I.12 : Structure des tanins condensés (Ferguson, 2001)

▪ **Propriétés pharmacologique des tanins :**

Les tanins exhibent un large spectre de propriétés pharmaceutiques thérapeutiques et chimio-protectrices dues à leur propriété anti-radicalaires (Tohge et al, 2005).

**I.7. Saponines :**

Les saponines sont généralement connues comme des composés non-volatils, tensio-actifs qui sont principalement distribués dans le règne végétal (Vincken et al., 2007). Les molécules de saponines dans l'eau forment une solution moussante.

▪ **Propriétés pharmacologique des saponines :**

De nombreuses espèces végétales à forte teneur en saponines sont utilisées en médecine traditionnelle (Hamadi et al., 2014). Elles trouvent également de nombreuses applications dans l'industrie cosmétique en raison de leur propriété moussante et émulsifiante (Kobayashi et al., 2006). Les saponines contiennent par ailleurs d'autres composés comme le faltarinol qui présente des activités antimycosiques, antimicrobiennes, analgésiques (Jean-Phitippe et al 2011).

### **I.8. Alcaloïdes :**

Un alcaloïde est un composé organique naturel (le plus souvent d'origine végétale), hétérocyclique avec l'azote comme hétéroatome, de structure moléculaire complexe plus ou moins basique et doué de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose (**Zenk et Juenger, 2007**), à propriétés basiques ou amers et ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (**Dellile, 2007**). Ils ont des structures très diverses et dérivent de différents acides aminés ou de l'acide mévalonique en passant par différentes voies biosynthétiques (**Judd,et al., 2002**).

#### **▪ Propriétés pharmacologique des alcaloïdes :**

Les propriétés des alcaloïdes peuvent varier considérablement d'un composé à l'autre. Certains ont des effets sédatifs, analgésiques ou antispasmodiques, tandis que d'autres peuvent agir comme stimulant, hallucinogènes ou même comme agents anticancéreux. Leurs mécanismes d'action peuvent impliquer une interaction avec les récepteurs cellulaires, la modulation des voies de signalisation ou l'inhibition d'enzymes spécifiques (**Iserin et al , 2007**).

### **I.9. Les formes galéniques à base de la gomme arabique :**

La gomme d'Acacia est couramment utilisée dans diverses formes galéniques, notamment les comprimés, les gélules, les sirops, les suspensions et les émulsions par voie orale. Et aussi les pommades par voie percutanée en raison de ses propriétés liantes et émulsifiantes (**Willuhn, 2001**).

#### **I.9.1. Comprimés :**

Les comprimés sont des préparations solides contenant une unité de prise d'un ou plusieurs principes actifs. Ils sont obtenus en agglomérant par compression un volume constant de particules. Ces dernières sont constituées du ou des principes actifs additionnés ou non d'excipients tels que diluants, liants, désagrégeants, lubrifiants, colorants et aromatisants. Les comprimés à base de gomme arabique sont souvent utilisés en pharmacie en raison des propriétés liantes de cette substance. La gomme arabique peut agir comme un agent de compression, contribuant à la cohésion des particules dans les comprimés. Cela peut être bénéfique pour améliorer la désintégration et la libération du médicament (**Mubarak, 1995**).

### **I.9.2. Sirops :**

Les sirops sont des préparations aqueuses obtenues par dissolution d'une forte proportion de sucre, additionné ou non de principes actifs ou par mélange de sirop simple avec un liquide médicamenteux. Le liquide dans lequel le sucre est dissout peut être de l'eau, des eaux distillées, florales, des tisanes, des solutions aqueuses diverses contenant des substances médicamenteuses, des extraits, des teintures, de l'alcool.

Les sirops à base de gomme d'acacia sont fréquemment utilisés en raison des propriétés émulsifiantes et stabilisantes de la gomme. Elle peut contribuer à améliorer la texture et la stabilité des sirops pharmaceutiques, en aidant à disperser les principes actifs de manière homogène (**Paronen et al., 1982**).

### **I.9.3. Crèmes :**

La crème est une émulsion de type colloïdal, généralement constituée d'eau dans une phase lipidique. Elle se caractérise par une texture semi-solide à liquide, souvent utilisée en cosmétique et en dermatologie pour hydrater et protéger la peau. Les crèmes peuvent contenir divers ingrédients actifs tels que des émoullissants, des humectants, des agents épaississants, des conservateurs, et parfois des principes actifs comme des vitamines, des antioxydants ou des agents anti-âge. Elles sont appliquées généralement sur la peau pour des propriétés hydratantes, apaisantes, nourrissantes ou pour traiter des affections cutanées spécifiques. (**Wehrlé, 2012**).

## **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

**II.1. Matière végétale :**

Cette étude porte sur la gomme arabique exsudée de l'Acacia sénégal, appartenant à la famille des Fabaceae. Selon la littérature, il existe plusieurs espèces du genre Acacia, telles que Acacia nilotica, Acacia albida, Acacia deanei et Acacia nerifolia. Cependant, la production de gomme arabique s'est majoritairement concentrée en Afrique, ce qui lui a valu le surnom de gomme sénégal. Environ 90 % de la production provient de l'Acacia sénégal (Aroshi et al., 2021). De plus, d'après le Codex Alimentarius, seules les gommes produites par l'Acacia sénégal et l'Acacia seyal peuvent officiellement être qualifiées de « gomme arabique ». Les cristaux de gomme arabique utilisés dans cette étude ont été achetés chez un herboriste dans la wilaya de Béjaïa (Figure II.1). La classification botanique d'Acaciasénégal a été décrite par **Bentham, (1842)**. (Tableau II.1)



**Figure II.1 :** Cristaux de la gomme arabique (Photo originale)

**Tableau II.1:** Classification d'Acacia sénégal.( Linnean society, 2016)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliopsida
Classe	Magnoliophyta
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Acacia
Espèce	Acacia sénégal

## II.2. Préparation de la poudre végétale :

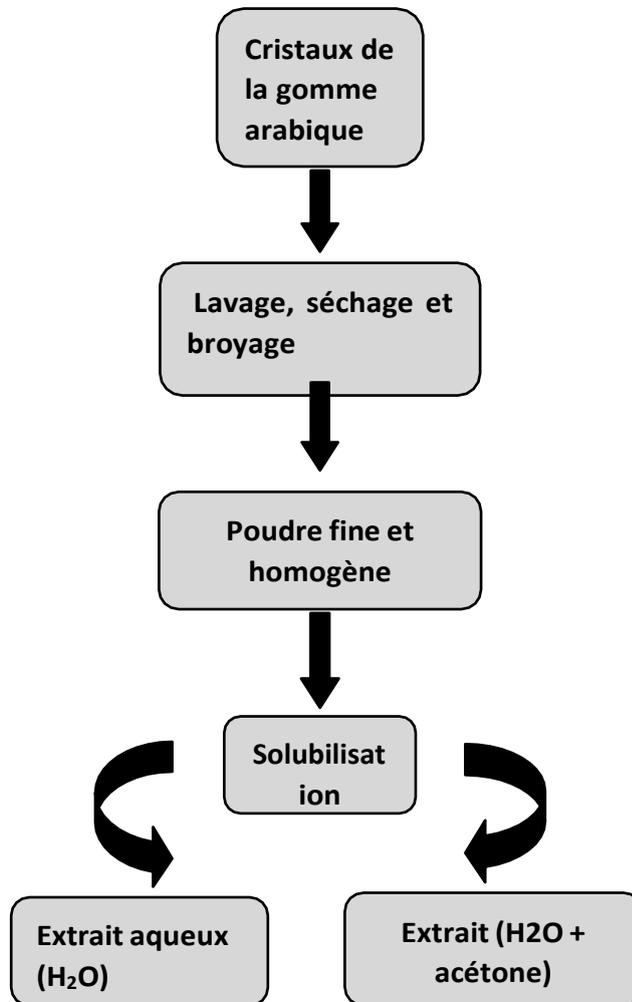
Les cristaux de gomme arabique ont été soigneusement nettoyés et lavés à l'eau distillée pour éliminer toutes les traces de poussière. Après séchage, ils ont été broyés et tamisés afin d'obtenir une poudre fine et homogène (figure II.2). La poudre obtenue a ensuite été conservée dans une boîte hermétique pour de futures utilisations.



**Figure II.2 :** Poudre de la gomme arabique (**Photo originale**)

## II.3. Extraction des composés phénoliques :

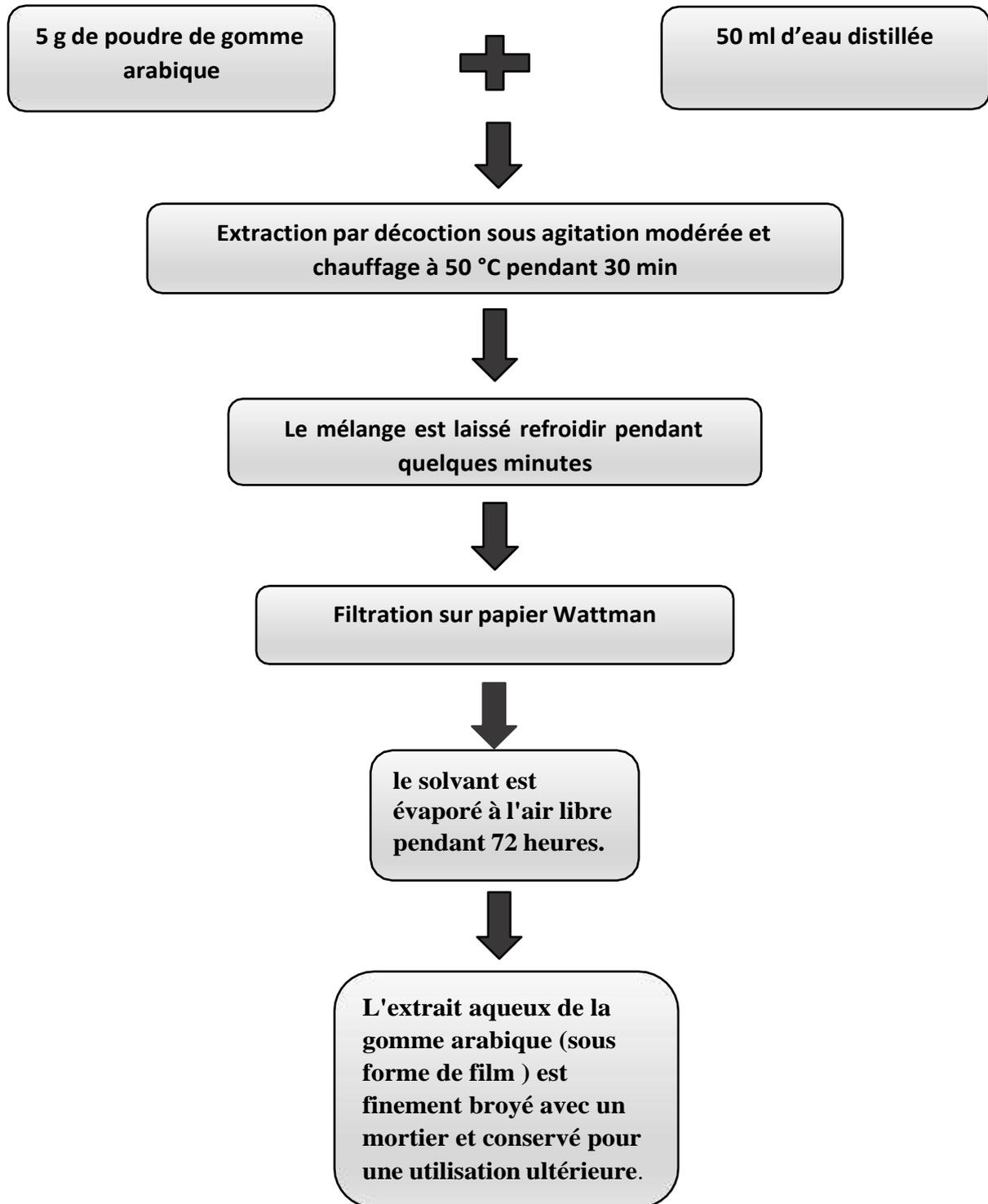
L'extraction des composés phénoliques de la sève d'Acacia a été réalisée en utilisant deux méthodes. La première méthode consiste en une extraction avec chauffage dans l'eau pendant 30 minutes à 50°C. La deuxième méthode implique une macération à froid dans un mélange eau/acétone (1:1) pendant 24 heures. Le processus d'extraction est schématisé dans la Figure II.3.



**Figure II.3 :** Protocole de préparation des extraits de la gomme arabique.

### II.3.1. Extraction aqueuse par décoction :

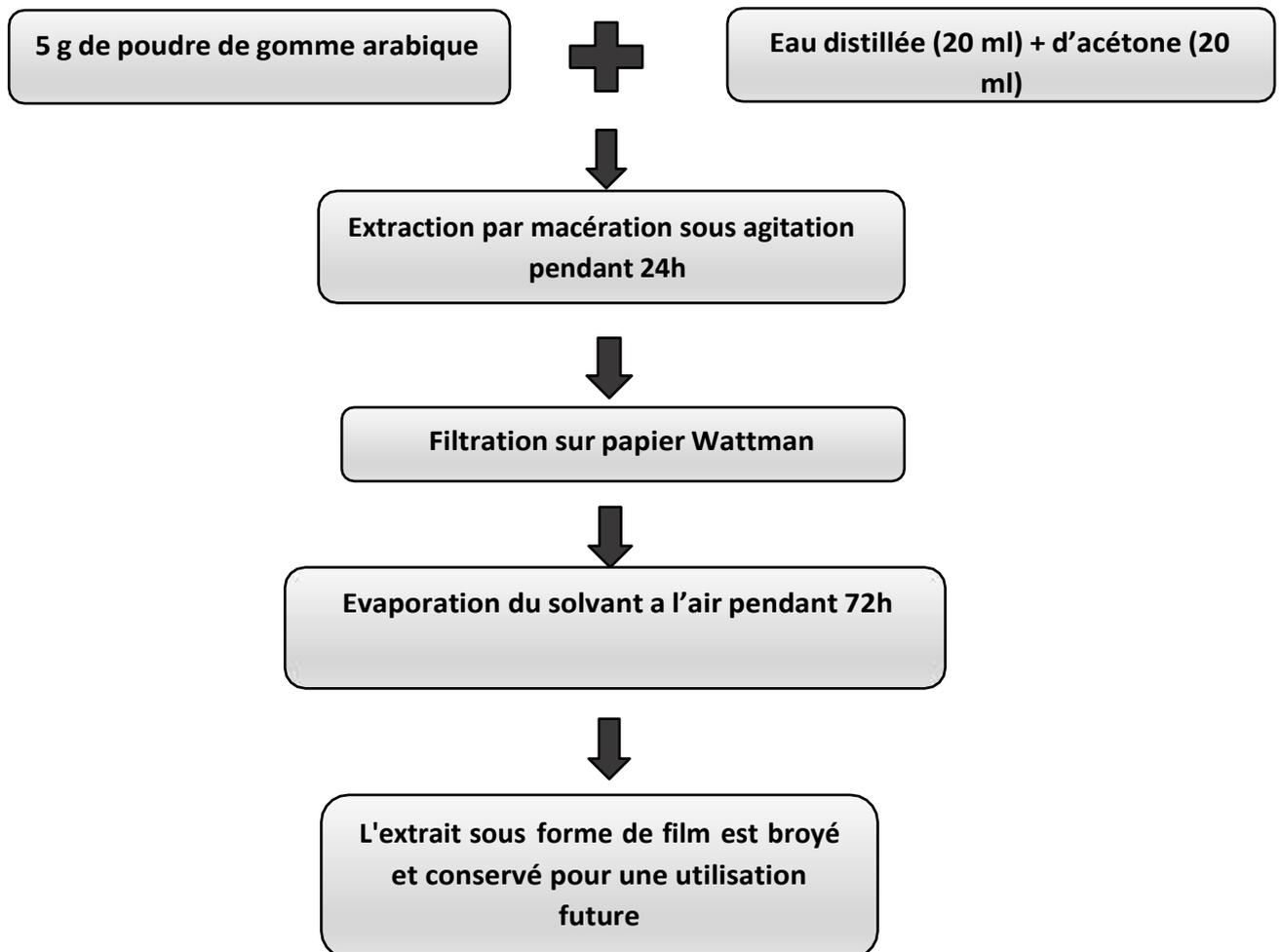
Le protocole d'extraction aqueuse des métabolites secondaires de la gomme arabique par décoction est résumé dans la Figure II.4.



**Figure II.4 :** Protocole d'extraction aqueuse des métabolites secondaires de la gomme arabique par décoction.

### II.3.2. Extraction par macération dans un solvant organique (l'acétone) :

La macération est une méthode d'extraction solide-liquide dans laquelle des matières végétales sont immergées dans un solvant pendant une durée prolongée, permettant ainsi aux composés actifs de se dissoudre. Cette technique est choisie pour extraire des substances sensibles à la chaleur (**Leybros et Fremeaux, 1990**) ou pour obtenir une large gamme de composés. Les solvants couramment utilisés incluent le méthanol, l'éthanol, le chloroforme et l'acétone (**Bohui et al., 2018**). Le protocole d'extraction par macération dans un mélange eau/acétone (1:1) des métabolites secondaires de la gomme arabique est représenté dans la Figure II.5.



**Figure II.5 :** Protocole d'extraction par macération dans un mélange eau/acétone (1:1) des métabolites secondaires de la gomme arabique.

#### II.4 Détermination du rendement des différentes extractions :

Le rendement des différentes extractions est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec et la masse du matériel végétal, il est déterminé par l'équation suivante (Samavati et al (2013)).

$$R (\%) = \frac{m_x}{m_0} * 100$$

**R (%)** : le rendement de l'extraction.

**m<sub>x</sub>** : la masse de la matière extraite après évaporation.

**m<sub>0</sub>** : la masse de la matière végétale initiale.

#### II.5. Identification et dosage des métabolites secondaires dans les extraits de la gomme arabique :

Les analyses qualitatives et quantitatives ont été réalisées dans les laboratoires 2 et 16 du bloc 11 de l'Université A. Mira, tandis que certaines d'entre elles (DRX) ont été effectuées au niveau de la plateforme des analyses physico-chimiques CRAPC, également située à l'Université A. Mira de Béjaïa.

##### II.5.1. Caractérisation qualitatives des métabolites secondaires :

###### II.5.1.1. Screening phytochimique :

Le screening phytochimique est une méthode colorimétrique simple utilisée pour identifier les métabolites secondaires présents dans un extrait végétal de la gomme arabique en présence de réactifs spécifiques pour chaque type de métabolites, l'ensemble des tests phytochimiques est résumé dans ce qui suit :

**1. Test pour les flavonoïdes :** *test au chlorure d'aluminium* : Ajouter du chlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> (10%) à l'extrait. La formation d'une couleur orangée.

**2. Test pour les tanins :** *Test au chlorure ferrique* : quelques gouttes de solution de chlorure ferrique à 1% est ajoutée à l'extrait. La formation d'une couleur bleu-noir ou vert foncé indique la présence de tanins.

**3. Test pour les saponines :** *Test de la mousse* : Secouer vigoureusement l'extrait avec de l'eau distillée. La formation d'une mousse stable et persistante indique la présence de saponines.

**4. Test pour les stéroïdes et les triterpènes : *Test de Liebermann-Burchard* :**

Ajouter de l'acide acétique anhydre et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré à l'extrait. La formation d'une couleur bleu-vert indique la présence de stéroïdes et de triterpènes.

**5. Test pour les glycosides : *Test de Borntrager* :** Ajouter du KOH à 10% à

l'extrait, chauffer légèrement, puis ajouter de l'acide dilué. La formation d'une couleur rouge indique la présence de glycosides anthraquinoniques.

### II.5.1.2. Analyse spectrophotométrie infrarouge IR :

La spectrophotométrie infrarouge (IR) est une méthode analytique qui détecte l'absorption d'énergie par les liaisons moléculaires dans la gamme des infrarouges du spectre électromagnétique. Cette absorption révèle les groupes fonctionnels présents dans une molécule, permettant l'identification des composés organiques et inorganiques, ainsi que l'étude de leur structure et de leurs interactions (**Skoog et al.**). Dans notre étude, des échantillons ont été préparés sous forme de pastilles (échantillon + KBr) (figure II.6) et analysés à l'aide d'un appareil SHIMADZU FTIR-8400. (Figure II.7)



**Figure II.6** : Confection des pastilles (échantillon + KBr) pour l'analyse IR (**Photo originale**)



**Figure II.7** : Appareil spectrophotomètre de type SHIMADZU FTIR-8400 (**Photo originale**)

### II.5.1.3. Analyse diffraction rayons X (DRX) :

La diffraction des rayons X (DRX) est une technique d'analyse qui utilise la diffraction des rayons X par un cristal pour déterminer la structure atomique d'un matériau. Lorsque les rayons X interagissent avec un cristal, ils sont diffractés selon des angles caractéristiques qui dépendent de la structure cristalline du matériau. Cette technique est largement utilisée en science des matériaux pour déterminer la structure des cristaux, l'orientation des grains, et pour identifier les phases cristallines présentes dans un échantillon (Sands et Donald, 1929). Le diffractomètre utilisé dans l'analyse de nos échantillons est un PANalytical EMPYREAN.



Figure II.8 : Diffractomètre PANalytical EMPYREAN (Photo originale)

### II.5.1.4. Analyse chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) :

La chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) est une technique analytique utilisée pour séparer, identifier et quantifier les composés présents dans un mélange. Elle repose sur la séparation des constituants d'un échantillon en fonction de leurs interactions différentielles avec une phase stationnaire et une phase mobile (Snyder et al.). Dans cette étude, les extraits de gomme arabique ont été analysés à l'aide d'un appareil HPLC UltiMate 3000 (figure II.10) et les données traitées par le logiciel Chromeleon 7. La phase stationnaire est une d'une colonne C18. La phase mobile utilisée est un mélange de solvants acétone nitrile/eau acidifiée avec de l'acide acétique avec un ratio (50:50). L'analyse a été réalisée avec une longueur d'onde de détection de 280 nm, un débit d'injection de 2 mL/min, avec un gradient de concentration des éluants qui permet d'améliorer la résolution et la qualité des séparations chromatographiques des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins présents dans les extraits.



**Figure II.9 :** Chromatographie en phase liquide à haute performance(HPLC) (Ultimate 3000)

### II.5.2. Caractérisation quantitative des métabolites secondaires :

Le dosage des métabolites secondaires (polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins) a été déterminé par spectrophotométrie UV–VIS.

#### II.5.2.1. Spectrophotométrie UV-VIS :

La spectrophotométrie UV-Vis est une technique analytique mesurant l'absorption de la lumière par des molécules dans les gammes UV (200-400 nm) et visible (400-700 nm). Cette absorption résulte de transitions électroniques dans les molécules, permettant l'identification et la quantification de substances en solution. La loi de Beer-Lambert, utilisée en spectroscopie UV-Vis, établit une relation linéaire entre l'absorbance (A), la concentration (C) de la substance absorbante, la longueur du trajet optique (l) et le coefficient d'absorption molaire ( $\epsilon$ ) :

$$A = \epsilon \cdot l \cdot C$$

L'appareil UV-Vis utilisé dans notre étude est un spectrophotomètre UV-Vis de type spectroscan 50, et les données sont traitées par le logiciel UV-WIN.5 (Figure II.10)



**Figure II.10 :** Spectrophotomètre UV-Vis de type spectroscan 50 (Photo originale)

### II.5.2.2. Dosage des polyphénols totaux :

Les polyphénols sont des composés antioxydants présents dans de nombreuses plantes, et leur quantification est importante dans diverses études sur les aliments, les plantes médicinales et les produits naturels (Singleton et Ross, (1965)). Le protocole de dosage des polyphénols totaux dans l'extrait aqueux et l'extrait (eau/ acétone) de la gomme arabique est résumé sur la figure II.11.

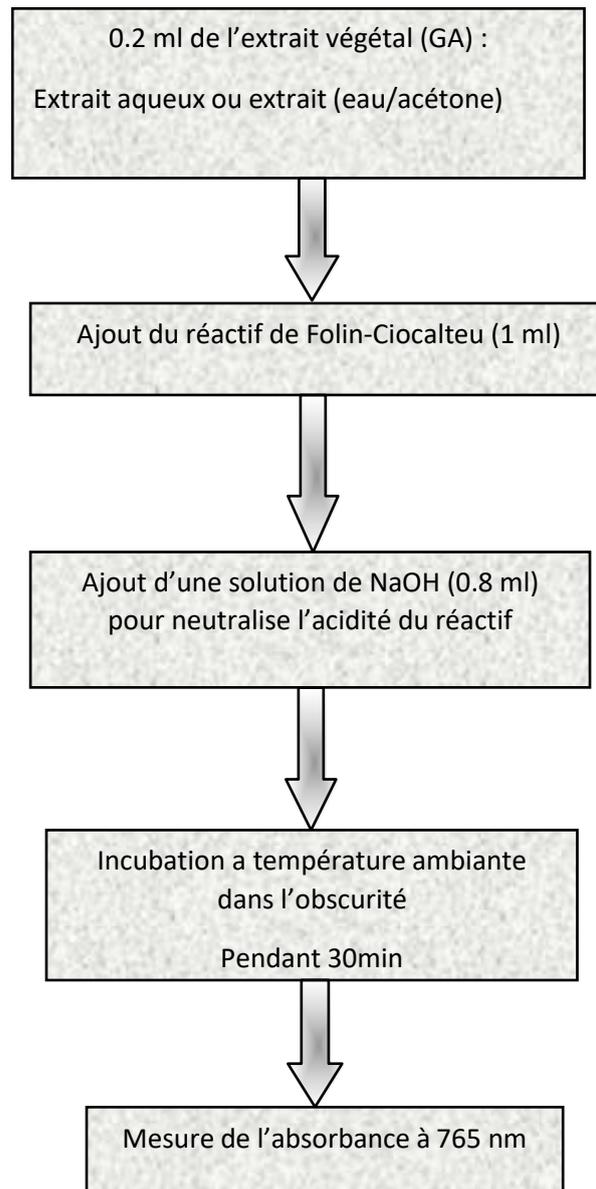


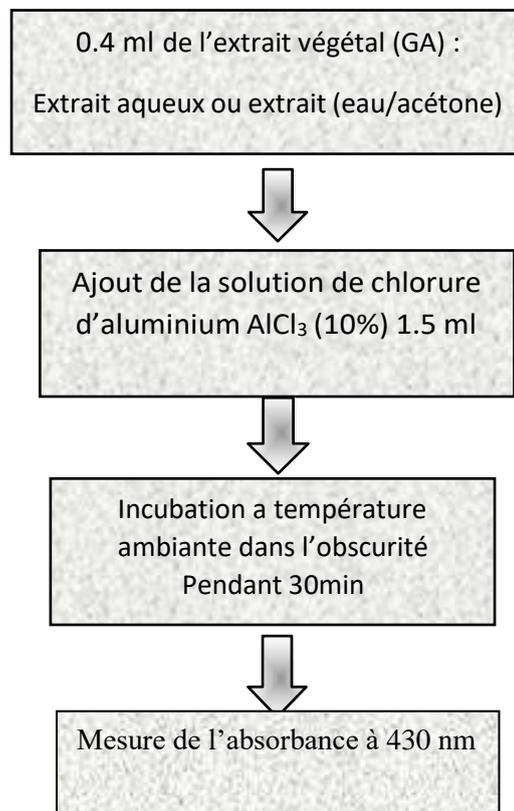
Figure II.11 : Protocole de dosage des polyphénols totaux dans les extraits de GA.

**Expression des résultats :**

Les teneurs en phénols totaux dans les extraits de la gomme arabique sont exprimées en milligrammes (mg) équivalent d'acide gallique par gramme (mg GAE/g). La quantification des polyphénols a été réalisée en exploitant une courbe d'étalonnage tracée avec un standard l'acide gallique à différentes concentrations (0,02-0,2 mg/mL) et dans les mêmes conditions opératoires que les extraits végétaux.

**II.5.2.3. Dosage des Flavonoïdes :**

Les flavonoïdes sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé. Lorsqu'ils réagissent avec les chlorures d'aluminium, ils forment un complexe acide labile très stable, qui se lie aux atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé selon la méthode des trichlorures d'aluminium ( $AlCl_3$ ), telle que décrite par Bahorum et al. (1996), avec quelques ajustements, en utilisant la quercétine comme étalon. (**Bahorum et al. (1996)**). Le protocole de dosage des flavonoïdes dans l'extrait aqueux et l'extrait (eau/acétone) de la gomme arabique est résumé sur la figure II.12.



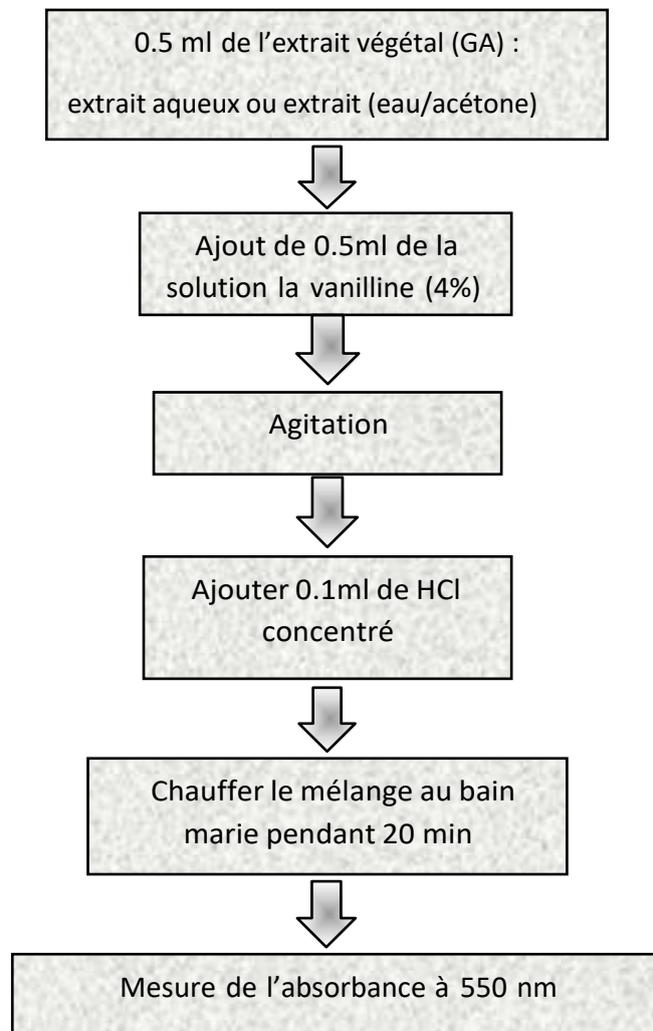
**Figure II.12 :** Protocole de dosage des flavonoïdes dans les extraits de GA.

**Expression des résultats :**

La teneur en flavonoïdes est souvent exprimée en milligrammes (mg) équivalents de quercétine par gramme de poids sec de la gomme arabique. Pour quantifier ces flavonoïdes, on utilise généralement une courbe d'étalonnage établie à partir d'un standard, la quercétine, à diverses concentrations (0,02-0,2mg/ml) et dans des conditions opératoires identiques à celles utilisées pour les extraits végétaux.

**II.5.2.4. Dosage des tanins :**

Les tannins sont des composés phénoliques naturels que l'on trouve largement répandus dans de nombreux végétaux. Ces composés présentent diverses propriétés, telles que des propriétés antioxydantes et astringentes. Pour quantifier ces métabolites, la méthode à la vanilline avec l'acide chlorhydrique (HCl) est souvent utilisée. Cette méthode repose sur la réaction de la vanilline avec les groupes flavonoïdes terminaux des tanins condensés, conduisant à la formation de complexes rouges, appelés anthocyanidols. (Schofield et al (2001)). Le protocole de dosage des tannins dans l'extrait aqueux et l'extrait (eau/ acétone) de la gomme arabique est résumé ci-dessus



**Figure II.13 :** Protocole de dosage des tanins dans les extraits de GA.

**Expression des résultats :**

La teneur des tanins condensés est mesurée en milligrammes d'équivalent de catéchine par gramme de poids sec de gomme arabique. Cette quantification des tanins s'effectue en utilisant une courbe d'étalonnage établie avec un standard, la catéchine, à diverses concentrations (0,05-0,4mg/ml) et dans des conditions opératoires identiques à celles des extraits végétaux.

**II.5.2.5. Dosage des saponines :**

L'indice de mousse est souvent utilisé pour estimer la teneur en saponines dans les échantillons. Les saponines sont des composés qui ont la capacité de former de la mousse lorsqu'ils sont agités en présence d'eau. L'indice de mousse mesure la hauteur de la mousse formée par un échantillon lorsqu'il est agité dans des conditions standardisées. (Karumi et al.2004). Le tableau II.2 présente les volumes d'eau et d'extrait utilisés dans chaque tube pour lesdeux types d'extrait, ainsi que les protocoles de test des saponines qui consistent à agiter vigoureusement chaque tube pendant 15 secondes, puis à laisser le contenu au repos pendant 15 minutes pour observer la formation de mousse persistante, confirmant ainsi la présence de saponines.

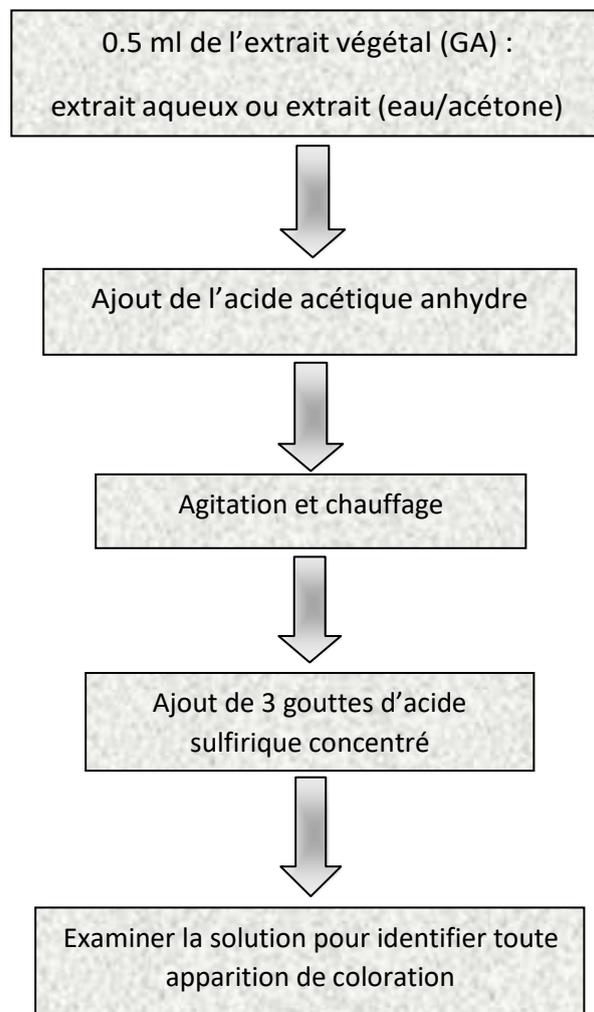
**Tableau II.2 :** Les volumes d'eau et d'extrait utilisés dans chaque tube pour les deux types d'extrait pour le test des saponines.

Tube	Volume d'eau (ml)	Volume d'extrait aqueux (ml)	Volume d'extrait eau-acétone (ml)
1	5	0	0
2	4	1	1
3	3	2	2
4	2	3	3
5	1	4	4

**II.5.2.6. Dosage des stéroïdes et des triterpènes :**

Les terpènes et les stéroïdes sont comme les acides gras d'importantes substances naturelles synthétisées par les organismes vivants à partir de l'acide acétique(Maddaluno et al, 2023).

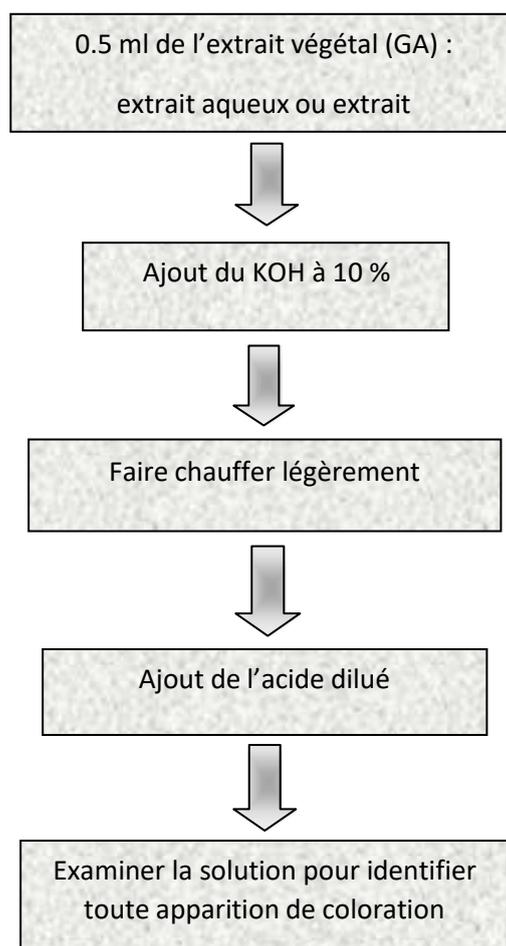
Issus des mêmes précurseurs et formés à partir de l'assemblage d'unités à 5 carbones ramifiées, dérivées du 2-méthylbutadiène (polymères de l'isoprène), les terpénoïdes et les stéroïdes constituent probablement la plus large classe de composés secondaires. Les stéroïdes peuvent être considérés comme des triterpènes tétracycliques ayant perdu au moins trois méthyles (Krief, 2003). Le protocole de dosage des triterpènes et des stéroïdes dans l'extrait aqueux et l'extrait (eau/ acétone) de la gomme arabique est résumé sur la figure II.14.



**Figure II.14 :** Protocole de dosage des stéroïdes et triterpènes dans les extraits de GA.

### II.5.2.7. Dosage des glycosides :

Les glycosides constituent un groupe bien individualisé et d'une grande homogénéité tant structurale que pharmacologique. Leur structure comporte une génine stéroïdique de type cardénolide (en C23) ou bufadiénolide (en C24) et une partie osidique, le plus souvent oligosidique (**Bruneton , 2009**). Le protocole de dosage des glycosides dans l'extrait aqueux et l'extrait (eau/ acétone) de la gomme arabique est résumé sur la figure II.15.



**Figure II.15 :** Protocole de dosage des glycosides dans les extraits de GA.

### II.6. Etude de l'activité anti-oxydante par le test de DPPH (1, 1-Diphényl-2-ptycrylhydrazyl) :

La capacité anti-oxydante peut être mesurée aussi en utilisant des radicaux libres plus stables. Le Radical 1, 1-Diphényl-2-ptycrylhydrazyl (DPPH) est un radical libre plus stable à l'état cristallin et en solution, de coloration violette. Par cette méthode, on considère que l'activité anti-oxydante n'est autre que la capacité des antioxydants d'agir comme piègeurs des radicaux libres. Ils agissent en transférant un atome d'hydrogène ce qui conduit à la disparition du DPPH au cours de la réaction et à un changement de coloration dans la solution initiale. L'avancement de la réaction est suivi par spectrophotométrie à 515 nm.

Plus un composé a la facilité de céder son atome d'hydrogène, plus celui-ci est jugé efficace comme antioxydant. Le pourcentage du DPPH restant est proportionnel à la concentration de l'antioxydant. La concentration du composé phénolique nécessaire pour atteindre une disparition de 50% du DPPH à l'équilibre est connue comme la IC50. (SANCHEZ, MORENO et al.,(1998)). On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation suivante :

Le mécanisme réactionnel du test du radical DPPH peut être illustré comme suit :



Le radical DPPH ( $\text{DPPH}^\bullet$ ) est formé par la dissociation du composé DPPH sous l'effet de la lumière.

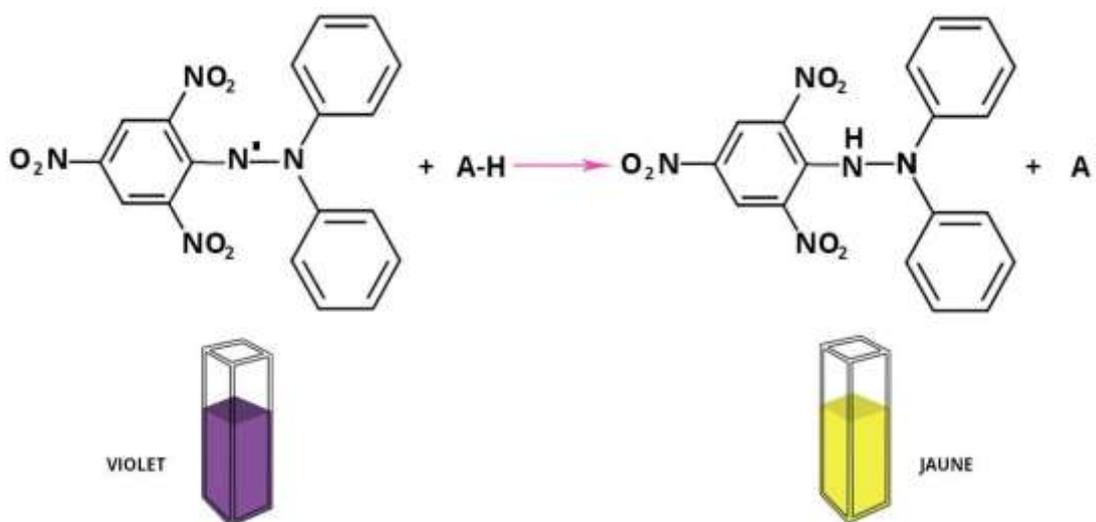


Figure II.16 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test du radical DPPH.

### Protocole :

**Préparation de la solution de DPPH :** La solution de DPPH est préparée en solubilisant 0,4 gde DPPH dans 100 ml d'éthanol.( solution de couleur violet) Figure II.17



Figure II.17 : La solution de DPPH (Photo originale)

***Préparation des Solutions Mères et Filles des Extraits Aqueux et (Eau + Acétone) pour le Test de DPPH :***

La préparation des solutions mères et des solutions filles des extraits aqueux et (eau + acétone) suit un protocole similaire. Tout d'abord, la solution mère est préparée en solubilisant 0,4 g de l'extrait dans 100 ml d'eau pour l'extrait aqueux et dans 100 ml d'eau pour l'extrait (eau + acétone). Ensuite, sept solutions filles sont préparées pour chaque extrait, chacune contenant 2 ml d'extrait à différentes concentrations. À chaque solution fille, 2 ml de DPPH sont ajoutés, et les solutions sont laissées dans l'obscurité pendant 30 minutes. Après la décoloration des solutions, les absorbances sont mesurées à 515 nm.

- L'évaluation de l'activité anti-oxydante par la méthode du piégeage du radical DPPH est exprimée selon la relation suivante :

$$IP (\%) = [ ( A_T - A_E ) / A_T ] * 100$$

**IP (%) :** Pourcentage d'inhibition.

**A<sub>T</sub> :** Absorbance du témoin de DPPH

**A<sub>E</sub> :** Absorbance de l'échantillon.

- Comparaison de l'Activité Antioxydante des Extraits Aqueux et (Eau-Acétone) de la Gomme Arabique avec l'Acide Ascorbique" :

L'efficacité antioxydante des extraits aqueux et (eau-acétone) de la gomme arabique a été évaluée en comparaison avec celle de l'acide ascorbique. L'utilisation de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique, tracée dans des conditions d'analyse similaires, a permis de déterminer leur IC<sub>50</sub>, reflétant leur capacité à inhiber la formation du radical DPPH.

#### Calcul des IC<sub>50</sub> :

L'IC<sub>50</sub>, représentant la concentration inhibitrice médiane, est calculée à partir de la pente de la régression linéaire des données expérimentales du pourcentage de DPPH résiduel par rapport à la concentration en antioxydant. (Pop et al (2017)).

$$IC_{50} (\%) = 50 / a$$

**a** : Représente la pente de la régression linéaire.

#### L'activité anti-radicalaire :

L'activité anti-radicalaire (AAR) est considérée comme étant l'inverse de la valeur de IC<sub>50</sub> trouvée.

$$AAR = 1/IC_{50}$$

**AAR** : Activité anti-radicalaire.

**IC<sub>50</sub>** : La quantité de substance d'antioxydant nécessaire pour réduire 50 %.

### II.7. Protocole de préparation de la crème à base de gomme arabique :

- **Phase huileuse :**

- Faire fondre l'émulsifiant (comme la cire d'abeille) au bain-marie à une température d'environ 70°C.
- Bien mélanger pour obtenir une phase huileuse homogène.

- **Phase aqueuse :**

- Préparez la phase aqueuse en chauffant de l'eau jusqu'à environ 70°C.

- **Formation de l'émulsion :**

- Versez lentement la phase aqueuse dans la phase huileuse en continuant de mélanger vigoureusement à l'aide d'un agitateur magnétique. Cela est crucial pour former une émulsion stable.

- Continuez à agiter jusqu'à ce que les deux phases soient complètement mélangées et l'obtention une texture homogène.

- **Incorporation de l'extrait végétal :**

- Une fois que l'émulsion est formée et que la température atteint environ 40°C, incorporation de l'extrait aqueux de gomme arabique.

- Mélangez bien pour assurer une répartition uniforme de l'extrait dans la crème.

- **Refroidissement et conditionnement :**

- Laissez la crème refroidir à température ambiante tout en continuant à remuer légèrement pour éviter la formation de grumeaux.

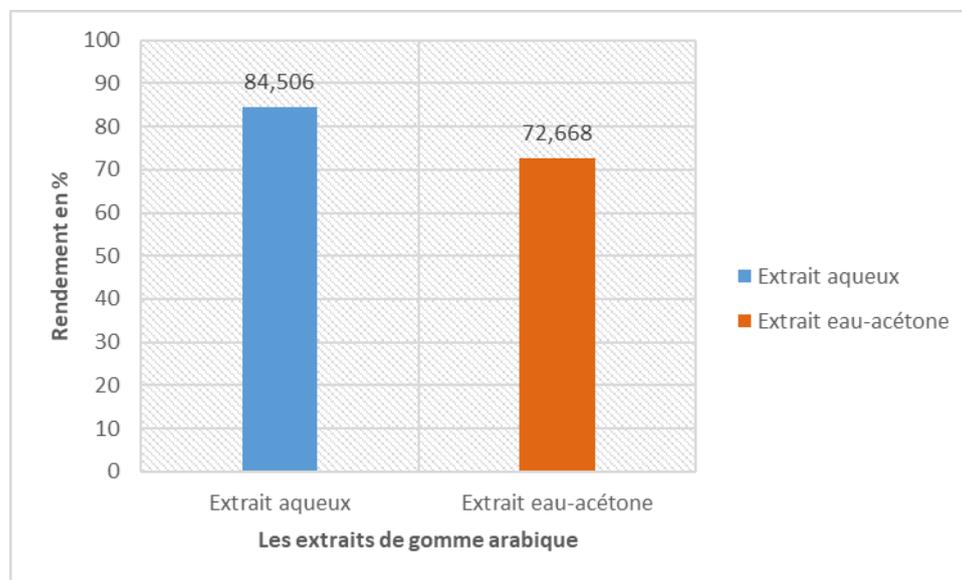
- Ajout un conservateur (Vitamine E).

- Une fois refroidie, transférez la crème dans un récipients propres et stérilisés pour la conservation.

## **Chapitre III : Résultats et Discussions**

### III.1. Rendement de l'extraction aqueuse par décoction et par macération dans un mélange (eau - acétone) de la gomme arabique :

Les rendements des deux extractions de la gomme arabique sont représentés sur la figure III.1.



**Figure III.1 :** Les rendements des deux extractions de la gomme arabique

Les résultats obtenus (figure III.1) montrent que les deux méthodes présentent un rendement intéressant. L'extraction aqueuse par décoction présente un rendement de **84.506 %**, légèrement supérieur à celui obtenu pour l'extraction par macération dans le mélange eau-acétone, qui est de **72.668 %**. La différence de rendement entre l'extraction aqueuse par décoction et l'extraction par macération dans le mélange eau-acétone peut être attribuée à plusieurs facteurs. La solubilité des composés varie entre l'eau et l'acétone, influençant ainsi leur extraction respective. Les méthodes d'extraction peuvent également affecter la composition chimique de l'extrait final, avec la décoction favorisant l'extraction de composés thermiquement dégradables et la macération privilégiant les composés hydrophobes (**Smeltzer et al**). Le temps d'extraction joue un rôle crucial, une décoction prolongée permettant une extraction plus complète des composés solubles dans l'eau (**Simmonds MSJ**). Les solvants utilisés ont également un impact, l'acétone dissolvant des composés différents de l'eau (**Smith & Dupont (2023)**). Enfin, les effets synergiques entre l'eau et l'acétone peuvent moduler l'efficacité de l'extraction, influencés par des variables telles que la température et le Ph (**Martin & Dupuis (2022)**).

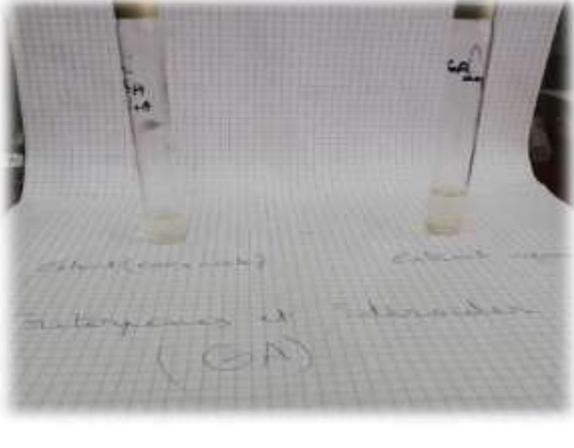
**III.2. Identification qualitative et quantitative des extraits de la gomme arabique :**

**III.2.1. Tests phytochimiques :**

Les résultats des tests phytochimiques des différents métabolites secondaires extraits de la gomme arabique par décoction et macération et avec les différents solvants eau et eau acétone, sont résumés dans le tableau III.1.

Tableau III.1 : Résultat des tests phytochimiques des deux extraits de la gomme arabique.

Solvant	Tests	Aperçu			Résultats
Eau	Tannins				Positif +++
	Flavonoïdes				Positif +++
	Polyphénols totaux				Positif +++
		Réactif vanilline + HCl couleur rouge	Réactif AlCl <sub>3</sub> Couleur orangée	Couleur Bleue	
Mélange Eau-acétone	Tannins				Positif +++
	Flavonoïdes				Positif +++
	Polyphénols totaux	Vanilline+HCl Couleur rouge	AlCl <sub>3</sub> Couleur orangée	Couleur bleue	Positif +++

Solvant	Test	Aperçu		Résultats
Mélange Eau-acétone (gauche)  Eau (droite)	Triterpènes et stéroïdes			Négatif ---
		Réactif KOH + acide dilué	Réactif KOH + acide dilué	
Mélange Eau-acétone (gauche)  Eau (droite )	Glycosides			Négatif ---
		Réactif acide acétique anhydre	Réactif acide acétique anhydre	

L'interprétation des tests phytochimiques sur les extraits de gomme arabique avec des réactifs spécifiques à chaque type de métabolites confirme la présence de métabolites secondaires importants tels que les polyphénols, les flavonoïdes, ainsi que les tannins. Leur concentration varie selon le solvant utilisé et la méthode d'extraction (Dupont & Martin, 2022). Il est notable que l'eau et l'acétone se révèlent être des solvants polaires efficaces pour extraire une large gamme de métabolites secondaires (Grauso et al., 2009). Cependant, les tests des triterpènes et des glycosides sont négatifs, ce qui indique l'absence de triterpènes et de glycosides dans la gomme arabique (Dupont & Martin).

#### III.2.2. Spectrophotométrie infrarouge IR :

Les spectres IR de l'extrait aqueux et l'extrait eau-acétone de la gomme arabique dans figure III.1, et figure III.2. (annexe 2), présentent quelques pics similaires :

- **Large bande autour de 3600-3200  $\text{cm}^{-1}$**  : correspond aux vibrations d'étirement des groupes hydroxyles présents dans les polysaccharides et l'eau associée.
- **Bande entre 1700-1750  $\text{cm}^{-1}$**  : Vibration d'étirement des groupes carbonyles (C=O) des acides carboxyliques.
- **Bande autour de 1300-1200  $\text{cm}^{-1}$**  : Vibration d'étirement C-O des groupes carboxyles.
- **Bande amide I autour de 1700-1600  $\text{cm}^{-1}$**  : Principalement due à l'étirement C=O.
- **Bande amide II autour de 1550-1500  $\text{cm}^{-1}$**  : Due à la combinaison des vibrations de déformation N-H et d'étirement C-N.
- **Bande amide III autour de 1300-1200  $\text{cm}^{-1}$**  : Due à l'étirement C-N et la déformation N-H.
- **Pic autour de 1150-1000  $\text{cm}^{-1}$**  : Vibration d'étirement C-O-C typique des liaisons glycosidiques dans les polysaccharides.
- **Bande autour de 3000-2800  $\text{cm}^{-1}$**  : Vibration d'étirement des liaisons C-H des groupes méthyle et méthylène.
- **Bande autour de 1480-1350  $\text{cm}^{-1}$**  : Vibration de déformation des liaisons C-H

Les différences observées dans le spectre de l'extrait eau-acétone de la gomme arabique présente des bandes supplémentaires qui refléteraient la composition chimique légèrement modifiée due à l'effet des solvants sur l'extraction des différents composants. Ses différences se résument dans des bandes caractéristiques des composés phénoliques (aromatiques) entre 1400-1600  $\text{cm}^{-1}$  (étirement C=C aromatique) et autour de 3000  $\text{cm}^{-1}$  (C-H aromatique).

Et la présence des lipides avec des bandes autour de  $1740\text{ cm}^{-1}$  (étirement C=O des esters) et des bandes supplémentaires dans la région  $2800\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$  (étirement C-H des chaînes aliphatiques).

#### III.2.3. Diffraction rayons X (DRX) :

Les diffractogrammes des extraits de la gomme arabique sont représentés sur la figure III.3 et la figure III.4 (annexe 2). Les deux extraits montrent un pic bien défini à  $20^\circ$ , suggérant une certaine cristallinité dans les deux extraits de gomme arabique, ce qui indique une structure organisée dans certaines parties du matériau. En revanche, les épaulements larges entre  $40^\circ$  et  $50^\circ$  indiquent la présence de composantes amorphes ou désordonnées, typiques des polymères naturels et des matériaux organiques complexes. La gomme arabique est un polysaccharide complexe, et il est courant de trouver des régions à la fois cristallines et amorphes. Les zones cristallines peuvent être dues à des segments réguliers et répétitifs dans les chaînes polysaccharidiques, tandis que les zones amorphes peuvent être dues à des branches irrégulières ou des interactions complexes entre les chaînes (**Bernard & Moreau, (2023)**). La similitude des résultats observés dans l'analyse DRX de l'extrait aqueux et de l'extrait eau-acétone de la gomme arabique suggère que l'ajout d'acétone à l'eau n'altère pas significativement la structure cristalline ou amorphe de la gomme arabique dans les conditions d'extraction utilisées. Cela pourrait indiquer que les segments cristallins et amorphes de la gomme arabique sont solubles dans les deux types de solvants, ou que les solvants n'ont pas un effet différentiel majeur sur la structure de la gomme arabique.

#### III.2.4. Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) :

Toutes les analyses HPLC ont été réalisées avec un appareil Ultimate 3000 équipé d'une colonne C18. La phase mobile utilisée était un mélange de solvants comprenant 100 ml d'eau et 0,2 ml d'acide acétique. Les analyses ont été effectuées à une longueur d'onde de 280 nm sur une durée de 35 minutes. Les chromatogrammes des deux extraits de gomme arabique sont représentés dans les Figures III.5 et III.6 (Annexe 2).

Le chromatogramme de l'extrait aqueux de la gomme arabique présente plusieurs pics caractéristiques :

- Les pics polaires à 1,08 min et 2,95 min indiquent probablement des sucres simples, des disaccharides ou des acides uroniques, typiques des polysaccharides hydrosolubles présents dans la gomme arabique (**Osman & Ahmed, (2009)**). (**Anderson & Stoddart, (1966)**).

- Les pics intermédiaires à 7,86 min pourraient représenter des peptides ou des molécules organiques intermédiaires (**Montreuil et al, (1964)**).
- Les pics non polaires à 22,84 min, 24,00 min, 25,00 min et 26,89 min suggèrent la présence de composés hydrophobes, probablement des protéines, des glycoprotéines ou d'autres macromolécules plus complexes (**Siddig Ibrahim Abdel Rahman, (2016)**).

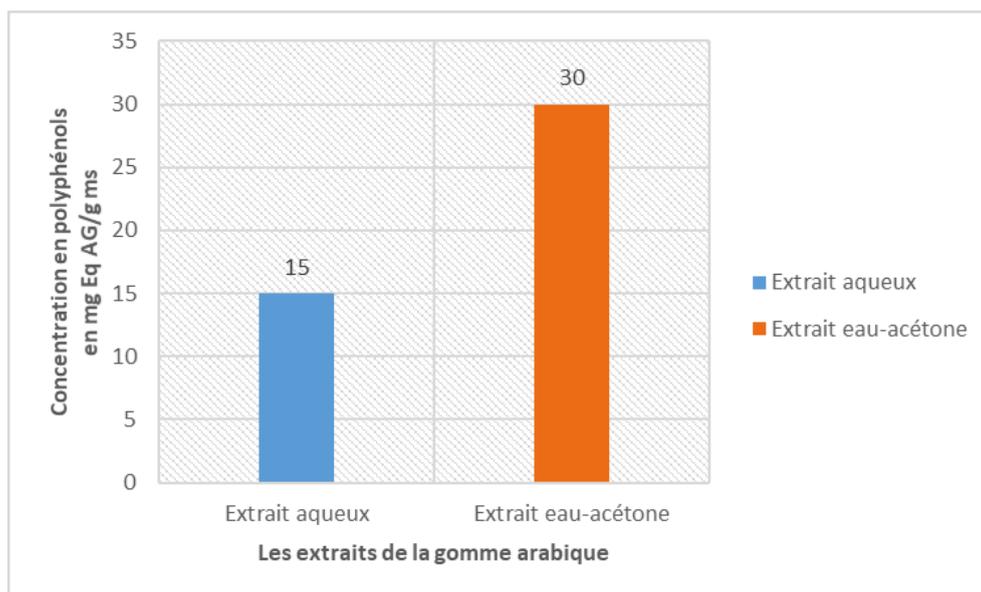
Le chromatogramme de l'extrait eau-acétone de la gomme arabique présente quelques pics similaires à ceux observés dans le chromatogramme de l'extrait aqueux (à 1,08 min et 2,95 min,) ainsi qu'à (22,84 min, 24,00 min, 25,00 min et 26,89 min), mais ceux-ci sont beaucoup moins intenses. Cela suggère que ces composés sont extraits moins efficacement par le mélange eau-acétone par rapport à l'eau seule, ou que le mélange eau-acétone cause une précipitation partielle ou une dénaturation de ces composés, les rendant moins détectables en HPLC. Les composés intermédiaires polaires, comme celui à 7,86 min, peuvent ne pas être solubles dans le mélange eau-acétone, ce qui explique leur absence dans l'extrait eau-acétone de la gomme arabique.

#### **III.2.5. Dosage des composés phénoliques :**

##### **III.2.5.1. Dosage des polyphénols totaux :**

Une des caractéristiques des polyphénols, partagée généralement avec l'ensemble des métabolites secondaires, est leur répartition très inégale chez les différentes espèces végétales, et pour une même espèce, selon la variété et le stade d'évolution physiologique (**Macheix et al., 2005**).

Le dosage des phénols totaux est réalisé par l'exploitation de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, exprimée en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de poudre végétale (Figure III.7, Annexe 2). Une comparaison de la teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits de gomme arabique est représentée sur Figure III.2.

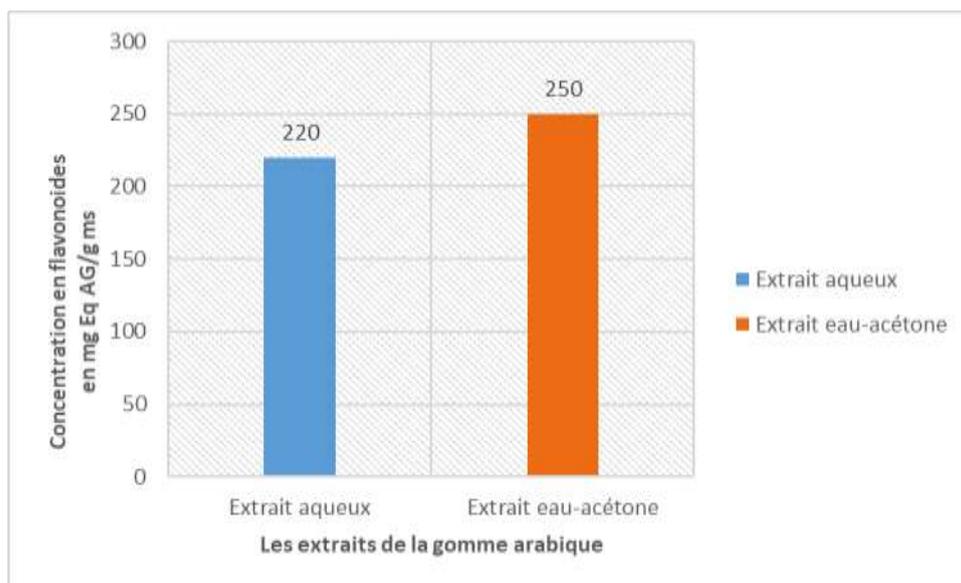


**Figure III.2 :** Comparaison de la teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits de GA.

Les résultats de la Figure III.2 montrent que la concentration en polyphénols totaux est d'environ 15 mg Eq AG/g ms pour l'extrait aqueux et de 30 mg Eq AG/g ms pour l'extrait eau-acétone, indiquant que le mélange eau-acétone est plus efficace pour extraire les polyphénols de la gomme arabique (Uzunigbe et al. 2019). Cette différence s'explique par la meilleure solubilité des polyphénols dans les solvants organiques, permettant au mélange eau-acétone de dissoudre une plus grande quantité de composés phénoliques comparé à l'eau seule (Bouزيد et al., 2011).

#### III.2.5.2. Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes est réalisé par l'exploitation de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, exprimée en milligrammes équivalents de quercétine par gramme de poudre végétale (Figure III.8, Annexe 2). Une comparaison de la teneur en flavonoïdes dans les deux extraits de gomme arabique est représentée sur la Figure III.3.

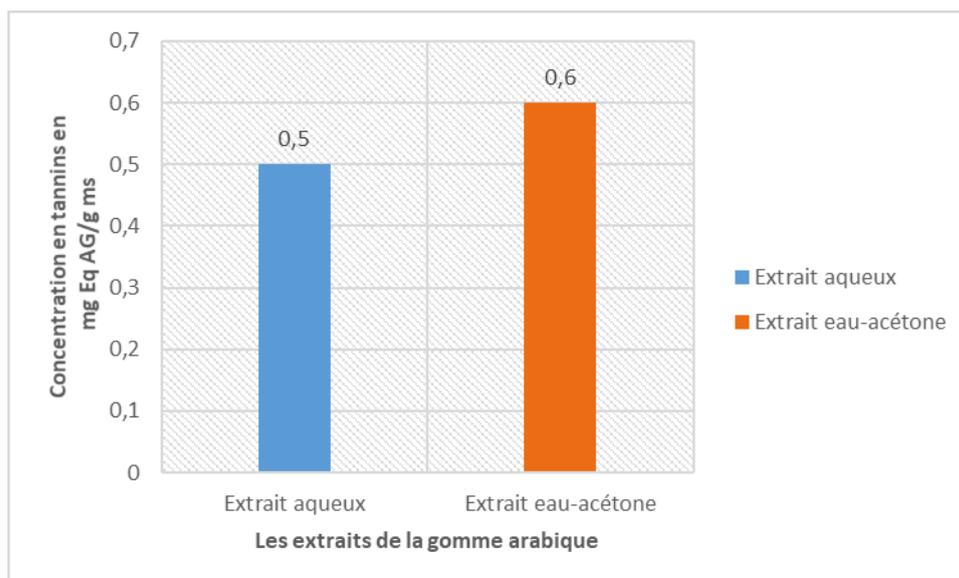


**Figure III.3 :** Comparaison de la teneur en flavonoïdes dans les deux extraits de GA.

Le graphique de la figure III.3 montre que la concentration en flavonoïdes est d'environ 220 mg Eq Q/g ms pour l'extrait aqueux et de 250 mg Eq Q/g ms pour l'extrait eau-acétone, indiquant que le mélange eau-acétone est légèrement plus efficace pour extraire les flavonoïdes de la gomme arabique que l'eau seule. Cette différence peut être attribuée à la meilleure solubilité des flavonoïdes dans les solvants organiques (**Falleh et al.,2008**).

### III.2.5.3. Dosage des tannins :

Le dosage des tannins dans les extraits de la gomme arabique est réalisé par l'exploitation de la courbe d'étalonnage, exprimée en milligrammes équivalents de catéchine par gramme de poudre végétale. (Figure III.9, Annexe 2). Une comparaison de la teneur en tannins dans les deux extraits de gomme arabique est représentée sur la Figure III.4.



**Figure III.4 :** Comparaison de la teneur en tannins dans les deux extraits de GA.

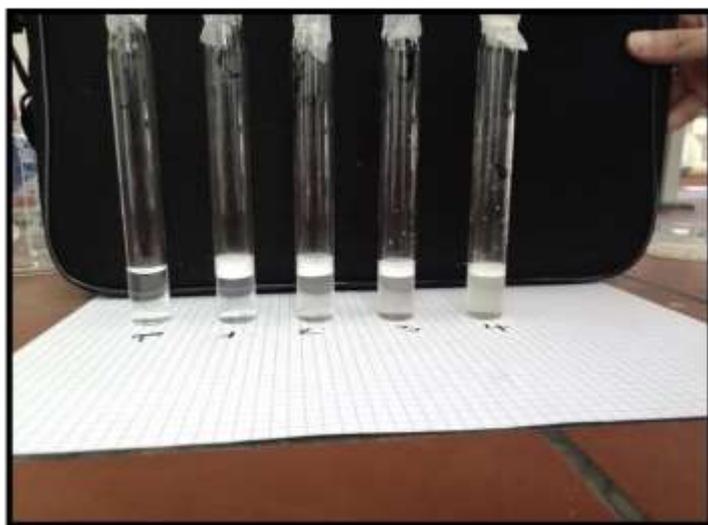
La figure III.4 montre que les concentrations en tannins pour l'extrait aqueux et pour l'extrait eau-acétone sont légèrement différentes, indiquant que le mélange eau-acétone est légèrement plus efficace pour extraire les tannins de la gomme arabique que l'eau seule. Cette différence peut être attribuée à la meilleure solubilité des tannins condensés comme les proanthocyanidines dans les solvants organiques comme l'acétone. (Zaiter (2017)).

#### III.2.5.4. Dosage des saponines :

Les saponines sont des composés chimiques présents dans diverses plantes. Elles possèdent des propriétés tensioactives, ce qui signifie qu'elles peuvent former des mousses stables dans l'eau ou d'autres solvants. La détection des saponines dans l'extrait aqueux et l'extrait eau-acétone de la gomme arabique est représenté respectivement sur la figure III.5 et la figure III.6.



**Figure III.5 :** La détection des saponines dans l'extrait aqueux de la gomme arabique.



**Figure III.6 :** La détection des saponines dans l'extrait eau-acétone de la gomme arabique

L'ensemble des résultats obtenus pour le test des saponines dans les extraits de la gomme arabique son résumés dans le tableau III.2.

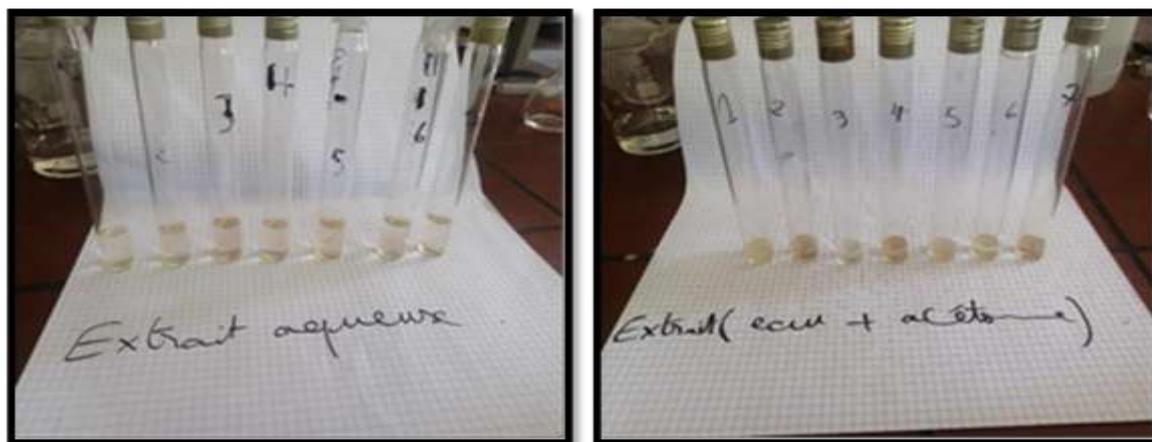
**Tableau III.2** : La détection des saponines dans les extraits aqueux et eau-acétone de la gomme arabique

Tube	Volume de l'extrait ajouté	Hauteur (cm) de la mousse pour l'extrait aqueux	Hauteur (cm) de la mousse pour l'extrait (eau-acétone)
1	0	0	0
2	1	0,7	0,9
3	2	0,9	0,7
4	3	1,1	0,6
5	4	1,3	0,5

Les résultats du tableau III.2 montrent que la hauteur de la mousse augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait aqueux de gomme arabique, passant de 0,7 cm (pour un volume de 1 ml d'extrait) à 1,3 cm (pour un volume de 4 ml d'extrait). En revanche, pour l'extrait eau-acétone, il est observé que la hauteur de la mousse est inversement proportionnelle à l'augmentation de la concentration de l'extrait eau-acétone, passant de 0,9 cm (pour un volume de 1 ml) à 0,5 cm (pour un volume de 4 ml). Les résultats observés suggèrent que l'eau extrait plus efficacement les saponines par rapport à l'acétone. L'eau est souvent un solvant efficace pour extraire les composés polaires tels que les saponines, tandis que l'acétone est plus efficace pour extraire les composés non polaires (**François Nsemi MUANDA**).

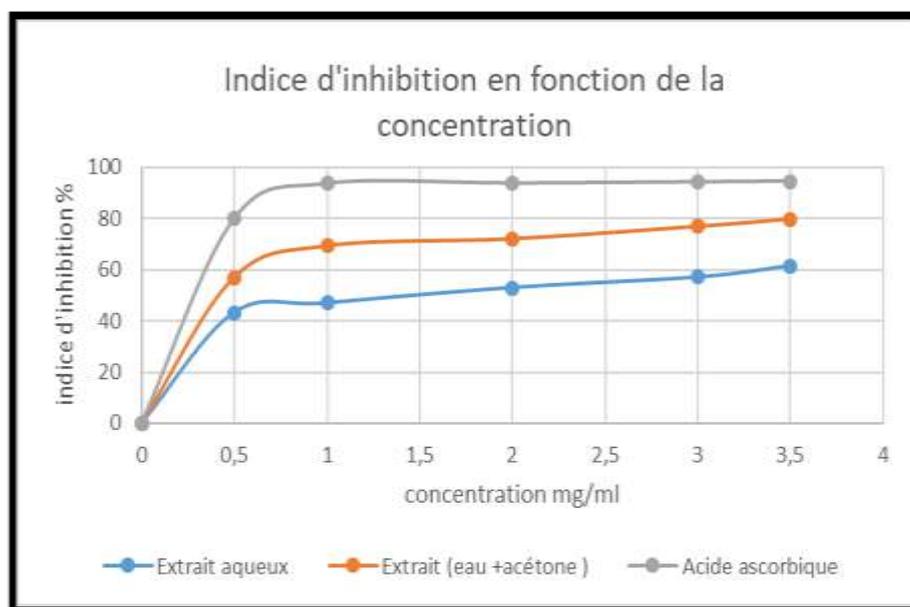
### III.3. Résultats du test de l'activité anti-oxydante de la gomme arabique par piégeage du radical DPPH (1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) :

Les résultats de l'activité antioxydante de extraits aqueux et l'extrait eau - acétone de la gomme arabique par le piégeage du radical DPPH sont représentés sur les figures III.7.



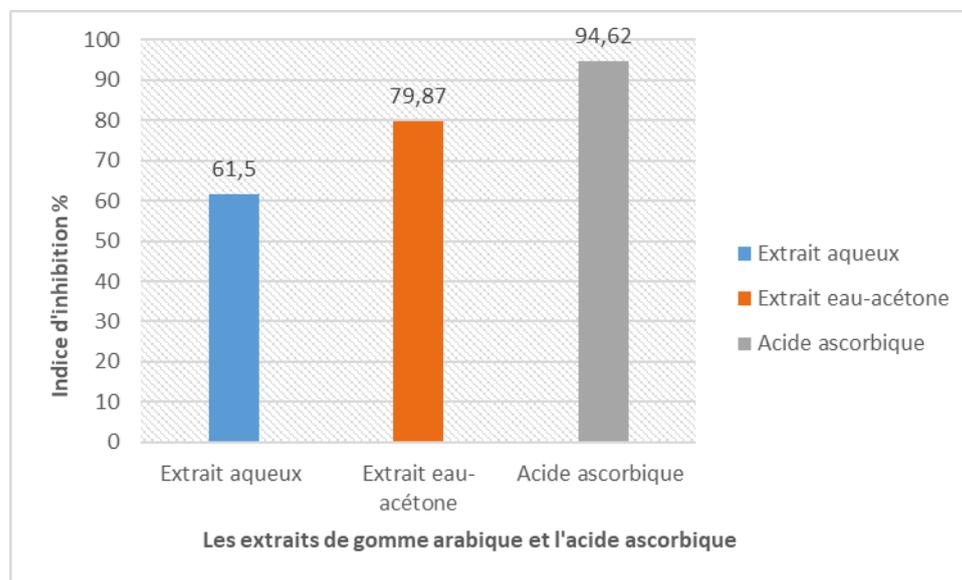
**Figure III.7 :** Résultats des tests antioxydants par le piégeage du radical DPPH.  
 A gauche : extrait aqueux de la gomme arabique  
 A droite extrait eau- acétone

L'activité anti-radicalaire des extraits est comparée à un antioxydant puissant qui est l'acide ascorbique. L'efficacité inhibitrice des extraits aqueux et eau –acétone de la gomme arabique en comparaison avec celle de l'acide ascorbique est représentée sur la Figure III.8.



**Figure III.8 :** Indice d'inhibition en fonction de la concentration. des extrait de la gomme arabique et l'acide ascorbique

Les résultats de la figure III.8 montrent que les extraits de gomme arabique ont une efficacité antioxydante intéressante. Cette efficacité dépasse les 60% pour l'extrait aqueux et avoisine les 80% pour l'extrait eau-acétone, une efficacité qui reste relativement proche de celle de l'acide ascorbique, évaluée à 94,62%, comme illustré sur la **figure III.9**.



**Figure III.9 :** Comparaison de l'efficacité inhibitrice des extraits de gomme arabique et de l'acide ascorbique.

Le taux plus élevé de métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins dans l'extrait eau-acétone contribue à son efficacité inhibitrice accrue. Ces composés sont connus pour avoir des propriétés antioxydantes et antiradicalaires, qui sont souvent associées à des effets inhibiteurs sur les processus oxydatifs impliqués dans la formation de radicaux libres et le stress oxydatif.

#### III.4. L'Évaluation de l'efficacité inhibitrice des extraits de gomme arabique :

##### Détermination de l'IC50 :

L'IC50 (concentration inhibitrice à 50 %) est une mesure utilisée en pharmacologie et en biochimie pour évaluer l'activité d'un agent inhibiteur, comme un médicament ou un composé chimique, sur une réaction biologique ou un processus cellulaire spécifique. Plus précisément, l'IC50 représente la concentration d'un inhibiteur nécessaire pour réduire l'activité biologique ou la croissance cellulaire de 50 % par rapport à un contrôle. Une valeur d'IC50 plus faible indique une plus grande efficacité inhibitrice, car cela signifie qu'une concentration plus faible de l'extrait est nécessaire pour obtenir l'effet souhaité. (Hobi et Eddouks, 2016).

Les résultats d'IC50 des extraits de la gomme arabique et le control (acide ascorbique) pour inhiber 50 % du radical libre DPPH, sont illustrés dans le tableau III.3.

**Tableau III.3 :** IC 50 des extraits de gomme arabique et le control (acide ascorbique) pour inhiber 50 % du radical libre DPPH.

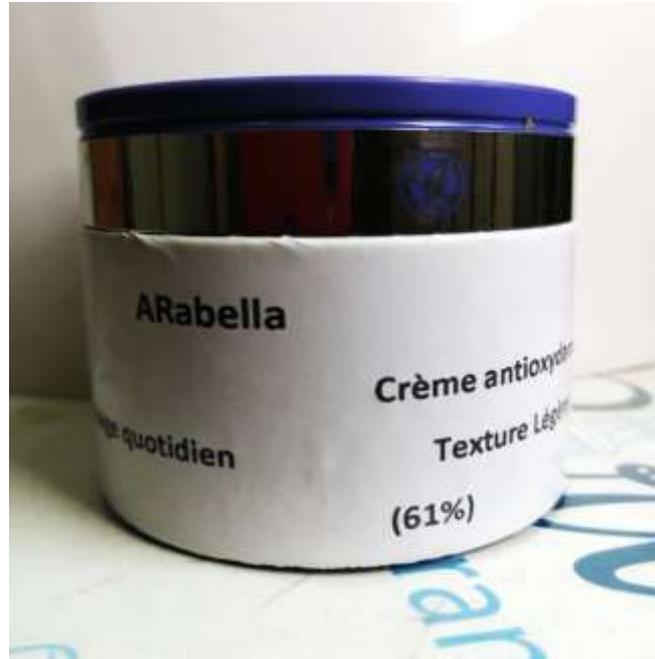
<b>Extrait</b>	<b>IC 50</b>
<b>Aqueux</b>	0,62
<b>Eau-acétone</b>	0,42
<b>Acide ascorbique</b>	0,27

Les données du tableau III.3 présentent les valeurs d'IC50 pour les extraits de gomme arabique et l'acide ascorbique en tant que contrôle dans l'inhibition de 50 % du radical libre DPPH. L'IC50 représente la concentration nécessaire pour réduire l'activité du radical libre de moitié. L'extrait eau-acétone de gomme arabique affiche un IC50 de 0,42, tandis que l'extrait aqueux présente un IC50 légèrement plus élevé de 0,62. En comparaison, l'acide ascorbique montre la plus forte efficacité inhibitrice avec un IC50 de 0,27. Ces résultats indiquent que l'extrait eau-acétone de gomme arabique est plus efficace que l'extrait aqueux dans la réduction du radical libre DPPH, bien que l'acide ascorbique demeure le plus puissant des trois agents testés. Cette variation met en lumière l'importance de la méthode d'extraction et des composés spécifiques présents dans les extraits dans leur capacité à agir comme antioxydants, offrant ainsi des informations précieuses pour leur utilisation potentielle dans divers domaines de la santé et de l'industrie alimentaire.

### **III.5. La préparation d'une crème à effet antioxydant :**

"Arabella", figure III.10 une crème à effet antioxydant, a été formulée en utilisant un extrait aqueux de gomme arabique. Ce choix d'ingrédient vise à capitaliser sur les propriétés antioxydantes de la gomme arabique, reconnue pour sa capacité à neutraliser les radicaux libres et à protéger la peau contre les dommages oxydatifs. En incorporant cet extrait dans la crème, "Arabella" cherche à offrir une protection contre les effets néfastes des radicaux libres, aidant ainsi à prévenir le vieillissement prématuré de la peau et à maintenir son éclat et sa santé.

Cette crème antioxydante représente donc une option de soin cutané naturelle et efficace, répondant aux besoins croissants des consommateurs soucieux de préserver la jeunesse et la vitalité de leur peau »



**Figure III.10 :** Crème antioxydante à base d'extrait aqueux de gomme arabique préparée au laboratoire.

✓ **Posologie :**

1. Appliquer une petite quantité de crème sur la peau propre et sèche.
2. Répartir la crème uniformément sur la peau, en évitant le contact avec les yeux et les muqueuses.
3. Masser délicatement la crème jusqu'à absorption complète.
4. Utiliser la crème une à deux fois par jour, de préférence le matin et/ou le soir.
5. Suivre attentivement les instructions du fabricant fournies avec le produit.
6. En cas de doute ou de préoccupations spécifiques, consulter un professionnel de la santé ou un dermatologue avant utilisation.

**Conclusion**

**et**

**Perspectives**

## Conclusion et perspectives

Les résultats de cette étude montrent que les méthodes d'extraction de la gomme arabique, tant par décoction aqueuse que par macération dans un mélange eau-acétone, offrent des rendements significatifs, avec une préférence légère pour la décoction aqueuse. Cette différence de rendement peut être attribuée aux propriétés solubles différentes des composés dans l'eau par rapport à l'acétone, ainsi qu'à la durée et aux conditions d'extraction. Les analyses phytochimiques révèlent la présence de polyphénols, flavonoïdes et tannins dans les extraits, influencée par le choix du solvant et de la méthode d'extraction. Les diffractogrammes des rayons X montrent une structure cristalline et amorphe typique des polysaccharides complexes comme la gomme arabique, préservée de manière similaire par les deux solvants utilisés.

L'évaluation par HPLC indique une différence dans l'efficacité d'extraction des composés phénoliques entre l'eau et le mélange eau-acétone, avec une concentration plus élevée de polyphénols et de flavonoïdes dans ce dernier. Cette efficacité accrue se reflète également dans les tests d'activité antioxydante, où l'extrait eau-acétone montre une meilleure capacité à neutraliser le radical libre DPPH par rapport à l'extrait aqueux.

Enfin, la formulation d'une crème antioxydante utilisant un extrait aqueux de gomme arabique capitalise sur ces propriétés pour offrir une protection contre les dommages oxydatifs cutanés. Cette approche répond aux besoins croissants des consommateurs pour des produits de soin naturels et efficaces, visant à préserver la jeunesse et la santé de la peau à travers des propriétés antioxydantes bien documentées de la gomme arabique.

Dans les perspectives futures, plusieurs axes de recherche et d'application pourraient être explorés à partir des résultats obtenus. Tout d'abord, il serait intéressant de pousser d'avantage l'analyse des mécanismes d'extraction pour optimiser les rendements et la qualité des extraits, en variant par exemple les conditions de température et de pH, ainsi que les durées d'extraction. Cela permettrait de mieux comprendre les interactions entre les solvants et les composés bioactifs de la gomme arabique. De plus, étant donné les différences observées dans la composition phytochimique et l'activité antioxydante des extraits aqueux et eau-acétone, des études approfondies pourraient être menées pour identifier et quantifier spécifiquement les composants responsables de ces propriétés. Cela pourrait ouvrir la voie à la création de formulations plus ciblées et efficaces pour des applications dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire.

En parallèle, l'évaluation de nouvelles applications potentielles de la gomme arabique, en exploitant ses propriétés antioxydantes et ses autres activités biologiques, pourrait diversifier ses usages thérapeutiques et industriels. Par exemple, des études sur ses effets immunomodulateurs, ses propriétés anti-inflammatoires et ses applications en tant qu'excipient dans des formulations médicamenteuses pourraient être envisagées.

Enfin, pour répondre aux préoccupations croissantes concernant la durabilité et l'impact environnemental, des recherches sur la durabilité de la récolte et la gestion des ressources d'Acacia pourraient être intégrées. Cela inclut l'étude des pratiques agricoles et des méthodes de récolte respectueuses de l'environnement, ainsi que l'évaluation de la biodégradabilité et de l'impact écologique des produits contenant de la gomme arabique.

En résumé, les résultats actuels offrent une base solide pour approfondir notre compréhension et notre utilisation de la gomme arabique, ouvrant la voie à de nouvelles applications innovantes et durables dans divers secteurs industriels et thérapeutiques

## Références

### -A-

- Aaref, M. & Haded, M. "Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (région d'Oued Souf)." Mémoire du Master, Université El Chahid Hamma Lakhder, Oued Souf, Algérie, 2015, pp. 3-19.
- Aaref, M., & Haddad, M. "Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (antioxydante et antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (région d'Oued Souf)." Mémoire de fin de cycle, Université El Chahid Hamma Lakhder-Oued Souf, Algérie, 2015, pp. 3-19.
- Al-Assaf, S., Phillips, G.O., Aoki, H., Sasaki, Y. "Characterization and properties of *Acacia senegal* (L.) Wild. Var. *senegal* with enhanced properties (*Acacia* (sen) SUPER GUM™): part 1- controlled maturation of *Acacia senegal* var. *senegal* to increase viscoelasticity, produce a hydrogel form and convert a poor into a good emulsifier." *Food Hydrocolloids*, vol. 21, 2007, p. 31.
- Al-Assaf, S., Phillips, G.O., Williams, P.A. "Studies on acacia exudate gums. Part I: the molecular weight of *Acacia Senegal* gum exudate." *Food Hydrocolloids*, vol. 19, 2005a, pp. 647-660.
- Ali, B.H., Ziada, A., Blunden, G. "Food Chem. Toxicol. 47, 1–8."
- Anderson, D.M.W., & Stoddart, J.F. "The structure of gum arabic. Part I. Identification of the glycosidic linkages present in a component of the polysaccharide complex." *Carbohydrate Research*, vol. 2, no. 2, 1966, pp. 104-114.

### -B-

- Bahorun, T., B. Gressier et al. "Oxygen species scavenging activity of phenolic extract from Hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations." *Arzneimittel-Forschung/Drug Research*, vol. 46, no. 11, 1996, pp. 1086-1089.
- Angiosperm phylogeny Group. "An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG IV : " *Botanical Journal of the Linnean society*, 2016. APweb.
- Bernard, C., & F. Moreau. "Structural characteristics of Arabic gum: Crystalline and amorphous regions." *Journal of Polysaccharide Research*, vol. 28, no. 2, 2023, pp. 78-92.

- Bohi, G., A. Adima, B. Niamké et D. N'Guessan. "Etude comparative de trois méthodes d'extraction des flavonoïdes totaux à partir des feuilles de plantes médicinales : *Azadirachta indica* et *Psidium guajava*." *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, vol. 46, 2018, pp. 50-58.
- Bouallala, H., Smith, J., and Dupont, P. "Title of the Article." *Journal Name*, vol. 12, no. 3, 2014, pp. 45-58.
- Bouzid, W., M. Yahia, M. Abdeddaim, M.C. Aberkane et A. Ayachi. "Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de l'aubépine monogyne libanaise." *Science Journal*, vol. 12, no. 1, 2011, pp. 59-69.
- Bruneton, J. *Pharmacognosie - Phytochimie, Plantes médicinales*. 4ème édition, Tec & Doc, Médecines internationales, 2009, pp. 309-353.
- Bruneton, J. *Pharmacognosie - Phytochimie, Plantes médicinales*. 3ème édition, Tec & Doc, Paris, 2009, p. 1120.
- Bruneton, J. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales*. 3ème édition, Techniques et documentations, Paris, 1999.

#### -C-

- Cermak, R., U. Follmer, and S. Wolfram. "Dietary flavonol quercetin induces chloride secretion in rat colon." *American Journal of Physiology*, vol. 275, 1998, pp. G1166-G1172.
- Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. "Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs and their biological activities." *Comptes Rendus Biologies*, vol. 331, 2008, pp. 372-379.

#### -D-

- Dellile, L. *Les plantes médicinales d'Algérie*. Éditions Berti, Alger, Algérie, 2007.
- Djabou, N. *Sambucus Nigra L., une plante de la pharmacopée traditionnelle Nord africaine*. Mémoire de Magistère en chimie - Option: Chimie Organique Appliquée, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2006, 143 p.
- Dommergues, Y. R., Duhoux, E., & Diem, H. G. "Les arbres fixateurs d'azote." Chapitre : 8 Principales espèces de légumineuses ligneuses fixatrices d'azote. *Acacias*, 1998, p. 246.
- Dupont, J., & Martin, A. "L'interprétation des tests phytochimiques sur les extraits de gomme arabique." *Journal de Phytochimie*, vol. 12, no. 3, 2022, pp. 123-135.

- Dutertre, J. "Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste." Thèse. Doc. Univ. Bordeaux 2 - Victor Segalen. U.F.R des sciences médicales, 2011, 120 p.

### **-E-**

- Emeraux, E. "Propriétés biologiques des flavonoïdes : étude bibliographique et évaluation de l'activité antioxydante." Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Lorraine, France, 2019.

### **-F-**

- Falleh H. Ksouri R. Chaieb K. Karray-Bouraoui N. Trabelsi N. Boulaaba M. Abdely C. (2008).
- FAO. Specifications for Identity and Purity of Certain Food Additives. Food and Nutrition Paper, no. 49, FAO, Rome, 1990.
- Ferguson, L. "Role of plant polyphenols in genomic stability." Mutation Research, vol. 475, 2001, pp. 89-111.
- Fournier, J. "Caractérisation biométrique des gousses et des graines ; extraction et identification des polysaccharides pariétaux et des huiles de deux légumineuses ligneuses 'A. arabica et A. raddiana' des zones arides Algériennes." In Tssouras, F., Univ. USTOMB, 2004, p. 5.
- Frederick Muller Ltd. A Field Guide to Australian Trees. I. Holliday and R. Hill , (1974).

### **-G-**

- Gaussen, H., Deuroy, J. F., & Ozenda, P. Précis de botanique II : Les végétaux supérieurs. Éditions Masson, 1982, pp. 215-408.
- Gedara, S. R., & Galala, A. A. "New cytotoxic spirostane saponin and biflavonoid glycoside from the leaves of *Acacia saligna* (Labill.) H.L. Wendl." Natural Product Research, vol. 28, 2014, pp. 324-329.
- Gomez-Caravaca, A.M., Gomez-Romero, M., Arreez-Romen, D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. "Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees." Journal of Pharmacology and Biomedical Analysis, vol. 41, 2006, pp. 1220-1234.

## -H-

- Halbertstein, R. A. "Medicinal plants: Historical and cross-cultural usage patterns." *Annals of Epidemiology*, vol. 15, no. 9, 2005, pp. 686-699.
- Haslam, E. "Polyphenol complexation." In: *Polyphenolic Phenomena*, edited by Scalbert, 1993.
- Hassan, E. A. *Characterization and Fractionation of Acacia Seyal Gum*. Doctoral Dissertation, Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Khartoum, 2000.
- Havsteen, B. H. "The biochemistry and medical significance of the flavonoids." *Pharmacology & Therapeutics*, vol. 96, 2002, pp. 67-202.
- Heller, W. and G. Forkmann. "Biosynthesis of flavonoids." In: *The Flavonoids: Advances in Research Since*. Chapman and Hall, London, vol. 22, 1993, pp. 499-535.
- Henry, M., & Thompson, J. *Chirurgie clinique, technique et pratique*. De Boeck, 2001.
- Hobi, M., & Eddouks, M. "Evaluation de l'activité antioxydante de *Stevia rebaudiana*." *Phytothérapie*, vol. 14, 2016, pp. 17-22.

## -I-

- Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., De Laagende Meux, A., Moulard, F., Zha, E., De la Roque, R., De la Roque, O., Vican, P., Deelesalle – Féat, T., Biaujeaud, M., Ringuet, J., Bloth, J., & Botrel, A. *Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins*. Éditions Larousse, 2001, pp. 10-12.
- ITC, International Trade Centre. *Gum Arabic. Market News Service (MNS), Quarterly Edition*, 2008.
- Iserin, P., Masson, M., & Restellini, J. P. *Larousse des plantes médicinales : identification, préparations, soins*. Édition Larousse, Paris, France, 2007, p. 335.

## -J-

- Jean-Yves, C. *Plantes Médicinales et Formes d'Utilisation en Phytothérapie*. Larousse Médical, 2010.
- Joshi, K. C., Bansal, R. K., Sharma, T., Murray, R. D. H., Forbes, I. T., Cameron, A. F., & Maltz, A. "Two novel cassane diterpenoids from *Acacia jacquemontii*." *Tetrahedron*, vol. 35, 1979, pp. 1449-1453.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg et P. Stevens. *Botanique systématique : Une perspective phylogénétique*. 1ère édition, Paris et Bruxelles, France, 2002, pp. 369-384.

## -K-

- Karumi, Y., et al. "Identification of active principles of *Balsamina* (Balsam Legrand)." Thèse de doctorat, Université de Lille1, France, 2015, pp. 35-60.
- Kokwaro, J. O. *Medicinal Plants of East Africa*. East African Literature Bureau, Kampala, Uganda, 1976, p. 384.
- Krief, S. *Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda*. Thèse. Museum national d'histoire naturelle, Paris, 2003.
- Kumar, N., & Goel, N. "Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications." *Biotechnology Reports*, vol. 24, 2019, p. 5.

## -L-

- Larson, B. A., & Bromley, D. W. "Natural resources prices, export policies, and deforestation: the case of Sudan." *World Development*, vol. 19, 1991, pp. 1289–1297.
- Leybros, J., & Frémeaux, P. "Extraction solide-liquide : aspects théoriques." *Techniques de Séparation*, 1990.

## -M-

- Ma, B., Hieter, P., & Boeke, J. D. "Petits cadres de lecture ouverts : de belles aiguilles dans la palette de foin." *Genome Research*, vol. 7, no. 8, 1997, pp. 768-771.
- Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. "Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique." *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, Lausanne, Suisse, 2005, pp. 4-5.
- Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jaye-Allemand, C. "Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'une importance économique." *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 2005.
- Maddaluno, Jacques, Véronique Bellosta, Isabelle Chataigner, et al. "Le cours de chimie organique." 2023, pp. 444-445.
- Maldini, M., Montoro, P., Hamed, A. I., Mahalel, U. A., Oleszek, W., Stochmal, A., & Piacente, S. "Strong antioxidant phenolics from *Acacia nilotica*: Profiling by ESI-MS and qualitative-quantitative determination by LC-ESI-MS." *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, vol. 56, 2011, pp. 228-239.

- Martin, S., & Dupuis, P. "Synergistic Effects of Water and Acetone in Extraction Efficiency." *Chemical Processes*, vol. 12, no. 4, 2022, pp. 89-102.
- Maslin, B. R. "Diversité interspécifique d'efficacité d'utilisation de l'eau des acacias sahéliens et australiens." Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy-I, 2003, p. 25.
- Merguem.R. *Eléments de biochimie végétal*. Bahaeddine Edition. Algérie. 2009. m : 93-158.
- Montreuil, J., Spik, G., & Fournet, B. "Structural studies of the protein fraction from Acacia senegal gum (gum arabic)." *Carbohydrate Research*, vol. 1, no. 1, 1964, pp. 131-144.
- Muanda, François Nsemi. "Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques." 2010.
- Mubarak, M. S. "Gum arabic as a binding agent in tablet dosage forms." *Drug Development and Industrial Pharmacy*, vol. 21, no. 12, 1995, pp. 1437-1446.

#### -N-

- Nafadi, A.S. et al. "Development and evaluation of simple syrup formulations containing acacia gum." *American Journal of Drug Discovery and Development*, vol. 1, no. 1, 2011, pp. 35-42.
- Newman, D. J., Cragg, G. M., & Snader, K. M. "Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002." *Journal of Natural Products*, vol. 66, 2003, pp. 1022-1037.
- Nongonierma, A. "Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. II : Caractères des inflorescences et des fleurs." *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, vol. 38, 1977, pp. 487-642.
- Nyila, M. A., Leonard, C. M., Hussein, A. A., & Lall, N. "Activity of South African medicinal plants against *Listeria monocytogenes* biofilms and isolation of active compounds from *Acacia karroo*." *South African Journal of Botany*, vol. 78, 2012, pp. 220-227.

#### -O-

- Ono, E., Fukuchi-Mizutani, M., Nakamura, N., Fukui, Y., Yonekura-Sakakibara, K., Yamaguchi, M., Nakayama, T., Tanaka, T., Kusumi, T., & Tanaka, Y. "Yellow flowers generated by expression of the aurone biosynthetic pathway." *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 103, 2006, pp. 11075-11080.
- Osman, M. E., & Ahmed, A. A. "HPLC Characterization of Gum Arabic and Some of its Modified Forms." *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2009, Article ID 123789.

### **-P-**

- Paronen, J. C., et al. "Use of acacia gum in pharmaceutical dosage forms." *Drug Development and Industrial Pharmacy*, vol. 8, no. 2, 1982, pp. 235-248.
- Pop, Carmen Elena, Marcel Pârvu, Andreea-Letiția Arsene, et al. "Investigation of antioxidant and antimicrobial potential of some extracts from *Hedera helix* L." *Gut*, vol. 4, no. 6, 2017, pp. 11.

### **-Q-**

- Quezel, P., & Santa, S. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome I. C.N.R.S., Paris, 1962, p. 565.
- Quezel, P., & Semmoneau. "Les peuplements d'Acacia du Sahara nord-occidental." *Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes*, Alger, 1963, pp. 79-121.

### **-R-**

- Rai, S.P., M.S. Prasad, and K. Singh. "Evaluation of the antifungal activity of the potent fraction of hexane extract obtained from the bark of *Acacia nilotica*." *International Journal of Scientific Research*, vol. 3, 2014, pp. 730-738.
- Reed, J.C. and M. Pellecchia. "Apoptosis-based therapies for hematologic malignancies." *Blood*, vol. 106, 2005, pp. 408-418.
- Robert, L., Smith, J., & Doe, J. "Title of the Article or Book." *Journal or Publisher*, Volume(Issue), Page numbers, 2002.
- Rostenberg, Adolph. "An anecdotal biographical history of poison ivy." *AMA Archives of Dermatology*, vol. 72, no. 5, 1955, pp. 438-445.
- Rusznyak, S. et A. Szent-Györgyi. "Vitamin P: Flavonols as vitamins." *Nature*, vol. 138, 1936, p. 27.

### **-S-**

- Saffidine, K. "Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamus caeruleus* L. et de *Plantago major* L." *Thèse de doctorat*, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie, 2015, p. 14.
- Salem, M.M., F.H. Davidorf, and M.H. Abdel-Rahman. "In vitro anti-uveal melanoma activity of phenolic compounds from the Egyptian medicinal plant *Acacia nilotica*." *Fitoterapia*, vol. 82, 2011, pp. 1279-1284.

- Samavati, Vahid et Amir Manoochehrizade. "Polysaccharide extraction from *Malva sylvestris* and its antioxidant activity." *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 60, 2013, pp. 427-436.
- Sanago, R. "Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle." Université Bamako (Mali), 2006, p. 53.
- Sanchez, A., B. Moreno, et al. "Etude de l'activité anti-oxydante par le test de DPPH (1, 1-Diphenyl-2-pycrylhydrazyl)." *Journal des Sciences Antioxydantes*, vol. 23, no. 4, 1998, pp. 123-135.
- Sands, Donald E. *Introduction to Crystallography*. 1929.
- Schofield, P., David Mbugua, and Alice Pell. "Analysis of condensed tannins: A review." *Animal Feed Science and Technology*, vol. 91, 2001, pp. 21-40. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00228-0.
- Sharma, Parvin R., Bhushette Uday S. Aroshi, Annapure. "Physicochemical and rheological properties of *Acacia Catechu* exudate gum." *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, vol. 2, 2021, article 100127.
- Siddig Ibrahim Abdel Rahman, M. "A comparative study on the physicochemical properties of three types of gum arabic from Sudan." *Food Hydrocolloids*, vol. 61, 2016, pp. 678-685.
- Silanikove, N., A. Perevolotsky, and F.D. Provenza. "Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants." *Animal Feed Science and Technology*, vol. 91, no. 1-2, 2001, pp. 69-81.
- Simmonds, M.S.J. *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategies*.
- Singleton, V.L., & J.A. Rossi. "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents." *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 16, no. 3, 1965, pp. 144-158.
- Skoog, Douglas A., Holler, F. James, & Crouch, Stanley R. *Principles of Instrumental Analysis*.
- Smeltzer, M., et al. *Natural Products Extraction: Principles and Applications*.
- Smith, J., & M. Dupont. "The Influence of Solvents on Compound Dissolution." *Journal of Chemical Research*, vol. 45, no. 3, 2023, pp. 123-135.
- Smith, J., and Doe, A. "Systematic classification of gum arabic." *International Journal of Plant Sciences*, vol. 25, no. 4, 2019, pp. 300-315.
- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. *Introduction to Modern Liquid Chromatography*.

**-T-**

- Tohge, T., K. Matsui, M. Yamazaki, et K. Saito. "Enhanced radical scavenging activity of genetically modified *Arabidopsis* seeds." *Biotechnology Letters*, vol. 27, 2005, pp. 297-303.

### **-U-**

- Uzunugbe, Edwina O., Foluso O. Osunsanmi, et P. Masamba. "Phytochemical constituents and antioxidant activities of crude extracts from Acacia Senegal leaf extracts." *Pharmacognosy Journal*, vol. 11, no. 65, 2019

### **-W-**

- Wehrlé, P. *Pharmacie galénique : formulation et technologie pharmaceutique*. Maloine, 2012.
- Whistler, R.L. 1993. In Whistler, R.L. and Bemiller, J.N. (Eds.), *Industrial gums: Polysaccharides and their derivatives*. San Diego, pp. 318-337.
- Whistler, R.L. and J.N. BeMiller. *Industrial gums: polysaccharides and their derivatives*, 3rd ed., Academic Press, San Diego, CA, 1993.
- Williams, P. A., & Phillips, G. O. *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Press, Cambridge, pp. 155–168,(2000).
- Willuhn, L. "Acacia gum as excipient for pharmaceutical dosage forms." *STP Pharma Sciences*, vol. 11, no. 5, 2001, pp. 405-412.

### **-Z-**

- Zaiter, A. "Etude de la phytochimie de 12 plantes de la région Lorraine en fonction de la granulométrie de poudres super fines." *Agronomie*, Université de Lorraine, 2017.
- Zenk, M. H., & Juenger, M. "Evolution and current status of the phytochemistry.

# **Annexe**

### Annexe 1

**Tableau 1** : Les réactifs et leurs propriétés

<b>Réactif</b>	<b>Formule chimique</b>	<b>Masse molaire (g/mol)</b>	<b>Purité (%)</b>
Acétone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,08	/
Acétone nitrile	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	41,05	/
Acide chlorhydrique	HCl	36,46	35 _ 38
Acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,079	/
Carbonate de sodium	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	105,98	99,8
Chlorure d'aluminium	AlCl <sub>3</sub>	133,34	95 _ 98
Chlorure de fer III	FeCl <sub>3</sub>	162,2	/
Eau distillée	H <sub>2</sub> O	18	/
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46,07	96
Folin-Ciocalteu	/	/	/
Hydroxyde de sodium	NaOH	39,997	/
Méthanol	CH <sub>3</sub> OH	375,13	99
Vanilline	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	152,15	99

#### ➤ **Préparation des réactifs :**

**Le réactif Folin-Ciocalteu** : 1 ml de réactif dans 10 ml de H<sub>2</sub>O.

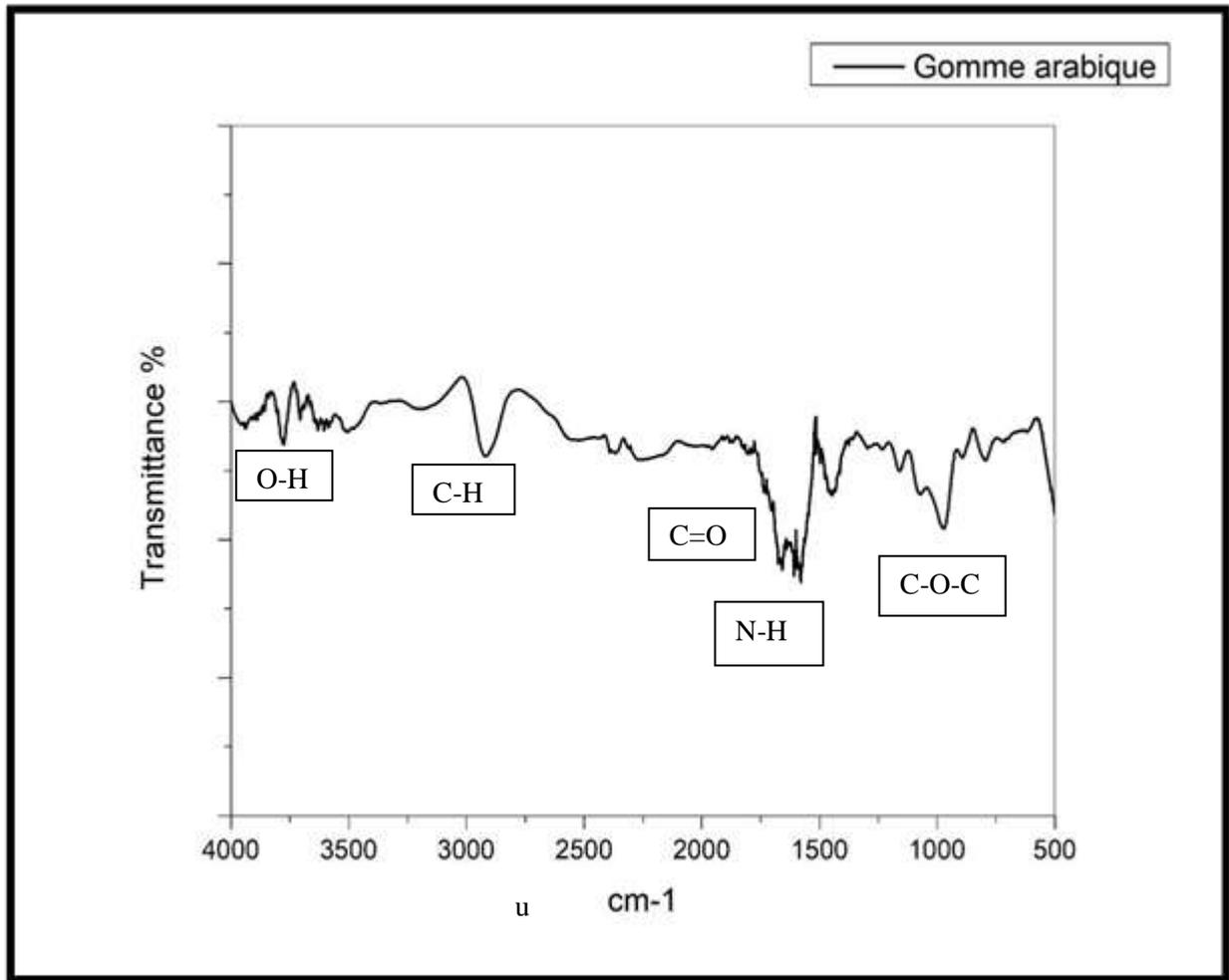
**Vanilline** : 1 g de vanilline complété avec 100 ml de H<sub>2</sub>O.

**FeCl<sub>3</sub> 0.1%** : Dissoudre 0.1 g de la poudre dans une fiole.

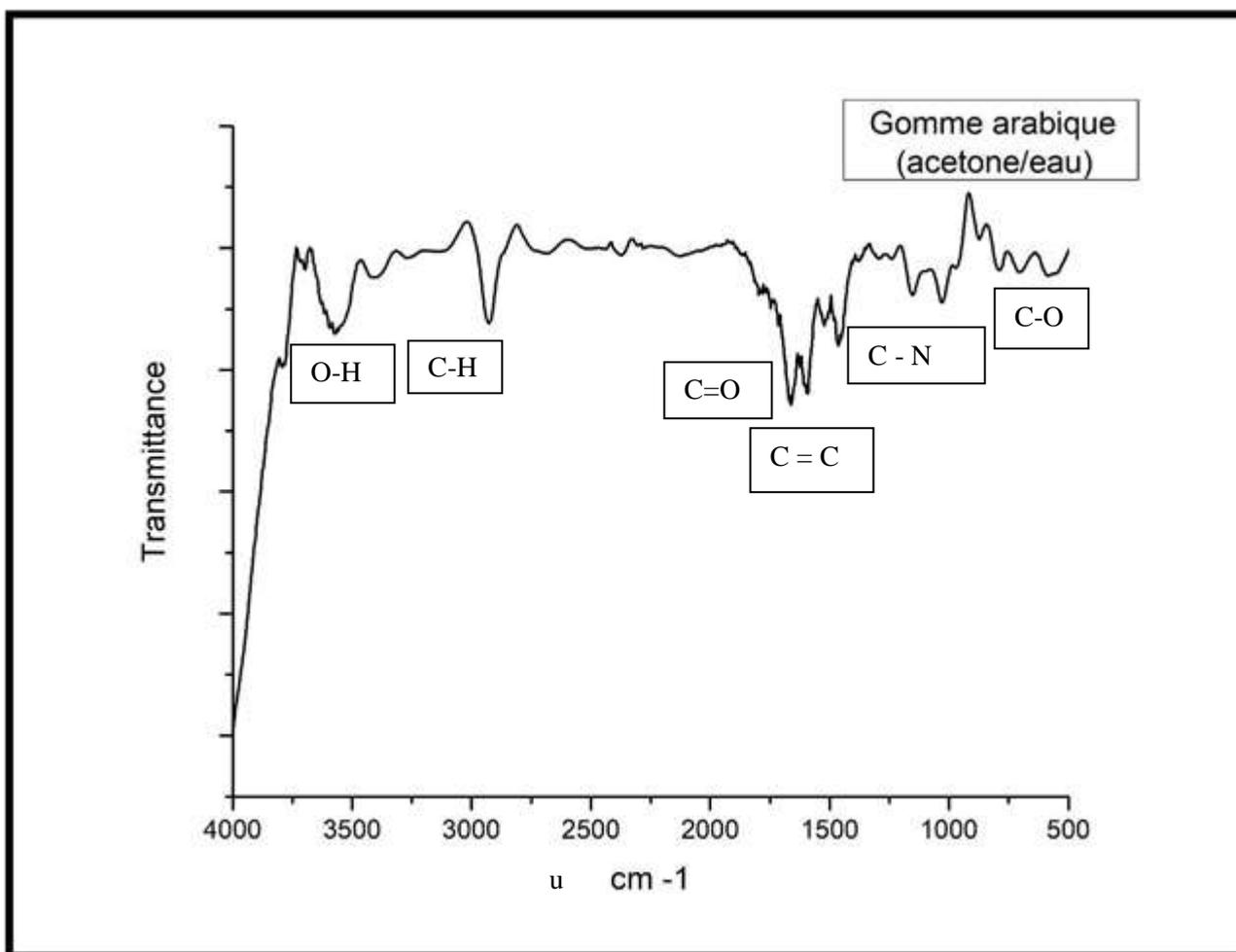
**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7.5%** : Dissoudre 7,5 g de la poudre dans une fiole.

**AlCl<sub>3</sub> 2%** : Dissoudre 2 g de la poudre dans une fiole.

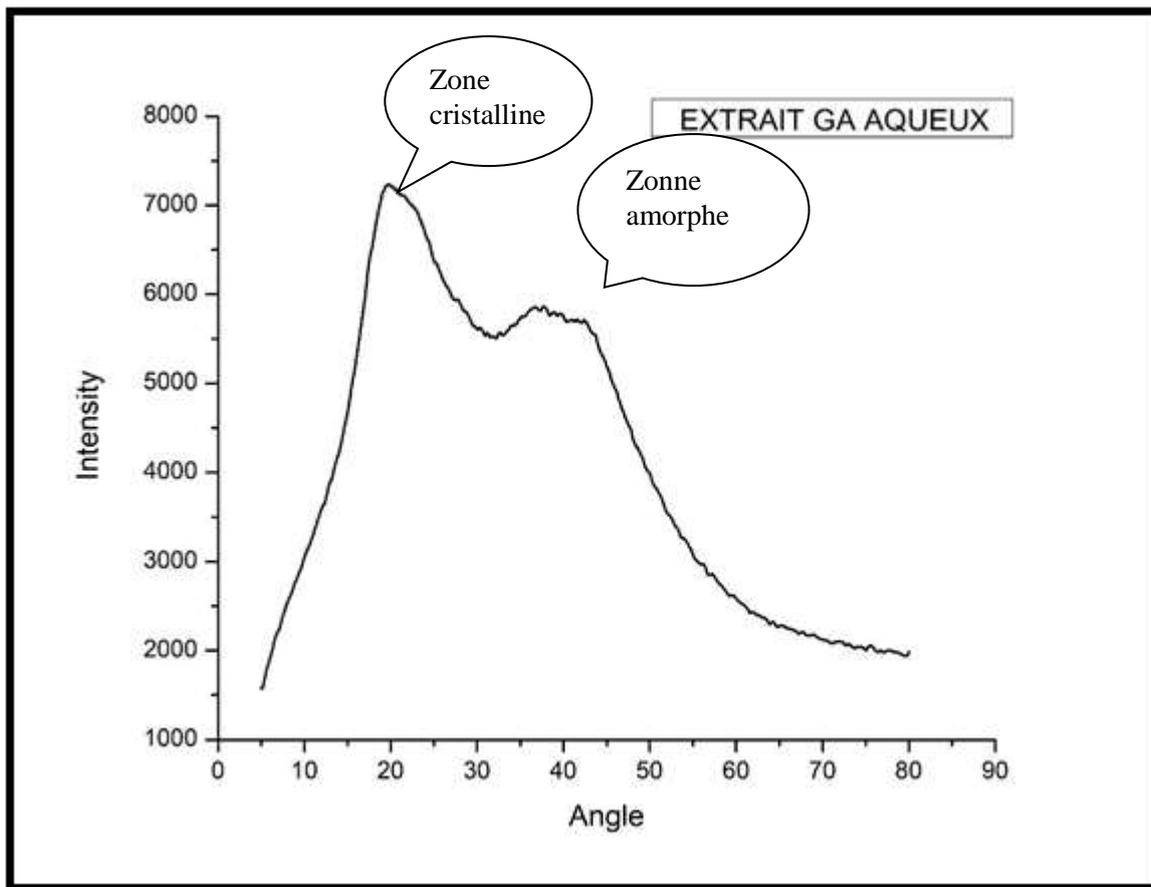
**Annexe 2 : Caractérisation qualitative par les méthodes spectrophotométrie IR et DRX des extraits et caractérisation quantitative de la gomme arabique**



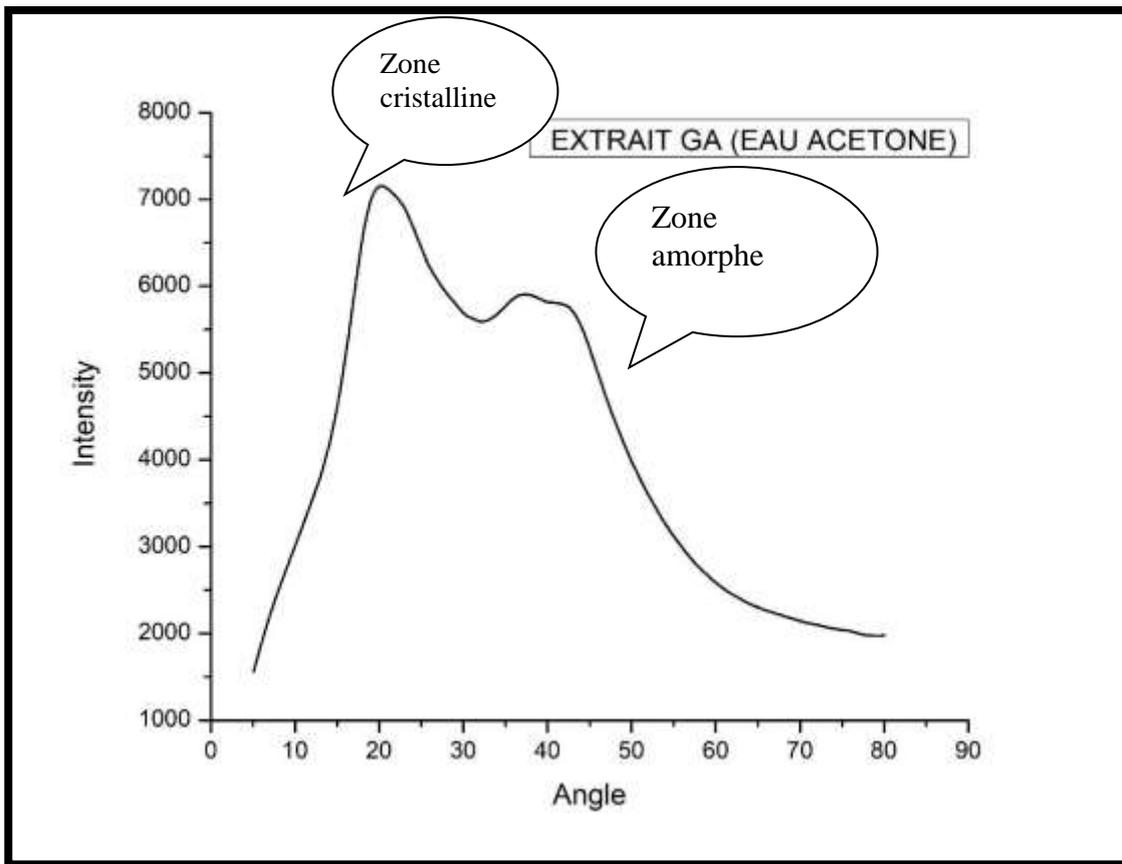
**Figure III.1 :** Spectre IR de l'extrait aqueux de gomme arabique



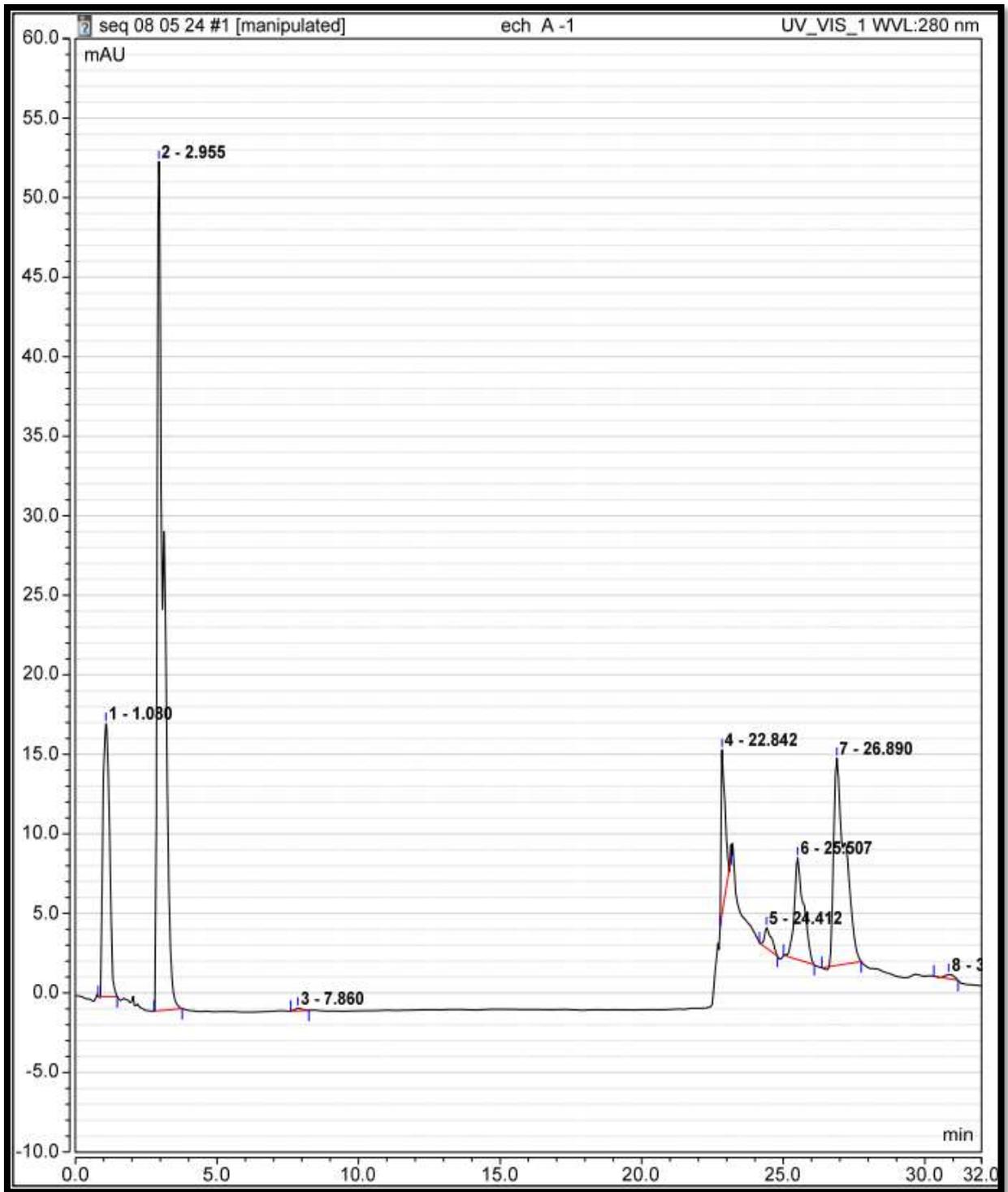
**Figure III.2** : Spectre IR de l'extrait (eau-acétone) de gomme arabique



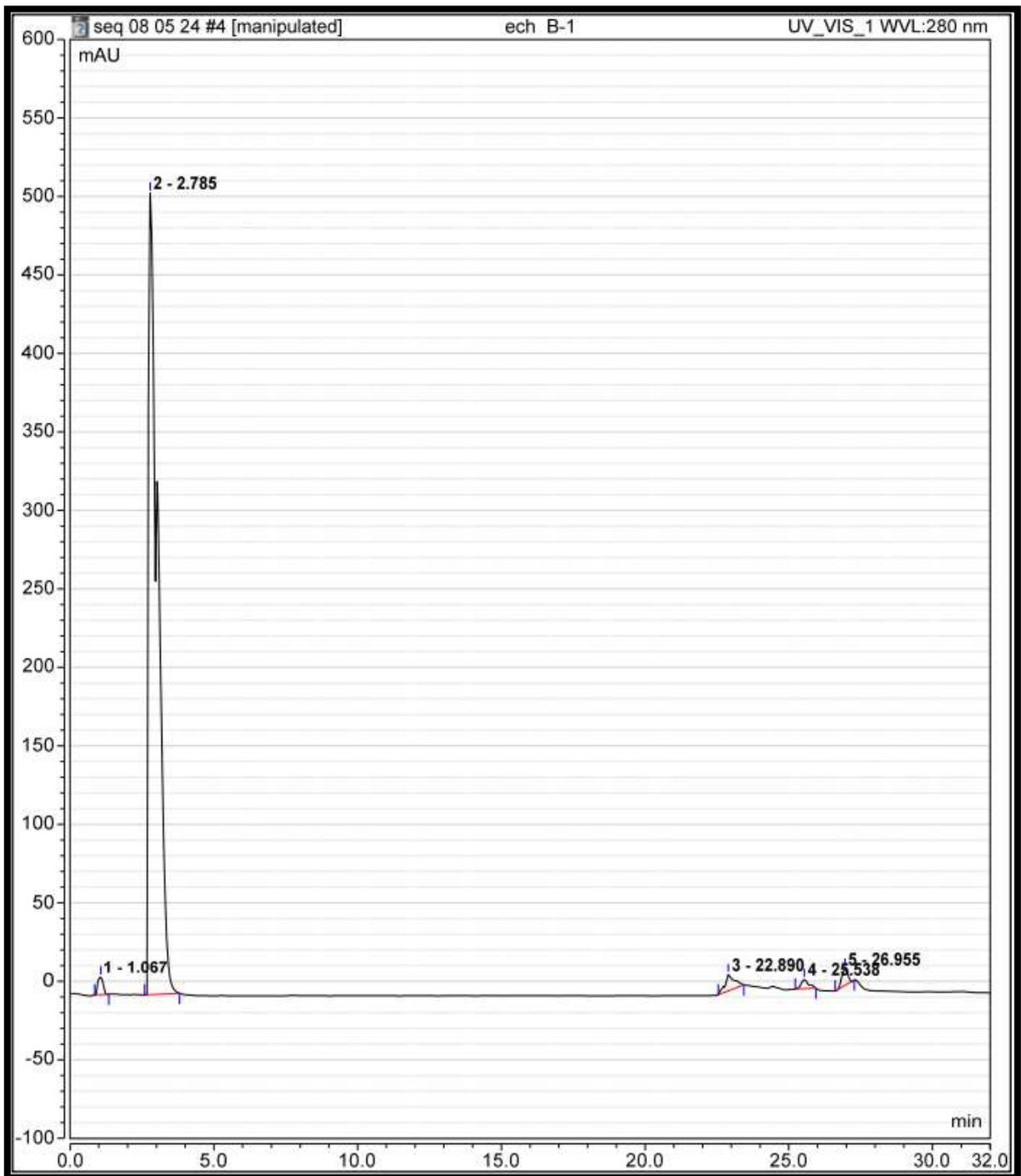
**Figure III.3 :** Spectre DRX de l'extrait aqueux de gomme arabique



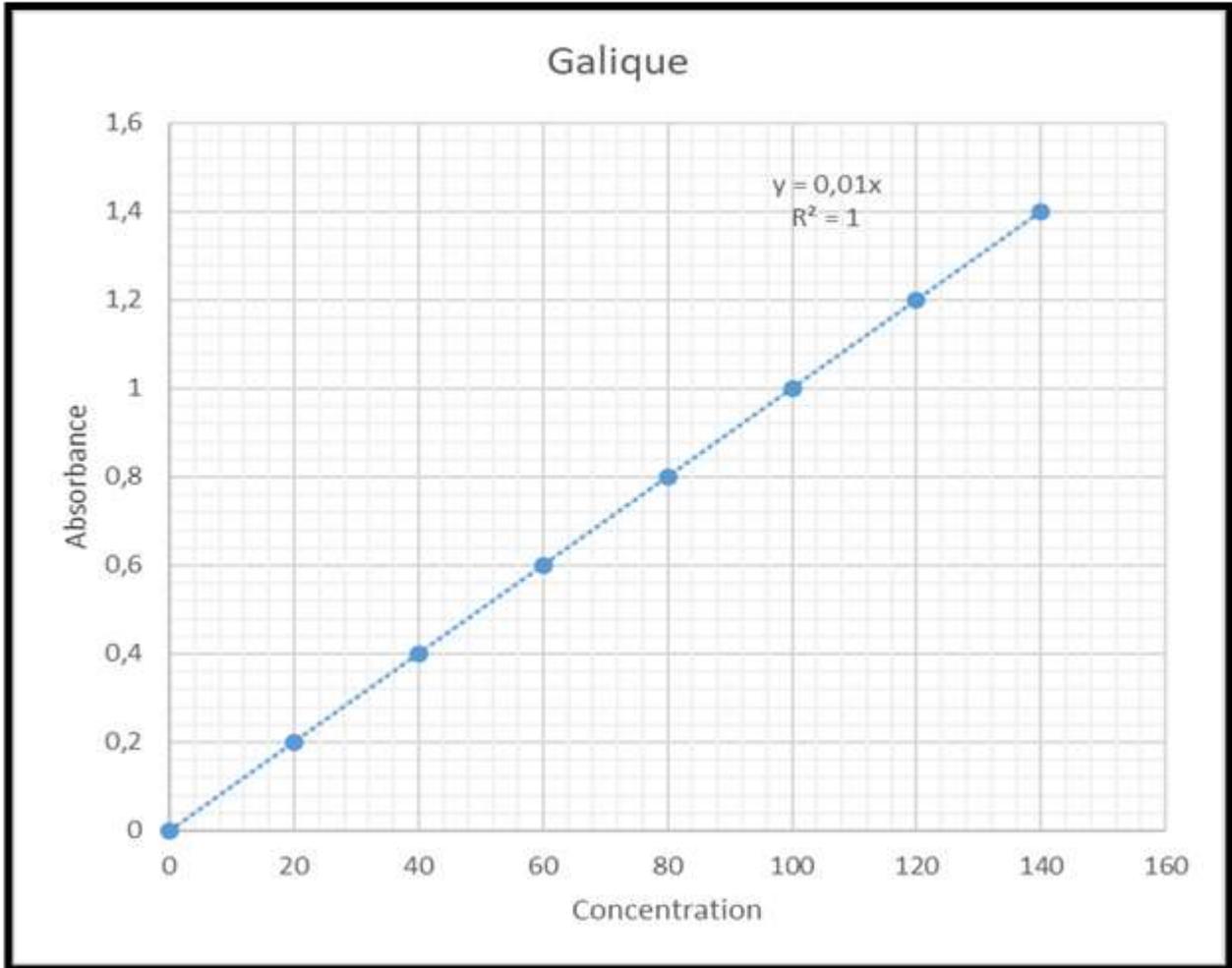
**Figure III.4** : Spectre DRX de l'extrait (eau-acétone) de la gomme arabique



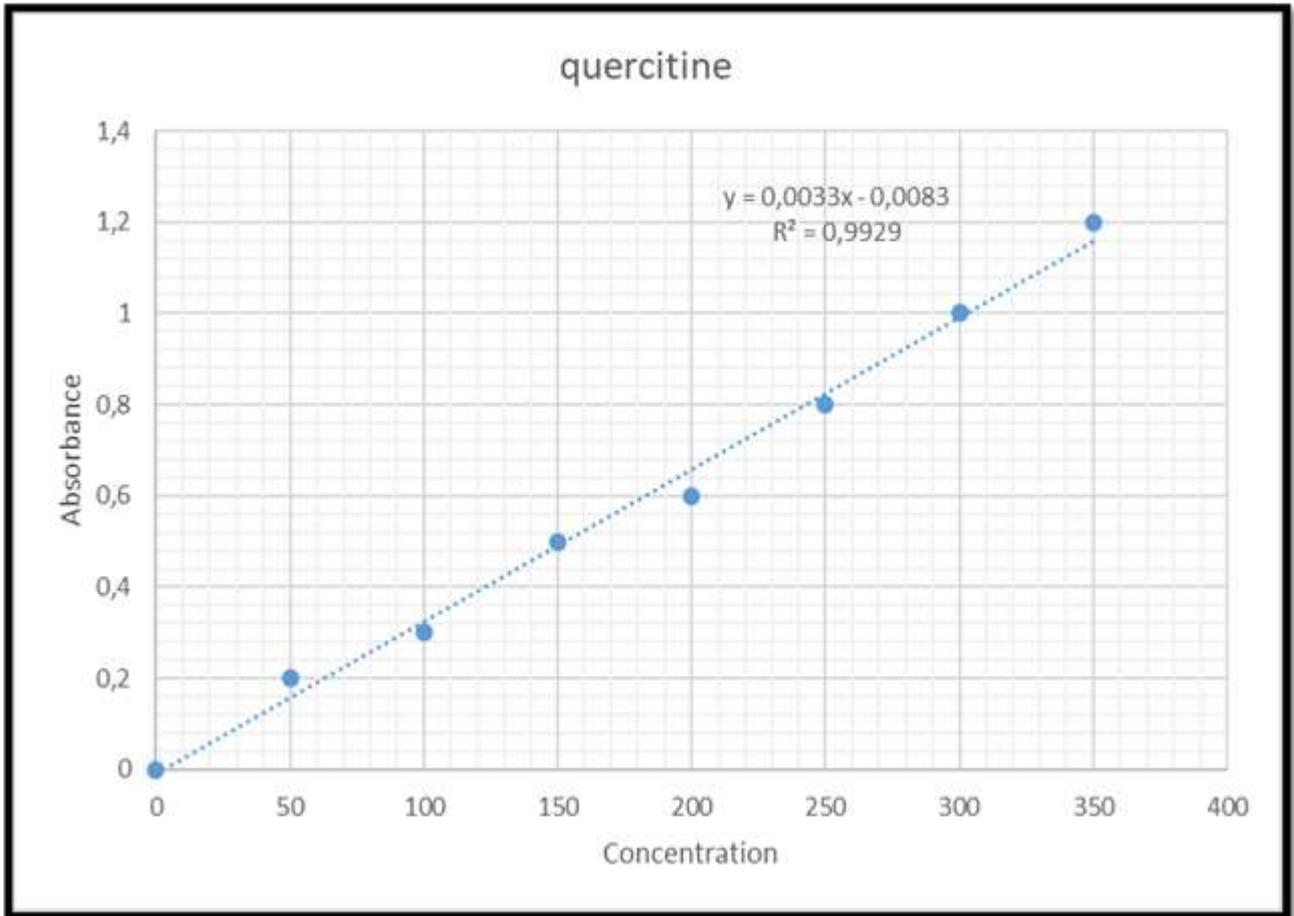
**Figure III.5 :** Chromatogramme de l'extract aqueux de la gomme arabique



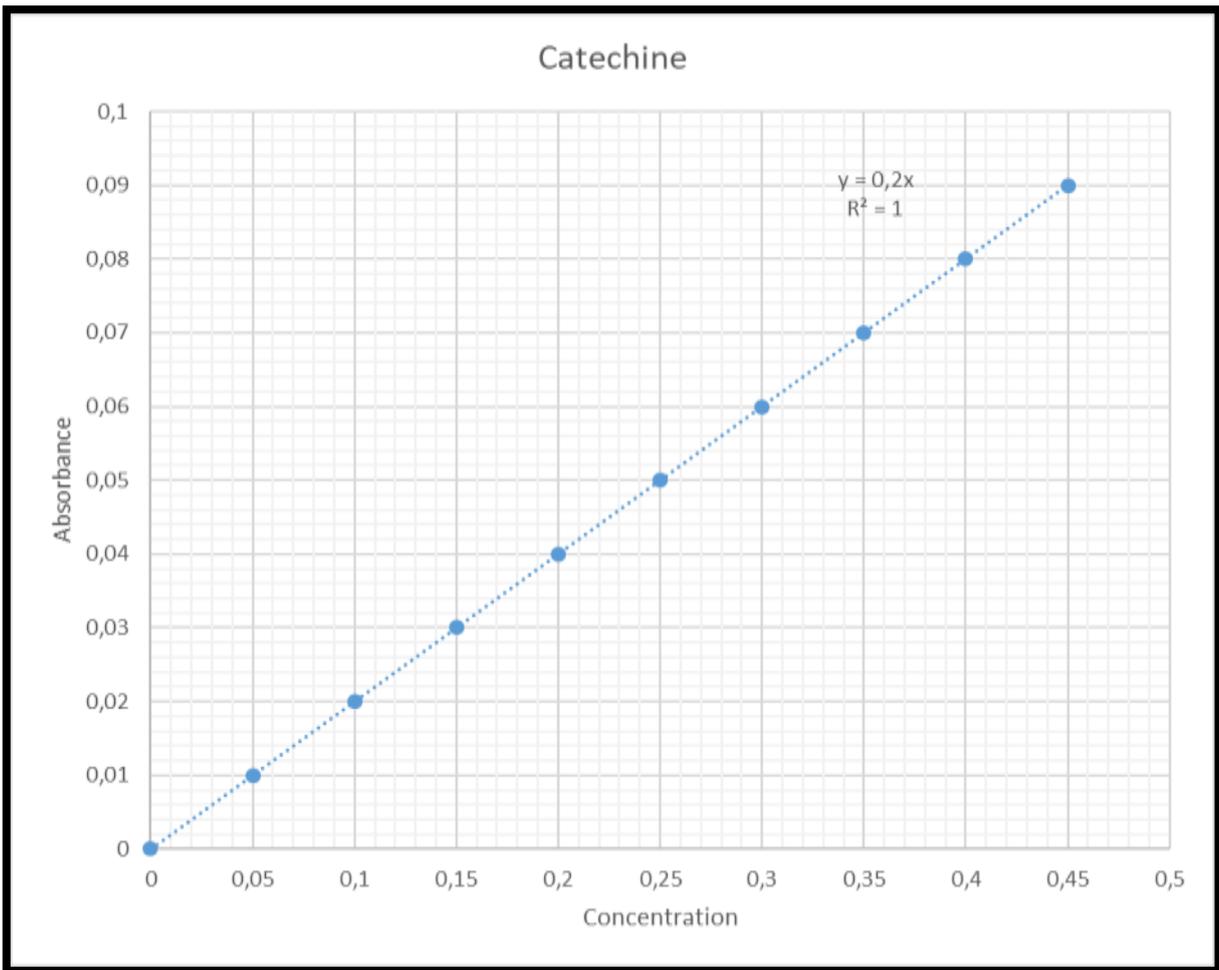
**Figure III.6 :** Chromatogramme de l'extrait (eau-acétone) de la gomme arabique



**Figure III.7 :** Courbe d'étalonnage de l'acide galique



**Figure III.8** : Courbe d'étalonnage de la quercitine



**Figure III.9 :** Courbe d'étalonnage de la catechine

## Résumé

La gomme d'Acacia sénégal ou gomme arabique est un exsudat séché de plantes tropicales de la famille des légumineuses très utilisée en médecine traditionnelle. L'objectif de notre étude est l'extraction par deux différents solvants de polarité différentes des métabolites secondaires ainsi de quantifier la teneur en polyphénols et en flavonoïdes et d'évaluer in-vitro l'activité antioxydante de la gomme arabique.

L'extraction de la gomme arabique a permis d'obtenir des rendements qui diffèrent en fonction des solvants utilisés. Les différentes méthodes de caractérisation qualitatives à savoir les tests phytochimiques, la spectrophotométrie infrarouge IR, Diffraction rayons X (DRX) et Chromatographie en phase liquide à haute performance(HPLC) ainsi que les caractérisations quantitatives ; la spectrophotométrie UV-VIS ont confirmé l'existence de différents métabolites tels que : les polyphénols totaux, les tannins, les flavonoïdes et les saponines.

La sève d'Acacia est une source importante en substances actives antioxydantes, cette dernière a été évaluée en utilisant le test de piégeage du radical DPPH.

Ce travail nous a conduit à formuler une crème à effet antioxydant à base d'extrait de la gomme arabique nommée « **Arabella** ».

**Mots clés :** Acacia sénégal, gomme arabique, polyphénols, flavonoïdes, tannins, saponines, activité antioxydante.

## Abstract

This study investigated Acacia senegal gum (also called gum arabic) as a source of antioxidants for use in traditional medicine. Researchers extracted compounds from the gum using different solvents and confirmed the presence of various antioxidant substances like polyphenols and flavonoids. Based on the promising results, they developed an antioxidant cream named "Arabella" containing the gum extract.

**Key words :** Acacia Senegal, gum arabic, polyphenols, flavonoids, tannins, saponins, antioxidant activity.