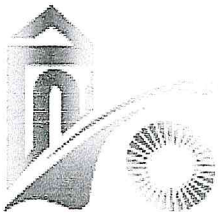
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES






**Mémoire**

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Chimie

**Spécialité :** Chimie pharmaceutique

**Par :**

**LAMANI Fatma**

**BOUALLAGA Malika**

**Thème:**

# *CARACTERISATION CHIMIQUE DE QUELQUES PLANTES MEDICINALES*

Soutenue publiquement le : 22 / 06 /2024 devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| M$^{me}$ MADANI L | MCB | Univ de Médéa | Présidente |
| M$^{me}$ ARBIA W | MCA | Univ de Médéa | Examinatrice |
| M$^{me}$ BOUCHRIT N | MCA | Univ de Médéa | Coencadreur |
| M$^{me}$ MIMI N | MCB | Univ de Médéa | Encadreur |

Année universitaire: 2023/2024

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**



**Mémoire**

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Chimie

**Spécialité :** Chimie pharmaceutique

**Par :**

**LAMANI Fatma**

**BOUALLAGA Malika**

**Thème:**

# *CARACTERISATION CHIMIQUE DE QUELQUES PLANTES MEDICINALES*

Soutenue publiquement le : 22 / 06 /2024 devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| M$^{me}$ MADANI L | MCB | Univ de Médéa | Présidente |
| M$^{me}$ ARBIA W | MCA | Univ de Médéa | Examinatrice |
| M$^{me}$ BOUCHRIT N | MCA | Univ de Médéa | Coencadreur |
| M$^{me}$ MIMI N | MCB | Univ de Médéa | Encadreur |

Année universitaire: 2023/2024

**ملخص**

.نباتات السدر و عرق السوس هي نباتات طبية تستخدم منذ العصور القديمة في الطب التقليدي. لديها تأثيرات علاجية متعددة ومجموعة متنوعة من الأنشطة البيولوجية ؛ على هذا الأساس اهتممنا بتقييم نشاطها المضاد للأكسدة .تم الحصول على المستخلصات العضوية عن طريق النقع باستخدام الماء الساخن و النقع في زيت الزيتون و كدا بطريقة,التسخين باستخدام الماء المقطر .اجرينا محاولات الحصول على الزيوت الاساسية باستخدام clévenger. ركز عملنا على دراسة المستخلصات النباتية من خلال تقييم محتوى المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة.، تم تحديد المحتوى الكلي للمركبات الفينولية باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu مع حمض الغال تستخدم كمعايير للفينول بينما تم تحديد كمية مركبات الفلافونويد عن طريق التحديد المباشر بواسطة ثلاثي كلوريد الألومنيوم مع رتينوكرستين اللذان يستخدمان كمعيارللفلافونويد وتم تحديدالنشاط المضاد للاكسدة باستخدام DPPH , من خلال الاهتمامات التي تحضى بها النباتات في المجالات الطبية و التجميلية تطرقنا الى تصنيع صابون , شامبو,عصير, بيسكويت , تم استكمال هده الدراسة بتحليل IR للمستخلصات المختلفة التي تم الحصول عليها من عمليات الاستخلاص .

**الكلمات المفتاحية**

طرق الاستخلاص , طريقة الغليان, النقع , البوليفينول, الفلافونويد,السدر ,عرق السوس , نشاط مضاد للاكسدة , السدر .

**Résumé**

*Zizyphus lotus) et Glycyrrhiza glabra* sont des plantes médicinales utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle. Elles possèdent de multiples effets thérapeutiques et une variété d'activités biologiques. Sur cette base nous nous sommes intéressés à l'évaluation de leurs propriétés antioxydantes. Les extraits ont été obtenus par infusion et décoction ainsi que par macération dans l'huile d'olive. Des essais d'extraction des huiles essentielles des plantes étudiées ont été réalisés au moyen d'un appareil clevenger. La caractérisation des extraits obtenus a été effectuée par la détermination de la teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes. En effet la teneur totale en composés phénoliques a été déterminée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. L'acide gallique a été utilisé comme phénol standards tandis que les flavonoïdes ont été quantifiés par le dosage direct par le chlorure d'aluminium dont la quercetine a été utilisée comme standard. L'activité antioxydante ou pouvoir antiradicalaire des différents extraits a été réalisée par le dosage au DPPH et la détermination de IC50,

**Mots clés:**

Méthodes d'extractions, Ifusion, Décoction, Macération, Polyphénols, Flavonoides, Activité antioxidante, *Zizyphs lotus, Glycyrrhiza glabra*

**Abstrat**

*Zizyphus lotus and Glycyrrhiza glabra* are medicinal plants that have been used in traditional medicine since antiquity. On this basis, we were interested in assessing their antioxidant properties.

Extracts were obtained by infusion, decoction and maceration in olive oil. The essential oils of the plants studied were extracted using a clevenger apparatus. The extracts obtained were characterized by determining their total polyphenol and flavonoid content. Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu reagent. Gallic acid was used as the standard phenol, while flavonoids were quantified by direct determination with aluminum chloride, using quercetin as the standard. The antioxidant or free radical scavenging activity of the various extracts is determined by DPPH assay and IC 50,

**Key words:**

Extraction methods, Ifusion, Decoction, Maceration, Polyphenols, Flavonoids, Antioxidant activities, *Zizyphs lotus, Glycyrrhiza glabra*

# ***Remerciements***

Ce travail de mémoire a été réalisé au laboratoire de chimie de l'université YAHIA Farés de MEDEA,

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et nos vive reconnaissance a notre encadreur M$^{me}$ MIMI et notre co-encadreur M$^{me}$ BOUCHRIT maîtres de conférence à la faculté des sciences de l'université de Médéa pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, leurs disponibilité, leurs conseils et leurs confiance qu'elles nous ont accordé nous ont permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nos vifs remerciements vont à mesdames les membres du jury M$^{me}$ MADANI et M$^{me}$ ARBIA d'avoir accepté de consacrer de leur temps pour juger ce travail, de l'intérêt qu'elles ont bien voulu prodiguer à nos activités de recherche, en acceptant d'être examinatrices en participant au Jury de soutenance de ce mémoire.

Je tiens à remercier l'ensemble du département des sciences de la matière

Nos remerciements s'adressent aussi à Fouzia, khaoula et Soumia les ingénieurs des laboratoires de chimie de l'université de Médéa pour leur aide et leurs patiences.

On tient à remercier nos pères, nos mères, nos sœurs et frères pour leur amour et leur soutien moral.

# Dédicace

Ce travail est dédié à

**Mes chers parents, Noureddine et fatma…🖤**

Qui m'a  ouvert le chemin de la connaissance d'une lumière inextinguible.

Pour vos cœur qui m'a donné tant d'amour et de soins.

Pour leurs dévouements , Leurs sacrifices, leurs soutient permanent, leurs encouragements etPendant toutes mes longues années d'études.

**Mon mari (faycel) ..🖤**

La personne que j'ai trouvé aux moments difficile

Mon soutien dans cette vie et ma source de force.

Pour vos encouragements et vos efforts.

Pour votre confiance dans ma réussite et pour me pousser vers le meilleur.

**Parents de mon mari (mes deuxièmes parents)…🖤**

Pour vos encouragements et votre amour.

**🖤🖤Mes frères🖤🖤**

Hadil, Marwa, mohamed et rassim.

Mes frères, un morceau de mon âme et tout ce qui est beau dans la vie.

**🖤Ma chère binôme warda🖤**

En témoignage de l'amitié et des souvenirs que nous avons passés ensemble, je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

**🖤Ma famile etmon grand-père et ma grand-mère🖤**

a tous ceux qui m'aiment.

***🖤Mes amies 🖤***

Nada, khadija, sara, imane, fatma et warda.

À tous les amis des routes, les plus difficiles et les plus faciles, les plus sombres et les plus lumineuses.

**Malika**

# Dédicaces

Ce travail est dédié à

Mes chers parents, Mohamed ET djamila… 🖤

Qui m'a ouvert le chemin de la connaissance d'une lumière inextinguible.

Pour vos cœur qui m'a donné tant d'amour et de soins.

Pour leurs dévouements, leurs sacrifices, leurs soutient permanent, leurs encouragements et Pendant toutes mes longues années d'études

🖤Mes frères 🖤

Issam, Ahmed, Imad eldine, Fifi, Amina ET Meriem

Mes frères, un morceau de mon âme et tout ce qui est beau dans la vie.

🖤Les épouses de mes frères et les maris de mes sœurs🖤

🖤Mes neveux et nièces🖤

Salsabil, ritadj ,achouak ,daiaa eldine ,chamse eldine ,kamar eldine ,abd elouadod, chihab,abd elmonim

🖤Ma chère binôme hayat 🖤

En témoignage de l'amitié et des souvenirs que nous avons passés ensemble, je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

🖤Ma famile et ma grand-mère🖤

Mes Tantes, mes oncle, leurs épouses et enfants

Soufiane et Zizou

a tous ceux qui m'aiment.

🖤Mes Amis

Loubna , Meriem,hadil ,Siham ,hayat , Khadija,Sara et bessma,Sara ,fela ,hadjer et Bouchra

À tous les Amis des routes, les plus difficiles et les plus faciles, les plus sombres et les plus lumineuses.

Fatima (Warda)

# *Sommaire*


| | |
|---|---|
| ***Introduction*** | 1 |
| ***Chapitre I : Synthèse bibliographique*** | 3 |
| I-1. Les plantes médicinales | 3 |
| I.2. La phytothérapie | 3 |
| I.2. 1. Définition | 3 |
| I.2.2. Quelques termes scientifiques concernant la phytothérapie traditionnelle et moderne | 3 |
| I.2.3. Les avantages de la phytothérapie | 4 |
| I .2. 4. Les inconvénients et les risques de la phytothérapie | 4 |
| I.3. Domaines d'utilisation des plantes médicinales | 4 |
| I.3.1. Domaine médicinal | 4 |
| I.3.2. Domaine agro-alimentaire | 5 |
| I.3.3. Domaine de la cosmétique | 5 |
| I.3.4. Domaine de bio pesticide | 5 |
| I.4. Métabolites secondaires | 6 |
| I.4.1 Les composés phénoliques | |
| a- Les polyphénols | 6 |
| b- Les flavonoïdes | 7 |
| c- Les acides phénoliques | 8 |
| d- Les tannins | 9 |
| I.4.2. Les terpénoides | 9 |
| I.4.3. Les alcaloïdes | 9 |
| I.4.4. Les saponines | 10 |
| I.4.5. Les huiles essentielles | 10 |
| I.5. Méthodes d'extraction des plantes médicinales | 11 |
| I.5.1. Méthodes d'extraction traditionnelles | 11 |
| a- L'infusion | 11 |
| b- La décoction | 11 |
| c- La macération | 12 |
| d- La percolation | 13 |
| e- La distillation | 13 |
| I.5.2. Méthodes d'extraction alternatives (nouvelles) | 13 |
| a- Extraction par solvants volatils | 13 |
| b- Extraction par fluide à l'état supercritique | 14 |
| c- Extraction assistée par micro-ondes: | 14 |
| d- Extraction assistée par ultrasons | 15 |
| I.6. Description des plantes étudiées | 15 |
| I-6-1. *Zizyphus lotus* | 15 |

| | |
|---|---|
| I.6.1.1.Etymologie | 15 |
| I-6-1-2.Classification botanique du *Zizyphus lotus* | 16 |
| I.6.1.3. Distribution géographique | 17 |
| I.6.1.4. Importance de l'espèce et ses utilisations | 17 |
| a- Activités biologiques et thérapeutiques du Zizyphus lotus | 17 |
| b- Activités anti-inflammatoires et analgésiques | 18 |
| c- Activités antimicrobienne, antifongiques et anti-mollusques | 18 |
| d- Activités anti-ulcérogéniques | 18 |
| e- Utilisation en médecine traditionnelle | 18 |
| f- Utilisation en cosmétique | 19 |
| I.6.2.*Glycyrrhiza glabra* | 19 |
| I.6.2.1.Etymologie | 20 |
| I.6.2.2.Classification botanique | 20 |
| I.6.2.3. Description botanique | 21 |
| a- Les fleurs | 21 |
| b- Les feuilles | 21 |
| c- Les fruits | 21 |
| 1.6.4. Distribution géographique | 21 |
| I.6.2.5.Principaux constituants de *Glycyrrhiza glabra L* : | |
| a- Les saponosides triterpéniques | 22 |
| b- Les flavonoïdes | 22 |
| c- Les coumarines | 22 |
| d- Les composés volatils aromatiques | 22 |
| e- Les saccharides | 22 |
| f-Les huiles essentielles | 22 |
| I.6.2.6.Utilisation et effets de *Glycyrrhiza glabra L* | 23 |
| ***Chapitre II:Matériel et méthodes*** | 24 |
| II-1.But de l'étude | 24 |
| II-2.Le matériel vegetal | 24 |
| II-3.Matériel et produits utilisés | 24 |
| II-4. Procédés d'extraction | 25 |
| II.4.1 Extraction par infusion | 25 |
| II.4.1 Extraction par decoction | 25 |
| II.4.3. Extraction par l'hydrodistillation: | 26 |
| II.4.4. Extration par macération dans huile d'olive: | 27 |
| II.4.4.1. Extration à chaud | 27 |
| II.4.4.2. Extraction à tp ambiante | 27 |
| II.4.5. Préparation de savons naturels à base de plantes | 28 |
| II.4.6. Préparation de gels de douche à base de plantes | 29 |

| | |
|---|---|
| II.4.7. Préparation de shampoing naturel des FZ | 29 |
| II.4.8. Préparation de produits alimentaire à base de plantes | 30 |
| a- Préparation de jus de *glycyrrhiza* | 30 |
| b- Préparation de biscuits à base de fruits de Z | 30 |
| II-5. Caractérisation des extraits et produits préparés | 31 |
| II-5-1. Détermination du rendement d'extraction | 31 |
| II-5-2. Analyse infrarouge à transformée de Fourier FTIR | 31 |
| II.5.3. Mesure du pH | 32 |
| II.5.4. Mesure de la viscosité | 32 |
| ll.5.5. Détermination de la masse volumique des huiles | 33 |
| II.5.6. Pouvoir moussant | 33 |
| II.5.7. Pouvoir detergent | 34 |
| II.5.8.Dosage des polyphénols totaux | 34 |
| II.5.9.Dosage des flavonoides | 36 |
| II.5.10.Activité antioxydante | 37 |
| ***Chapitre III: Résultats et interpretations*** | 40 |
| III-1. Rendement de l'extraction | 40 |
| III-2.Résultats de l'extraction des huiles sur clevenger | 42 |
| III-3. Résultats de l'extraction dans l'huile d'olive | 43 |
| III-4 Les savons | 45 |
| III-5. Les gels de douche | 46 |
| III-6. Mesure du pouvoir moussant | 47 |
| III-7. Pouvoir détergent | 49 |
| III-8. Résultats de mesure du pH | 50 |
| III-9. Résultats de mesure des viscosités | 51 |
| III-10.Détermination des masses volumiques des huiles | 55 |
| III-11.Dosage des polyhénols totaux | 56 |
| III-12.Dosage des flavonoïdes | 57 |
| III-13.Activité antioxydante | 59 |
| III-14.Analyse infrarouge | 62 |
| III-15. Produits alimentaires | 65 |
| Concusion | 67 |
| Perspectives | 68 |
| Références bibliographiques | |

## LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|---|---|
| OMS: | Organisation mondiale de la santé |
| **PAM** | Plantes aromatiques médicinales |
| **HE** | Huiles essentielles |
| **ADP** | L'adénosine diphosphate |
| **SFE** | Extraction par fluide supercritique |
| **MTC** | Médecine traditionnelle chinoise |
| **IR** | Infrarouge |
| **EAG** | Equivalent Acide Gallique |
| **UV** | Ultra violet |
| **ES** | Extrait sec |
| **HZ** | Huile de feuilles de *Z* |
| **HZc** | Huile commercial de *Z* |
| **HO** | Huile d'olive |
| **HG** | Huile *de G* |
| **HGc** | Huile commerciale de *G* |
| **FZ** | Feuilles de *Z* |
| **PPT** | Polyphenols totaux |
| **G** | *Plante G* |
| **Z** | *Plante Z* |
| **Sc** | Savon commercial |
| **Gel c** | Gel de douche commercial |
| **Gel Z** | Gel de douche de *Z* |
| **Gel G** | Gel de douche de *G* |
| **SZ** | Savon de *Z* |
| **SG** | Savon de *G* |
| **Vs** | Vitesse de cisaillement |
| **HG à chaud** | Macérat d'huile de *G*dans l'huile d'olive, obtenu par chauffage |
| **HG à tp amb** | Macérat d'huile de *G* dans l'huile d'olive, obtenu à température ambiante |
| **HZ à chaud** | Macérat d'huile de feuilles de *Z* dans l'huile d'olive, obtenu par chauffage |
| **HZ à tp amb** | Macérat d'huile de feuilles de *Z* dans l'huile d'olive, obtenu à température ambiante |

# LISTE DES FIGURES


| | | |
|---|---|---|
| I.1 | Structure chimique de base des polyphénols | 7 |
| I.2 | Structure chimique de base des flavonoïdes | 7 |
| I. 3 | Structure chimique de l'acide phénolique, A: l'acide hydroxybenzoïque et B: l'acide hydroxycinnamique | 8 |
| I. 4 | Structure de l'unité isoprénique | 9 |
| I.5 | La decoction | 12 |
| I.6: | La maceration | 12 |
| I.7 | La Distillation | 13 |
| I.8 | Extraction assisté par micro-onde | 15 |
| I.9 | *Zizyphus lotus* | 16 |
| I.10 | (A et B) Fruits ( C ) Feuilles et (D) Fleurs de *Z* | 16 |
| I.11 | *Glycyrrhiza glabra* | 20 |
| I.12 | Les feuilles fleurs de *G* | 21 |
| I.13 | Gousses et graine de *G* | 21 |
| I.14 | Distribution géographique de *G* | 22 |
| II.1 | Différentes étapes d'extraction : A : La plante, B : La pesée des plantes, C: Agitation puis filtration, D : Centrifugation de la solution, E: Evaporation sur rotavapeur, F : Séchage des extraits | 26 |
| II.2 | Clevenger utilisé pour nos extractions | 26 |
| II.3 | Extraction par macération dans l'huile d'olive à chaud | 27 |
| II.4 | Glycérol ou glycérine (propan-1,2,3-triol) | 29 |
| II.5 | A, Gel de G, B : Gel de Z | 29 |
| II.6 | Structure chimique de la bétaine | 30 |
| II.7 | Etapes de préparation du jus de *G* | 30 |
| II.8 | Etapes de préparation du biscuit de fruits de *Z* | 31 |
| II.9 | A : Appareil IR utilisé pour nos analyses B : Presse utilisée pour la préparation de la pastille d'échantillon dans KBr | 32 |
| II.10 | pH-mètre utilisé pour nos expériences | 32 |
| II.11 | Viscosimètre utilisé pour nos analyses | 33 |
| II.12 | Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu | 35 |
| II. 13 | Spectromètre UV-Visible utilisé pour nos expériences | 35 |
| II.14 | Structure chimique de l'acide gallique | 36 |
| II.15 | Dosage des flavonoïdes totaux | 36 |
| II.16 | Structure chimique de la quercetine | 37 |
| II.17 | Préparation des étalons (solution d'extrait + solution de DPPH°) | 39 |
| III-1 | Comparaison des valeurs des rendements des 2 méthodes d'extraction pour le même rapport m/v = 0.03 (Fruits de Z) | 41 |
| III.2 | Valeurs des rendements d'extraction par infusion en fonction du rapport m/v | 42 |
| III.3 | Valeurs des rendements d'extraction par décoction en fonction du rapport m/v (Volume du solvant d'extraction 100ml) | 42 |
| III.4 | Valeurs des rendements d'extraction par décoction en fonction du rapport m/v (Volume d'extraction 300ml) | 43 |

| | | |
|---|---|---|
| III.5 | Gouttelettes d'huiles essentielles à la surface de l'hydrolat | 47 |
| III.6 | Test des saponines | 47 |
| III.7 | Les huiles HG (à chaud), HZ (à chaud) et HO | 45 |
| III.8 | Savons obtenus par saponification à froid, A : Savon G, B : Savon Z | 46 |
| III.9 | Gels de douche préparés, A: Gel Z , B :Gel G (Gel Z obtenu avec l'extrait des feuilles de Z et Gel G obtenu avec l'extrait de G) | 47 |
| III.10 | Pouvoir moussant de l'extrait aqueux de G | 48 |
| III.11 | Pouvoir moussant de l'extrait aqueux des feuilles de Z | 48 |
| III.12 | Pouvoir moussant: A : SZ , B :SG, C : Gel Z , D : Gel G | 48 |
| III.13 | Pouvoirs détergents des extraits de plantes | 49 |
| III.14 | Pouvoirs détergents des gels de douche et savons | 49 |
| III.15 | Variation de la viscosité des extraits aqueux de G et des feuilles de Z en fonction de la vitesse de cisaillement | 51 |
| III.16 | Variation de la viscosité des macérât de HZ et HG dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement | 52 |
| III.17 | Variation de la viscosité de l'huile commerciale HZC et du macérât de HZ dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement | 52 |
| III.18 | Variation de la viscosité de l'huile commerciale HGC et du macérât de HG dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement | 53 |
| III.19 | Variation de la viscosité du savon SG à différentes concentrations en fonction de la vitesse de cisaillement | 53 |
| III.20. | Variation de la viscosité du savon SZ à différentes concentrations en fonction de la vitesse de cisaillement | 54 |
| III.21. | Variation de la viscosité des gels de douche en fonction de la vitesse de cisaillement | 54 |
| III.22 | Courbe d'étalonnage de l'acide gallique | 56 |
| III.23. | Teneurs en polyphénols totaux pour m/v=0.03 | 57 |
| III.24. | Courbe d'étalonnage de la quercetine | 58 |
| III.25. | Teneurs en flavonoïdes pour m/v=0.03 | 58 |
| III.26. | Valeurs des IC50 des extraits de plantes comparé à l'acide gallique | 59 |
| III.27. | Valeurs des IC50 des huiles comparées à l'acide gallique | 60 |
| III-28. | Spectre IR de G P : plante ; E : Extrait de plante | 61 |
| III-29. | Spectre IR de Feuilles de Z P : plante ; E : Extrait de plante | 62 |
| III-30 | Spectre IR de Fruit de Z P : plante ; E : Extrait de plante | 62 |
| III.31 | Spectre infrarouge du savon SZ | 63 |
| III.32. | Spectre infrarouge du savon SG | 64 |

## LISTE DES TABLEAUX


| | | |
|---|---|---|
| **I.1.** | Principales classes de flavonoïdes | **8** |
| **I.2.** | Classification botanique de *Z* | **17** |
| **I.3.** | Classification botanique de *G* | **20** |
| **II.1.** | Réactifs utilizes | **24** |
| **II.2.** | Matériel utilizes | **25** |
| **II.3.** | Masses et volumes utilisés lors de l'hydrodistillation des feuilles de Z | **27** |
| **III.1.** | Caractéristiques morphologiques des huiles | **44** |
| **III.2.** | Caractéristiques morphologiques des savons préparés | **45** |
| **III.3.** | Caractéristiques morphologiques des gels de douche préparés | **46** |
| **III.4.** | Résultats de mesure du pouvoir moussant | **47** |
| **III.5** | Valeurs des pH des extraits de plantes : | **50** |
| **III.6** | Valeurs des pH des solutions savonneuses à différentes concentrations | **50** |
| **III.7** | Valeurs des pH des gels de douche | **50** |
| **III.8** | Valeurs des pH des huiles | **51** |
| **III.9** | Valeurs des masses volumiques des huiles | **55** |
| **III.10** | Bandes caractéristiques du spectre FTIR des plantes et extraits | **62** |
| **III.11** | Bandes caractéristiques du spectre FTIR des savons | **63** |
| **III.12.** | Caractéristiques du jus de G | **64** |
| **III.13** | Valeurs nutritionnelle de Z | **65** |

# ***INTRODUCTION***

## Introduction

Depuis longtemps l'utilisation des plantes médicinales était connue pour améliorer et guérir la santé de l'homme, aujourd'hui elles sont exploitées à tous les niveaux, notamment au niveau thérapeutique.

Les recherches scientifiques n'ont fait que confirmer le bien-fondé des vertus thérapeutiques de la plupart des plantes médicinales utilisées de façon empirique depuis des millénaires. De nos jours, malgré le développement de la chimie de synthèse, l'utilisation des plantes médicinales a conservé une large place du fait de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques. Elles constituent un groupe numérique vaste et contiennent des composants actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies. Outre leur utilisation comme remède direct, on les emploie aussi dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique [1].

L'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques est décrite dans la littérature arabe, chinoise, égyptienne, grecque et romaine. Le pouvoir thérapeutique des plantes était connu empiriquement de nos ancêtres [2]. La grande majorité des pays utilisent des plantes médicinales à des fins médicales et pour le traitement de la douleur [3]. Dans de nombreux pays moins développés, les plantes et leurs composants sont les principales sources de remèdes [4]. Dans la région africaine, les connaissances et les pratiques en matière de médecine traditionnelle ont été transmises d'une génération à l'autre comme tradition orale. La médecine traditionnelle est bien développée en Algérie, mais l'utilisation de la médecine conventionnelle a conduit à négliger ces pratiques ancestrales, qui risquent d'être oubliées [5].

Par son action en douceur et en profondeur, la phytothérapie apparaît comme la réponse idéale aux "maladies du siècle" qui caractérisent nos sociétés, comme le stress, la perte du sommeil, la prise de poids, les maladies digestives et les maladies dermatologiques [6].

L'étude de la chimie des plantes est toujours d'une brûlante actualité malgré son ancienneté. Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve les polyphénols, les tannins, les flavonoïdes et les alcaloïdes [7,8]. Cependant, l'évaluation des propriétés anti oxydantes et antimicrobienne demeure une tache très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquente [9,10].

L'objectif de ce travail de recherche est d'effectuer une étude comparative entre les extraits de deux plantes médicinales obtenus par infusion et décoction en évaluant leurs effets antioxydants. Ces propriétés montrent les effets thérapeutiques de ces plantes médicinales importantes.

Le choix de ces deux plantes réside dans le fait qu'elles sont utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies gastriques et dermatologiques.

Sur cette base nous nous somme intéressé à extraire leurs composés lipophiles par macération dans l'huile d'olive et préparer, à partir de leurs extraits et huiles, quelques produits cosmétiques (savons et gels de douche) et alimentaires (jus et biscuits).

Notre mémoire est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique regroupant les différentes définitions, les méthodes d'extractions ainsi qu'une présentation des différentes plantes utilisées dans ce travail, leur description botanique et leur composition chimique ainsi que leurs propriétés pharmacologiques correspondantes.

Le deuxième chapitre regroupe les différents modes opératoires et matériels utilisés pour nos expériences.

Le troisième chapitre présente les résultats obtenus et leurs interprétations.

Enfin, nous terminons avec une conclusion présentant les différents résultats obtenus ainsi que les perspectives envisagées.

# *Chapitre I :*

# *Synthèse bibliographique*

## I-1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des espèces naturelles que l'on peut cueillir ou cultiver. On les trouve presque à toutes les altitudes dans les habitats les plus variés [1].

En fait il s'agit de plantes utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Des milliers d'espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à des besoins importants malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne [**2**]. La phytothérapie est utilisée en médecine traditionnelle depuis des siècles. Son efficacité et son innocuité restent toujours discutées [3]

## I.2. La phytothérapie

### I.2. 1. Définition

Étymologiquement, le terme "phytothérapie" est formé de deux racines grecques : "phuton" et "therapeia", qui signifient respectivement "plante" ou "végétale" et "traitement", qui signifie "Soigner par les plantes" [7]

La phytothérapie est une discipline à la fois antique et contemporaine [7], qui se réfère à une méthode thérapeutique qui utilise entièrement des plantes médicinales pour leurs vertus thérapeutiques [8]. Il s'agit donc d'une méthode de traitement qui se sert des plantes afin de combattre les causes et les symptômes de différentes maladies [9]. Elle peut être définie comme une médecine allopathique qui vise à prévenir et à traiter certains problèmes fonctionnels et/ou états pathologiques en utilisant des plantes, des parties de plantes ou des dérivés végétaux [10].

### I.2.2. Quelques termes scientifiques concernant la phytothérapie traditionnelle et moderne

- ✓ **Aromathérapie:** C'est l'art et la science d'utiliser les essences des plantes ou les huiles Essentielles qui mettent les arômes et les bienfaits des plantes au service de la santé et la Beauté [11]**.**
- ✓ **La gemmothérapie:** consiste à utiliser des bourgeons végétaux et d'autres tissus embryonnaires vivants sous forme buvable, dans le but de favoriser un drainage profond de l'organisme [12] **.**
- ✓ **Herboristerie:** C'est la méthode la plus ancienne de phytothérapie. Selon Besançon **(**l'herboristerie utilise des plantes fraîches ou séchées, qu'elles soient entières ou en partie (écorce, fruits, fleurs) [13]**.**

- ✓ **La phytothérapie pharmaceutique:** consiste à utiliser des produits provenant de plantes extraites et diluées dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités adéquates afin d'obtenir une actions continue et rapide. On les trouve sous différentes formes telles que le sirop, les gouttes, les gélules, les lyophilisats, etc**.** [14]**.**

### I.2.3. Les avantages de la phytothérapie

Bien que la médecine moderne ait accompli d'énormes avancées, la phytothérapie présente de nombreux bénéfices.

- ✓ De nos jours, les traitements à base de plantes sont de nouveau en vogue, car leur efficacité est reconnue.
- ✓ Les médicaments présentent des effets indésirables. Les utilisateurs sont préoccupés par les effets secondaires causés par les médicaments [15]**.**
- ✓ Le principal atout de la phytothérapie réside dans la capacité des plantes à être bien tolérées lorsque celles-ci sont employées à des doses appropriées.
- ✓ En général, on connaît mieux les effets secondaires que les molécules de synthèse [16]**.**

En règle générale, les plantes médicinales couramment utilisées ont peux d'effets indésirables, en plus de leur utilisation simple et à domicile, et leur effet recherché est presque immédiat [17]**.**

### I .2. 4. Les inconvénients et les risques de la phytothérapie

Certains végétaux peuvent être dangereux (jusqu'à causer la mort), mais ils ne seront jamais recommandés, même à de faibles doses. Parmi les dangers liés à cette discipline, on peut mentionner:

- ✓ Surdosage ;
- ✓ Allergie ;
- ✓ Contaminations par des toxiques divers (métaux lourds, micro-organismes) ;
- ✓ Présence d'une substance allopathique dans la préparation ;
- ✓ Interaction avec d'autres plantes ou traitements en particuliers allopathique ;
- ✓ Modification des doses absorbées [18]**.**

## I.3. Domaines d'utilisation des plantes médicinales

### I.3.1. Domaine médicinal

Des milliers d'espèces de plantes, à travers le monde, sont actuellement reconnues comme étant plantes médicinales. Les médicaments à base de plantes sont mentionnés dans une publication médicale réglementaire, ce qui ouvre de grandes opportunités pour trouver un nouveau médicament à l'avenir.

Le marché mondial des plantes médicinales connaît une croissance constante en raison de l'intérêt grandissant pour la médecine naturelle.On les emploie en phytothérapie, en homéopathie, en aromathérapie, en herboristerie et en compléments alimentaires [30]**.**

Les différentes formes de préparation et d'absorption des médicaments à base de plantes permettent de choisir la bonne. Il existe de nombreuses préparations traditionnelles et très anciennes, comme les infusions et les teintures, qui ne requièrent aucun équipement spécifique d'une part. Contemporaines et qui utilisent différentes méthodes et solvants. Ces extraits se présentent principalement sous forme de comprimés, de gélules ou de capsules, de tisanes, de jus, de poudres, de teintures, de crèmes, de pommades et d'huiles [30]**.**

### I.3.2. Domaine agro-alimentaires

Les épices étaient considérées comme un médicament, un conservateur et un arôme alimentaire au XVIIIe siècle [30]**.**

Certaines huiles essentielles (HE) provenant des PAM telles que la cannelle, le clou de girofle, l'origan, le romarin, la sauge et le thym ont un impact sur la durée de conservation des aliments. Les échanges mondiaux de plantes aromatiques et épices sont estimés à 1,5 million de tonnes.

Le marché mondial des plantes sèches devrait atteindre une valeur de 4,16 milliards $US à la fin de 2026, avec un taux de croissance annuel moyen (TCAM) de 4,7 % [30]**.**

### I.3.3. Domaine de la cosmétique

L'usage des plantes est aussi ancien que l'existence de l'humanité et dans un avenir proche, de nombreux produits à base d'huiles et d'herbes naturelles sont disponibles sur le marché.

Avant que des techniques de synthèse de substances aux propriétés similaires ne soient découvertes, les plantes étaient considérées comme la principale source et la base de tous les cosmétiques.

D'après l'association Cosmébio, les ventes mondiales de cosmétiques naturels étaient inférieures à un milliard de dollars dans les années 1990. Elles génèrent un chiffre d'affaires de près de 11 milliards US$ en 2018, soit 12,63 milliards €. Ils représentent 6 % du marché mondial, avec une estimation de 223 milliards € [30]**.** A l'heure actuelle les ventes de produits cosmétiques naturels dépassent ces valeurs.

### I.3.4. Domaine de bio pesticide

Les produits chimiques non fertilisants utilisés pour améliorer et protéger les plantes provenant de la phytopharmacie semblent faciliter la préservation des cultures. Nous n'avions qu'à connaître les ravageurs et la façon dont ces produits seront utilisés. Cependant, l'emploi répété de ces composés synthétiques a engendré des effets toxiques sur l'homme et des

résistances chez les parasites au contraire, la lutte biologique repose sur l'emploi d'organismes vivants tels que les plantes, les champignons, les nématodes, les bactéries et les insectes afin de réduire les populations de parasites et de bioagresseurs, afin de réduire les dommages aux cultures [30]**.**

Naturellement, les plantes possèdent des médiateurs chimiques qui facilitent la communication entre les espèces et ont différents effets. De nombreuses molécules présentes dans ces composés jouent un rôle essentiel dans la protection des plantes contre les ravageurs [30]**.**

Des milliers d'espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire des propriétés insecticides,, des propriétés anti-appétissantes, des propriétés répulsives et des propriétés de stimulateurs de croissance [30]**.**

## I.4. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires ne participent pas directement à l'assimilation des nutriments et donc dans le développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques et abiotiques [31]**.**

Les composés secondaires sont répartis en différents groupes: les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes [32]. Chaque catégorie comprend une variété très étendue de composés qui ont une vaste gamme d'activités en biologie humaine [33]**.**

### I.4.1 Les composés phénoliques

#### a) Les polyphénols

Les polyphénols, également appelés composés phénoliques, sont l'une des plus grandes familles de molécules organiques très répandues dans le règne végétal, avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées. Les polyphénols ont été introduits en 1980 pour remplacer un ancien nom de tanin végétal. Il s'agit d'éléments secondaires des végétaux qui se trouvent dans toutes les parties de la plante [34]**.**

La couleur et l'arôme, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Les polyphénols jouent un rôle essentiel dans divers processus cellulaires tels que la photosynthèse, la respiration, la croissance, la résistance aux maladies et les infections [34]**.**

Ces molécules constituent la base des principes actifs trouvées au niveau des plantes médicinales. Ils possèdent un effet antioxydant, antibactérien et antifongique et ils sont des protecteurs contre l'apparition de certains cancers [35, 36].

Une alimentation équilibrée permet à l'homme de consommer environ un gramme de polyphénols par jour, ce qui représente dix fois plus que la vitamine C et 100 fois plus que les caroténoïdes ou la vitamine E [37].

Les polyphénols peuvent être classés en deux catégories principales : les non flavonoïdes, qui comprennent principalement des acides phénoliques, des stilbènes, des lignanes, des lignines et des coumarines [38], et les flavonoïdes, qui comprennent principalement des flavones, des flavanones, des flavonols, des isoflavonones, des anthocyanines, des proanthocyanidines et des flavanols [39].

Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de substances chimiques

Comprenant au moins un noyau aromatique (benzénique), auquel est directement lié a

Moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé avec d'autres fonctions, éther, ester, ou Hétéroside (Figure I.1) [40].

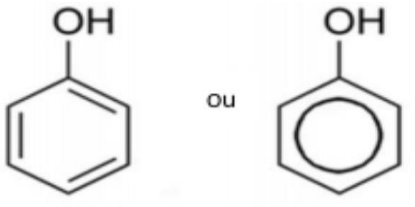



**Figure I.1:** Structure chimique de base des polyphénols

**b) Les flavonoïdes :**

Plus de 4000 flavonoïdes sont caractérisés jusqu'à aujourd'hui chez les végétaux. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes.

Les flavonoïdes sont des polyphénols complexes dont la structure est basée principalement sur un squelette de 15 atomes de carbone arrangés en une configuration C6-C3-C6 (Figure I.2) **.**Ils sont constitué de deux noyaux aromatiques, deux cycle en C6 (noyaux A et B) et sont reliés entre eux par une chaîne en C3 formant ainsi un hétérocycle oxygéné central C [4].

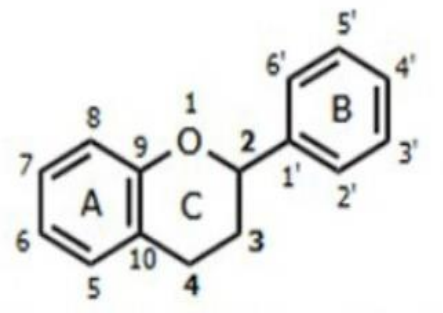



**Figure I.2:** Structure chimique de base des flavonoïdes [4]

Les propriétés des flavonoïdes sont aujourd'hui largement étudiées dans le domaine médical **(**activité antivirale, anti tumorale, anti inflammatoire, anti allergique et anticancéreuse [41]**,** antioxydants d'où leur usage pour le maintien d'une bonne

circulation, veinotrope et protecteur s capillaires, :hepatoprotecteurs et antithrombiques [42,43]**.** Il existe plusieurs classes de flavonoïdes, réparties : Flavonoïdes au sens strict qui regroupent sept classes : les flavones, flavonols, flavanols ou dihydroflavonols, flavanones, aurones, chalcones et dihydrochalcones [44]

**Tableau I. 1:** Principales classes de flavonoïdes [45]

| Flavonoïdes | Exemple |
|---|---|
| Flavonols | Quercétine, Kaempférol , myricétine |
| Flavones | Utéoline,Apigénine , chrysine |
| Flavanones | Genisteine, daidzeine , naringénine |
| Flavan3-ols | Catéchine ,epicatéchine ,epigallocatéchine |
| Anthocyanidines | Cyanidine ,delphénidine , cyanidol |

**c) Les acides phénoliques**

Les acides phénoliques sont des composés organiques aromatiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux classes ; les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1) et de l'acide hydroxycinnamique (C6-C3) [46]**.**

Les acides phénoliques jouent différents rôles dans la plante. Ces substrats jouent un rôle préliminaire dans les voies de biosynthèse des flavonoïdes et des lignines et participent à des processus physiologiques tels que la germination, la floraison ou la croissance [47, 48], ainsi qu'à la régulation de la voie de biosynthèse des composés phénoliques [49]. Leur rôle antioxydant est attribué à la régulation de la sénescence cellulaire en neutralisant les radicaux libres de l'organisme [50, 51]**.**

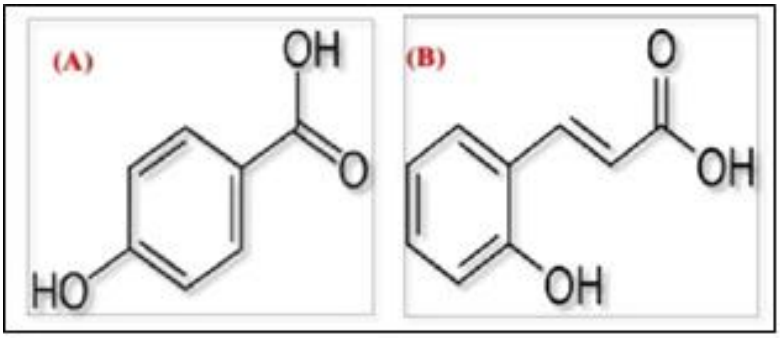



**Figure I. 3:** Structure chimique de l'acides phénolique, **A:** l'acide hydroxybenzoïque et **B:** l'acide hydroxycinnamique [52]

**d) Les tanins:**

Ce sont des oligomères hydrosolubles, riches en groupes phénoliques, capables de se lier ou de précipiter des protéines solubles dans l'eau. Le règne végétal est très riche en tanins, mais ils sont particulièrement nombreux dans certaines familles telles que les Conifères, les Fagacée et les Rosacée [53, 54], On les trouve principalement dans les tissus ligneux, les feuilles, les fleurs et les graines [55]. Les tissus végétaux riches en tanins ont un goût très amer et sont évités par la plupart des animaux [56]**.**

Par voie externe, ils imperméabilisent les couches les plus externes de la peau et des muqueuses, protégeant ainsi les couches sous-jacentes elles ont également un effet vasoconstricteur sur les petits vaisseaux superficiels. En limitant la perte en fluides et en empêchant les agressions extérieures, les tanins favorisent la régénération des tissus en cas de blessure superficielle ou de brûlures. Ils présentent plusieurs propriétés : antiseptique, anti diarrhéique, antimicrobienne, antifongique, antivirale…Ils ont aussi une activité antioxydant (les tanins hydrolysables) en inhibent la peroxydation des lipides induite par l'ADP et l'acide ascorbique sur les mitochondries hépatiques du rat [57]**.**

**I.4.2. Les terpénoides :**

Sont des hydrocarbures naturels de structure cyclique ou de chaîne ouverte (Figure I.4).

Leur particularité structurale est la présence dans leur squelette d'unités isoprénique à 5 atomes de carbone (C5 H8) dérivées du 2-méthylbutadiène [58]

Les terpénoïdes ont plusieurs fonctions, telles que la gibbérelline et l'acide abscisique en tant qu'hormones, les stérols sont présents dans les membranes végétales [59] et les caroténoïdes

Sont des précurseurs de l'acide abscisique, qui régulent la croissance et les réponses au stress [60]**.**

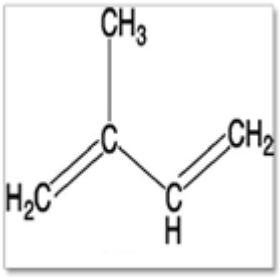



**Figure I. 4:** Structure de l'unité isoprénique [61]

**I.4.3. Les alcaloïdes :**

Un alcaloïde est un composé organique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, doué de propriétés pharmacologiques marquées .

Les alcaloïdes sont essentiellement présents chez les Angiospermes, et plus particulièrement les dicotylédones. Certains alcaloïdes sont présents dans plusieurs genres appartenant à des familles très différentes (caféine), ou bien sont restreints à une seule espèce (morphine) . Les alcaloïdes se rencontrent dans toutes les parties de la plante, mais peuvent prédominer dans les feuilles, les graines, l'écorce . Ils se conservent généralement bien dans les plantes séchées et sont responsables de la toxicité de certaines drogues. Ils sont aussi utilisés comme apéritifs , antalgiques, antitussifs et laxatifs [62] **.** Ils sont classés en trois groupes :

- ✓ Alcaloïdes typiques ayant un cycle hétérocyclique avec un atome d'azote et sont dérivés d'acides aminés.
- ✓ Amines biologiques qui sont non hétérocycliques.
- ✓ Alcaloïdes stéroïdiens ayant un hétérocycle avec un atome d'azote mais non dérivé d'acides aminés [63] **.**

**I.4.4. Les saponines:**

Ce sont des molécules de forme hétérosidique. Ils se divisent en saponosides à génine triterpenique et stéroïdique. Les saponosides (saponines) doivent leur nom au fait que comme le savon, elles produisent de la mousse en contact avec l'eau .

Les saponines stéroïdiques ont une structure chimique similaire à celle de nombreuses hormones humaines (cortisol et Tstrogène) et confèrent aux plantes qui les contiennent une activité hormonale, comme la réglisse (*Glycyrrhiza glabra*) [64]

**I.4.5. Les huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont définies comme des produits parfumés, généralement de composition complexe, obtenus à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, que ce soit par l'utilisation d'une vapeur d'eau, une distillation sèche ou un procédé mécanique approprié sans chauffage [65]. La plupart du temps, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par un procédé physique qui ne modifie pas significativement sa composition. Les huiles essentielles sont des produits issus de plantes aromatiques par le biais de la méthode de l'hydro-distillation. Ces produits ont une base aromatique, mais principalement composés de composés terpéniques, volatils de texture huileuse et très concentrés en principes actifs…, ils sont fréquemment utilisés par l'homme dans ses pratiques pour se parfumer, aromatiser la nourriture et se soigner. Elles ont de multiples propriétés biologiques qui les rendent efficaces en tant qu'antiseptiques et antimicrobiens dans différentes infections **[**66-70]**.**

## I.5. Méthodes d'extraction des plantes médicinales

### I.5.1. Méthodes d'extraction traditionnelles

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales. Les produits ainsi obtenus sont relativement impures sous forme de liquides, semi-solides ou poudres exclusivement destinés à un usage oral ou externe. Il s'agit de préparations connues comme les tisanes et les huiles médicinales [47].

La tisane, que ce soit infusion, décoction ou macération, est un procédé d'extraction de constituants actifs des plantes médicinales. Le mot tisane vient du grec ptisané qui désignait orge monde, puis tisane d'orge. L'utilisation de la plante en tisane est retrouvée parmi les méthodes les plus anciennes à côté des fumigations, des inhalations de vapeur, de l'application d'une solution sur le corps. L'eau chaude permet ainsi de récupérer certains constituants actifs hydrosolubles [48].

**a) L'infusion**

Il s'agit de la technique la plus couramment employée, notamment pour les parties molles de la plante (feuille, fleurs, sommités…).

L'infusion implique de verser de l'eau potable bouillante sur la substance et de laisser refroidir. L'infusion est adaptée aux drogues fragiles et aux drogues riches en huiles essentielles. Ainsi, elle implique de faire bouillir de l'eau la drogue fragmentée. Il est recommandé de laisser infuser pendant 5 à 10 minutes dans un récipient couvert, ce qui améliore la performance de l'extraction [52]**.**

**b) La décoction**

Il s'agit d'une technique employée pour les parties dures de la plante (tige, écorce, racines, rameaux…). Il convient d'employer des ustensiles et des contenants en verre.

La décoction implique de faire bouillir la drogue avec de l'eau potable pendant 15 à 30 minutes (figure I.5).

La préparation et la consommation de l'infusion se font le jour même, tandis que la décoction peut être consommée 48 heures plus tard et peut être consommée chaude ou gelée [52]

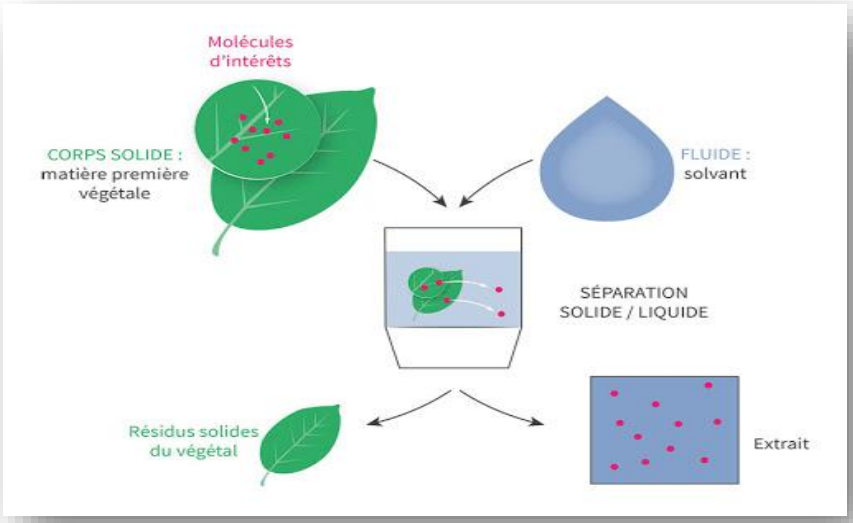



**Figure I.5:** La décoction

**c) La macération**

Les substances solides sont macérées en plongeant directement dans un liquide. En général, ces dernières sont déposées pendant une période qui varie de quelques heures à quelques jours. En effet, la macération est une extraction « à froid », ce qui ne veut pas dire qu'elle soit accompagnée d'un refroidissement, mais simplement qu'elle se fait à température ambiante sans profiter d'une augmentation de température qui accélère la plupart des phénomènes chimiques [52] (figure I.6).

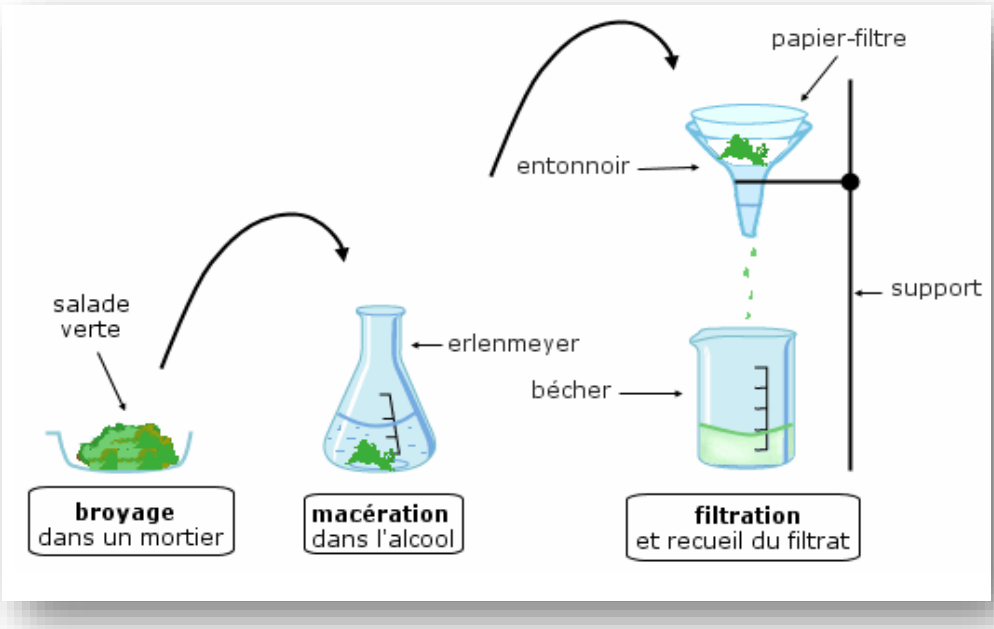



**Figure I.6:** La macération

**d) La percolation** :

Elle consiste à laisser couler un solvant (généralement très chaud) sur un lit de solides finement divisés. Elle est plus rapide et donne une meilleur qualité de substances aromatique mais charge les huiles essentielles en substances non volatiles ; on parle alors d'essence de percolation. La préparation du café relève de cette opération [49].

e) **La distillation :**

C'est une pratique très ancienne utilisant la vapeur d'eau pour récupérer les principes actifs volatiles (Figure I.7). Développée par Jabir Ibn Hayyan (Geber 721-815) qui a rajouté l'alambic à l'ancien appareil de distillation pour la réfrigération, mais utilisée par Al Kindi (Alchindius 805-873) et Ibn Sina (Avicenne 980-1037) pour la préparation des parfums. Les eaux distillées ou hydrolats, sont obtenues par distillation de la plante (feuilles, tiges…), alors que les eaux florales sont obtenues de la même manière mais à partir des fleurs [51].

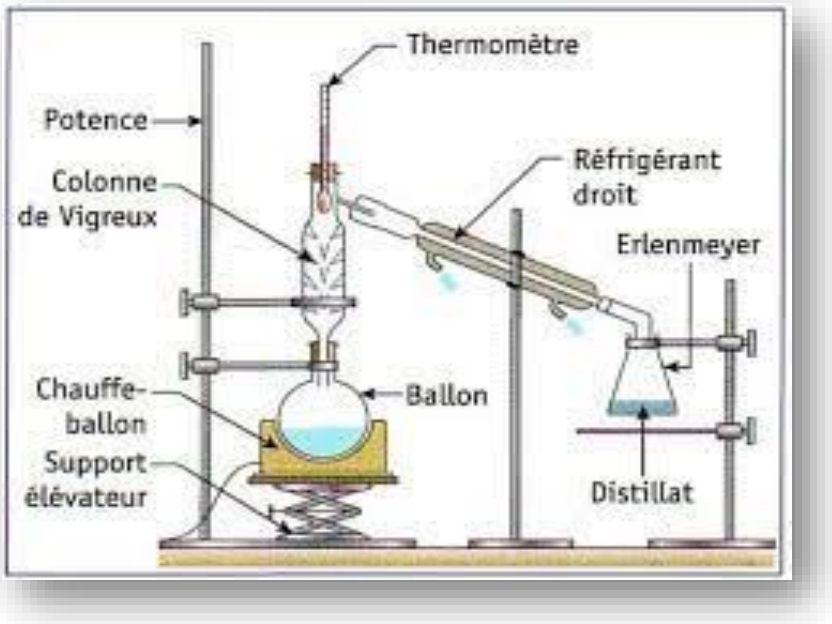



**Figure I.7:** La Distillation

**I.5.2. Méthodes d'extraction alternatives (nouvelles)**

**a) Extraction par solvants volatils**

Actuellement, l'extraction par solvant organique est largement utilisée. Elle consiste à épuiser la matière végétale en produits odorants par un solvant puis à éliminer ce dernier de l'extrait par évaporation. Le choix du solvant est influencé par des paramètres techniques et économiques: sélectivité, stabilité, inertie chimique, toxicité et température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale .

Néanmoins, en raison du cout élevé des solvants, cette technique est réservée aux produits que l'on ne peut extraire par un autre procédé et au traitement de produits à très haute valeur ajoutée. De ce fait, l'utilisation de solvants organiques reste la solution alternative pour le traitement des plantes aromatiques [49] **.**

**b) Extraction par fluide à l'état supercritique**

L'originalité de la technique d'extraction par fluide supercritique, dite SFE, provient de L'utilisation de solvants dans leur état supercritique, c'est-à-dire dans des conditions de températures et de pressions où le solvant se trouve dans un état intermédiaire aux phases liquide et gazeuse et présente des propriétés physico-chimiques différentes, notamment un pouvoir de solvatation accru. Si, en pratique, de nombreux solvants peuvent être employés, 90% des SFE sont réalisées avec le dioxyde de carbone ($CO_2$), principalement pour des raisons pratiques. En plus de sa facilité d'obtention due à ses pression et température critiques relativement basses, le $CO_2$ est relativement non toxique, disponible à haute pureté et à faible prix, et il possède l'avantage d'être éliminé aisément de l'extrait.

La SFE est une technique dite « verte » utilisant pas ou peu de solvant organique et présentant l'avantage d'être bien plus rapide que les méthodes traditionnelles. Les compositions chimiques des HE ainsi obtenues peuvent présenter des différences, qualitatives et quantitatives, avec celles issues de l'hydrodistillation [50]**.**

**c) Extraction assistée par micro-ondes:**

L'avantage de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et incrémenter le rendement. La distillation assistée par micro-ondes fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'études et ne cesse d'être améliorée parce qu'elle présente beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit et dégradations thermiques et hydrolytiques minimisées.

L'emploi des micro-ondes constitue, par ailleurs, une méthode d'extraction à part entière en plein développement. A titre d'exemple, La SFME (Solvent Free Microwave Exatrction) est une combinaison originale des techniques de chauffage par micro-ondes et de distillation sèche. Elle consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur au sein d'un four micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant. Le chauffage interne de l'eau contenue dans la plante permet d'en dilater ses cellules et conduit à la rupture des glandes et des récipients oléifères (figure I.8). L'HE ainsi libérée est évaporée avec l'eau de la plante [50]**.**

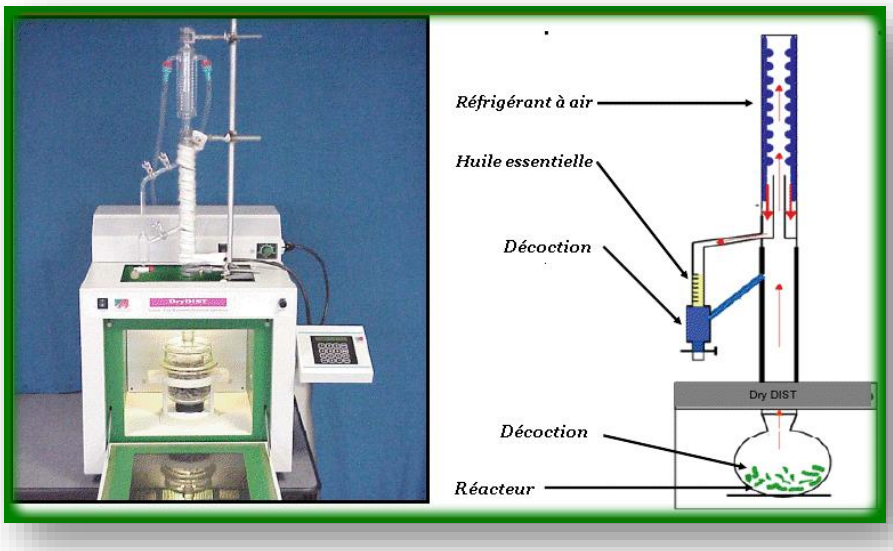



**Figure I.8 :** Extraction assisté par micro-onde

**d) Extraction assistée par ultrasons :**

L'extraction assistée par ultrasons est une technologie émergente utilisée pour l'extraction des composés naturels. Ces composés sont souvent extraits par la méthode conventionnelle qui dure de nombreuses heures. L'utilisation des ultrasons permet d'effectuer des extractions en quelques minutes avec une reproductibilité élevée, ce qui simplifie l'opération et donne une plus grande pureté au produit final [50], Les ultrasons interagissent avec le matériel végétal et modifient ses propriétés physiques et chimiques. Un effet de cavitation est créé, ce qui facilite la libération des composés extractibles et améliore le transfert de matière en perturbant les parois cellulaires des plantes [50]. Le choix approprié du solvant et de la température permet une meilleure extraction des composés phénoliques. De plus, l'optimisation des paramètres d'extraction assistée par ultrasons tels que la fréquence, la puissance des ultrasons, le temps d'extraction ainsi que la distribution d'ondes ultrasonores permet aussi d'augmenter le rendement d'extraction [51],

## I.6. Description des plantes étudiées

### I-6-1. *Zizyphus lotus*:

#### I.6.1.1.Etymologie

Le mot « Zizyphus » dérive du nom grec «Ziziphon» , alors que les Berbère utilisent l'appellation «Zizoufou Zuzaifo» . Cette appellation est reliée à l'ancien nom Persique « Zizfum ou Zizafun» , et communément appelé en Algérie « Sedra, azuggwar » . C'est le Sedra des Arabes, le Tazoura des Berbères. Le jujubie, de l'arabe Zizouf. Le

nom latin du jujubier est *Zizyphus* : désignant l'arbre et son fruit. Lotus: désigne des plantes de la famille des légumineuses [4]**.**



**Figure I-9** *Zizyphus lotus*

- **Nom vernaculaires**

Nom arabe: Zizouf / sedra, سدرة /sidr, سدر

Nom anglais: African jujube, Lotus tree, lotus jujube.

Nom français: Jujubier sauvage, Jujubier de Berbérie, Jujubier des Lotophages

Nom allemand: Wilde Jujube [4]**.**

**I-6-1-2.Classification botanique du *Zizyphus lotus***:

Le *Zizyphus lotus* (jujubier) est un arbuste fruitier, épineux appartenant à la famille des Rhamnacées [41]**.** Communément appelé en Afrique du Nord ″Sedra″ [42]. Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2m de haut. Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales à marges entières. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable. Les fleurs sont jaunes, pentamètres et groupées en inflorescence cymeuses. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés, l'endocarpe mucilagineux appelé ″Nbeg″ (Figure I.9) [41] **.**

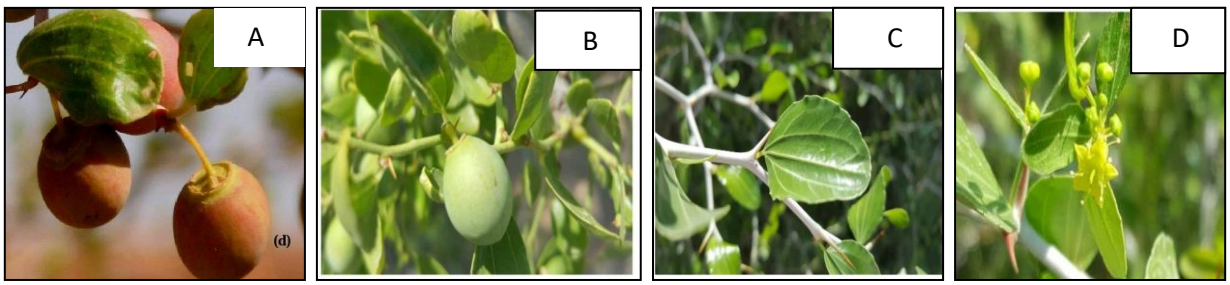



**Figure I.10:** (A et B) Fruits ( C ) Feuilles et (D) Fleurs de *Zizyphus lotus* [32]

D'après la classification phylogénétique, le *Zizyphus lotus* répond à la systématique suivante (Tableau I.2)

**Tableau I.2:** Classification botanique de *Zizyphus lotus (L.)* [32]

| | |
|---|---|
| **Régne** | Vegetal |
| **Division** | *Magnoliophyta (Phanérogames)* |
| **Classe** | *Magnoliopsida (Dicotylédones)* |
| **Ordre** | *Rhamnales* |
| **Famille** | *Rhamnaceae* |
| **Espèce** | *Zizyphus lotus (L.).* |

### I.6.1.3. Distribution géographique

*Zizyphus .lotus L*. est une espèce steppique. Elle présente une vaste répartition géographique, depuis le sud de l'Europe (Espagne, Portugal, Sicile, Grèce) jusqu'aux steppes d'Asie, à travers l'Afrique du nord, (La Tunisie, le Maroc et l'Algérie).Cette espèce est d'origine méditerranéenne [4].

L'aire de répartition géographique du genre la nomination du *Zizyphus* vient du grec « *Zizyphos* » mais le mot viendrait du nom arabe Zizouf.

L'aire de répartition naturelle des espèces du genre est vaste, elle se localise entre 20° et 30° de latitude, zone caractérisée par des climats chauds et secs, recouvrant les plus grands déserts du globe, du continent asiatique, au bassin méditerranéen et même au continent américain. Les espèces fruitières du genre *Zizyphus*, possèdent une grande importance du point de vue environnemental et socio-économique, grâce à leur capacité de résistance à la sécheresse, leurs mécanismes physiologique et morphologique d'adaptation et leurs usages multiples dans les zones arides et semi-arides, voir même, désertiques [32]**.**

### I.6.1.4. Importance de l'espèce et ses utilisations

#### a) Activités biologiques et thérapeutiques du *Zizyphus lotus*

*Zizyphus lotus* **e**st une plante médicinale par excellence. Riche en polyphénols, alcaloïdes, cyclopeptides, saponines de dammarane, vitamines, minéraux, acides aminés et acides gras polyinsaturés. Comme toutes les espèces de son genre, *Z. Lotus* est utilisée dans la phytothérapie traditionnelle de nombreux pays comme sédatif, analgésique, tonique et anti-inflammatoire. Les recherches faites sur ses activités pharmacologiques ont ressorti plusieurs effets de grande importance pour la médecine moderne.

La composition chimique des différents organes du *Zizyphus.lotus* représente une source importante de substances naturelles bioactives qui peuvent être appliquées dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique.

*Zizyphus.lotus* est utilisée dans le traitement de diverses maladies comme les troubles digestifs, la faiblesse, les affections hépatiques, l'obésité, les troubles urinaires, le diabète, les infections cutanées, la fièvre, la diarrhée, l'insomnie et l'anxiété.

Il est connu pour son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols (flavonoides, tanins), les triterpènes, les antrachinones, les lipopolysaccharides, les alcaloïdes (cyclopeptides et isoquinolides), les saponosides et les hydroquinones dans les feuilles et les fruits) ont mis en évidence la présence de l'acide bétulinique qui appartient au groupe des triterpènes dans les graines de *Zizyphus.lotus* [32]**.**

**b) Activités anti-inflammatoires et analgésiques**

Des études menées sur l'écorce des racines du *Zizyphus.lotus*, riche en flavonoïdes et les saponines, ont montré une activité anti-inflammatoires significative *Zizyphus.lotus* inhibe la production du monoxyde d'azote (NO), cette activité apparaît potentiellement avec l'extrait méthanolique de l'écorce des racines qui est la source possible de l'agent anti-inflammatoire dans la réaction de l'hypersensibilité retardée induite paroxazolone indiquent que les racines peuvent étre une importante source d'antioxydants naturels. Les feuilles possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs [32]**.**

Toutes ces activités confirment l'usage traditionnel de cette plante dans le traitement de certaines maladies inflammatoires et douloureuses [42]**.**

**c) Activités antibactérièn**ne et antifongiques

De nombreuses études confirment le spectre large de l'activité antimicrobienne des différentes parties végétales du *Ziziphus lotus* Les différents extraits (éthéré, chloroformique, extrait d'acétate d'éthyle et méthanolique) de *Zizyphus.lotus* se sont avérés très actifs in-vitro vis-à-vis de neuves souches de champignons pathogènes et ont mis en évidence l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle du fruit [32] **.**

**d). Activités anti-ulcérogéniques**

Les feuilles et l'écorce des racines du jujubier possèdent une importante activité anti-ulcérogénique attribuée à la présence des tanins et des flavonoïdes connus par leurs effets gastro-protecteurs [32].

**e) Utilisations en médecine traditionnelle**

En médecine traditionnelle, l'espèce est très utilisée pour traiter le diabète sucré, notamment, chez la population Algérienne.

Elle est également utilisée pour soigner le tube digestif et le foie. Les feuilles en infusion sont utilisées dans les cas de diarrhée et d'insuffisance cardiaque. Les feuilles séchées, humectées avec de l'eau, sont appliquées en cataplasme contre les furoncles et les abcès. Elles sont utilisées aussi contre les piqures des vipères au Sahara. De même, la poudre des feuilles sèches et des fruits est appliquée dans le traitement des furoncles.

Les fruits riches en vitamine C et A, sont décrits comme adoucissants, ils se consomment frais ou secs, peuvent être transformés en pâtes, confits, conserves ou en confitures.

Les fruits frais sont consommés en cas de vomissements et de troubles digestifs, d'infection de la peau et entrent dans le traitement de la gorge et les irritations broncho-pulmonaires, de diarrhée et pour régler le taux de sucre dans le sang. Ils sont utilisés aussi contre les calculs rénaux. L'écorce des racines est utilisée aussi dans le traitement du diabète, c'est exactement le décocté des racines qui est utilisé comme hypoglycémiant. La racine écrasée, laisse couler un jus très efficace dans les cas de leucomes, elle est utilisée aussi pour les affections pulmonaires et pour soigner l'ictère [32]**.**

**f) Utilisations en cosmétique**

Le noyau de jujube broyé fournit une huile de qualité utilisée en cosmétique, C'est une huile prodigieuse car elle convient à tous les types de peaux. En effet, elle régénère les peaux sèches tandis qu'elle régule les peaux grasses. Cette huile est aussi efficace en prévention des rides et rend la peau du visage plus lumineuse et éclatante. L'huile de jujube est aussi prescrite pour traiter différentes maladies de la peau, telles que le psoriasis, L'eczéma, les furoncles, l'acné et les boutons [45].

*Zizyphus.lotus* est utilisé pour les soins des cheveux car il est riche en saponosides et en mucilages, c'est un ingrédient de choix dans les champoings végétaux en pâte car il lave les cheveux et le cuir chevelu grâce à ses actifs permettant d'éliminer les gras et saletés. *Zizyphus.lotus* est très riche en mucilages astringente, cette poudre est également utilisée dans les soins des cuirs chevelus inconfortables et pour lutter contre les pellicules. Ces mucilages lui confèrent des vertus adoucissantes et apaisantes qui peuvent être utilisés comme masque sur peaux agressées, eczéma, boutons et acné [45]**.**

### I.6.2. *Glycyrrhiza glabra*

*Glycyrrhiza glabra ou Réglisse* est une plante herbacée, vivace de 1 à 1,5 m de hauteur. Originaire du sud de l'Europe et de l'Asie, elle est jaune à l'intérieur et possède un goût sucré et amer. Elle donne des gousses avec 3 ou 4 graines brunes [21].



**Figure I.11.** ***Glycyrrhiza glabra***

**I.6.2.1.Etymologie** Le nom provient du grec : « *Glycys* » qui signifie doux, sucré **«** *Rhiza* » qui signifie «Racine ».

Le nom du genre « glabra », vient du mot latin glaber qui signifie « glabre » et se rapporte à la gousse imberbe.

La lettre « L » un hommage au botaniste suédois Linné, qui a décrit cette espèce, Elle a été nommée ainsi en raison de la douceur du bois.

Le mot « *réglisse* » est apparu à la suite d'évolution linguistique. Le mot réglisse, vient de ses noms latins « Radix dulcis » et « liquiritia » qui est lui-même une adaptation courante du nom Grec liquor [22]**.**

- **Nomenclature:**

Nom scientifique: *Glycyrrhiza glabra*

Nom en arabe : arqessous عرق السوس

Nom français: Réglisse

Nom anglais: Liquorice root [23]**.**

**I.6.2.2.Classification botanique**

**Tableau I.2:** Classification botanique de *Glycyrrhiza glabra* [24]

| | |
|---|---|
| **Régne** | Vegétal |
| **Division** | *Magnoliophyta* |
| **Classe** | *Magnoliopsuda* |
| **Ordre** | *Fabales* |
| **Famille** | *fabacées/ Leguminoseae* |
| **Espèce** | *Glycyrrhiza glabra* |

### I.6.2.3.Description botanique

**Les fleurs:** En général, les fleurs sont bleues, mais elles peuvent être plus ou moins violettes. Les fleurs sont assez petites, mesurant entre 10 et 13 mm de long, et elles regroupent 20 à 30 fleurs en grappes allongées, Les feuilles sont plus courtes que les rameaux floraux [25]**.**

**Les feuilles** : Elles sont assez grandes (2 à 5 cm de long sur 1 à 2,5 cm de large), ovales, obtuses et alternes, à folioles impaires (4-7 paires), d'un vert foncé et assez visqueuses à l'intérieur [26, 27]**.**



**Figure I.12**: Les feuilles fleurs de *Glycyrrhiza glabra*

**Les fruits**: Les fruits se présentent sous la forme de gousses très plates avec des graines bosselées, qui deviennent brun à l'âge adulte. En général, les gousses renferment entre 1 et 7 graines brunes [25].



**Figure I.13:** Gousses et graines de *Glycyrrhiza glabra*

### I.6.2.4.Distribution géographique

Originaire de la Mésopotamie et de l'Iran, *glycyrrhiza* s'est répandue en Chine et fut cultivée avec succès en Espagne et en France au XIX$^{éme}$ siècle. De nos jours, la Turquie, la Russie, l'Irak, la Chine et le Pakistan importent des « racines », avec des proportions variables selon les années. De plus, elle importe des extraits de *réglisse* provenant de Chine, des États-Unis et

d'Irak. *Glycyrrhiza* est principalement produite en Russie, en Chine, en Turquie, en Bulgarie, en Italie, en Irak et en Iran [71]**.**

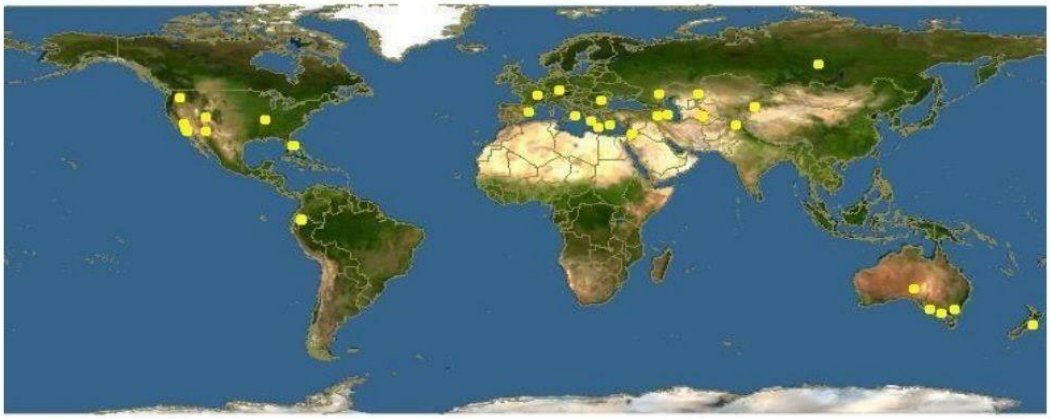


**Figure I.14:** Distribution géographique de *glycyrrhiza glabra* [72]

### I.6.2.5. Principaux constituants de la plante de *Glycyrrhiza glabra* :

**a- Les saponosides triterpéniques :**

Principalement la glycyrrhizine dénommé aussi (acide glycyrrhizique) est un mélange de sels de potassium et de calcium [72].

**b- Les flavonoïdes :**

Représente environ 0.65 à 2%, dont plus de 30 ont été identifiés [65]. Les flavonoïdes isolés peuvent être utilisés dans un adjuvant des ulcères gastriques ou plus simplement pour calmer les douleurs de l'estomac [66] **.**

**c- Les coumarines:**

C'est des omblelliférone herniarine et posés prénylés comme la glycycoumarine, licopyrano - coumarine [67]**.**

**d - Les composés volatils aromatiques :**

Dans plus de 40 constituants ont été identifiés: anéthole, estragole, acide aliphatiques, cétones, alcools et hydrocarbures [67]**.**

**e- Les saccharide**s:

Parmi les saccharides identifiés on cite le maltose, le saccharose, le fructose et le glucose [68].

**f-Les huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont des substances huileuses volatiles et odorantes, présentes dans les plantes aromatiques et localisées dans les fleurs, les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce et les racines [68].

### I.6.2.6.Utilisation et effets de *Glycyrrhiza glabra*

- ✓ *Glycyrrhiza glabra* a été employée depuis longtemps à des fins culinaires et médicales. Elle est utilisée pour aromatiser les bonbons et comme un édulcorant médical, mais elle possède également des effets puissants, notamment pour les ulcères et les problèmes rénaux.
- ✓ Elle servait à apaiser la soif, à réduire la fièvre et la douleur, à soulager la toux et les troubles respiratoires. Elle était aussi perçue comme un remède traditionnel pour soulager les douleurs abdominales.
- ✓ Elle a également des propriétés anti-inflammatoires, anti-spasmodiques et antitussives. ***Glycyrrhiza*** est employée dans le traitement des insuffisances rénales. Elle est efficace pour le traitement des ulcères [69]**.**
- ✓ Il existe plusieurs mécanismes qui contribuent aux avantages de *Glycyrrhiza*. Il a été démontré que l'acide glycyrrhizique inhibe la croissance et la cytopathologie de nombreux virus ARN et ADN, tels que l'hépatite A et C, le zona, le VIH, l'herpès simplex et le CMV [69].

  Le syndrome de pseudo-aldostérone est bien documenté car la glycyrrhizine et ses métabolites entravent le métabolisme hépatique de l'aldostérone et suppriment la 5-ß réductase. L'activité minéralocorticoïdes et glucocorticoïde de l'acide glycyrrhétique est illustrée par la similitude des structures des hormones sécrétées par le cortex surrénalien. Ces composants ont également une action anti-inflammatoire stéroïdienne qui ressemble à celle de l'hydrocortisone. Ceci est dû, en partie, à l'inhibition de l'activité de la phospholipase A2, une enzyme essentielle à de nombreux processus inflammatoires. Des recherches in vitro ont également démontré que l'acide glycyrrhizique inhibe le cyclooxygénase et formation de prostaglandines (en particulier la prostaglandine E2), ainsi qu'indirectement inhibant l'agrégation plaquettaire, tous les facteurs du processus inflammatoire [6]**.**

# *Chapitre II :*

# *Matériel et méthodes*

## II-1.But de l'étude

Ce travail de recherche a été réalisé au laboratoire de chimie de l'université de Médéa. Son objectif est l'étude de quelques propriétés chimiques d'extraits de plantes (*zizyphus lotus L et glycyrrhza glabra*) et d'effectuer une étude comparative entre leurs effets antioxydants.

Notre travail a consisté, dans un premier temps, à l'extraction des constituants des plantes: par infusion, décoction et macération dans l'huile d'olive, ensuite à caractériser les extraits obtenus par différentes méthodes d'analyses. Des essais d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation ont été aussi effectués.

Le choix de ces deux plantes réside dans le fait qu'elles sont utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies gastriques et dermatologiques. L'activité antioxydante, qui représente une étude in vitro reflète le pouvoir des antioxydants, contenus dans les extraits, à bloquer les radicaux libres dans le corps humain. C'est une propriété importante pour la comparaison entre les effets thérapeutiques des plantes étudiées.

A partir des extraits de plantes et leurs huiles, quelques produits cosmétiques (savons, gels de douches) et alimentaires (jus, biscuits) ont été préparés.

## II-2.Le matériel végétal

La matière végétale utilisée dans cette étude comporte les feuilles et les fruits de *Ziziphus lotus* et la racine de *Glycyrrhiza glabra*. Ces plantes, achetées à Médéa, ont été broyées à l'aide de broyeur électrique et stockées soigneusement dans un endroit sec.

## II-3. Matériel et produits utilisés:

Le matériel et produits utilisés pour nos expériences sont regroupés sur les tableaux II.1 et II.2.

**Tableau II.1** Réactifs utilisés

| Réactifs | Formule brute | Fournisseur |
|---|---|---|
| Carbonate de sodium | $Na_2CO_3$ | Sigma-Aldrich |
| Réactif de Folin Ciocalteux | Mélange de $H_3PW_{12}O_{40}$ et $H_3PMo_{12}O_{40}$ | Scharlau |
| Chlorure d'Aluminium | $AlCl_3$ | Feralco |
| Acide gallique | $C_7H_6O_5$ | Biochem |
| Méthanol | $C_{27}H_{30}O_{16}$ | Eden Labo |
| DPPH | $C_{18}H_{12}N_5O_6$ | Sigma-Aldrich |
| Quercetine | $C_5H_{10}O_7$ | Sigma-Aldrich |
| Ethanol | $C_2H_5OH$ | Eden Labo |
| Bétaine | $C_5H_{11}NO_2$ | Biochem |
| Glycérine | $C_3H_8O_3$ | Biochem |

**Tableau II.2** Matériel utilisés

| **Matériel** | **Marque** |
|---|---|
| Balance électrique | SARTORIUS |
| Rotavapeur | STUART |
| Etuve | MEMMERT |
| Agitateur mécanique | STUART |
| Spectrophotomètre infrarouge à transformée deFourier (FTIR) | MEMMERT |
| Spectrophotomètre UV-Visible | SHIMADZU |
| PH-métre | PI |
| Viscosimètre | Infitek |

## II-4. Procédés d'extraction

L'extraction par solvant a été réalisée selon le travail d'Albayar et al [24] par infusion et décoction, avec quelques modifications, comme suit:

### II.4.1 Extraction par infusion

Une masse de plante, réduite en poudre, a été introduite dans un volume d'eau bouillante à température ambiante pendant 45 min sous agitation magnétique. Ensuite la solution a été filtrée, centrifugée et concentrée sur rotavapeur à 65°C. L'extrait aqueux obtenu a été séché à l'étuve à 40 °C.

### II.4.2. Extraction par décoction:

Une masse de plante, réduite en poudre, a été introduite dans un volume d'eau bouillante et portée à température de 60 °C pendant 45 mn sous agitation magnétique. Ensuite la solution a été filtrée, centrifugée et concentrée sur rotavapeur à 65°C. L'extrait aqueux obtenu a été séché à l'étuve à 40 °C. La température de chauffage utilisée (60°C) est inferieure à la température d'ébullition de l'eau pour éviter la perte les huiles essentielles de la plante qui sont volatiles,

Des masses de 3g, 6 g et 9g de plantes ont été utilisées pour l'extraction par infusion et décoction dans un volume de 100ml d'eau distillée ce qui correspond à un rapport m/v= 0.03, 0.06 et 0.09.

Des masses de 30g et 40g de plantes ont été également utilisées pour l'extraction par décoction dans un volume de 300ml d'eau distillée ce qui correspond à un rapport m/v= 0.1 et 0.134

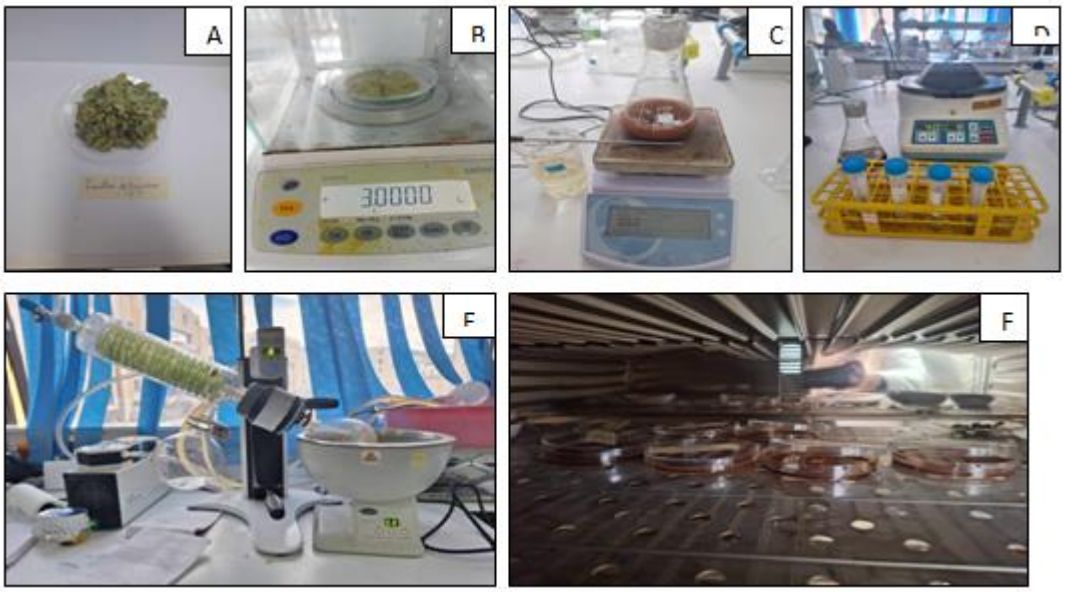



**Figure II.1 :** Différentes étapes d'extraction : A : La plante, B : La pesée des plantes, C: Agitation puis filtration, D : Centrifugation de la solution, E: Evaporation sur rotavapeur, F : Séchage des extraits

### II.4.3. Extraction par hydrodistillation

Des essais d'extraction des huiles essentielles des plantes ont été effectués en utilisant un montage d'hydrodistillation clevenger ; l'expérience a été réalisée comme suit :

- Dans un ballon de distillation, une masse de plante a été introduite avec quelques pierres ponces dans un volume d'eau distillée, comme indiqué sur le tableau II-3.
- La plante a été bien immergée dans l'eau.
- Le ballon a été ensuite chauffé pour faire bouillir l'eau.

En principe la vapeur d'eau chargée d'huiles essentielles passe à travers le réfrigérant, où elle se condense en eau et huile essentielle. L'huile essentielle, étant moins dense que l'eau, flotte à la surface du récipient collecteur et peut ensuite être séparée de l'eau.



**Figure II.2 :** Clevenger utilisé pour nos extractions

**Tableau II.3.** Masses et volumes utilisés lors de l'hydrodistillation des feuilles de Z

| Masse (g) Plante (Feuilles de J) | Veau (ml) | La durée (h) |
|---|---|---|
| 30 | 470 | 5 |
| 50 | 500 | 5 |
| 100 | 500 | 5 |

Pour la plante G et les fruits de Z, Une masse de 50g de plante a été introduite dans 500 ml d'eau pendant 5h.

### II.4.4. Extraction dans l'huile d'olive:

L'extraction dans l'huile d'olive a été réalisée en introduisant une masse de plantes dans un volume de ce solvant organique non toxique. L'extraction a été réalisée à chaud et à température ambiante comme suit :

#### II.4.4.1. Extraction à chaud:

L'extraction à chaud a été effectuée sous chauffage à bain marie (figure II.3)



**Figure II.3 :** Extraction par macération dans l'huile d'olive à chaud

#### II.4.4.2. Extraction à tp ambiante

Le même procédé d'extraction est réalisé à température ambiante

### II-5-7.Préparation de savons naturels à base de plantes

La réaction de saponification est une réaction entre l'ion hydroxyde $HO^-$ issu des bases NaOH ou KOH et un ester. Elle donne un alcool et un ion carboxylate:

Les savons sont obtenus par réaction de saponification de triesters appelés corps gras ou triglycérides:

La réaction de saponification des triesters est lente mais totale à température ambiante: on l'accélère en la réalisant à chaud [73,74].

Le glycérol ou glycérine est un émollient ; il adoucit, assouplit et lisse la peau et les cheveux [75]. Sa formule développée est présentée sur la figure II.4.

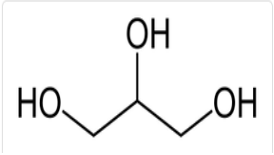



**Figure II.4** Glycérol ou glycérine (propan-1,2,3-triol)

### II.4.6. Préparation de gels de douche à base de plantes

Les gels de douche on été préparés en mélangeant plusieurs éléments, de caractères hydratant et moussant, sous agitation pendant 30 mn jusqu'à obtention d'un mélange homogène. Les gels de douche obtenus ont été gardés à 4°C.




**Figure II.5 : A**, Gel de G, **B** : Gel de Z

La glycérine a été ajoutée pour son caractère hydratant pour la peau avec ses vertus adoucissantes. C'est un agent humectant très bien toléré par la peau, c'est aussi un excellent conservateur en concentration élevée [73].

### II.4.7. Préparation de shampoing naturel des feuilles de Z

Une formulation de shampoing naturel a été aussi préparée en utilisant les feuilles de Z. La préparation a été réalisée en utilisant la bétaine qui est un composé végétal extrait de la betterave sucrière. Elle a été ajoutée à la formulation pour son pouvoir émulsifiant. La structure chimique de la bétaine est présentée sur la figure II.6.

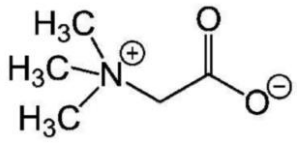


**Figure II.6** Structure chimique de la bétaine [73]

### II.4.8. Préparation de produits alimentaires à base de plantes

#### a) Préparation de jus de *R*

Nous avons choisi de préparer ce jus selon la méthode traditionnelle (Figure II.7).

.



**Figure II.7 :** Etapes de préparation du jus de *R*

#### b) Préparation de biscuits à base de fruits de Z

Vu la valeur nutritionnel des fruits de *Z* [73] nous avons aimé préparer un biscuit à base de ces fruits.

Pour l'obtention du biscuit nous avons mélangé du fruit de Z moulu, avec d'autres ingrédients (figure II. 8)



**Figure II.8 :** Etapes de préparation du biscuit de fruits de *Z*

## II-5. Caractérisation des extraits et produits préparés

### II-5-1. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement, est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue par macération ou décoction (Me) et la masse de la matière végétale utilisée (Mv). Il est donné par la formule suivante:

$$R\% = (Me / Mv) * 100$$

**R%:** Rendement en %.

**Me :**Masse l'extrait sec

**Mv :** Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction.

### II-5-2. Analyse infrarouge à transformée de Fourier FTIR

Les spectres infrarouges ont été obtenus grâce à un spectrophotomètre FTIR- 8400 (figure II.9), à partir de pastilles de KBr anhydre renfermant environ 1% en masse de poudres d'échantillons constituées de poudre de plantes (G, feuilles de Z et fruits de Z).

Dans un premier temps, la préparation de l'échantillon en pastille a été effectuée. L'échantillon en poudre a été incorporé à un support qui n'absorbe pas dans l'IR moyen, C'est le bromure de potassium KBr. Un mélange homogène à l'état 1% de poudre de plante / poudre KBr a été préparé puis déposé dans un moule qui a été soumis à une très forte pression dans une presse hydraulique. Le mélange a été ensuite extrait du moule sous forme d'une pastille.

La pastille a été placée dans le compartiment de mesure du spectre. Le signal enregistré par le détecteur a donné le spectre IR de l'échantillon.

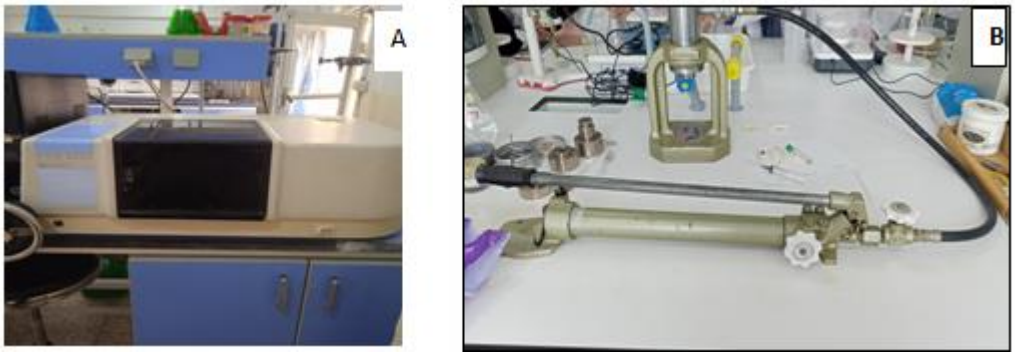



**Figure II.9 : A** : Appareil IR utilisé pour nos analyses
**B** : Presse utilisée pour la préparation de la pastille d'échantillon dans KBr

### II.5.3. Mesure du pH

La mesure du pH a été réalisée après étalonnage du pH-mètre illustré sur la figure II.10.

Les électrodes combinées du pH-mètre ont été plongées dans la solution et laissées pendant quelques instants jusqu'à obtention d'une valeur stable. Ensuite, la valeur affichée sur l'écran du pH-mètre a été notée.

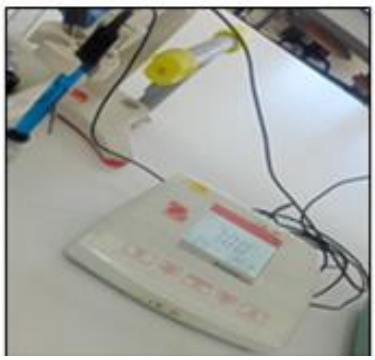


**Figure II.10 :** pH-mètre utilisé pour nos expériences

### II.5.4. Mesure de la viscosité

La raison fréquente justifiant des mesures de propriétés rhéologiques peut être trouvée dans le contrôle de qualité des produits liquides qui se doivent d'être uniformes et cohérents d'un lot à un autre. Pour cela, la mesure de la viscosité s'avère être une mesure indirecte du niveau d'homogénéité et de la qualité du produit, car elle conditionne l'écoulement des fluides. Elle permet de mesurer directement ou indirectement certaines caractéristiques des produits (texture…etc), Elle conditionne le bon fonctionnement des processus [76].

Les conditions de mesure pendant la détermination de la viscosité peuvent avoir un effet considérable sur les résultats de cette mesure. Par conséquent, il est important de contrôler l'environnement ainsi que les conditions des échantillons à analyser. Certaines variables à l'instar

le type de viscosimètre, la combinaison mobile/vitesse, le moyen de mesure (bécher), l'absence ou la présence de protecteurs des mobiles, la température de l'échantillon, les techniques de préparation…etc. peuvent affecter non seulement la précision de la lecture, mais également la valeur finale de la viscosité [76].

- **Mode opératoire :**

Les mesures ont été effectuées à température ambiante en utilisant un viscosimètre rotatif de la figure II.11. Les valeurs de viscosité ont été enregistrées à différentes vitesses de cisaillement : 6, 12, 30 et 60.

La viscosité représente la capacité d'un fluide à s'écouler et à s'accrocher à son support à une température donnée. Plus un fluide est visqueux, moins il coulera vite et plus il sera "gluant". Par ailleurs, La mesure de viscosité permet de caractériser indirectement la texture de la formulation.

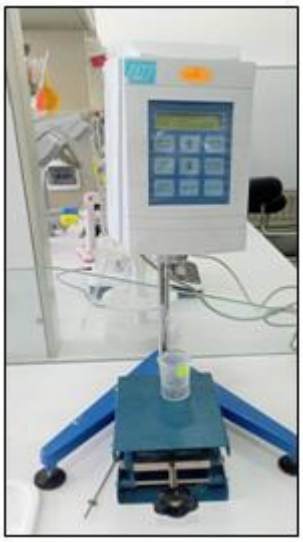


**Figure II.11.** Viscosimètre utilisé pour nos analyses

### ll.5.5. Détermination de la masse volumique des huiles

La détermination de la masse volumique a été réalisée pour les huiles : HG et HZ obtenus à chaud ainsi que HO. Pour cela un volume d'huile a été pesé et la masse volumique de chaque huile a été calculée par l'équation suivante : $\rho = m/v$

### II.5.6. Détermination du pouvoir moussant

Cette méthode permet de déterminer le degré d'aptitude à former de la mousse, caractérisé par la hauteur initiale de la mousse qui reste constante pendant une période plus ou moins longue

- **Mode d'opératoire**

Le mode opératoire comprend les étapes suivantes :

1. Préparation des solutions savonneuses en dissolvant une masse de (savon, gel de douche) dans un volume d'eau distillée.;
2. Agitation du mélange jusqu'à formation de la mousse ;
3- Mesure de la hauteur de la mousse ainsi que la hauteur totale (solution + mousse)
4- Mesure du temps écoulé jusqu'à la disparition totale de la mousse.

Le pouvoir moussant a été calculé par l'équation suivante :

$$\mathbf{P} = (\text{hauteur de la mousse/hauteur totale}) \times 100$$

### II.5.7. Détermination du pouvoir détergent

Ce paramètre a été réalisé selon le protocole de Patel et al [77]

Le pouvoir détergent a été calculé par l'équation suivante

$$\mathbf{Pd\ \%} = [1-(\text{masse de graisse restante/masse de graisse initiale})] \times 100$$

### II.5.8.Dosage des polyphénols totaux PPT

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits a été réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu [78].

- ***Principe***

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune, constitué de polyheterocycles acides contenant un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$), il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène ($W_8O_{23}$) et de molybdène ($Mo_8O_{23}$). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 750 nm.

- **Mode opératoire :**

1g d'extrait sec a été dissout dans 100ml d'eau. 2 ml de cette solution mère on été prélevé et mélangé à 2 ml de réactif de Folin-Ciocalteu à 10% (V/V) ainsi que 2 ml de carbonate de sodium ($Na_2CO_3$) à 7.5%. (m/V) (Figure II. 12).

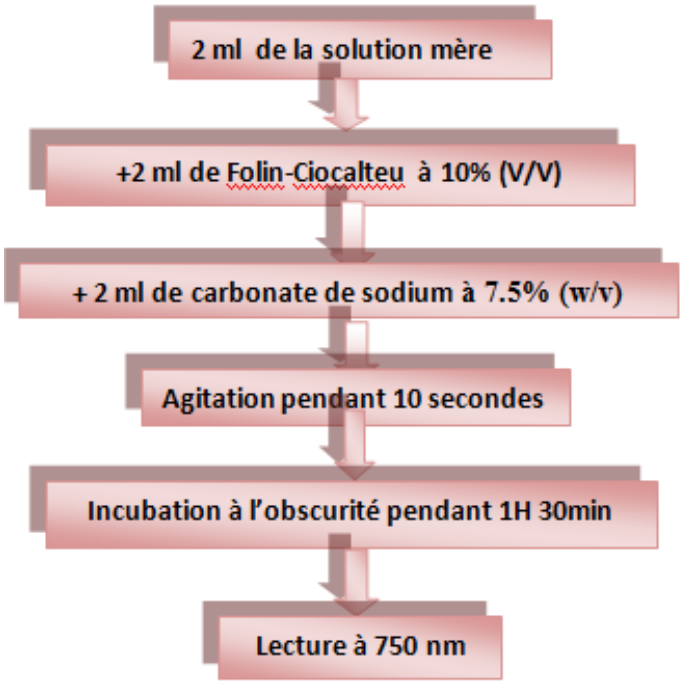



**Figure II.12:** Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu

Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits ont été calculées en se référant à la droite d'étalonnage (y= ax+b) obtenue en utilisant l'acide gallique, comme standard, à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons. La lecture des absorbances a été effectuée en utilisant un spectromètre UV-Visible (Figure II. 13)



**Figure II. 13.** Spectromètre UV-Visible utilisé pour nos expériences

Les résultats ont été exprimés en mg équivalent en acide gallique/ g d'extrait sec en appliquant la formule suivante :

(C= (c x F xV) / m) [78]

C : La teneur en phénols totaux (mg d'acide galliqu g d'extrait sec).

C : La concentration de l'acide gallique établie à partir de la droite d'étalonnage (mg/ml).

F : Facteur de dilution (2 ml de la solution mère ont été prélevés auxquels les réactifs ont été ajoutés jusqu'à un volume total de 6 ml, donc F = 6/2 = 3. Dilution 3 fois)

V : Volume de l'extrait aqueux (en ml)

m : Le poids de l'extrait sec (en g).

(Le blanc a été représenté par l'eau additionné du Folin-Ciocalteu et de carbonate de sodium).

- **L'acide gallique**

Voici la structure chimique de l'acide gallique, qui est un acide phénolique antioxydant, utilisé dans nos expériences comme standard pour la détermination de la teneur en PPT.

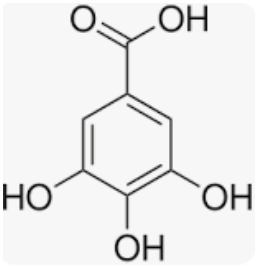



**Figure II.14.**Structure chimique de l'acide gallique [70]

## II.5.9.Dosage des flavonoides

Les teneurs en flavonoïdes des extraits ont été mesurées à l'aide d'une méthode colorimétrique en utilisant le chlorure d'aluminium [78]**.** Un volume de 2 ml de solution d'extrait a été mélangé avec 2 ml de chlorure d'aluminium (2%). Après incubation à température ambiante pendant 10 minutes, l'absorbance a été mesurée à 430 nm (Figure II. 15).

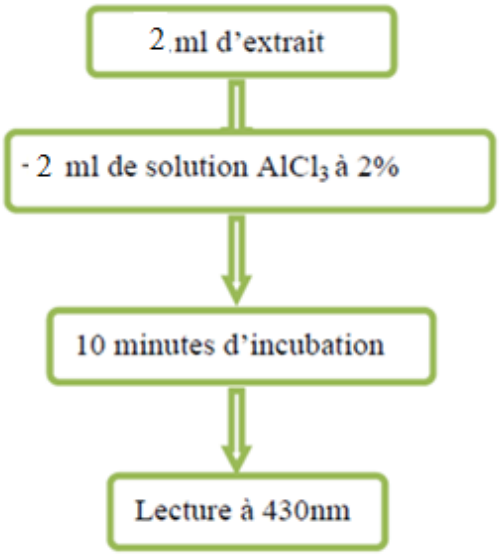



**Figure II.15.**Dosage des flavonoïdes totaux

Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de quercetine par gramme d'extrait sec en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercetine en appliquant la formule suivante :

(C= (c x F xV) / m) [78]

C : La teneur en flavonoïdes

c : La concentration de la quercetine établie à partir de la droite d'étalonnage (mg/ml).

F : Facteur de dilution (2 ml de la solution mère a été prélevée auxquels 2 ml de $AlCl_3$ ont été ajouté. Le volume total = 4 ml, donc F = 4/2 = 2. Dilution 2 fois)

V : Volume de l'extrait aqueux (en ml)

m : Le poids de l'extrait sec (en g).

(Le blanc a été représenté par l'eau additionné du chlorure d'aluminium).

- **Quercetine**

  La quercetine est un flavonoïde de la sous-classe des flavonols, auxquels il confère de fortes propriétés antioxydante.

  La formule chimique de la quercetine est la suivante :

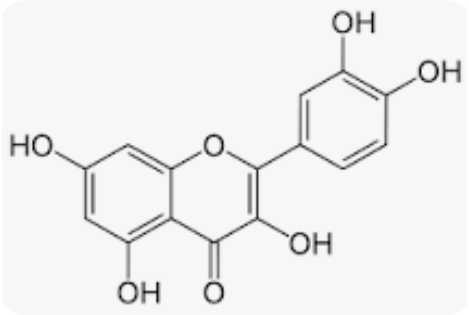


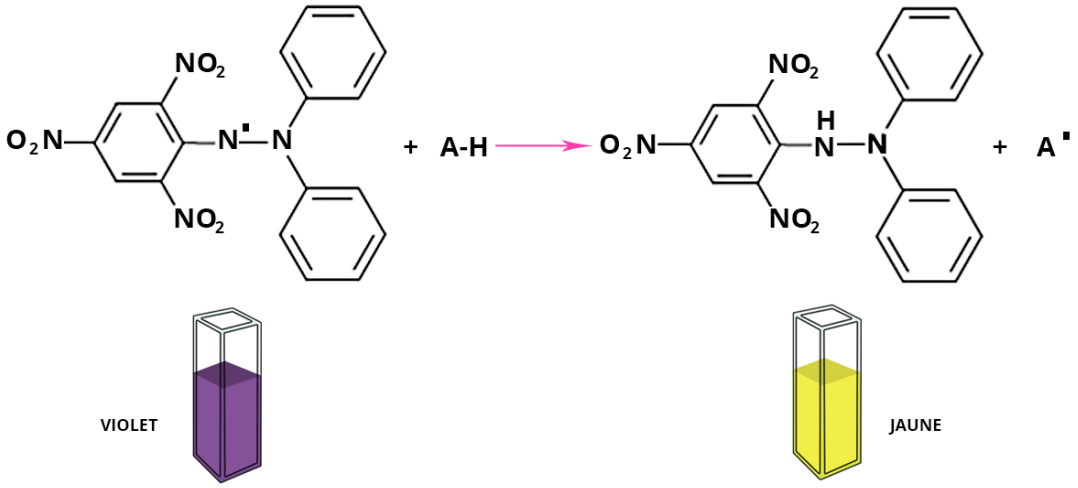

**Figure II.16.**Structure chimique de la quercetine [78]

## II-5-7 .Activité antioxydante

Dans notre étude la mise en évidence de l'activité antioxydante in vitro de nos extraits a été réalisée par le test du piégeage du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl DPPH°. Le DPPH° représente l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante.

- **Principe**

Le test DPPH permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (AH, composés phénoliques généralement) à réduire le radical chimique DPPH° par transfert d'un hydrogène. Le DPPH°, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle.




La réduction du DPPH° est facilement mesurée par spectrophotométrie à 517 nm (λ max DPPH°). La réaction sera plus ou moins rapide selon la nature de l'antioxydant, et la quantité de DPPH-H formée dépendra de la concentration en antioxydants.

- **Mode opératoire**

Le pouvoir antiradicalaire a été testé en utilisant le protocole employé par Bouaziz et al [79] avec quelques modifications. Cette méthode comprend les étapes suivantes :

- Une solution méthanolique de DPPH˙ a été préparée en dissolvant 4 mg de ce produit dans 100 ml de méthanol.
- Ensuite 2 ml de cette solution de DPPH ont été ajoutés à 1ml de solution d'extrait à différentes concentrations
- Après agitation au vortex, les tubes ont été laissés dans l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes.
- La lecture des absorbances a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à la longueur d'onde λ=517nm (longueur d'onde d'absorption du DPPH°).
- Le blanc a été représenté par les solvants et le contrôle a été préparé en mélangeant 1ml de solvant de l'extrait et 2ml de solution de DPPH.
- L'acide gallique qui est un antioxydant de référence, a été utilisé comme témoin positif.
- L'activité antioxydante d'un extrait est caractérisée par la valeur de l'IC50 (concentration permettant d'obtenir 50% d'inhibition) ; une faible valeur de l'IC50

correspond à une forte activité antioxydante. La valeur du pourcentage d'inhibition est donnée par la formule suivante :

-

**A%= (Abs control –Abs échantillon) / Abs control x 100**

A% : Pourcentage d'inhibition

Abs control : L'absorbance du control

Abs échantillon : L'absorbance de l'échantillon.

IC50 : Concentration en antioxydant nécessaire pour réduire 50% du DPPH initial

Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande.

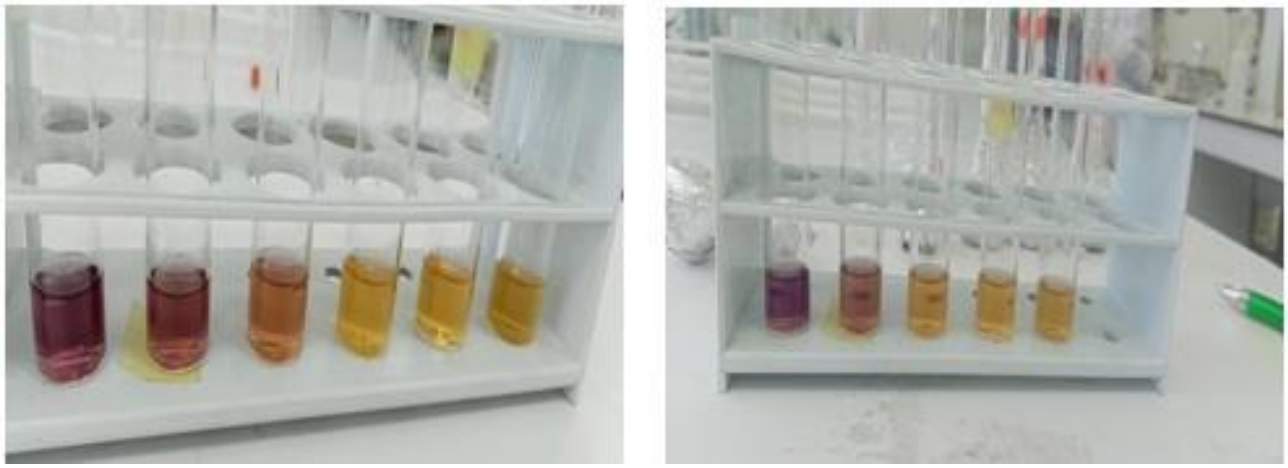


**Figure II.17 :** Préparation des étalons (solution d'extrait + solution de DPPH°

# *Chapitre III :*

# *Résultats et interprétations*

## III-1. Rendement de l'extraction

Les rendements obtenus avec les différents extraits sont compris entre 5.43 et 43.81%. Cette variation est liée à la nature de la plante donc à sa composition chimique.

La décoction a donné des rendements plus élevée que l'infusion. La décoction est réalisée à 60°C. Cela permet de constater que la température influe sur le rendement d'extraction.

Le rendement d'extraction dépend donc du mode d'extraction ainsi que la nature de la plante étudiée. La figure II.1 montre l'influence de la méthode d'extraction sur le rendement. Cette figure illustre, d'une manière plus claire, que l'extraction par décoction donne des valeurs de rendements plus importants que l'infusion.

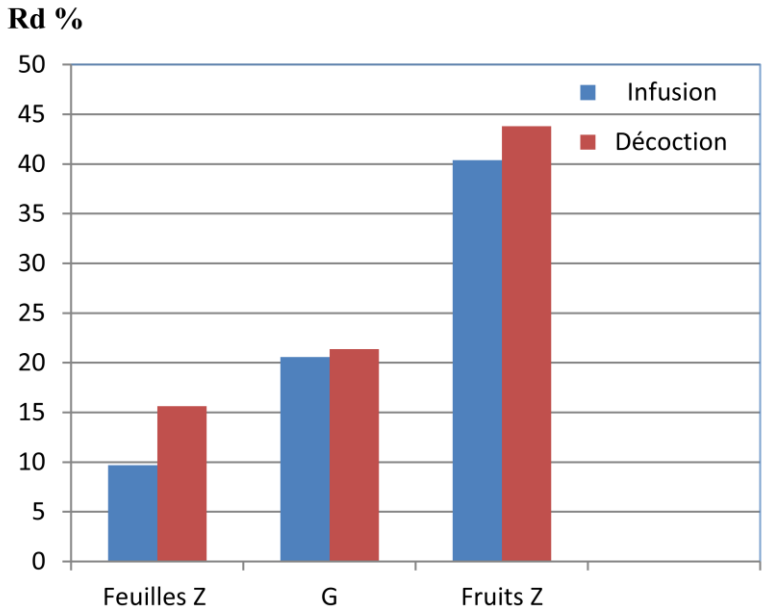



**Figure III-1:** Comparaison des valeurs des rendements des 2 méthodes d'extraction pour le même rapport m/v = 0.03 (Fruits de Z)

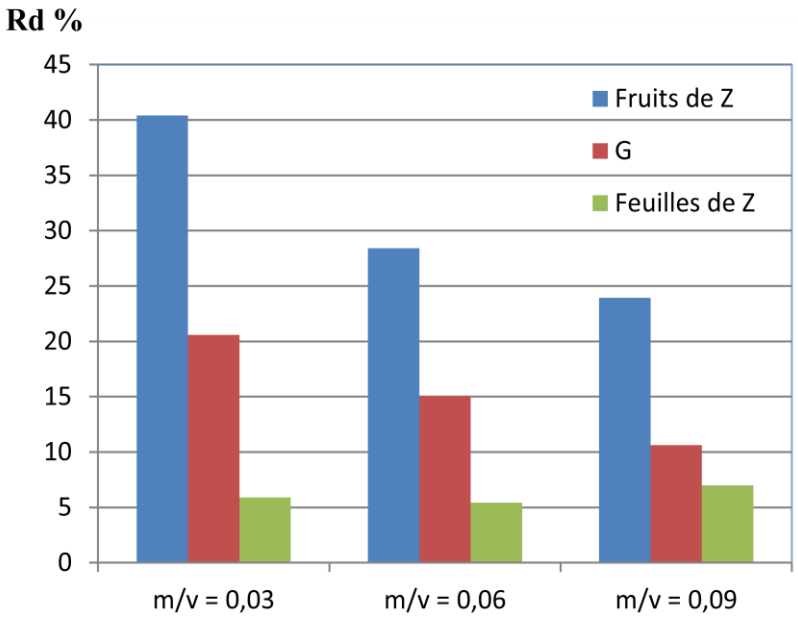



**Figure III.2** : Valeurs des rendements d'extraction par infusion en fonction du rapport m/v

Le rendement d'extraction par infusion décroit en fonction du rapport m/v cela est bien illustré sur les figures III-2, Les masses d'extraits récupérées augmentent en fonction de la masse de plante utilisée pour l'extraction mais cette augmentation n'est pas importante ce qui influe sur le rendement. Ce résultat se reproduit pour l'extraction par décoction (Figures III-3 et III-4).

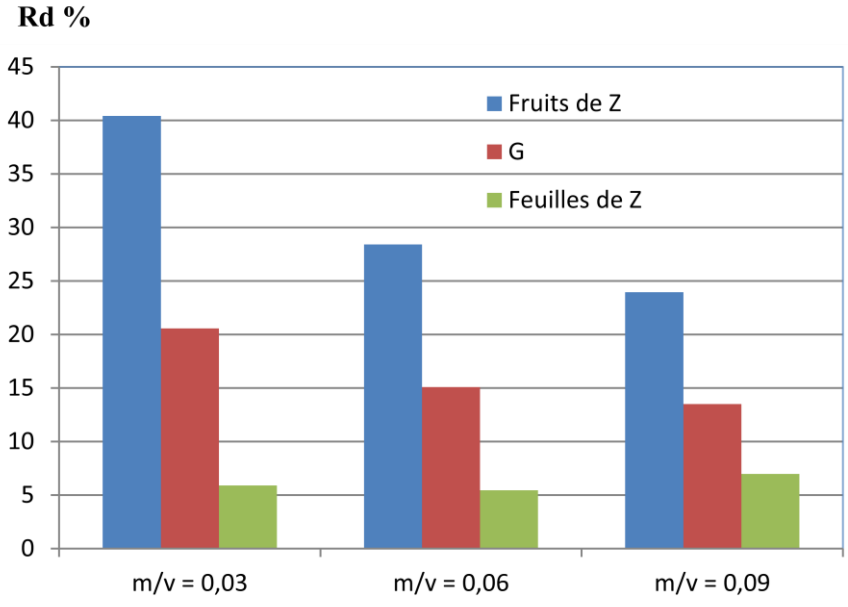



**Figure III.3 :** Valeurs des rendements d'extraction par décoction en fonction du rapport m/v (Volume du solvant d'extraction 100ml)

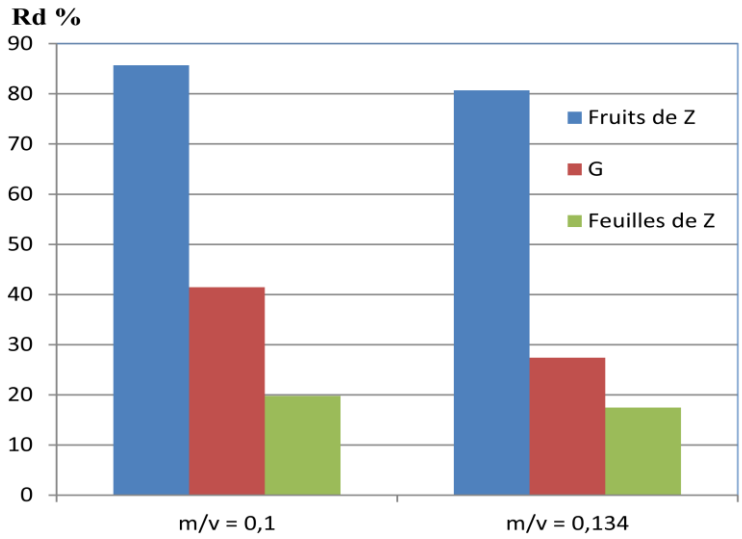



**Figure III.4 :** Valeurs des rendements d'extraction par décoction en fonction du rapport m/v (Volume d'extraction 300ml)

Pour un volume d'extraction de 300 ml (figure III-4) avec des masses de plantes de 30 et 40 g (m/v = 0.1 et 0.134), les rendements sont plus importants. Le volume du solvant joue un rôle primordial sur le rendement.

Le choix d'un solvant pour l'extraction de la matière végétale, doit répondre à un certains nombres de critères dont la faible toxicité et la facilité de l'évaporation à basse température. L'eau représente un solvant polaire et non toxique.

Plusieurs travaux de recherches utilisent le méthanol. Le méthanol est fréquemment employé pour l'extraction des composés phénoliques. L'extraction par un mélange de solvants peut conduire à des extraits de bonne qualité riches en antioxydants : le méthanol/ eau est deux fois plus efficace que le méthanol pur pour l'extraction des composés phénoliques [78].

Les solvants de polarité faible sont de bons solvants pour l'extraction des composés actifs biologiques non polaires [79]

On constate que le rendement d'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé dans l'extraction, le contenu de chaque espèce en métabolites, la température et de la nature du solvant utilisé dans l'extraction ainsi que son volume.

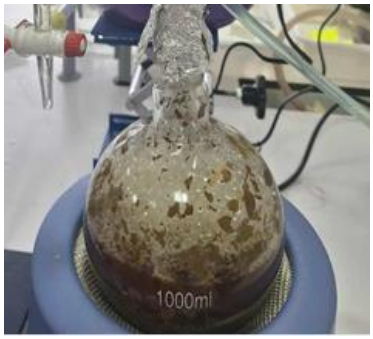
## III-2.Résultats de l'extraction des huiles sur clevenger

L'expérience a montré l'apparition de gouttelettes d'huile essentielles à la surface de l'hydrolat. Nous n'avons pas pu séparer ces gouttelettes vu qu'elles représentaient une fraction très faible et cela pour toutes les plantes étudiées.

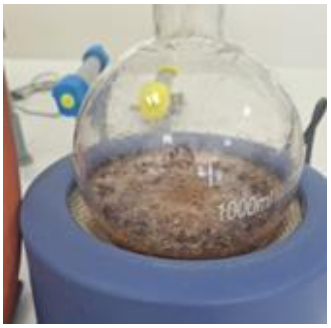


**Figure III.5**. Gouttelettes d'huiles essentielles à la surface de l'hydrolat

Mais la remarque qu'on avait tirée, et qui nous a poussé à préparer des produits cosmétiques à base de ces plantes, est le fort pouvoir moussant des plantes lors du chauffage du ballon. Ce dernier est lié à la présence des saponines. La mousse produite avec les feuilles de *zizyphus lotus* a été très abondante (Figure III.6). Nous avons considéré cette expérience comme un test des saponines.




Feuilles de Z



Fruits de Z

**Figure III.6.** Test d'identification des saponines

## III-3.Résultats de l'extraction dans l'huile d'olive

Vu que nous n'avions pas pu extraire les huiles par hydrodistillation, nous avons procédé à leur extraction dans l'huile d'olive qui est un solvant non toxique. Pour cela nous avons utilisé la méthode traditionnelle en introduisant une quantité de plante broyée dans une quantité d'huile d'olive. L'opération a été réalisée à chaud et à température ambiante. Les caractéristiques morphologiques des huiles sont regroupées dans le tableau III.1.

**Tableau III.1** Caractéristiques morphologiques des huiles

| **Caractéristiques morphologiques** | **HZ à Chaud** | **HZ à tp amb** | **HG à chaud** | **HG à tp amb** | **HO** |
|---|---|---|---|---|---|
| Couleur | Jaune verdâtre | Jaune | Maron | Jaune | Jaune |
| Homogénéité | Homogène | Homogène | Homogène | Homogène | Homogène |
| Consistance à 4°C (48h) | Fluide | Solide | Fluide | solide | Solide |
| Odeur | Caractéristique des FZ | Caractéristique | Caractéristique de G | Caractéristique | Caractéristique de HO |
| Gout | Amère | Amère | Amère | Amère | Amère |

Après 48h toutes les huiles sont passées à l'état solide, à l'exception de HG ainsi que les huiles commerciales (de G et des feuilles de Z) qui gardaient la consistance liquide à 4°C.

HG a gardé la consistance liquide à froid, cela confirme l'extraction de la matière lipophile extraite de nos plantes.

Les huiles provenant des plantes G et feuilles de Z, possèdent plusieurs effets thérapeutiques notamment pour le système digestif et dermiques comme c'est indiqué dans la partie théorique de ce manuscrit.

Les mélanges d'huiles (figure III.7) possèdent des propriétés différentes de celles de l'huile d'olive seul. L'odeur est caractéristique et le gout est influencé par la composition en huile de plante. La couleur et la consistance, qui diffèrent de celle de HO, confirment l'extraction de la matière lipophile ainsi que les huiles essentielles de nos plantes.




**Figure III.7.** Les huiles HG (à chaud), HZ (à chaud) et HO

D'autres propriétés sont également différentes de celles de l'huile d'olive tel que : la viscosité, le pH ainsi que l'effet de piégeage des radicaux libres comme c'est indiqué dans ce qui suit.
Pour l'activité antioxydante nous avons considéré, uniquement, les mélanges d'huiles obtenus à chaud.

## III-4. Les savons

Une quantité du mélange d'huile obtenu lors de l'extraction, à chaud, dans l'huile d'olive est utilisé pour la préparation des savons vu les effets thérapeutiques dermiques cités dans la bibliographie [4,22]. Les propriétés des savons obtenus (pH, viscosité, pouvoir moussant et pouvoir détergent) sont différentes comme c'est montré dans ce qui suit. Ces propriétés dépendent de la composition chimique des plantes utilisées.
Sur la figure III.8 sont représentés les savons SZ et SG obtenus par réaction de saponification à froid.

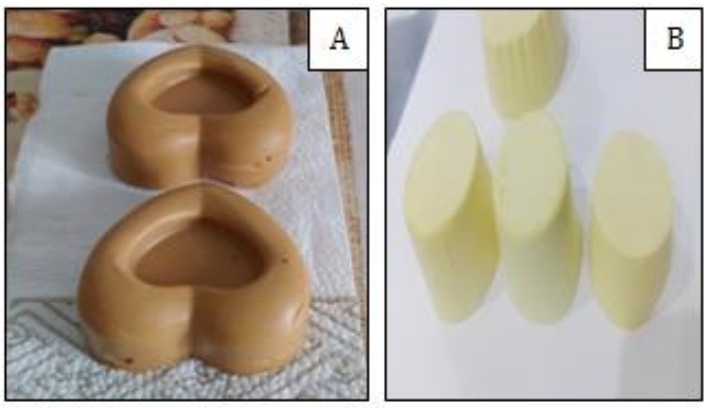



**Figure III.8.** Savons obtenus par saponification à froid, **A** : Savon G, **B** : Savon Z

Sur le tableau III.2 sont présentées quelques caractéristiques morphologiques des savons préparés.

**Tableau III.2** Caractéristiques morphologiques des savons préparés

| **Caractéristiques morphologiques** | **Savon Z** | **Savon G** |
|---|---|---|
| Couleur | Verdâtre | Maron |
| Homogénéité | Homogène | Homogène |
| Consistance | Solide | Solide |
| Odeur | Caractéristique | Caractéristique |
| Poids moyen en g | 55,57 | 56 |

La consistance solide des savons préparés est due à l'utilisation de l'hydroxyde de sodium lors de la réaction de saponification. Pour l'obtention d'un savon liquide on utilise l'hydroxyde de potassium [77].

## III-5. Les gels de douche

Les caractéristiques morphologiques des gels de douche préparés sont illustrées sur le tableau III.3. Ce tableau montre l'effet des extraits aqueux sur les caractéristiques morphologiques des gels de douche préparés.

**Tableau III.3** Caractéristiques morphologiques des gels de douche préparés

| **Caractéristiques morphologiques** | **Gel Z** | **Gel G** |
|---|---|---|
| Couleur | Beige | Maron foncé |
| Homogénéité | Présence de bulles d'air | Présence de bulles d'air |
| Consistance | Liquide | Liquide |
| Odeur | Caractéristique des feuilles de Z | Caractéristique de G |

Ces effets sont liés à la composition chimique de nos plantes. Les bienfaits de ces plantes sur la peau sont cités dans la bibliographie

Sur la figure III.9 sont présentés les gels de douche préparés.




**Figure III.9.** Gels de douche préparés, **A**: Gel Z , **B** :Gel G
(Gel Z obtenu avec l'extrait des feuilles de Z et Gel G obtenu avec l'extrait de G)

- **Shampoing HZ**

Concernant le shampoing à base d'extrait des feuilles de Z, les analyses ont été réalisées sur l'extrait aqueux. Ces analyses concernent le pouvoir moussant, le pouvoir détergent, le pH, la viscosité, la teneur en PPT et flavonoïdes ainsi que l'activité antioxydante. Les résultats d'analyses sont présentés dans ce qui suit.

## III.6.Mesure du pouvoir moussant

Le pouvoir moussant est le degré d'aptitude d'un tensioactif à pouvoir former une mousse stable et persistante. Les valeurs des pouvoirs moussants sont présentées sur le tableau III.4.

**Tableau III.4.** Résultats de mesure du pouvoir moussant

| | Hauteur totale (cm) | Hauteur de la mousse (cm) | P % | Durée |
|---|---|---|---|---|
| **Extrait de feuilles de Z** | 7,5 | 4,5 | 60 | Plus 15 h |
| **Extrait de G** | 9 | 4 | 44.45 | Plus de 8h |
| **Savon Z** | 7 | 6 | 85,71 | 3h 17min |
| **Savon G** | 7 | 5 | 77,14 | 3h 19 min |
| **Gel Z** | 9.8 | 8.2 | 83.67 | Plus de 8h |
| **Gel G** | 9 | 7.5 | 83.33 | Plus de 8h |

Sur les figures III.10 et III.11 sont présentés les extraits de G et feuilles de Z avec la durée de la mousse.




**Figure III.10** Pouvoir moussant de l'extrait aqueux de G

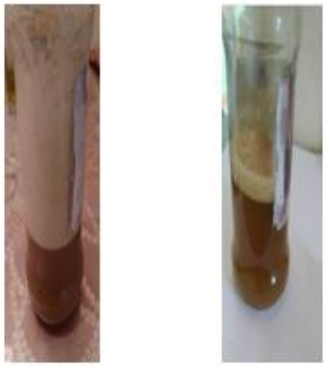



**Figure III.11** Pouvoir moussant de l'extrait aqueux des feuilles de Z

La mousse est plus abondante avec le gel de douche parce qu'il contient, en plus, un agent moussant (figure III.12).

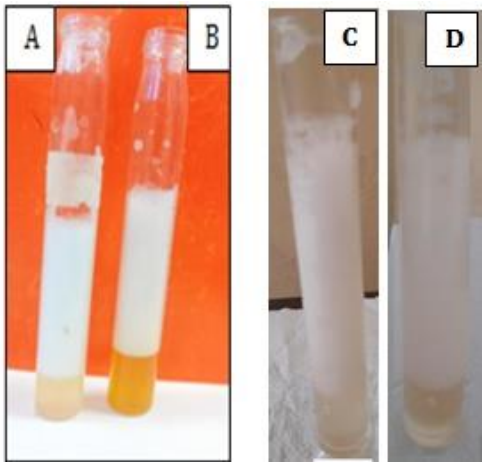



**Figure III.12** Pouvoir moussant: **A** : SZ , **B** :SG, **C** : Gel Z , **D** : Gel G

## III-7. Pouvoir détergent

Le pouvoir détergent des solutions d'extraits à m/v =0.1 sont présentées sur la figure III.13.

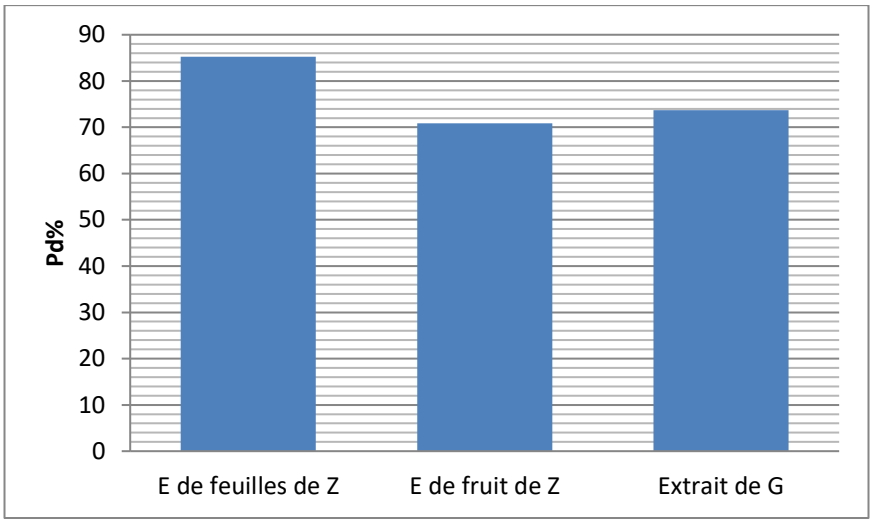



**Figure III.13.** Pouvoir détergent des extraits de plantes

L'extrait de feuilles de Z présente un pouvoir détergent supérieur à celui des fruits de Z et de G. Cet extrait produit une mousse abondante lors d'une agitation de la solution. Le pouvoir moussant influe sur le pouvoir détergent. La production de mousse facilite la séparation de la salissure.

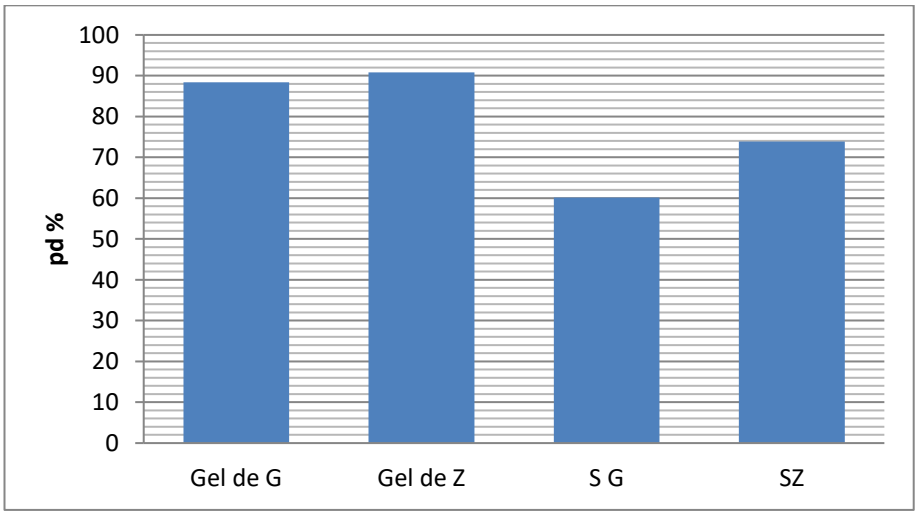



**Figure III.14.** Pouvoirs détergents des gels de douche et savons

Le savon et le gel de feuilles de Z présentent des pouvoirs détergents supérieurs au savon et gel de G.

Le pouvoir détergent des formulations dépend de la concentration des solutions d'extraits utilisés pour la préparation de ces produits cosmétiques ainsi que de leur composition chimique.

L'ajout d'un agent moussant et hydratant dans les gels de douches a fait augmenter le P% par rapport aux P% des extraits.

Le pouvoir détergent est influencé aussi par le pouvoir mouillant, la tension superficielle et interfaciale, la charge ionique, le pouvoir émulsifiant ainsi que le pouvoir dispersant [77].

## III-8. Résultats de mesure du pH

Sur le tableau III.5 sont présentées les valeurs de pH des extraits des plantes. Ces valeurs sont comprises entre 5.93 et 6.95. Le pH de G est plus proche de celui de la peau.

Les extraits aqueux de plantes des feuilles de Z et G (m/v = 0.1) ont été utilisés pour la préparation des gels de douche. L'extrait des feuilles de Z est également utilisé pour la préparation du shampoing naturel.

**Tableau III.5** Valeurs des pH des extraits de plantes :

| **Extrait** | Feuilles de Z | Fruits de Z | G |
|---|---|---|---|
| **PH** | 6.95 | 6.03 | 5.93 |

Concernant les gels de douche, selon la norme, le pH doit se trouver dans l'intervalle 5.5 à 7. Nos résultats sont bien dans l'intervalle des normes (Tableaux III.6 et III.7).

**Tableau III.6.** Valeurs des pH des solutions savonneuses à différentes concentrations

| Concentration (mg/ml) | 100 | 50 | 20 |
|---|---|---|---|
| pH (SG) | 10,44 | 10,35 | 10,34 |
| pH (SZ) | 10,41 | 10,37 | 10,31 |

**Tableau III.7.** Valeurs des pH des gels de douche

| Formulation | Gel G | Gel Z | Gel C |
|---|---|---|---|
| pH | 6,85 | 6,09 | 5,53 |

Le tableau III.8 regroupe les valeurs des pH des huiles ; ces valeurs sont inférieures à celle de l'huile d'olive. Les valeurs sont comprises entre 5,3 à 7,56

**Tableau III.8.** Valeurs des pH des huiles

| Huile | HO | HZ à chaud | HG à chaud | HZ à tp amb | HG à tp amb | HZC | HGC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 7,56 | 6.25 | 6,81 | 7,21 | 5.3 | 6,58 | 6,75 |

## III-9.Résultats de mesure des viscosités

La viscosité est une propriété importante des fluides qui décrit la résistance des fluides à l'écoulement et qui est liée au frottement interne qui a lieu dans le fluide

Les viscosités des solutions d'extraits à m/v=0.1, utilisés pour les préparations cosmétiques, sont présentés sur la figure III.15. Ces courbes montrent une allure décroissante en fonction de la vitesse de cisaillement.

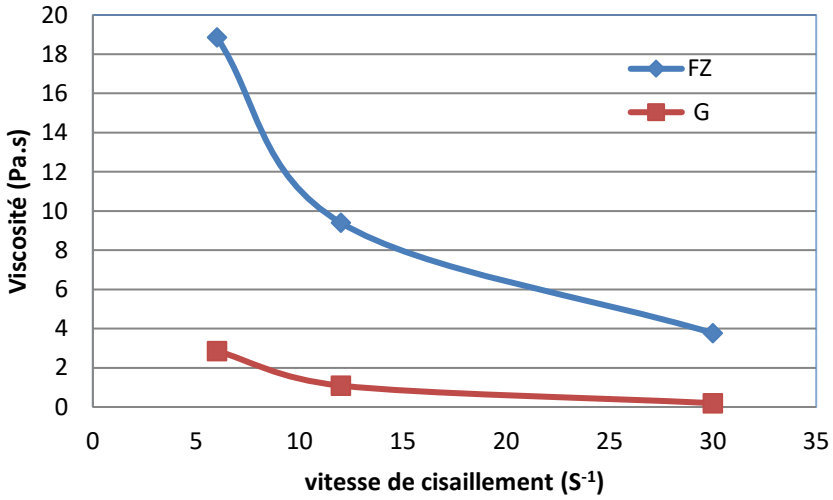



**Figure III-15.** Variation de la viscosité des extraits aqueux de G et des feuilles de Z en fonction de la vitesse de cisaillement

Cette décroissance traduit une diminution de la résistance interne à l'écoulement en fonction de la vitesse de cisaillement. Ce résultat se reproduit pour les huiles (figure III.16).

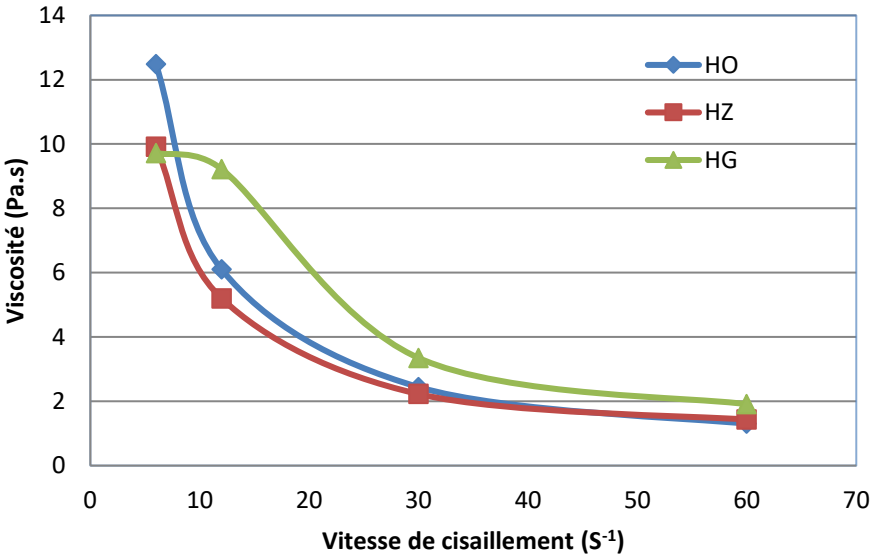



**Figure III-16.** Variation de la viscosité des macérât de HZ et HG dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement

Les trois courbes des huiles présentent un profil similaire. Le HO présente une viscosité de départ plus élevée que HZ et HG.

Les macérât HZ et HG sont comparés aux huiles commerciales HZC et HGC, cette comparaison est illustrée sur les figures III.17 et III.18.

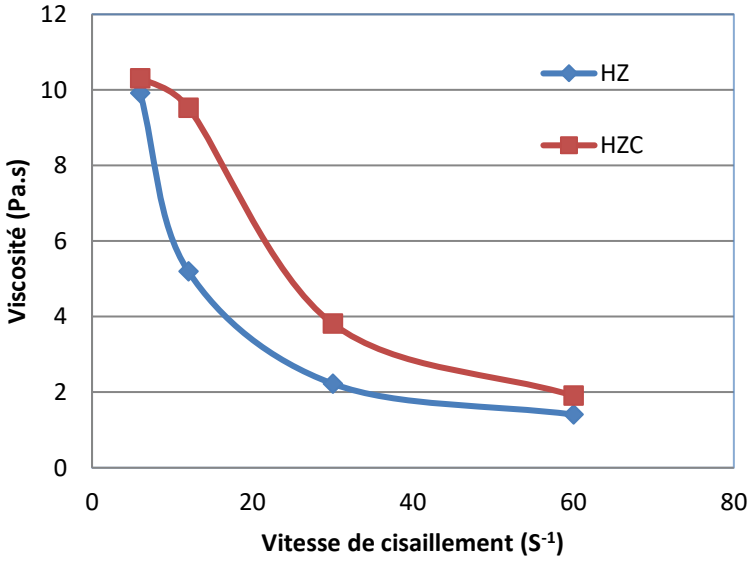



**Figure III-17.** Variation de la viscosité de l'huile commerciale HZC et du macérât de HZ dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement

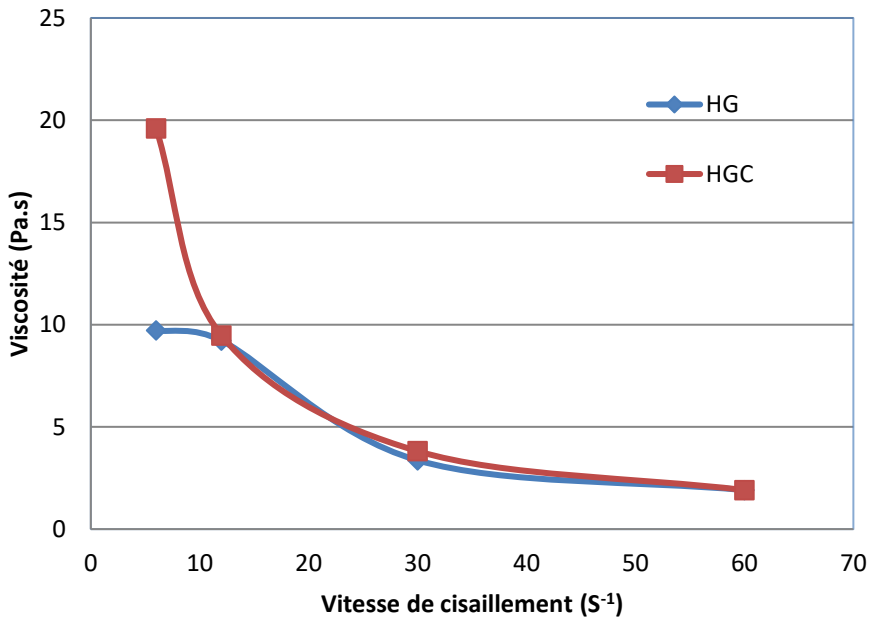



**Figure III-18.** Variation de la **v**iscosité de l'huile commerciale HGC et du macérât de HG dans HO à chaud en fonction de la vitesse de cisaillement

Les courbes de viscosité de HZ et HZC présentent une allure similaire tandis que HG présente une viscosité inférieure à celle de HGC.

Les courbes de viscosité des savons à différentes concentrations sont présentées sur les figures III.19 et III.20.

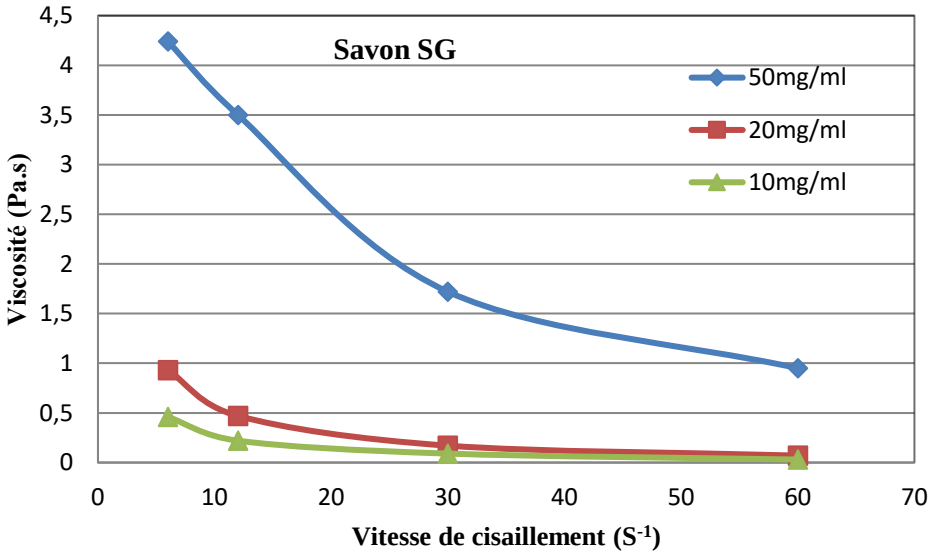



**Figure III-19.** Variation de la viscosité du savon SG à différentes concentrations en fonction de la vitesse de cisaillement

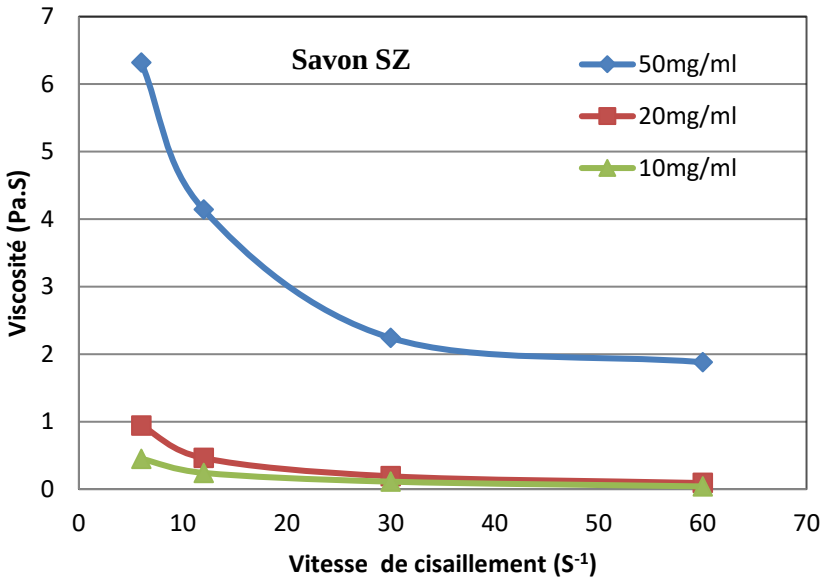



**Figure III-20.** Variation de la viscosité du savon SZ à différentes concentrations en fonction de la vitesse de cisaillement

Il apparait clairement que la viscosité est influencée par la concentration des fluides. Plus la solution est concentrée plus la résistance du fluide à l'écoulement est élevée et plus la viscosité est élevée.

Les courbes de viscosité des gels de douches préparés, comparés au gel de douche commercial, sont présentées sur la figure III.21.

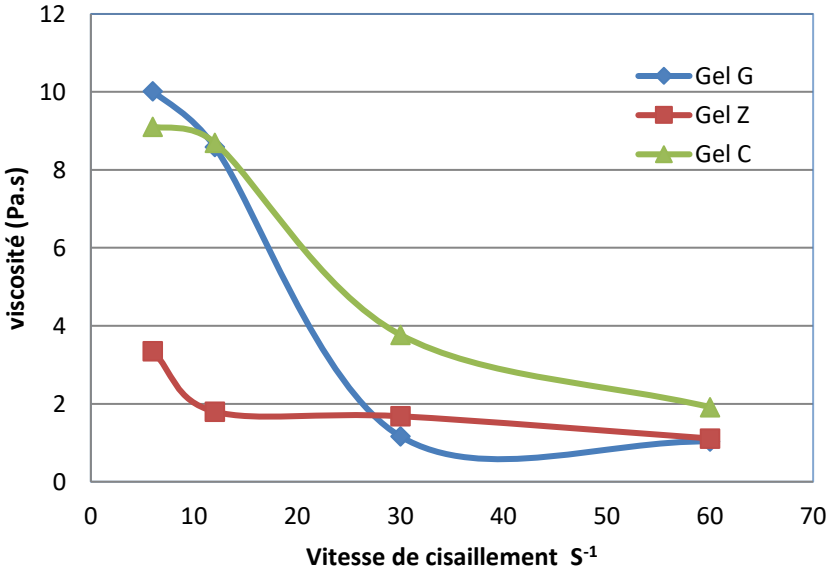



**Figure III-21.** Variation de la viscosité des gels de douche en fonction de la vitesse de cisaillement

La présence de bulles d'air dans le gel de Z était plus importante que dans le gel de G la courbe du gel Z présente une partie constante (Figure III.21) reflétant un comportement newtonien dû, probablement, à la présence des bulles d'air dans le fluide.

Pour un fluide newtonien, la viscosité reste constante quels que soient les changements de taux de cisaillement ou d'agitation [76]. Ce type de fluide obéit à la loi de Newton.

Les autres courbes présentent un profil décroissant reflétant un comportement non newtonien qui se traduit par une diminution de la viscosité en fonction de la vitesse de cisaillement. Ces fluides sont appelés fluides pseudo-plastiques. La structure de ces systèmes est décomposée en raison de la force externe [76]

La courbe de viscosité du gel G présente une allure semblable à celle du gel commercial alors que le gel de Z présente une allure inférieure. Cela est peut être due à une température différente lors des mesures qui ont été effectuées séparément.

## III-10. Détermination des masses volumiques des huiles :

Les résultats de la détermination de la masse volumique sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau III.9.** Valeurs des masses volumiques des huiles

| **Huile** | **HG** | **HZ** | **HO** |
|---|---|---|---|
| **ρ en g/ml** | 0,838 | 0,79 | 0 ,776 |

Les huiles HG et HZ présentent des masses volumiques supérieures à celle de l'huile d'olive. Cela est logique puisque le HO représente le solvant d'extraction. L'augmentation de la masse volumique confirme l'extraction de la matière lipophile de nos plantes. L'huile d'olive est un bon solvant d'extraction de la matière organique vu qu'il n'est pas toxique et qu'il représente un excellent agent de conservation des aliments.

Les résultats du tableau III.9 sont exploités pour le calcul de la concentration inhibitrice IC 50.

## III-11. Dosage des polyphénols totaux

Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits sont calculées en se référant à la droite d'étalonnage (y= ax+b) obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations.

### a) Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

La détermination de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été réalisée selon la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. La droite montre une linéarité de l'absorbance en fonction des concentrations. Les quantités des polyphénols correspondantes de chaque extrait sont déterminé par l'équation de type: **A = 30,4 C** sachant que **$R^2$ = 0.995** (Figure III. 22)

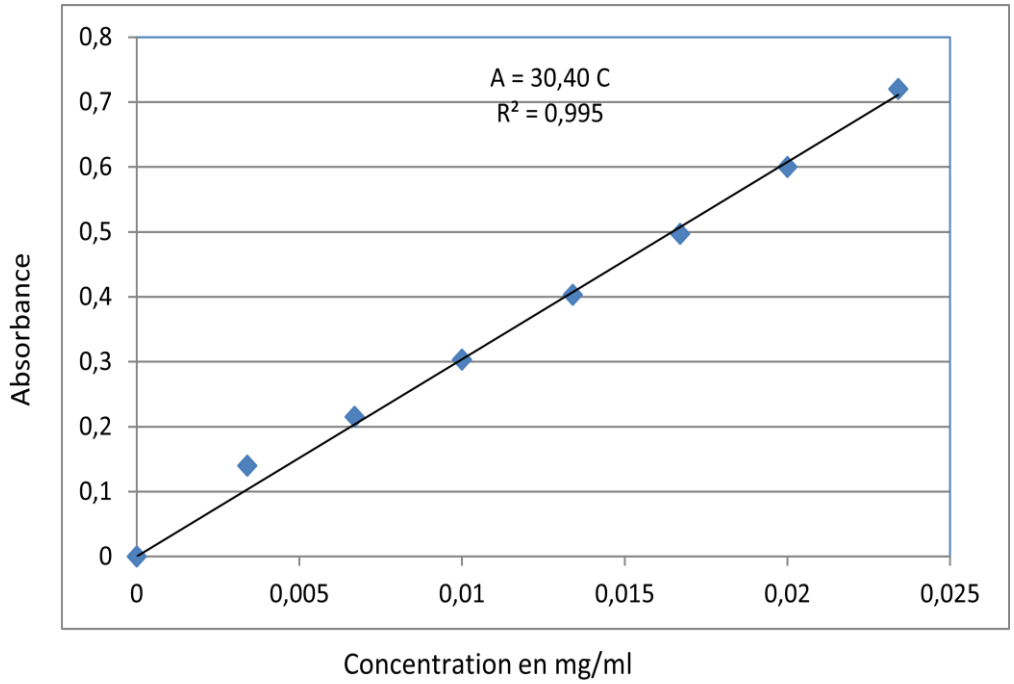



**Figure III.22:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

### b) Résultats

Les valeurs obtenues sont exprimées en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g ES), l'échantillon analysé est celui correspondant à m/v = 0.03 obtenu par décoction. La teneur de nos extraits en polyphénols est présentée sur la figure III.23.

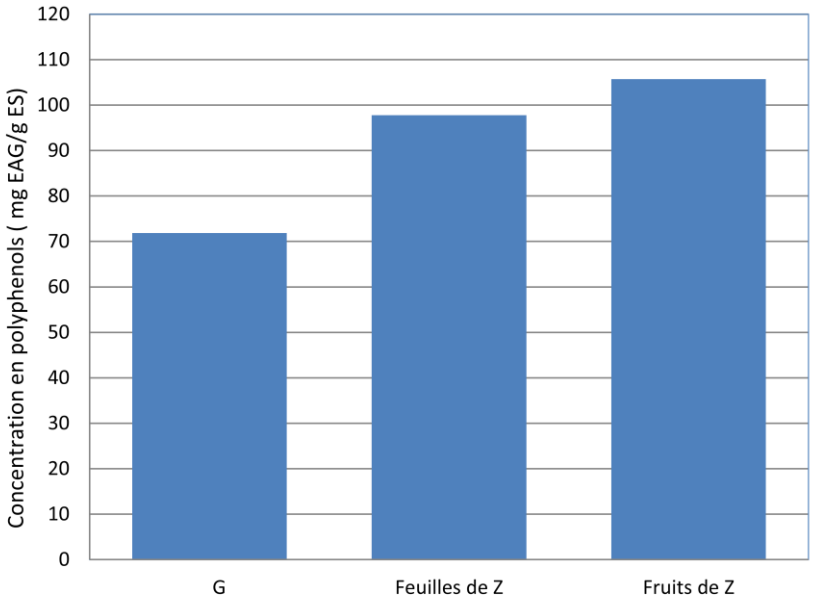



**Figure III.23.** Teneurs en polyphénols totaux pour m/v=0.03

D'après les résultats de la figure III.23, il apparait clairement que l'extrait des fruits de Z contient plus de polyphénols que les extraits des feuilles de Z et de G. Ce résultat est lié à la nature de chaque plante et à sa composition chimique.

Une plante riche en polyphénols et flavonoïdes possède de multiples effets thérapeutiques.

## III-12.Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une partie des composés phénoliques. Leur quantification a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones des flavonoïdes [36].

Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercetine / g d'extrait sec en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercetine. A = 4,606 C et $R^2$= 0.991 (figure III.24).

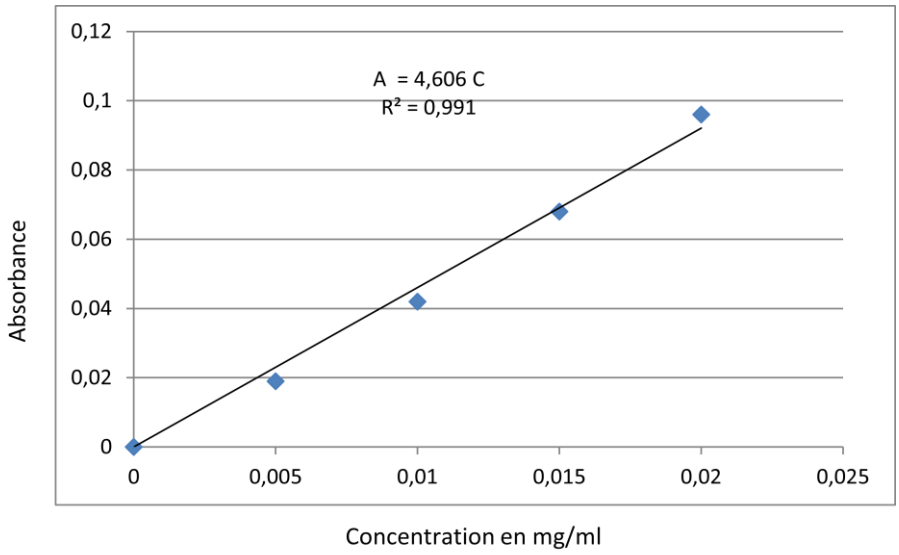



**Figure III.24:** Courbe d'étalonnage de la quercetine

Sur la figure III.25 sont présentées les teneurs en flavonoïdes des différents extraits. Cette figure montre la richesse de la plante G en flavonoïdes par rapport aux feuilles et fruits de Z

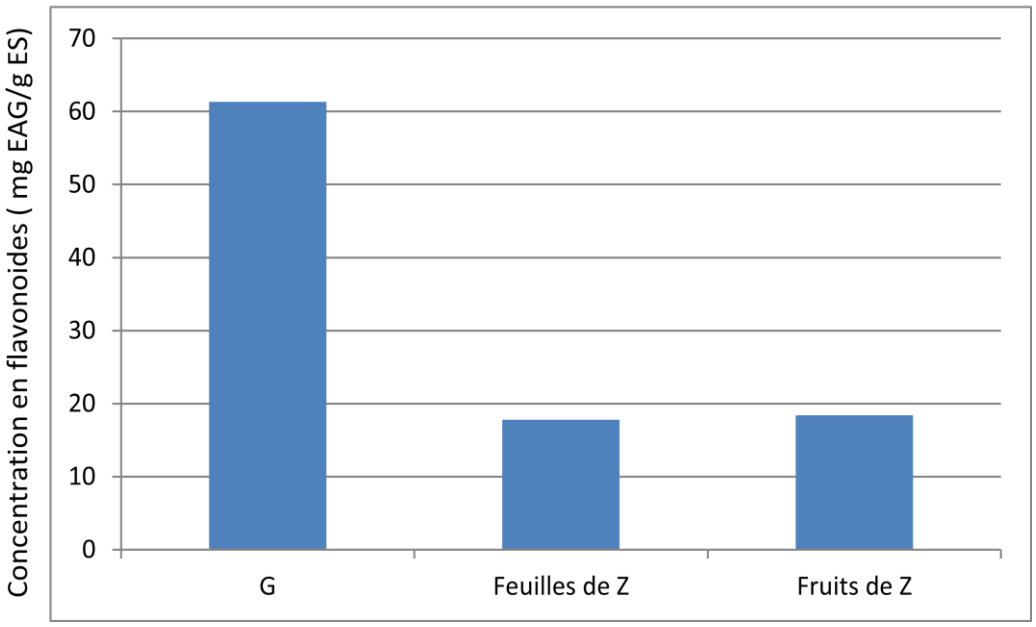



**Figure III.25**. Teneurs en flavonoïdes pour m/v=0.03

Les flavonoïdes et les saponosides triterpéniques sont abondants dans les rhizomes et les racines de *la plante G* [23,57].

Les échantillons dosés sont ceux obtenus par décoction correspondant à m/v= 0.03. Il est de même pour l'activité antioxydante.

## III-13. Activité antioxydante

Le test antioxydant a été réalisé en utilisant la méthode de DPPH.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test au DPPH a montré que les différents extraits présentent une grande capacité de piéger le radical de DPPH

A partir de la courbe de variation du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration en extraits des plantes illustrée, on tire les valeurs de l'inhibition de 50% du DPPH

L'activité antioxydante de feuilles Z, fruits de Z et de G avec des IC50 de 25.3 de 24,78 et de 84.82 µg/ml respectivement montre des activités antioxydantes inférieures à celle de l'acide gallique (6,5 µg/ml). Cette comparaison est bien illustrée sur la figure III.26.

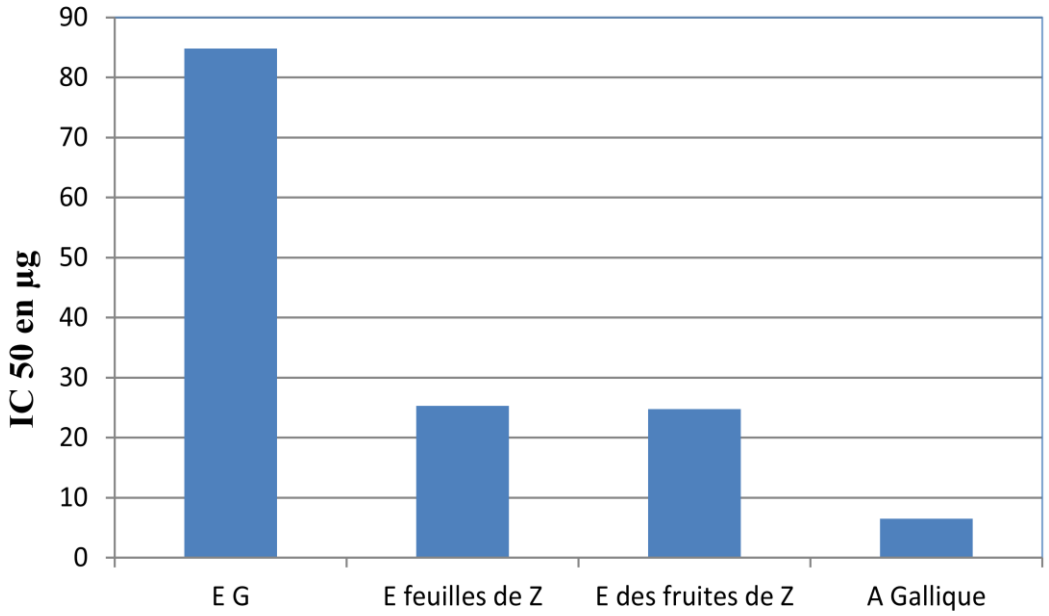



**Figure III.26.** Valeurs des IC50 des extraits de plantes comparé à l'acide gallique

Une alimentation riche en antioxydants protège la personne de plusieurs maladies liées aux radicaux libres tel que : le cancer, l'arthrite, l'athérosclérose, le diabète, les maladies gastriques et les maladies hépatiques [39, 42].

HG présente un IC50 inférieurs aux autres huiles. Ce macérât montre une capacité du piégeage du radical libre DPPH supérieure à celle de HZ et HO.

Les valeurs des IC50 des huiles sont comparées à celle de l'acide gallique. Le résultat est présenté sur la figure III.27.

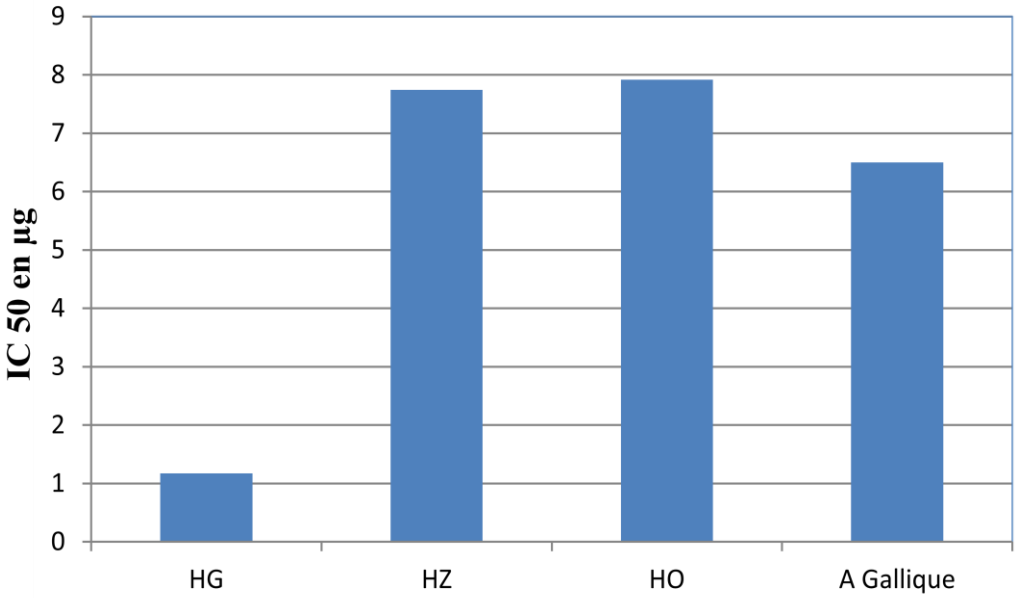



**Figure III.27** Valeurs des IC50 des huiles comparées à l'acide gallique

Le macérât de HG présente un IC50 inférieur à celui de l'acide gallique. Le pouvoir inhibiteur du DPPH, avec ce mélange d'huile, est supérieur à celui de l'acide gallique.

Il parait que l'extraction de G dans l'huile d'olive a bien réussi par rapport à celle de Z.

La poudre de plante G, obtenue par broyage, possède une granulométrie très fine en comparaison à celle des feuilles de Z. Le rapport masse / volume ainsi que la surface de contact des particules avec le solvant d'extraction sont plus élevés. Ces paramètres influent considérablement sur l'extraction des composés bioactifs.

## III-14. Analyse infrarouge

L'objectif de la spectrométrie infrarouge est l'identification des fonctions chimiques présentes dans un produit. Le principe de cette méthode se base sur les liaisons, entre les atomes composant une molécule et qui possèdent des fréquences de vibration propre. Ces liaisons absorbent les rayons électromagnétiques d'énergie correspondante. Ainsi, la molécule absorbe les rayonnements infrarouges différemment à diverses fréquences, chacune est caractéristique d'une fonction chimique.

Les spectres FTIR correspondants aux différents extraits de plantes ainsi que les spectres des plantes sont représentés sur les figures suivantes en superposition

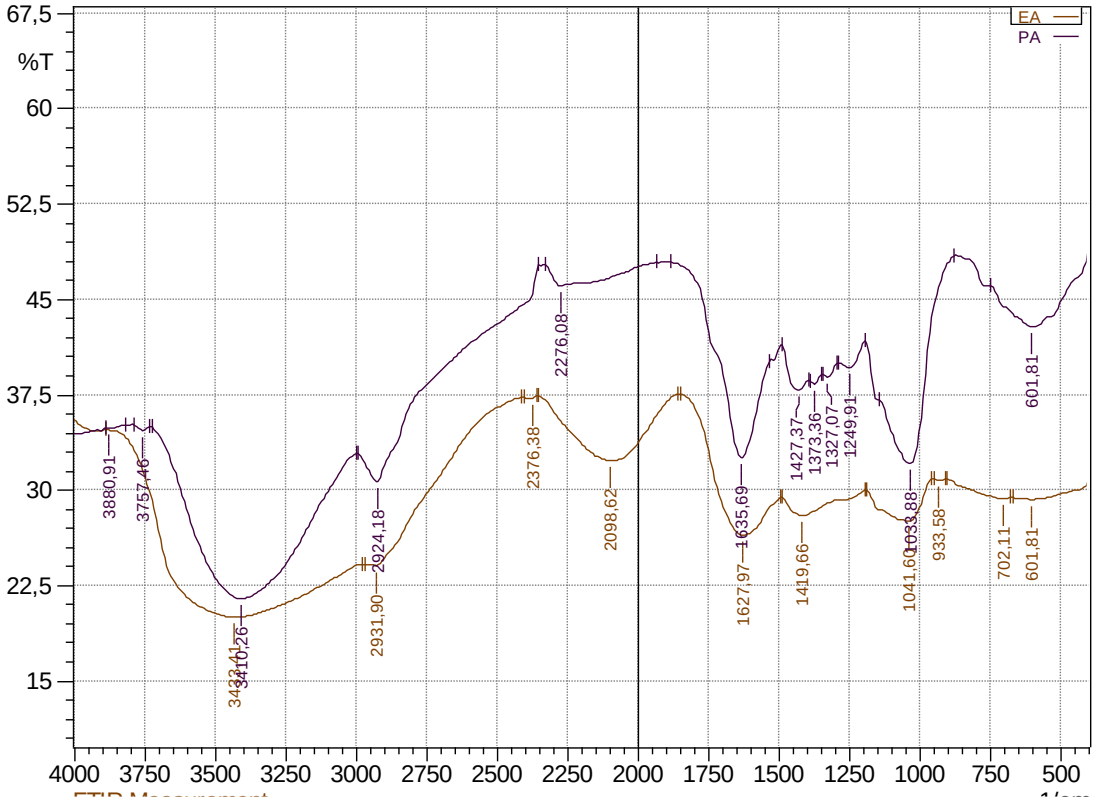



**Figure III-28** Spectre IR de G **P** : plante ; E : Extrait de plante

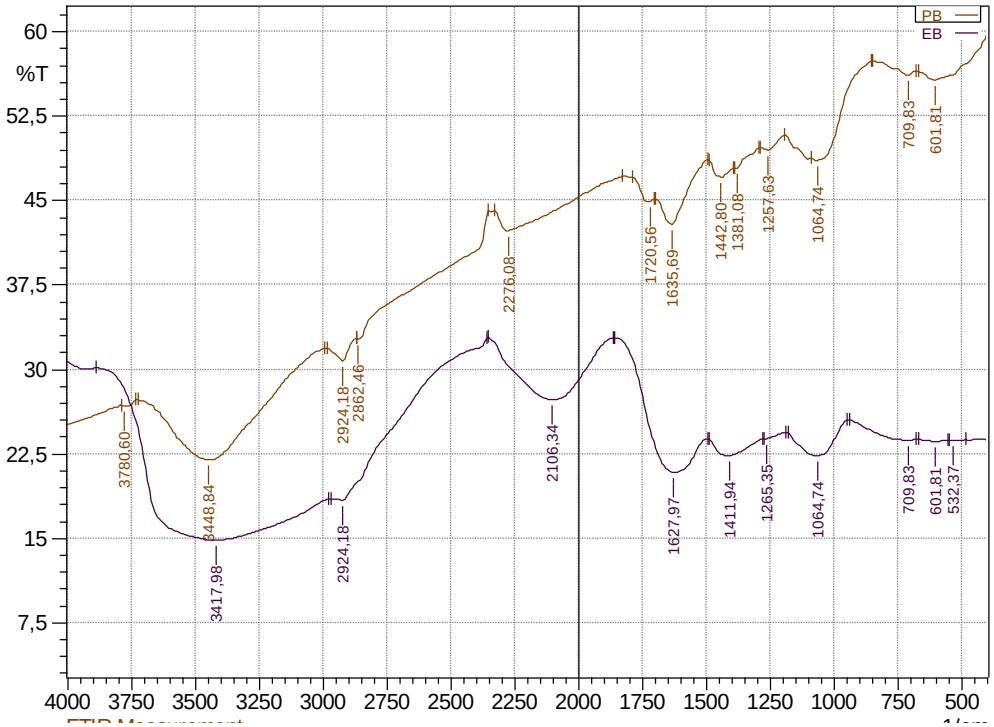



**Figure III-29** Spectre IR de Feuilles de Z **P** : plante ; E : Extrait de plante

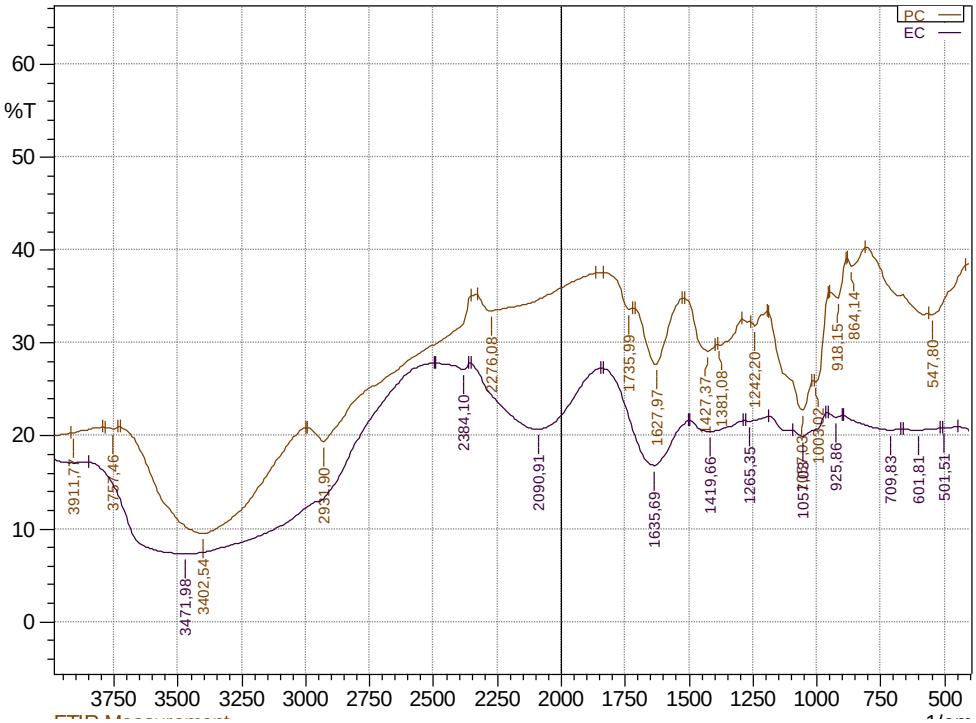



**Figure III-30** Spectre IR de Fruit de Z **P** : plante ; E : Extrait de plante

A partir des résultats d'analyse par infrarouge des différentes fractions des extraits, il ressort que les différentes plantes se caractérisent par plusieurs liaisons à fonctions variables.

En comparant les spectres des plantes et celles des extraits, on remarque l'apparition de la majorité des pics des plantes sur celles des extraits cela confirme l'extraction de tout type de métabolites existants au sein de nos plantes.

En effet, les bandes larges autour de 3400 $cm^{-1}$ sont associées à la vibration d'élongation de la liaison OH. Les bandes étroites autour de 2924 à 2926 $cm^{-1}$ correspondent à la vibration de d'élongation de la liaison CH hybridé sp3. Les bandes fortes autour de 1620 à 1635 $cm^{-1}$ correspondent à la vibration d'élongation de la liaison C=C (fonction alcène). Enfin, les bandes autour de 1050 $cm^{-1}$ sont attribuées à la vibration d'élongation de la liaison C-O (fonction ester) [80]

**Tableau III.10 :** Bandes caractéristiques du spectre FTIR des plantes et extraits [80]

| **Nombre d'onde (cm-1)** | **Liaison** |
|---|---|
| 3400 | **ν (O-H)** |
| 2924 à 2926 | ν (C-H) alcane |
| 1620 à 1635 | ν C=C |
| 1050 | ν C-O |

.

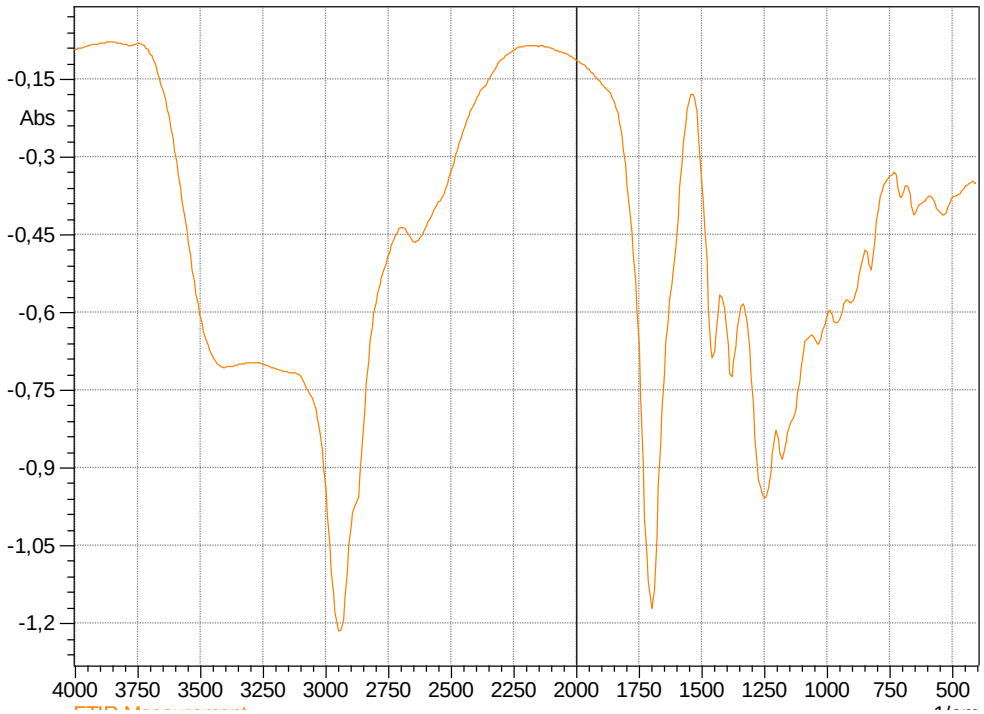



**Figure III.31** Spectre infrarouge du savon SZ

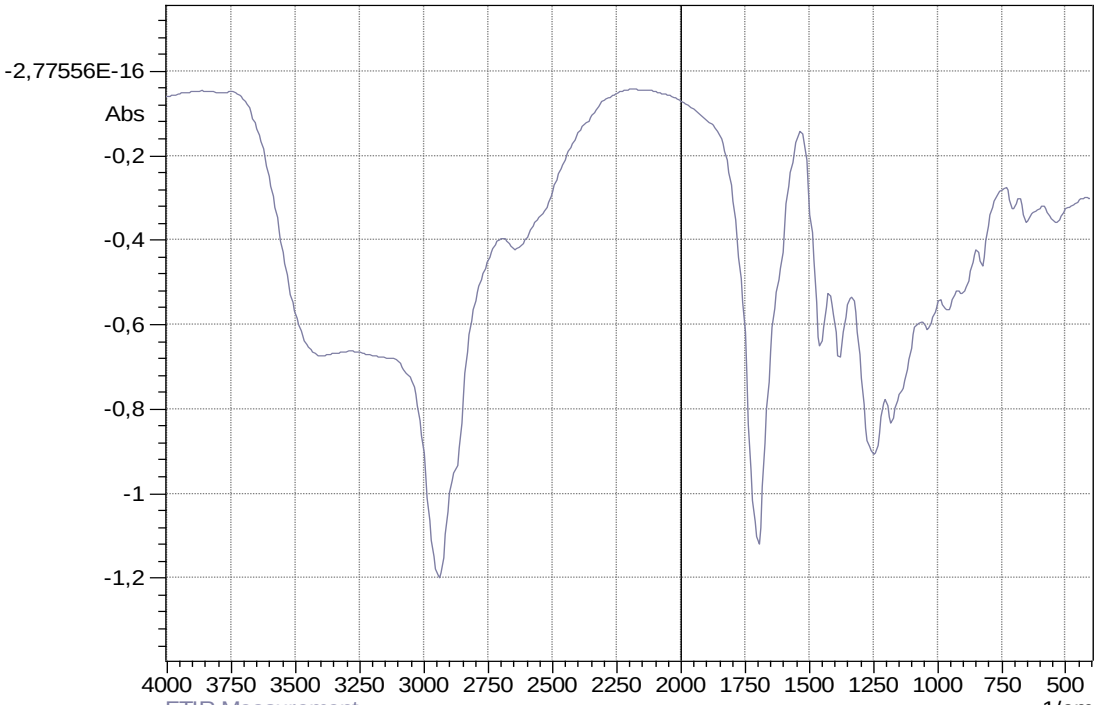



**Figure III.32** Spectre infrarouge du savon SG

Sur les figures III.34. et III.35 sont présentés les spectres IR des savons SG et SZ. Ces spectres montrent des absorptions au alentour de 2900 $cm^{-1}$ correspondant à la vibration d'élongation de la liaison C-H des alcanes. Une bande d'absorption forte à 1700 $cm^{-1}$ attribuée à la vibration de valence du carbonyle C=O du groupement carboxylate du savon. Une autre bande apparait entre 1050 à 1250 $cm^{-1}$ attribuée à la vibration de valence de la liaison C-O correspondant à l'ion carboxylate [80].

**Tableau III.11 :** Bandes caractéristiques du spectre FTIR des savons [80]

| **Nombre d'onde ($cm^{-1}$)** | **Liaison** |
|---|---|
| 2900 | ν (C-H) alcane |
| 1700 | ν (C=O) |
| 1620 à 1635 | ν C=C |
| 1050 à 1250 | ν C-O |

.

## III.16. Les produits alimentaires

### a) Caractéristiques du jus de *G*

Le jus a été préparé selon la méthode traditionnelle. Le tableau suivant donne les caractéristiques du jus de G préparé

**Tableau III.12.** Caractéristiques du jus de G

| Gout | Couleur | Odeur | Consistance | pH | Effets ressentit |
|---|---|---|---|---|---|
| Sucré | Noir | Agréable | Liquide | 5,6 | Grand soulagement du tube digestif |

L'extrait de G a été analysé et les interprétations ont été présentées,

L'extrait de *G* possède des effets thérapeutiques multiples, le plus prononcé est le soulagement du système gastrique mais son contenu en glucide doit être pris en considération pour les diabétiques.

*La plante G* doit être utilisée avec précaution chez les personnes qui souffrent d'hypertension, de maladies cardiovasculaires, d'insuffisance cardiaque et

d'insuffisance rénale. Elle est déconseillée pour les personnes qui prennent des anticoagulants oraux, des antiplaquettaires ou des anti-inflammatoires [22, 23].

**b) Caractéristiques du biscuit de fruits de Z**

Le fruit de *Z* est présent en abondance dans la région de Médéa sur les hauteurs [4]. Les fruits sont brun foncés à maturité et présentent une pulpe à texture croquante, une flaveur spécifique et un gout sucré. Ces propriétés leurs confèrent la possibilité d'être conservés pour de longues durées. De ce fait, il est donc possible de les incorporer dans les différents produits alimentaires comme les biscuits.

Les fruits de Z contiennent des quantités appréciables de nutriments, des minéraux et des polyphénols. Leur addition dans le biscuit permet d'obtenir des biscuits enrichis en minéraux, en protéines, en solides totaux et en polyphénols [4]

Les fruits de Z sont riches en substances nutritives (tableau III.14) cela permet de juger que les biscuits préparés sont meilleurs pour la santé.

Malheureusement, nous n'avons pas pu effectuer le contrôle de qualité des biscuits pour mieux confirmer leurs valeurs nutritives ainsi que leurs bienfaits pour la santé.

**Tableau III.13** Valeurs nutritionnelles de *Z* [4]

| **Composant** | **Le fruit** | **La graine** | **La feuille** |
|---|---|---|---|
| Les glucides % | 63,8 | 21,8 | 25,8 |
| Protéines % | 3,1 | 29,6 | 6,8 |
| Graisse % | 2,2 | 3,9 | 3,3 |
| Calcium mg/100g | 177 | 154 | 1270 |
| Fer mg /100g | 0,6 | 4,4 | 7,2 |
| Phosphore mg/100g | 135 | 1090 | 85,4 |
| Soufre mg/100g | 94,5 | 1180 | 195 |
| Potassium mg/100g | 1910 | 1130 | 673 |
| Magnésium mg/100g | 56,3 | 301 | 169 |
| Zinc mg/100g | 0,8 | 9,2 | 1,5 |
| Cuivre mg/100g | 0,6 | 1,6 | 0,3 |
| Manganése mg/100g | 0,4 | 3,5 | 3,5 |
| Sodium mg/100g | 9 | 14,1 | 22 |

# *Conclusion*

## ***Conclusion***

Les plantes médicinales représentent une source essentielle de substances naturelles bioactives d'intérêt thérapeutique. Ces molécules suscitent actuellement l'intérêt de plusieurs chercheurs en raison des bénéfices sur la santé humaine. Cet intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances bioactives, et d'autre part les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs qui se retournent vers les traitements par les plantes médicinales.

Le principal objectif de ce travail de recherche est d'effectuer une étude comparative entre deux plantes utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies gastriques et dermatologiques : *Glycyrrhiza glabra et Zizyphus lotus.*

Dans ce travail de recherche trois procédés d'extraction sont utilisés: l'infusion, la décoction et la macération dans l'huile d'olive. Les principaux résultats obtenus sont les suivants:

- L'extraction par décoction a donné des rendements plus élevés que l'infusion**.**
- Les macérât d'huiles obtenus par extraction dans HO possèdent des propriétés différentes de celles de l'huile d'olive seul ce qui confirme l'extraction de la matière lipophile de nos plantes
- Le rendement d'extraction dépend du mode d'extraction, de la nature de la plante étudiée, du volume du solvant d'extraction ainsi que la température utilisée.
- Les courbes de viscosité montrent une allure décroissante en fonction de la vitesse de cisaillement Cette décroissance traduit une diminution de la résistance interne à l'écoulement
- Les savons et gels de douche préparés possèdent des pouvoirs détergents et moussants importants. Leurs valeurs de pH sont dans les normes.
- Nos plantes sont riches en polyphénols Les fruits de Z contiennent plus de PP que les autres plantes
- *Glycyrrhiza* est riche en flavonoïdes par rapport aux feuilles et fruits de Z
- Les différents extraits présentent une grande capacité de piéger le radical DPPH°. Leurs activités antioxydantes sont inférieures à celle de l'acide gallique
- HG présente un IC50 inférieur aux autres huiles; il possède une activité antioxydante supérieure à celles de HZ , HO et l'acide gallique

- La spectroscopie IR a montré la présence des bandes caractéristiques de plusieurs fonctions qui existent au sein de nos plantes. Les spectres des extraits présentent la majorité des pics des plantes. Cela confirme l'extraction de différents métabolites existants dans nos plantes. Les spectres IR des savons illustrent l'apparition de plusieurs bandes d'absorption caractéristiques du groupement carboxylate du savon.

## Perspectives

En perspectives, dans le but de compléter cette étude, on propose :

- d'utiliser les méthodes d'extraction nouvelles de la chimie verte
- de tester et d'exploiter d'autres systèmes de solvants pour améliorer l'extraction de certains constituants de ces plantes.
- de déterminer la composition chimique des plantes par HPLC
- d'évaluer l'activité cytotoxique et antibactérienne
- de réaliser le contrôle de qualité des produits alimentaires

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

[1] **OMS**, , (2013), Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023,
[2] Elqaj M., Ahami A. Et Belghyti D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources Naturelles et antibiotiques". Maroc
[3]. Lazli.A,Beldi.M, Ghouri.L, Nouri.N, (2018)- Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,- Nord-est algérien) Laboratoire d'écologie fonctionnelle et évolutive, Université Chadli Bendjedid d'El Tarf. Algérie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 23p.
[4]. TADJINE.N., (2021), Valorisation d'extrait de zizyphus lotus L.de population des régions de Médéa, et el oued et tamanrast , Thése de doctorat LMD , Université Blida-1..
[5] .M LARCHER LUCE, (2015) Recours aux plantes médicinales locales en martinque : une double enquête patient :/médecines généralistes. Université de nice-sophia-antipolis.
[6]. Zadeh J.B., Kor Z.M., Goftar M.K. (2013). Licorice (Glycyrrhiza glabra Linn) As a valuable Medicinal Plant. Volume 1, Issue 10, 1281-1288
[7]. IESV Institut européen des substances végétales. (2016). Les plantes médicinales. Association loi 1901. Document réservé à l'usage des professionnels de la santé. P 3.
[8] . Bach S., Piotton S., Vilarino R. Et Waelti F. (2006). Les médecines parallèles. Immersion en Communauté. P 13.
[9]. Caroline G et Michel P. (2013). Guide de poche de phytothérapie acné, migraine,Ballonnements… Soignez-vous avec les plantes. Edition Quotidien malin. P 13-21
[10]. Wichtl M et Anton R. (2003). Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et Thérapeutique. 2ème édition. Edition TEC & DOC. P 161.
[11]. Colette C. (2007). Aromathérapie et les huiles essentielles. Edition Masso/Réflexo. P 3.
[12] . Dr. Halfon R. (2011). La gemmothérapie : la santé par les bourgeons. Edition Dangles. P 13
[13] . Besançon. (2012). Progrès en dermato-allergologie. Groupe d'étude et de recherche en dermatoallergologie. Edition John libbey eurotext. P 111
[14] . Strang C. 2006. Larousse medical. Edition Larousse.
[15]. Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., et al .(2001). Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse. P6-12.
[16] . Arnal-Schnebelen B. (2004). La place de la phytothérapie dans l'arsenal des traitements mis en Œuvre par les médecins généralistes. Paris : Pierre Fabre.
[17]. Robert P., Rey-Debove J. Et Rey A. (2010). Le nouveau Petit Robert de la langue française, Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. Edition Le Robert : Paris, France
[18]. Cavalier C., Dupriez C., Huret J. M., Louisar L., Nebon D., Mence L., et al. (2015). La Phytothérapie ou « l'art de soigner par les plantes… ». La Phytothérapie parmi les autres moyens Thérapeutiques. Unité d'enseignement 2.11 semestre 5 « pharmacologie et thérapeutiques ». p12.
[19]. Boukhalfa.D, (2017), Contribution à l'étude des plantes aromatique et médicinales de la région de l'ahaggar, Université benyoucef benkhadda, 16-50p.
[20]. Ramade F, (2008), Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod, Paris, 737 p.
[21]. Gérard D., François C. (2009). Larousse des plantes médicinales. LAROUSSE, éditeur de qualité depuis 1852.

[22]. Delphine CAËL. (2009). « Contribution à l'étude de la réglisse (Glycyrrhiza Glabra L.) : ses utilisations thérapeutiques et alimentaires ». Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Henri Poincaré – Nancy 1.
[23]. Al-Snafi A. E. (2018). *Glycyrrhiza glabra*: A phytochemical and pharmacological review. IOSR Journal of Pharmacy, 8(6), 1-17.
[24] Al-Bayar A.H, (2009). Effect of extraction method of *ginger* roots on antioxidant activity. The Iraqi Journal of Agricultural Science, 40 (1):101-109.
[25]. Sharma D., Namdeo P., Singh P. (2021). Phytochemistry & pharmacological studies of glycyrrhiza glabra: A medicinal plant review. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res, 67(1),187-194.
[26]. Dilekh F., Messaoudi I. (2019). Etude de quelques activités biologiques de Glycyrrhizin extrait de la plante médicinale Gycyrrhiza glabra L. De deux régions.
[27]. Kumar P., Lone J. F., Gairola S. (2022). Comparative Macroscopic and Microscopic Characterization of Raw Herbal Drugs of Abrus precatorius L. And Glycyrrhiza glabraL.Pharmacognosy Research, 14(1).
[28]. Dupont F, Guignard JL.(2015), Botanique : les familles de plantes. Elsevier-Masson. Paris; 388p.
[29]. Sidunis – Groupe FBO. Glycyrrhiza glabra – Réglisse [Internet]. Mesarbustes.com. 2019 [cité 8 nov 2. Latour N. Plant de réglisse (glycyrrhiza glabra) [Internet]. Aromatiques.com. 2019 [cité 10 Nov 2019]. Disponible sur: https://www.aromatiques.com/fr/plantes/254-reglisse.html
[30]. MAAMAR SAMEUT y, (2023) Inventaire de la flore PAM spontanée locale et son impact dans la lutte contre les déprédateurs des cultures et des denrées stockées .thèse de doctorat LMD en sciences, université Ibn Khaldoun-Tiaret.Algérie
[31]. Zeghad N., (2018), Evaluation des propriétés bio-pharmacologiques, standardisation chimique et valorisation des agroressources fonctionnelles cas de granatum, Citrus aurantium et Opuntia ficus-indica. Thèse de doctorat en biotechnologie végétale. Université des frères Mentouri. Constantine 1. 169p.
[32]. Houma I, (2023), etude ecobotanique du jujubier (ziziphus .(L) lam) dans des zones arides et semi arides en Algérie . Thèse de doctorat en sciences agronomiques, université de Ziane Achour - Djelfa-.Algérie
[33]. Krief, S. (2003). Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle, 32p.
[43]. Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. et Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and Antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. Cereal chemistry, 82(4) : 390-393.
[35]. Maamri, S. (2008). Etude de pistacia atlantica de deux régions de sud Algérien: dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais anttleishmaniens Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara, p15.
[36].MACHEIX J.J., FLEURIET A. Et JAY-ALLEMAND C., (2005), Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechnologiques et universitaires romandes, France, 192 p.
[37]. SCALBERT A., MANACH C., MORAND C. And RÉMÉSY C., (2005) , Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45 : 287–306.
[38]. HOFFMANN D., (2003) Medical Herbalism : The Science and Practice of Herbal Medicine. Ed. Inner Traditions / Bear & Co, 90 p.
[39]. PINCEMAIL J., DEGRUNE F., VOUSSURE S., MALHERBE C., PAQUOT N. And DEFRAIGNE J.O., (2007) Effet d'une alimentation riche en fruits et légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs. Nutrition clinique et métabolisme, 21 : 66–75.

[40].Fumio, I., Yuichi, F., Kazuhisa, I. Et Tetsuo, S. (2003). Toxicological aspects of Kampo medicines in clinical use. Chimio-biological Interactions, (145): 235-250.
[41]. Rsaissi N et Bouhache M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed).n0 94.Rabat ,4p.
[42]. Borgi W., Ghedira K., Chouchane N.(2007(a)). Antiinflammatory and analgesic activities of Zizyphus lotus root barks . Fitoterapia.78:16-19.
[43]. Benidir, M., El Massoudi, S., El Ghadraoui, L., Lazraq, A., Benjelloun, M., &Errachidi, F. (2020). Study of Nutritional and Organoleptic Quality of Formulated Juices from Jujube(Ziziphus lotus L.) and Dates (Phoenix dactylifera L.) Fruits. The Scientific World Journal,
[44]. Najjaa, H., Ben Arfa, A., Elfalleh, W., Zouari, N., &Neffati, M. (2020). Jujube (Zizyphus lotus L.): Benefits and its effects on functional and sensory properties of sponge cake. Plos one, 15(2), e0227996. Nikhat, F., Satyanarayana, D., &
[45]. Laamouri, A. (2009). Contribution à l'étude des jujubiers en Tunisie: Identification,Caractérisation, adaptation au déficit hydrique et multiplication.Thèse de Doctorat, National Agronomic Institute, Tunisia, p 272.
[46].Ahmed Bessas .Dosage biochimique des composes phénoliques dans les dateset le miel récoltés dans le sud algérien. (2008). Consultable sur :https://www.memoireonline.com/07/08/1340/m_dosage-biochimique-composes-phenoliques-datte-miel-sud-algerie16.html
[47]. Jean Bruneton. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3eme édition ,( 1999).édition tec et doc
[48]. Khitri W., Lachgueur N., Tasfaout A., et al, (2016). Antilithiasic plants used in traditional medicine in Oran, Algeria: Ethnobotanical survey and phytochemical screening. Journal of ethnoecology, 9, 2267-2419
[49]. Kaissa MEBROUK, (2018), Modélisation du transfert de matière dans les solides d'origine végétale . thèse de doctorat en génie chimique , école nationale polytechnique
[50]. Ziyyat A., Legssyer A., Mekhfi H., et al, 1997. Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Moroccan. J Ethnopharmacol, 58(1):45-54.
[51]. W-ERDMAN J., BALENTINE J.D., ARAB L., BEECHER G., DWYER J.T., FOLTS J., HARNLY., HOLLMAN J.P., L-KEEN C., MAZZA G., MESSINA M., SCALBERT A., VITA J., WILLIAMSON G. And BURROWES J., (2005 ), Flavonoids and heart health : Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop. Washington. Journal of Nutrition, (3) 137 : 718-737.
[52]. Ali-Rachedi F, Meraghni S, Touaibia N, et al, 2018. Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne Scabiosa Atropurpurea sub. Maritima L », Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 87, p. 13 -21.
[53].Weidner S, Paprocka J., (1996). Phenolic acids and dormancy in oat (Avena sativa l.) and rye (Secale cereale l.) caryopses. Acta Physiologiae Plantarum, 18, 2773286.
[54].Loake G. J., Faktor O., Lamb C. J., Dixon R. A., (1991). Combination of H-box [CCTACC(N)7CT] and Gbox (CACGTG) cis elements is necessary for feed-forward stimulation of a chalcone synthase promoter by the phenylpropanoid-pathway intermediate p-coumaric acid. Proceedings of the National Academy of Sciences, 89, 923039234.
[55]. Blount J. W., Korth K. L., Masoud S. A., Rasmussen S., Lamb C., Dixon R. A ., (2000). Altering expression of cinnamic acid 4-hydroxylase in transgenic plants provides evidence for a feedback loop at the entry point into the phenylpropanoid pathway. Plant Physiology, 122, 1073116.
[56]. Iiyama K., Lam T. B-T., Stone B. A., (1994). Covalent cross-links in the cell wall. Plant Physiology, 104, 3153320.

[57]. Latour N. Plant de réglisse *(glycyrrhiza glabra*) [Internet]. Aromatiques.com. 2019 [cité 10 Nov 2019]. Disponible sur: https://www.aromatiques.com/fr/plantes/254-reglisse.html
[58]. Ghestem A., Segun E ., Paris M ., Orecchioni A-M. Le préparateur en pharmacie : Botanique Pharmacognosie Phytotherapie - Homéopathie. Lavoisier Tec et Doc, Paris. 2001 ; 273p.
[59]. Khanbabaee K et van Ree T. Tannins : Classification and definition. Nat Prod Rep. 2001; 18(6):641-9. Doi: 10.1039/b101061l.
[60]. Hagerman, A.E., and Butler L.G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannin. J. Chem. Ecol. 1989 ; l5:1795-18.
[61]. Jean Bruneton. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3emeédition ,1999.édition tec et doc
[62]. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils—a review. Food Chem Toxicol. 2008 ; 46(2):446-75. Doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106.
[63]. Ejaz A, Arshad M, Khan M.Z, Amjad M.S, Sadaf H.M, Riaz I, Sabir S, Ahmad N, Sabaoon. Secondary metabolites and their multidimensional prospective in plant life. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017 ; 6 (2): 205-214.
[64]. Mahmoud S.S et Croteau R.B. Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. Trends Plant Sci. 2002 ; 7(8): 366-73. Doi: 10.1016/s13601385(02)02303-8.
[65]. Andrew,andrews JM. ,2001.BSAC standardized disc susceptibility testing method .J. Antimicrob Chemother 4 :43-57.
[66]. Loîc GIRR, 2001.tradition et propriété des plantes médicinales, histoirede la pharmacopée. Éditeur:Toulouse.vol1p22-33.
[67]. Wichtl Max . Anton Robert, 2003.Plantes thérapeutiques tradition ,pratique officinales science thérapeutique.Ed Tec .Doc ;P29.
[68]. MeyerB.,1989.les matières mondiales en compétition avec la production française et européenne,Rivista Italiana Eppos, numéro spécial, p.272-281.
[69]. Fintelmann V. 2004. Manuel pratique de phytothérapie. Paris : Vigot, 438p.
[70]. Daneshfar A., Ghaziaskar H.S., Homayoun N, 2008. Solubility of Gallic Acid in Methanol, Ethanol, Water, and Ethyl Acetate, Journal of Chemical Engineering Data 53, 776–778.
[71]. Fernald, M.L., (1970). Grays Manual of Botany. Eight edition, 1950, (Corrected Printing, R.C. Rollins, D. Van Nostrand Company, New York, NY. 1632 p.
[72]. Pedneault, K.,Leonhart,S.,Angenol,L.,Gosselin,A.,Ramputh,A.et Arnason,J.T.,2001. Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la Lebanese .Science Journal.Vol.12p 63 .
[73] CAWST, , (2014), Fiche technique sur le savon : Fabrication du savon,. Centre for Affordable Water and Sanitation Technology.
[74] F. Cloarec, (2013) « L'âme du savon d'Alep », Éd. Noir sur blanc – DL..
[75] C. Cordella, (2004) « Le glycérol un alcool pas comme les autres », édition Biofutur.
[76] Z. Terbiche, M. Mekkid, « Modélisation de la viscosité des liquides par intelligence computationnel », Mémoire de Master, Université Y. F. Medea, (2022).
[77] Patel. I.M; R.Talathi, (2016), Use of traditional herbsfor the formulation of shampoo and their comparative analysis, Int, J, Pharm, Sci,8 (3), 28-32.
[78] Muanda F.N, 2010. Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Doctoral thesis of Paul Verlaine University, Metz France.
[79] Bouaziz, M ; Chamkha, M ; Sayadi, S; 2004. Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. J. Agric. Food Chem. 52,5476-5481.

[80] Belboukhari N., Merzoug Z., Cheriti A., et al, 2013. Etude de la caractérisation et la composition qualitative des huiles essentielles de six plantes médicinales par spectroscopie IR, PhytoChem & BioSub Journal Vol. 7(1) ISSN 2170-1768.