



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان



Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Agronomie

Mémoire de Master

Présenté par :

Melle LARIBI Wiem Sabrine
Melle BABA AHMED Hidayet Insaf

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER
Filière : Sciences Alimentaires
Option : Agroalimentaire et Control de Qualité

Thème

Formulation d'une tisane à base de Réglisse
(*Glycyrrhiza glabra.L*)

Président :	Dr CHAUCHE Mohammed Tarik	MCA	Université Tlemcen
Encadrant :	Dr. BENYOUB Nor Eddine	MCB	Université Tlemcen
Examineur :	Dr TEFIANI Choukri	MCA	Université Tlemcen

Année universitaire 2023/2024

Remerciement

Notre première gratitude va au tout-puissant ALLAH , le créateur du tout, pour nous avoir donné la vie, le bénédicité et la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements auxégards des membres de jury qui nous fait

l'honneur de leur présence Dr CHAUCHE Mohammed Tarik qui à accepté de présideret pour leurs conseils, orientations et leur présence, le jury et Dr TEFIANI Choukri qui à accepté de faire partie du jury de cette

soutenance.

Nous adressons nos sincères remerciements tout particulièrement ànotre encadreur Dr BENYOUB NOREDDINE, nous le remercions pour ses bons conseils.

Nous remercions aussi Dr HABI SALIM pour son aide au laboratoire et ses efforts tout le long de modeste travail.Nos pensées vont à tous les enseignants qui ont participé à notreformation. Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui ont participé deloin ou de pré à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une

immense joie que je dédie ce travail :

*A mes chers parents, pour leurs sacrifices, leurs
encouragements, leurs soutiens, leurs précieux conseils
et leurs prières durant toute ma vie.*

Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

*A ma chère sœur Fedoua qui m'a toujours soutenue, je
te souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mes chères sœurs Ibtissem et Amel, pour leurs
encouragements qui m'ont été d'un grand
soutien.*

A toute la famille Laribi et la famille Mohammedi.

A mes amies Meriem et Ikram.

*A tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin à la
réalisation de ce travail.*

Wiem

Dédicace

Je dédie ce modeste et humble travail accompagné d'un profond amour :

À ma mère, l'être le plus Cher de ma vie, qui n'a jamais cessé de formuler des prières, à mon égard et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs .

À la mémoire de mon père et mon grand-père que dieu les accueille dans son vaste paradis.

À ma grand-mère ma deuxième maman, pour son amour.

À mes sœurs Bouchra et Amira que Dieu les garde.

À mon cher confident Zaki pour son aide, ses sacrifices, son soutien, son encouragement tout au long de l'année ce qui m'a amené à accomplir ce projet de fin d'études.

À mon amie d'enfance Razia pour son amour et ses conseils.

À mon cher oncle et ses fils.

À tous les professeurs de la formation, à qui je dois mes vifs respects, pour l'accueil, les sens de former et d'informer.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé de loin ou de près à ma réussite.

Ce fut une belle expérience !

*Mes sincères
remerciements !*

Insaf

Résumé

La réglisse (*Glycyrrhiza glabra L*) est une plante médicale fréquemment utilisée dans le domaine de la phytothérapie et de la cosmétique, ainsi que dans la fabrication d'aliments, de produits pharmaceutiques et de suppléments.

Dans cette étude, notre objectif était de décrire la façon dont le thé de réglisse est fabriqué et d'évaluer les propriétés thérapeutiques végétales de ses ingrédients actifs. Nous avons également effectué des analyses microbiologiques (Moisissures, salmonella, les germes aérobies à 30°, les germes thermo-tolérants, les germes anaérobies sulfito-réducteurs), physico-chimiques (pH, acidité, matière sèche, teneur en eau, sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose, protéine, Vitamine C), phytochimiques (le rendement, les polyphénols totaux, les flavonoïdes totaux, l'activité antiradicalaire DPPH, la capacité antioxydante totale CAT) et les analyses sensorielles. De ces résultats, on peut déduire que le thé de réglisse contient divers composés bioactifs tels que la glycyrrhizine, l'acide glycyrrhizique, responsables d'une force antioxydante importante. De plus, ces composés peuvent être bénéfiques pour la santé en raison de leurs propriétés biologiques (antioxydants, antibactériens...) et de leurs propriétés pharmaceutiques.

Mots clés : *Glycyrrhiza glabra L*, réglisse, antioxydante, antibactérienne.

Abstract

Licorice (*Glycyrrhiza glabra L*) is a medical plant frequently used in the field of herbal medicine and cosmetics, as well as in the manufacture of food, pharmaceuticals and supplements.

In this study, our objective was to describe how licorice tea is made and to evaluate the therapeutic properties of its active ingredients. We also performed microbiological (Mould, salmonella, aerobic germs at 30°, thermo-tolerating germs, sulphito-reducing anaerobic germs) and physicochemical analyses (pH, acidity, dry matter, water content, total sugars, reducing sugars, sucrose, protein, vitamin C), phytochemicals (yield, total polyphenols, total flavonoids, antiradical activity DPPH, total antioxidant capacity CAT) and sensory analyses. From these results, it can be deduced that licorice tea contains various bioactive compounds such as Glycyrrhizin, Glycyrrhizic acid and isoliceretin, responsible for a significant antioxidant strength. In addition, these compounds can be beneficial for health because of their biological properties (antioxidants, antibacterial...) and their pharmaceutical properties.

Keywords: *Glycyrrhiza glabra L*, Licorice, antioxidant, antibacterial.

ملخص

عرق السوس هو نبات طبي يستخدم بشكل متكرر في مجال الأدوية العشبية ومستحضرات التجميل، وكذلك في صناعة الأغذية والمستحضرات الصيدلانية والمكملات الغذائية. في هذه الدراسة، كان هدفنا هو وصف كيفية صنع شاي عرق السوس وتقييم الخصائص العلاجية لمكوناته النشطة. أجرينا (العفن، السالمونيلا، الجراثيم الهوائية عند 30 درجة، الجراثيم التي تتحمل الحرارة، أيضًا تحليلات ميكروبيولوجية (درجة الحموضة، الحموضة، المادة الجافة، محتوى الماء، الجراثيم اللاهوائية المخفضة للكبريت) وفيزيائية كيميائية إجمالي السكريات، تقليل السكريات، السكروز، البروتين، فيتامين ج)، المواد الكيميائية النباتية (المحصول، إجمالي البوليفينول، إجمالي الفلافونويد، النشاط المضاد للأشعة، إجمالي القدرة المضادة للأكسدة) والتحليل الحسي. من هذه النتائج، يمكن استنتاج أن شاي عرق السوس يحتوي على مركبات مختلفة نشطة بيولوجيًا مثل الجلوسيريزين وحمض الجلوسيريزين، المسؤولة عن قوة كبيرة مضادة للأكسدة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون هذه المركبات مفيدة للصحة بسبب خصائصها البيولوجية (مضادات الأكسدة ومضادات البكتيريا...) وخصائصها الصيدلانية. الكلمات المفتاحية: عرق السوس، مضاد للأكسدة، مضاد للبكتيريا.

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.....	6
Tableau 2: La composition nutritionnelle de la réglisse.	18
Tableau 3: Quantités quotidiennes de racine/racine et de stolon de réglisse.	34
Tableau 4: Informations concernant la consommation quotidienne de Glycyrrhizine.....	35
Tableau 5: Résultat de mesure de pH.	59
Tableau 6: Résultat de mesure d'acidité.	60
Tableau 7: Résultat de mesure de teneur en eau.	61
Tableau 8: Résultat de mesure de taux de matière sèche.....	61
Tableau 9: Résultat de mesure de sucres totaux.....	62
Tableau 10: Les performances d'extraction et les concentrations en composés phénoliques de l'extrait éthanolique de <i>Glycyrrhiza. Glabra</i> L.	68
Tableau 11: Résultats des analyses microbiologiques.....	77
Tableau 12: Résultats des tests de dégustation.	78
Tableau 13: Comparaison de la quantité de protéine dans la réglisse entre trois régions	80
Tableau 14: Résultats des analyses microbiologiques des Germes aérobies à 30 °C.	84

Liste des figures

Figure 1: réglisse (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L) (site N°01)	5
Figure 2: Fleurs de réglisse (Site N°2)	7
Figure 3: Les feuilles de réglisse (Site N°3).....	8
Figure 4: Fruit de réglisse (Site N°4)	9
Figure 5: Racine de réglisse (Site N°5).....	9
Figure 6: Poudre de réglisse (Site N°6).....	10
Figure 7: Molécule de <i>Glycyrrhizine</i> (Site N°7).....	10
Figure 8: Molécule d'acide Glycyrrhétique (8).....	11
Figure 9 : Les structures chimiques des principales familles des flavonoïdes (Fraga & Oteiza, 2011). 12	
Figure 10: L'ction de la réglisse sur le métabolisme des hormones stéroïdiennes (Site N°9).....	14
Figure 11: Bonbons à base de réglisse (Site N°10).....	20
Figure 12: macarons à base de réglisse (Site N°11)	20
Figure 13 : Tisane de réglisse (Site N°12)	40
Figure 14: Diagramme de fabrication de tisane de réglisse (site N°6).....	43
Figure 15: Equation du radical DPPH transformé en DPPHH (Talbi et al., 2015).....	51
Figure 16: diagramme du déroulement de l'échantillonnage.	54
Figure 17: principe de dilution décimale.....	55
Figure 18: Mesure de potentiel d'hydrogène de la poudre de réglisse (photo original).	59
Figure 19: Mesure de l'acidité de la poudre de réglisse (photo original).	60
Figure 20: Dosage des sucres totaux de la poudre de réglisse (photo original).....	62
Figure 21: La teneur en sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose d'extrait de la poudre de réglisse.	62
Figure 22: Dosage des sucres réducteurs dans la tisane de réglisse (photo original).....	63
Figure 23: Dosage colorimétrique des sucres totaux de la tisane de réglisse (photo original).	63
Figure 24: Dosage des sucres totaux présents dans la tisane de réglisse (photo original).....	64
Figure 25: Gamme d'étalonnage pour doser les protéines (gélatine porcine par le test de biuret) (photo original).....	65
Figure 26: Dosage des protéines par la méthode de biuret dans la tisane de réglisse (photo original). .	65
Figure 27: Droite de mesure des protéines de l'extrait par rapport à la gélatine.	66
Figure 28: Dosage des protéines de l'extrait de la poudre de réglisse.	66
Figure 29: Gamme d'étalonnage pour doser l'acide ascorbique (vit C) (photo original).....	67
Figure 30: Dosage de la vit c (l'activité antioxydante) dans la tisane de réglisse (photo original).	68
Figure 31: Extraction des composer actifs de la poudre de réglisse (photo original).	69
Figure 32: Dosage des polyphénols dans la poudre de réglisse (photo original).....	69
Figure 33: Droite d'étalonnage d'acide gallique pour mesure la teneur en polyphénols.	70
Figure 34: Dosage des flavonoïdes dans la poudre de réglisse (photo original)	71
Figure 35: Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.....	71
Figure 37: Test du piégeage du radical libre DPPH dans la poudre de réglisse (photo original).	72
Figure 36: Teneur des flavonoïdes totaux d'extrait de la réglisse.	72
Figure 38: courbe d'étalonnage pour le dosage de DPPH de l'extrait de réglisse.	73
Figure 39: Pourcentage d'inhibition de DPPH de l'extrait de réglisse.	73
Figure 40: Test de capacité antioxydante totale (CAT) dans la poudre de réglisse (photo original).	74
Figure 41: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour mesure la capacité antioxydante totale.	75
Figure 42: droite d'étalonnage pour le dosage des CAT.	75
Figure 43: La capacité antioxydante totale de l'extrait de poudre de réglisse.....	76
Figure 44: Représentation graphique du profil sensoriel de la tisane de réglisse.	78

Liste d'abréviation

T : température

C° : degré Celsius

D° : degré dornic

% : pourcentage cm : centimètre

g : gramme

ml : millilitre

h : heure

min : minute

DLC : date limite de consommation

DLUO : date limite d'utilisation optimale

PH : potentiel hydrogène

OMS : organisation mondial de santé

AFNOR : Association française de normalisation

JO : journal officiel

U : unité

SM : suspension mère

EPT : eau peptone tamponné

VF : viande fois

VRBL : Gélose lactosé biliée au cristal violet et au rouge neutre.

PCA : Plate Count Agar

UFC : Unité Formant Colonie

GA : germe aérobie

RV : rappaport

V : volte

Cal : calories

FAO : l'organisation pour l'alimentation et l'agriculture

JECFA : Comité mixte

FAO-OMS d'experts des additifs alimentaires

HAMPC : Herbal Medicinal Products

Ms : matière sèche

NaOH : l'hydroxyde de sodium

Table de matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviation

Table de matières

Introduction.....	1
Partie Bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur la plante « <i>Glycyrrhiza glabra L</i> »	
I. Définition de la plante <i>Glycyrrhiza glabra L</i>	5
II. Histoire de la <i>Glycyrrhiza glabra L</i>	5
III. Etymologie de <i>Glycyrrhiza glabra L</i>	6
IV. Caractéristiques de la plante de réglisse :.....	6
IV.1 Classification de <i>Glycyrrhiza glabra L</i> :.....	6
IV.2 Habitat et origine :.....	7
V. Description botanique de <i>Glycyrrhiza glabra L</i> :.....	7
VI. Les composants principales de <i>Glycyrrhiza glabra L</i>	10
VI.1 Saponosides.....	10
VI.2 Les Composés phénolique et leur dérivés.....	11
VI.2.1 Les Coumarines.....	13
VI.2.2 Les huiles essentielles.....	13
VII. Propriétés biologique de la plante <i>Glycyrrhiza glabra L</i>	13
VII.1 Activité anti-inflammatoire.....	14
VII.1.1 Effet sur le métabolisme du cortisol.....	14
VII.1.2 Effet sur le système immunitaire.....	15
VII.2 Activité antitussive et expectorante :.....	15
VII.3 Activité antiulcéreuse.....	15
VII.4 Activité anti-infectieuse :.....	16
VII.4.1 Activité antivirale :.....	16
VII.4.2 Activité antibactérienne.....	16
VII.4.3 Activité antifongique :.....	16

VII.4.4	Activité antioxydante :	17
VII.4.5	Activité antidiabétique :	17
VII.4.6	Activité antiallergique :	17
VII.4.7	Activité antidépressive et hypnotique :	17
VII.4.8	Activité œstrogénique et androgénique :	18
VII.4.9	Autres activités	18
VIII.	La composition nutritionnelle de la réglisse :	18
IX.	Utilisations de <i>Glycyrrhiza glabra L</i> (Rajandeep et al., 2013) :	19
IX.1	Utilisations traditionnelle :	19
IX.2	Usages médicaux :	19
X.	Domaines d'utilisation de la réglisse :	19
X.1	Utilisation interne	19
X.2	Utilisation externe	20
X.3	Produits alimentaires :	20
XI.	Toxicité de la réglisse :	21
XI.1	Troubles endocriniens	21
XI.2	Hypertension artérielle :	21
XI.3	Conséquences de l'hypokaliémie	22
XI.3.1	Troubles cardiaques	22
XI.3.2	Troubles musculaires	22
XI.3.3	Troubles rénaux :	22
XI.3.4	Trouble de la reproduction :	22
Chapitre II : Généralité sur les tisanes.		
I.	Tisanes	24
II.	Définition de tisane :	24
III.	Composition	24
IV.	La préparation	25
IV.1	Quantité de drogue et de liquide	25
IV.2	Le degré de fragmentation de la drogue :	26
V.	Mode d'extraction	26
V.1	L'infusion	26
V.2	Décoction	27
V.3	Macération :	27
V.4	Digestion :	27
VI.	Les formes simplifiées :	27
VI.1	Les sachets-doses :	28
VI.2	Les tisanes instantanées :	28

VI.3 Les atomisats.....	28
VI.4 Les tisanes en granulés	29
VII.Conditionnement et étiquetage des tisanes :	29
VII.1 Conditionnement :	29
VII.2 Étiquetage :	30
VIII.Température de consommation.....	30
IX.Posologie.....	30
X.Heure de consommation :.....	31
XI.Avantages et inconvénients.....	31
XI.1 Avantages.....	31
XI.2 Inconvénients	32
XII.Date limite de consommation	33
XIII.Dose recommandée	33
XIV.Durée(s) d'utilisation.....	35
XV.Indications	35
XVI.Contre-indications :.....	36
XVII.Recyclage :.....	36
Partie pratique	
Chapitre III : Matériel et méthode	
Partie I : préparation de tisane.	40
I.Matière première	40
II.Technologie de fabrication de la tisane :	40
III.Les analyses physicochimiques :	44
III.1 détermination de la matière sèche :	44
III.2 Mesure de teneur en eau :	44
III.3 Mesure du PH:.....	44
III.4 Mesure d'acidité :	45
III.5 Mesure des sucres totaux :	45
III.6 dosage des glucides :	45
III.6.1 Dosage des sucres réducteurs :	45
III.7 Dosage des sucres réducteurs totaux :	46
III.8 Taux de saccharose :.....	46
III.9 Dosage colorimétrique des protéines par la méthode de Biuret.....	47
III.9.1 La gamme d'étalonnage.....	47
III.9.2 Mode opératoire	47
III.10 Dosage de vitamine C	47
IV.Tests phytochimiques :	48

IV.1	Préparation des Extraits aqueux :	48
IV.2	Préparation des extraits bruts :	49
IV.3	Analyses effectuées sur l'extrait « Dosage des substances antioxydants »	49
IV.3.1	Dosage des polyphénols totaux	49
IV.3.2	Dosage des flavonoïdes totaux	49
IV.3.3	Activité anti-radicalaire DPPH	50
V.	Capacité antioxydante totale (CAT) « test de phosphomolybdate »:	52
VI.	Les analyses Microbiologiques:	52
VI.1	Préparation des échantillons destinés aux analyses	52
VI.2	Préparation des dilutions décimales	54
VI.3	Recherche des germes aérobies à 30 °C :	55
VI.4	Recherche et dénombrement des Coliformes thermotolérants :	55
VI.5	Moisissures	56
VI.6	Recherche et Dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs	56
VI.7	Recherche des salmonelles	57
Chapitre IV : Résultats et discussion		
Partie I : Résultats et interprétation		59
VII.	Analyses physicochimiques :	59
VIII.	Analyses phytochimiques :	68
VIII.1	Extraction et dosages des composés phénoliques :	68
IX.	Analyses microbiologiques :	76
X.	Analyses sensorielles :	77
Partie II : Discussion des résultats		79
I.	Analyses physicochimiques :	79
II.	Les analyses phytochimiques :	81
II.1	Le rendement :	81
II.2	Tests phytochimiques :	82
II.3	Teneur des extraits en polyphénols :	82
II.4	Dosage des flavonoïdes :	83
II.5	L'activité anti-radicalaire (DPPH) :	83
II.6	Capacité antioxydante totale (CAT) :	84
III.	Les analyses microbiologiques :	84
III.1	Les germes aérobies à 30 °C :	84
Conclusion		86
Références bibliographiques		88
Annexes		89



Introduction

La réglisse (*Glycyrrhiza glabra L*) est une plante médicinale relativement répandue qui présente de nombreux avantages.

Cette plante ancestrale est reconnue et utilisée depuis l'Antiquité. Théophraste, grand philosophe du III^{ème} siècle avant J.C., la recommandait déjà en cas d'ulcère. Plus tard, les propriétés antitussives et anti-inflammatoires de la plante n'avaient également pas échappé à Molière qui la conseillait aux acteurs de sa troupe pour soigner la toux et les maux de gorge. La réglisse était aussi considérée comme un élixir de longue vie dans la médecine chinoise (**Boullard, 2001**).

La tisane de réglisse est préparée à partir des racines de la plante *Glycyrrhiza glabra*, qui est riche en composés bioactifs tels que la glycyrrhizine, les flavonoïdes et les triterpènes. Ces composés confèrent à la réglisse ses propriétés antioxydants, anti-inflammatoires et antimicrobiennes. Des études ont également suggéré que la réglisse peut avoir des effets bénéfiques sur la digestion, le système immunitaire et la santé respiratoire. Cependant, il est important de noter que la réglisse contient également de la glycyrrhizine, qui peut être nocive en grandes quantités. Il est donc recommandé de consommer la tisane de réglisse avec modération (**Bouriquat, 2020**).

Cependant, cette plante doit être utilisée avec prudence car elle peut également causer de l'hypertension artérielle et des œdèmes lorsqu'elle est consommée de manière excessive et prolongée.

La problématique de notre thème est selon la disponibilité de ce produit dans le marché algérien. Et vu la défection ce dernier, cette déficience qui nous à pousser à fabriquer une tisane à partir de la poudre de réglisse pour bénéficier de ses effets biologiques, et procédé à sa vente par la suite en contribuant positivement au développement de l'économie du pays.

Ce manuscrit est divisé en 2 parties, la première partie comporte une étude bibliographique qui aborde une présentation botanique de l'espèce *Glycyrrhiza glabra L* notamment la classification, les différentes espèces, la description et la culture de la plante, nous verrons la composition chimique de ses racines, Ainsi ses propriétés thérapeutiques de ses principes actifs Nous nous intéresserons ensuite à la toxicité de la réglisse en présentant notamment les circonstances d'intoxication. Par la suite une étude générale sur les tisanes, leurs méthodes de préparation et le mode d'utilisation. La

Introduction

deuxième partie : Nous avons préparé le produit et réalisé des analyses physicochimiques, phytothérapeutiques, microbiologiques, et sensorielles s'appuyant sur des études scientifiques in vitro et in vivo et décrira, entre autres, les mécanismes d'action des substances actives issues de cette plante . Puis on discute les résultats obtenus de l'expérimentation.



Partie

Bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la plante

« Glycyrrhiza glabra L »

I. Définition de la plante *Glycyrrhiza glabra L* :

Glycyrrhiza glabra L., également connue sous le nom de réglisse, plante vivace de la famille des Fabaceae aux racines aromatiques. Son origine remonte au sud de l'Europe et de l'Asie. Cette plante se pousse dans un sol fertile et humide, nécessitant un climat chaud (sud des États-Unis, Moyen-Orient, Afrique du Nord et Méditerranée) (Petit, 2011).

Glycyrrhiza glabra L. ou réglisse est une plante herbacée, vivace qui peut atteindre une hauteur de 1 à 1,5 mètres. Originaires du sud et de l'Europe et l'ouest de l'Asie, à l'intérieur jaune, avec un goût sucré et amer. Elles produisent des gousses avec 3 ou 4 graines brunes (Gérard et François, 2009).



Figure 1: réglisse (*Glycyrrhiza glabra L*) (site N°01)

II. Histoire de la *Glycyrrhiza glabra L* :

La réglisse était connue des Grecs et des Romains, ainsi que par Théophraste et de Sainte Hildegarde, notamment pour l'éclaircissement de la voix. Elle était ajoutée à du chiendent pour former la boisson dite « hospitalière », qui était autrefois présente sur les tables de chevet dans tous les hôpitaux. Son effet bénéfique sur l'estomac a été prouvé en 1950 et elle a été employée dans les ulcères et les gastrites.

La racine jaunâtre de réglisse était employée dans la médecine traditionnelle pour ses propriétés adoucissantes, digestives et apaisantes. Mais il est rapporté que l'abus de réglisse

entraîne de l'hypertension artérielle, la substance qui en est responsable est l'acide glycyrrhizique (Chouitah, 2012).

III. Etymologie de *Glycyrrhiza glabra L* :

L'origine du nom botanique de la réglisse donne des informations sur ses caractéristiques.

Glycyrrhiza vient du grec *glukurrhiza* ou *glycyrrhiza* et se décompose-en :

-« *glycys-* » qui signifie doux, sucre.

-« *-rhidza* » qui signifie racine.

-« *glabra* » est le nom de l'espèce. Il dérive du latin « *glaber* » qui signifie glabre et se rapporte à la gousseimberbe.

La lettre L signifie Linné, nom du botaniste Suédois ayant décrit cette espèce, le terme réglisse est apparu à la suite d'évolution linguistique. (Caël, 2009).

- **Nomination** :

Nom scientifique : *Glycyrrhiza glabra*

Nom local : Arqessous

Nom français : Réglisse

Nom anglais : Licorice root (Al-Snafi, 2019)

IV. Caractéristiques de la plante de réglisse :

IV.1 Classification de *Glycyrrhiza glabra L* :

Tableau 1: Classification de *Glycyrrhiza glabra L* (Sawant et al., 2016)

Règne	Planta
Sous-règne	Tracheobionta
Classe	Magnoliophyta
Sous-classe	Spermatophyta
Ordre	Rosidae
Division	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Glycyrrhiza</i>
Espèce	<i>Glycyrrhiza glabra L</i>

IV.2 Habitat et origine :

La plante est originaire des régions méditerranéennes, cultivée en Europe, en perse et en Afghanistan. .Il n'y a aucune des espèces productrices de réglisse n'est présente en inde, mais la culture expérimentale de *Glycyrrhiza glabra L*. a été réalisée à plusieurs endroits, tels que Baramulla, Srinagar dans le Jammu et le Cachemire, Dehradun, Delhi et également dans les régions vallonnées du sud de l'Inde (**Bouabdallah F, 2019**).

Plante cultivée en Russie, Royaume-Uni, États-Unis, Italie, France, Allemagne, Espagne, Chine et Inde du Nord (Pendjab et Tracts sous-himalayens). On le trouve dans le sud de l'Europe, en Syrie, en Iran, en Afghanistan, en Russie, en Chine, au Pakistan et en Inde du Nord. La grande culture commerciale est observée en Espagne, en Sicile et en Angleterre (**Sharma et al., 2021**). En Algérie, on peut trouver de la réglisse dans la région de Djidiouia à la ville de Relizane en avril (**Wahab et al., 2021**), village de Manahladans la commune d'Amlili, 30 km au sud-ouest de Biskra (**Nour eddine, 2019**), comme dans les zones jachères semi-arides (zones El Bor) les alentours de Beni Snous wilaya de Tlemcen.

V. Description botanique de *Glycyrrhiza glabra L* :

a) Les fleurs

Les fleurs, habituellement bleues, peuvent être plus ou moins violacées. Ces fleurs sont assez petites (10 à 13 mm de longueur) et sont regroupées en nombre important (20 à 30 fleurs), en grappes allongées. (**Caël, 2009**). Les rameaux floraux sont plus courts que les feuilles (**Sharma et al., 2021**).



Figure 2: Fleurs de réglisse (Site N°2)

b) Les feuilles :

Plusieurs paires de folioles ovales, obtuses et pétiolées forment les alternes (**Chopra et al., 1960**) . Sont relativement grandes (2 à 5 cm de long sur 1 à 2,5cm de large), ovales, obtuses et alternes, à folioles impaires (4-7 paires), sont verte foncé et plutôt visqueuses à l'intérieur (**Dilekh, 2019**).



Figure 3: Les feuilles de réglisse (Site N°3)

c) La Tige :

Annuelles presque ligneuses, pouvant atteindre 1m. Elles sont bien dressées, rigides et creuse (**Chouitah, 2012**).

d) Les fruits :

La réglisse faisant partie des légumineuses, son fruit est donc une gousse. La réglisse est une plante à gousse aplatie et bosselée, avec de petites graines brunâtres. Le fruit de *Glycyrrhiza glabra* renferme environ 5 graines. Les graines ont 2 à 4 millimètres de diamètre et sont de couleur brune (**Lhervois, 2016**).

Les gousses sont très plates et leurs graines sont bosselées. À maturité, elles deviennent brunes. En général, les gousses renferment entre 1 et 5 graines brunes (**Sharma et al., 2021**).



Figure 4: Fruit de réglisse (Site N°4)

e) Les racines :

Vivaces rampantes, pouvant atteindre 1 à 1,5 mètres de haut, brunes à l'extérieur, jaunes à l'intérieur, à saveur sucrée et agréable (Chouitah, 2012).



Figure 5: Racine de réglisse (Site N°5)

f) La poudre :

Les échantillons de poudre de racine ont été broyés en masse pulvérulente, puis on les a passés à travers un tamis pour obtenir une poudre fine et on les a utilisés pour des études organoleptiques et microscopiques. La poudre de racine présentait une teinte jaune crème, une odeur agréable, une texture feuilletée et un goût sucré délicieux (Kumar et al., 2022).



Figure 6: Poudre de réglisse (Site N°6)

VI. Les composants principales de *Glycyrrhiza glabra L* :

VI.1 Saponosides :

Le principale saponoside de la réglisse est la glycyrrhizine et acide glycyrrhizique : Cette substance est un saponine triterpénique, qui est un mélange de deux molécules d'acide glucuronique et d'acide glycyrrhétinique. En tant que composant actif de la réglisse, elle est responsable des propriétés sucrées (Abd El-Lahot et al., 2017).

La glycyrrhizine a une pouvoir sucrant de 50 à 60 fois supérieure à celle du sucre cristallisé, ce qui rend la réglisse un édulcorant majoritaire. L'extrait de la racine de réglisse contient jusqu'à 25% de glycyrrhizine (Alagawany et al., 2019).

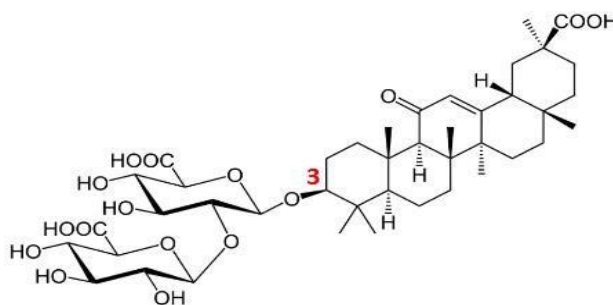


Figure 7: Molécule de *Glycyrrhizine* (Site N°7)

➤ **Acide glycyrrhizique :**

L'acide glycyrrhétic (ou 18 β -glycyrrhétic) est aussi appelé acide glycyrrhétinique. C'est un triterpène pentacyclique à squelette oléanane comportant un hydroxyle en 3, un carbonyle en 11 et une insaturation en 12-13 (Figure 8).

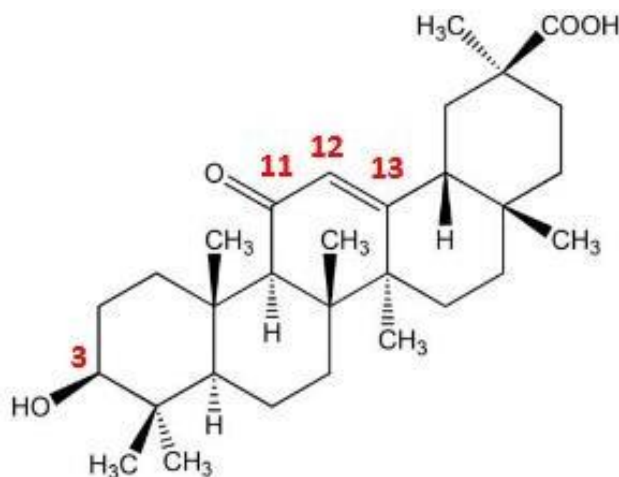


Figure 8: Molécule d'acide Glycyrrhétic (8)

VI.2 Les Composés phénolique et leurs dérivés :

La racine séchée contient entre 1 et 5 % de polyphénols. Ils sont prédominants et constituent entre 0,65 et 2% de l'extrait sèche. Ceux-ci sont principalement hétérosides.

Les flavonoïdes se divisent en plusieurs groupes selon leur structure chimique. Ces groupes sont :

- Flavanones : le liquiritoside et le liquiritine
- Flavones et pyranoflavones : hispaglabrine, hispaglabridine et glabridine,
- Isoflavones : formononétine, glabrone. (Zhang Q et al., 2009).
- Chalcones: licochalcones, isoliquiritigénine, isoliquiritine (Zhang Q et al., 2009).
- Isoflavonols, coumestanes et isoflavènes : glabrène (Edouard, 2013).
- Flavanones : liquiritoside, glabrol
- Chalcones : isoliquiritoside, licochalcone
- Isoflavanones
 - Isoflavanes : glabridine, licoricidine (Zhang Q et al., 2009).

Certains flavonoïdes sont spécifiques d'une espèce. La glabridine et le glabrène sont présents uniquement chez *Glycyrrhiza glabra* tandis que les licochalcones A et B sont présentes chez *Glycyrrhiza inflata* (Zhang Q et al., 2009).

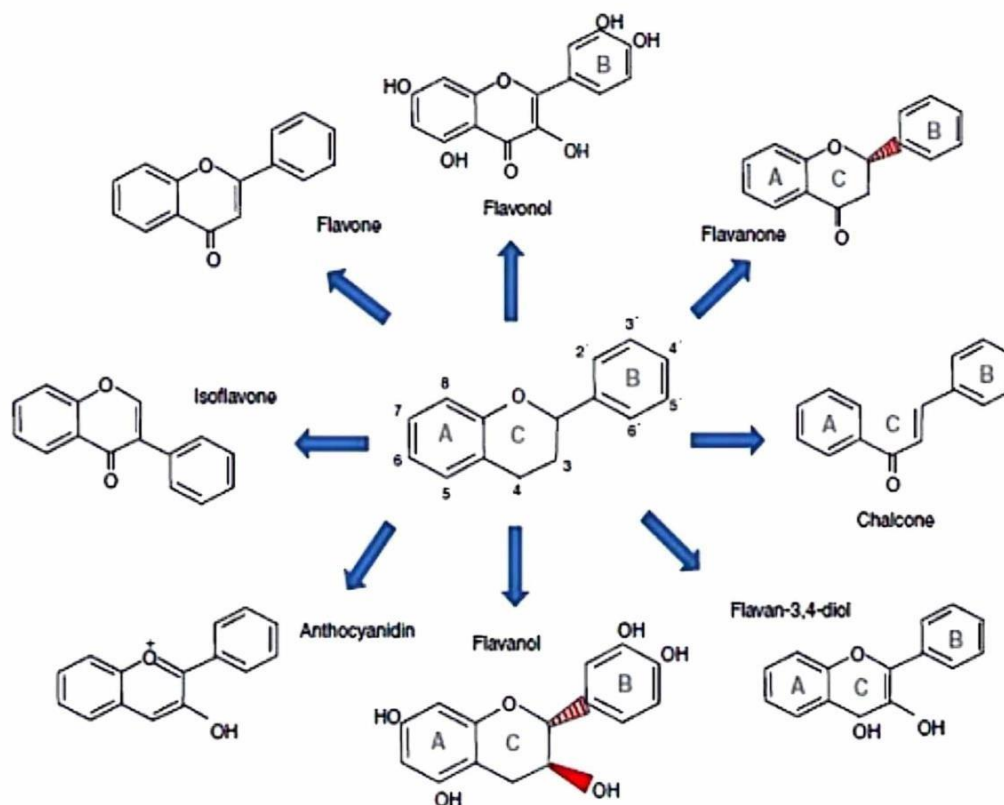


Figure 9 : Les structures chimiques des principales familles des flavonoïdes (Fraga & Oteiza, 2011).

➤ Les polysaccharides :

la racine séchée est composée de polysaccharides environ 10%, dont les principaux sont la glycyrrhizane et les acides GPI et GPII (appelés ainsi en référence à un groupement *glycosyl phosphatidyl* présent dans ces molécules) (Edouard, 2013).

VI.2.1 Les Coumarines

La racine séchée est composée également les coumarines telles que *l'ombelliférone*, *l'herniarine*, le *licobenzofurane* et l'éther 3-O-methyl kaempferol (Caël, 2009).

VI.2.2 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés huileux, volatils et odorants relativement majoritaire qui se trouvent dans les différents partie de la plante *Glycyrrhiza glabra L.*, telles que les fleurs, les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce et les racines (Chouitah, 2012). Environ 0,04 à 0,06% de l'huile essentielle on trouve plus de 40 molécule ont été détecté tel que : anéthol, eugénol, carvacrol, guaiacol, géraniol, linalol, p : cymène, thymol, α -terpinéol (Caël, 2009).

VII. Propriétés biologique de la plante *Glycyrrhiza glabra L* :

Différents mécanismes jouent un rôle dans les bénéfices de la réglisse. L'acide glycyrrhizique a été montré inhibiteur de la croissance et de la cytopathologie de nombreux virus ARN et ADN, dont l'hépatite A et C, le zona, le VIH, et l'herpès simplex. La similitude des structures des hormones sécrétées par le cortex surrénalien est un exemple de l'activité minéralocorticoïde et glucocorticoïde de l'acide glycyrrhétique. Ces éléments présentent aussi une action anti-inflammatoire stéroïdienne relativement similaire à celle de l'hydrocortisone. Cela s'explique en partie par l'inhibition de l'activité de la phospholipase A2, une enzyme clé de nombreux processus inflammatoires. En outre, des études in vitro ont montré que l'acide glycyrrhizique inhibe l'activité de la cyclooxygénase et la production de prostaglandines (notamment la prostaglandine E2), ainsi que l'agrégation plaquettaire, tous les éléments du processus inflammatoire. (Zadeh et al., 2013). On retrouve encore de nombreuses utilisations historiques de la réglisse, avec ses propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires, antioxydantes, ainsi que ses effets anti-ulcéreux, antiviraux, antihépatotoxiques, antifongiques, etc. (Rajandeeep et al., 2013).

VII.1 Activité anti-inflammatoire

VII.1.1 Effet sur le métabolisme du cortisol

Les effets des corticoïdes sont potentiellement amplifiés par l'acide glycyrrhétique qui influence le métabolisme du cortisol. Il a été démontré être un inhibiteur compétitif puissant de la 11β -hydroxystéroïde déshydrogénase de type 2 (11β -HSD 2) qui entraîne la transformation du cortisol (forme active) en cortisone (forme inactive) dans le foie et le rein. (Bruneton J, 2016).

L'action anti-inflammatoire de la réglisse se fait par l'intermédiaire du cortisol, ce qui est appelé l'effet "corticone-like" (Wang et al., 2011).

La présence de l'acide glycyrrhétique diminue l'inhibition d'autres enzymes hépatiques qui jouent un rôle dans le métabolisme des hormones stéroïdiennes (Radix, 2013).

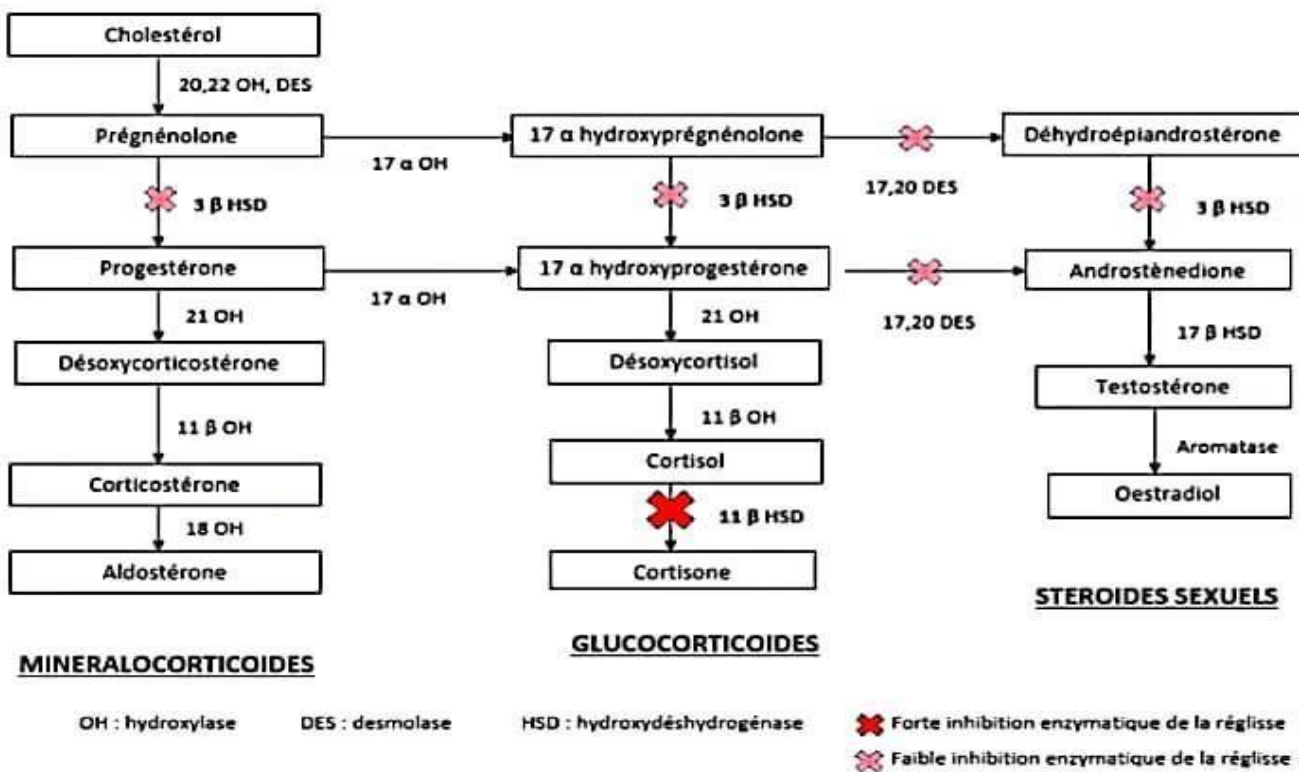


Figure 10: L'action de la réglisse sur le métabolisme des hormones stéroïdiennes (Site N°9)

VII.1.2 Effet sur le système immunitaire

Ce système est intégré dans l'immunité naturelle, il joue un rôle dans la défense contre les agents infectieux et l'élimination des complexes immuns, ainsi que dans le contrôle des réponses inflammatoires. Il remplit trois rôles principaux : Le processus de phagocytose, de lyse et de chimiotactisme (**Studylib, 2015**).

La présence de glycyrrhizine bloque la voie lytique, ce qui entraîne la formation du complexe d'attaque membranaire. Ces mécanismes confirment que la réglisse pourrait être employée pour traiter différentes affections auto-immunes et inflammatoires (**Fujisawa Y et al.,2000**).

VII.2 Activité antitussive et expectorante :

La réglisse est connue pour son activité antitussive et expectorante grâce aux saponosides. La glycyrrhizine a une action expectorante en raison de son effet sécrétolytique et fluidifiant.

C'est la raison pour laquelle on l'emploie traditionnellement pour le traitement de la toux, mais aussi pour les bronchites et les inflammations des voies respiratoires supérieures (laryngite, pharyngite) (**Wichtl et Anton, 2003**). Elle possède aussi une activité antitussive avec l'acide glycyrrhétique. Les deux aident à fluidifier et à réduire l'irritation des sécrétions broncho-pharyngées, à calmer la toux et à clarifier la voix. Ils augmentent également la production de mucus trachéal (**Bruneton J, 2016**).

La réglisse contient des mucilages qui sont des émoullients naturels qui ont un effet apaisant dans les traitements des maux de gorge. (**Gaël D, 2009**). Le polysaccharide principal de la réglisse, l'*arabinogalactane*, possède également des propriétés bioadhésives qui protègent la muqueuse respiratoire contre de nombreux irritants (**Nosalova G et al., 2013**).

VII.3 Activité antiulcéreuse :

Depuis longtemps, la réglisse est employée pour traiter divers troubles digestifs tels que l'aérophagie, les brûlures d'estomac, les spasmes digestifs, la constipation spasmodique, l'ulcère gastroduodéal, les gastrites et les colites (**Bruneton J, 2016**).

Les saponosides et les flavonoïdes présents dans la réglisse jouent un rôle essentiel

dans son activité anti-ulcéreuse (**Bruneton J, 2016**).

Plusieurs mécanismes d'action ont été décrits :

- La production d'acide gastrique est inhibée.
- Augmentation des prostaglandines qui favorisent la protection de la muqueuse gastrique.
- Inhibition d'*Helicobacter pylori*.

Les saponosides ont démontré qu'ils sont efficaces pour diminuer l'acidité gastrique (**Bruneton J, 2016**).

VII.4 Activité anti-infectieuse :

VII.4.1 Activité antivirale :

Les saponosides jouent un rôle essentiel dans l'activité antivirale de la réglisse. Ils empêchent la croissance et la pathogénicité d'une variété de virus, tels que les virus de l'hépatite B (HBV) et C (HCV), le virus de l'herpès (HSV), le virus influenzae type A (VIA), le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), le virus de la stomatite vésiculaire et le coronavirus impliqué dans le syndrome respiratoire sévère aigu (SRAS). Selon les rapports, la réglisse empêcherait la fixation des virus à la membrane cellulaire, ce qui empêcherait leur pénétration et leur réplication dans la cellule (**Radix, 2013**).

VII.4.2 Activité antibactérienne :

L'efficacité de la réglisse a été démontrée dans la suppression de nombreuses bactéries à gram positif et négatif telles que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Il y a de nombreux mécanismes d'action, mais la réglisse pourrait réduire notamment l'expression de gènes de virulence, la production de certaines toxines et cibler les paramètres physiologiques des bactéries (activité d'efflux, perméabilité membranaire, formation de films) (**Radix, 2013**).

L'action antiseptique de la glycyrrhizine de la réglisse serait également similaire à celle de la chlorhexidine. Son utilisation entraverait la prolifération de *Streptococcus mutans* et de *Lactobacillus acidophilus*, qui sont responsables de l'apparition de caries nucléaires (**Ajagannavar SL et al., 2014**).

VII.4.3 Activité antifongique :

Il serait également possible que la licochalcone A et la glabridine diminuent la création de biofilms et la production d'enzymes protéolytiques (**Wang L et al., 2015**). La réglisse empêcherait également la prolifération de champignons filamenteux tels que

Trichophytum rubrum, qui sont souvent impliqués dans des lésions de la peau et des phanères (Meghashri SG, 2009).

VII.4.4 Activité antioxydante :

La réglisse contient des flavonoïdes tels que les isoflavones, chalcones et isoflavanes, qui sont des inhibiteurs de radicaux libres (Wichtl M, Anton R, 2003). Ils pourraient aussi activer et stimuler l'activité d'enzymes antioxydantes pour prévenir les dégâts oxydatifs. La chaîne respiratoire mitochondriale produit des radicaux libres en faible quantité lors de la réduction de l'oxygène en eau. Lorsqu'ils sont en excès, ils entraînent des dommages oxydatifs irréversibles et entraînent différentes maladies telles que les cancers ou les cardiopathies. De nombreux agents antioxydants sont responsables de leur régulation, que ce soit par l'alimentation ou par certaines enzymes de l'organisme (Migdal C, Serres M, 2011).

Le *rétrochalcone* de *Glycyrrhiza glabra* permet de préserver les globules rouges de l'hémolyse oxydative. La capacité antioxydante des flavonoïdes de *Glycyrrhiza glabra* est donc estimée 100 fois plus élevée que celle de la vitamine E (Kamrul et al., 2021).

VII.4.5 Activité antidiabétique :

Les effets positifs de la réglisse ont été démontrés dans la prévention et le traitement des complications du diabète. Encourage la diminution de la glycémie, la réparation de la fonction rénale et la diminution de la perte de poids corporel. De plus, elle améliore la capacité antioxydante et prévient les modifications histologiques au niveau des reins (Kataya et al., 2011).

VII.4.6 Activité antiallergique :

La glycyrrhizine, l'acide glycyrrhétique et la *liquiritigénine* de la réglisse peut être utilisée dans le traitement de la dermatite et de l'asthme en raison de son pouvoir antiallergique (Shin et al., 2007).

VII.4.7 Activité antidépressive et hypnotique :

La diminution des neurotransmetteurs responsables de la régulation de l'humeur et de l'énergie, tels que la sérotonine et la dopamine, cause la dépression. Un Extrait aqueux de *Glycyrrhiza glabra* s'est avéré inhiber la monoamine oxydase (MAO) et augmenter la dopamine dans le cerveau sans augmenter la sérotonine. Son efficacité est comparable à celle de l'imipramine et d'autres antidépresseurs (Dhingra D, Sharma A, 2006).

VII.4.8 Activité œstrogénique et androgénique :

La ménopause est causée par un manque d'oestrogènes. La consommation prolongée de flavonoïdes de la réglisse permettrait également de diminuer les sensations de chaleur (Nahidi F et al., 2012). La réglisse régulière entraîne une diminution de la concentration sérique de testostérone chez les hommes, tandis que la progestérone augmente à l'inverse (Armanini D et al., 1999).

VII.4.9 Autres activités :

Des autres effets positifs ont été démontrés tel que : Activité hypertensive, Activité anti-tumorale, Activité hépatoprotectrice, Activité antispasmodique, Action laxative modérée, Activité immunostimulante (GaëID, 2009) (Radix, 2013).

VIII. La composition nutritionnelle de la réglisse :

Tableau 2: La composition nutritionnelle de la réglisse (Site N°01).

Tableau nutritionnel	Tel que vendu pour 100 g / 100 ml	Comparé à: Snacks
Énergie	1 218 kj (291 kcal)	-34 %
Matières grasses	3,1 g	-84 %
Acides gras saturés	0,8 g	-91 %
Glucides	34,7 g	-38 %
Sucres	9,8 g	-67 %
Fibres alimentaires	37,2 g	+1 020 %
Protéines	12,4 g	+101 %
Sel	0,01 g	-98 %

IX. Utilisations de *Glycyrrhiza glabra L* :

IX.1 Utilisations traditionnelle :

Les utilisations traditionnelles de la *Glycyrrhiza glabra* sont multiples : elle est utilisée en mélange avec du beurre pour traiter les brûlures et les plaies, elle est utilisée également en mélange avec du lait de vache pour stimuler la lactation. En outre, sa racine est utilisée pour laver les cheveux gris, sa décoction est utilisée pour l'érysipèle, et le mélange de la solution de lait de riz préparée avec de la *Glycyrrhiza* est utilisée pour l'enrouement de voie. Le mélange de *glycyrrhiza* et de miel est utilisé comme un tonique pour stimuler l'intelligence ; il est également employé pour traiter l'hémorragie intrinsèque. De plus, la poudre de *Glycyrrhiza* et de *Picirrhizakurroa* est utilisée comme poudre cardiotonique. Au Pakistan, La pâte de réglisse racine est combinée avec de la farine et de l'huile afin d'accroître la production de lait et le taux de fertilité de la vache, de la chèvre, du buffle et du mouton. La décoction de la racine est un laxatif doux en Italie, tandis qu'au Népal, le jus de la racine et de la tige est un stimulant, un astringent et un tonique. En Égypte, il sert de traitement aux maux de gorge en ajoutant du thé (Kamrul et al., 2021) (Rajandeep et al., 2013).

IX.2 Usages médicaux :

Dans la littérature, cette espèce végétale est mentionnée pour ses propriétés biologiques telles que : anti- inflammatoire et expectorant, régulateur de la toux et action hormonale. Il purifie et préserve la foie. En médecine interne, il est employé pour traiter la maladie d'addition, l'asthme. À l'extérieur, on utilise les réglisses pour traiter l'eczéma, l'herpès et le zona. Le taux de testostérone sérique chez les femmes est réduit par la réglisse, ce qui est bénéfique dans l'anémie aplasique (Rajandeep et al., 2013).

X. Domaines d'utilisation de la réglisse :

X.1 Utilisation interne :

Décoction, infusion ou trempage à froid de 15 à 30 g de bois de réglisse par litre d'eau, pour la toux, le rhume et la bronchite, bouillie 5 à 10 minutes et infusée 10 minutes. Ou laisser macérer 40 g par litre pendant une durée de 24 heures. Il est recommandé de consommer 3 à 4 bols par jour, sauf en cas d'hypertension artérielle (contre indications), pendant une période de 3 semaines.

Il est possible d'utiliser la réglisse comme un édulcorant dans tous les types de médicaments diurétiques, laxatifs et urinaires. Pour cette raison, de nombreuses tisanes du XXe siècle sont composées de réglisse. On en obtient par affilage et évaporation et on en fait des pâtes et des granulés disponibles sur le marché. On l'emploie aussi comme un aromatisateur dans les boissons (apéritif anisé, stout), les confiseries, le tabac... etc (Gérard et François, 2009).

X.2 Utilisation externe :

Comme les bains de bouche et les bains de bouche contre l'angine, la glossite et la lastomatite. On utilise une quantité de 200g de la réglisse par litre d'eau (Gérard et François 2009).

X.3 Produits alimentaires :

L'extrait de réglisse est produit à partir des racines et des stolons de la réglisse. La réglisse est utilisée comme confiserie dans l'industrie alimentaire en raison de son goût très doux. Il est possible de mâcher la racine de réglisse séchée en cadeau. La glycyrrhizine sert d'édulcorant (avec une capacité de concentration). Étant 50 à 100 fois plus sucré que le saccharose, il adoucit et enrichit le goût. Une grande partie des produits sucrés (confiseries, chewing-gums, snacks, produits de boulangerie, glaces et sorbets) l'emploient pour augmenter leur taux de sucre, tandis que les produits salés l'emploient pour diminuer leur taux de sucre. On la retrouve aussi dans des produits à base de cacao (comme un exhausteur de goût pour diminuer la quantité de cacao utilisée), dans certaines boissons gazeuses et sirops (pastis, ouzo, raki, sambuca...) et dans les pastis sans alcool. On recourt à la réglisse dans la bière en tant qu'agent moussant (propriétés tensioactives), pour réduire l'amertume, ou pour aromatiser et colorer les bières de type porter (Anses, 2022).



Figure 11: Bonbons à base de réglisse (Site N°10)



Figure 12: macarons à base de réglisse (Site N°11)

XI. Toxicité de la réglisse :

La réglisse est une plante médicinale et alimentaire, ce qui signifie qu'elle n'est pas naturellement toxique. Cependant, son utilisation inappropriée à fort dose peut entraîner des problèmes liés à l'action minéralocorticoïde sur le tissu rénal (**Bruneton J, 2005**).

La consommation excessive et prolongée de produits à base de réglisse, tels que les confiseries, les bâtons de réglisse, les infusions, les boissons non-alcoolisées ou encore les médicaments à base de glycyrrhizine, peut entraîner une intoxication chronique à la réglisse (**Bruneton J, 2016**) (**Bruneton J, 2005**). Cependant, la prise de réglisse n'entraîne pas nécessairement une manifestation clinique et/ou biologique sévère. La dose, le type de produit consommé, le mode de consommation (aigu ou chronique) et la variabilité intra et interindividuelle déterminent la toxicité (**Yoshino, et al., 2021**).

L'activité *minéralocorticoïde* de la glycyrrhizine et de l'acide glycyrrhétic par l'intermédiaire du cortisol entraîne un *pseudohyperaldostéronisme* primaire avec une HTA, une hypokaliémie et une activité rénine plasmatique diminuée (**Hassan Hirsi, 1996**). On peut également confirmer le diagnostic d'intoxication à la réglisse en mesurant l'acide glycyrrhétic dans l'urine à l'aide d'une chromatographie liquide haute performance combinée à un spectromètre de masse (CLHP-SM) (**Bruneton J, 2005**).

XI.1 Troubles endocriniens

Après l'inhibition de la 11 β -HSD 2, le cortisol s'accumule et sa concentration sanguine et urinaire augmente considérablement. L'hypercortisolémie est donc associée à une hypercortisolurie (**Hassan Hirsi, 1996**).

XI.2 Hypertension artérielle :

L'HTA est la manifestation la plus courante. Elle est causée par une surabondance de liquides en raison de la réabsorption d'eau et de sodium par le rein. En règle générale, elle est modérée, ce qui se manifeste par des douleurs.

En même temps, la perte de potassium et d'ions H⁺ dans l'urine entraîne une hypokaliémie grave avec une alcalose métabolique, ce qui entraîne une augmentation du pH sanguin (**Bruneton J, 2005**) (**Hassan Hirsi, 1996**).

XI.3 Conséquences de l'hypokaliémie

XI.3.1 Troubles cardiaques

Le plus fréquemment, les problèmes de rythme et de conduction causés par l'hypokaliémie se traduisent par une tachycardie (**Hassan Hirsi, 1996**).

XI.3.2 Troubles musculaires

Il est possible d'observer des problèmes de contractilité musculaire. Les crampes musculaires sont des faiblesses musculaires. En général, elles se trouvent sur les membres inférieurs et se manifestent lors de la marche (**Hassan Hirsi, 1996**).

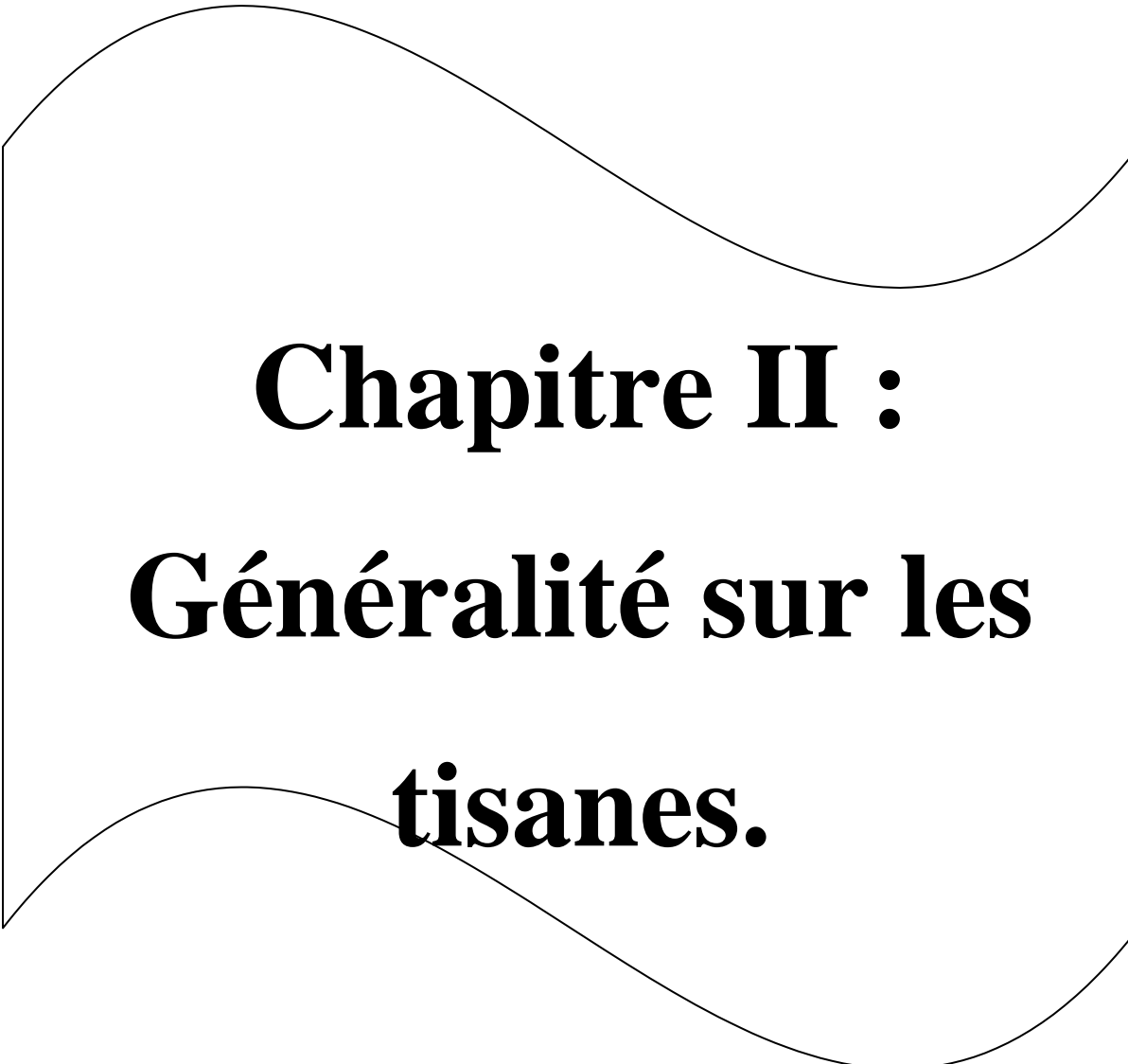
XI.3.3 Troubles rénaux :

Entraine une insuffisance rénale (**Hassan Hirsi, 1996**).

L'HTA, la rétention hydrosodée et l'hypokaliémie sont réversibles à l'arrêt de la consommation de réglisse. Cependant, la glycyrrhizine a une demi-vie longue en raison d'un cycle entéro-hépatique. L'inhibition de l'activité de la 11 β -HSD2 persiste pendant environ 2 semaines après l'arrêt de la réglisse. La normalisation de l'axe rénine-angiotensine-aldostérone nécessite au moins 2 mois, généralement moins de 4 mois mais pouvant aller jusqu'à 6 mois (**C. Sabbadin et al., 2019**).

XI.3.4 Trouble de la reproduction :

La glycyrrhizine peut agir de manière anti-oestrogénique en bloquant les récepteurs des œstrogènes et en inhibant leur synthèse à une dose élevée (**Bruneton J, 2005**).



Chapitre II :
Généralité sur les
tisanes.

I. Tisanes :

Les tisanes sont l'ancienne forme de médecine traditionnelle et le moyen le plus facile de bénéficier des propriétés des plantes. Ils peuvent être utilisés frais, séchés, broyés ou entiers et c'est généralement une partie spécifique qui est utilisée (tiges, racines, feuilles, fleurs...). Une forme qui est tombée dans l'oubli et qui ne convient pas à la vie contemporaine, mais qui demeure une forme essentielle pour la santé (**Clair, 2013**).

II. Définition de tisane :

Le terme « tisane » est en réalité une dénomination générique qui regroupe diverses formes liquides provenant de différentes préparations. Elles se préparent uniquement en utilisant une ou plusieurs substances végétales. On peut donc distinguer, selon le mode employé, l'infusion, la décoction, la macération, la digestion et la lixiviation, moins fréquente (**Jamet, 1988**). La préparation se fait en temps réel, c'est-à-dire au moment de l'utilisation. Il n'y a pas de dosage quantitatif précis requis. Des extraits de la drogue totalement solubles peuvent également être présents dans les tisanes. D'après Pharmacopée Française, édition 10 :

Les tisanes sont des infusions en eau de plantes médicinales entières ou de parties de celles-ci, conçues de manière à ce qu'elles puissent être plus facilement absorbées par l'eau. Elles sont utilisées dans le but de prendre des médicaments (**Max witschl et Robert, 2003**).

III. Composition :

En général, les tisanes sont préparées à partir d'un mélange de plantes, ce qui rend difficile d'en déterminer la composition, car chaque plante du mélange contient une variété de composés qui seront ou non présents dans la préparation finale obtenue.

Il est nécessaire de respecter certaines règles lors de la préparation de mélange pour tisanes (selon la pharmacopée française).

❖ Règle n°01 : nombre de plantes autorisé.

La préparation d'un mélange pour tisane nécessite généralement six plantes, mais il est parfois possible d'utiliser jusqu'à dix plantes.

Outre les plantes utilisées pour leurs propriétés thérapeutiques, qui peuvent être désagréables pour le consommateur, on peut ajouter des plantes amélioratrices de saveur et d'aspect en respectant ces conditions:

- 3 à 5 plantes possédant une activité thérapeutique.
- Si nécessaire, 1 à 3 plantes pour l'amélioration de saveur.
- Si nécessaire, 1 à 2 plantes pour l'amélioration de l'aspect.

❖ **Règle n°02 :**

Afin d'obtenir un mélange homogène, les densités des plantes utilisées doivent être proches.

❖ **Règles n°03 :**

Il est essentiel d'utiliser des plantes présentant des propriétés similaires ou complémentaires (FAO ,2022).

IV. La préparation :

Il est nécessaire de préparer les tisanes rapidement.

Il est essentiel de commencer par peser les plantes pour leur élaboration. Il faut pratiquer chaque drogue avec des morceaux de dimensions similaires individuellement, puis le tout mélanger dans un récipient. Les impuretés telles que les poussières ou les résidus sont ensuite éliminées en utilisant un tamis. Il y a plusieurs facteurs à considérer. Il est recommandé, dans certains cas, de passer les tisanes par un linge ou une gaze avant leur absorption. Le bouillon blanc (*Verbascum thapsus* L.) est principalement employé pour apaiser la toux. Il peut y avoir une quantité importante de ses poils dans la préparation, ce qui peut causer une irritation de la gorge. Les protocoles d'obtention des tisanes (décoction, digestion, infusion, macération, lixiviation) sont indiqués dans un tableau de la Pharmacopée française, avec le mode et la durée d'obtention, la concentration de la drogue utilisée et la dose quotidienne habituelle (Chabrier, 2010).

IV.1 Quantité de drogue et de liquide :

Les doses unitaires de drogue sont généralement basées sur l'expérience, mais peuvent parfois être calculées en fonction de l'activité des composants. Une concentration allant de 5 à 20g/l est généralement évoquée. Cependant, étant donné que de nombreuses drogues contiennent des substances peu actives et atoxiques et que la marge thérapeutique est très

vaste, Les dépassements de doses n'ont qu'un impact limité.

Cependant, il y a des exceptions telles que les fleurs de tilleul (*Tilia cordata* Mill). Elles servent de relaxants pour le système nerveux central et de calmants. Les doses à suivre sont donc de deux à trois grammes de médicament par tasse, deux à quatre fois par jour. Cependant, en cas de surdosage, il peut y avoir un effet inverse et une excitation peut se manifester (**Chabrier, 2010**).

IV.2 Le degré de fragmentation de la drogue :

Le degré de fragmentation de la tisane est d'autant plus élevé que la quantité de composants est plus élevée. Par conséquent, pour les feuilles, les fleurs et les plantes entières, une coupe grossière ou moyenne conviendrait. À l'inverse, pour le bois, l'écorce ou la racine, il est bénéfique de procéder à une coupe fine ou à une pulvérisation grossière. Dans le cas des fruits et des graines, il est nécessaire de les broyer avant leur utilisation.

Il convient de souligner que pendant la fragmentation, les poils sécréteurs et les poches sécrétrices des plantes sont altérés, ce qui entraîne une volatilisation accélérée de l'huile essentielle et entraîne également des processus d'oxydation. Il est donc recommandé de conserver ces drogues entières et de séparer les doses unitaires de manière progressive. Il y a une norme de fragmentation pour chaque plante qui peut être utilisée dans une tisane médicinale, dans le but d'obtenir la tisane la plus efficace possible (**Chabrier, 2010**).

V. Mode d'extraction :

Les tisanes représentent le moyen le plus simple et complet d'extraire les principes actifs hydrosolubles des plantes, tels que les vitamines et les flavonoïdes. ...ect (**Claire, 2013**).

En fonction du mode employé, on distingue :

V.1 L'infusion :

La méthode la plus répandue et la plus traditionnelle pour préparer des tisanes est l'infusion, qui est généralement utilisée pour les organes délicats de la plante : feuilles aromatiques, fleurs et sommités. Il s'agit d'un mélange d'eau bouillante versé sur une proportion d'organes végétaux : fleurs, feuilles, tiges..., comme pour le thé. Après avoir infusé la matière (environ 5 à 10 minutes), il vous suffit de servir la tisane en la filtrant sur

du coton, du papier filtre ou un tamis à mailles fines non métallique (**Baba aissa, 2000**).

V.2 Décoction :

La décoction consiste de faire bouillir la drogue avec de l'eau potable pendant 15 à 30 minutes (**Max, 2003**). La drogue est alors mélangée à de l'eau froide, puis le mélange est porté à ébullition pendant la durée requise et filtré après un court repos. Il est également envisageable de jeter la plante dans de l'eau bouillante et de la laisser frémir le temps requis. Le décocté est le résultat obtenu. Cette approche est plutôt agressive et peut entraîner la destruction de certains éléments organiques. Elle convient donc à des substances de texture dure voire très dure (bois, racines, écorces, fruits durs ou tiges), en particulier celles contenant des tanins. De plus, on peut utiliser ce décocté pour ensuite faire une infusion avec d'autres plantes (**Perry, 2013**) (**Chaboussou et Chabauty, 2013**).

V.3 Macération :

La macération est une opération nécessaire de laisser tremper une quantité spécifique de plantes sèches ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile ou même du vin) pendant une période de 12 à 18 heures pour les parties les plus délicates (fleurs et feuilles) et de 18 à 24 heures pour les parties solides, puis de laisser à température ambiante. Avant de consommer, il est essentiel de bien la filtrer (**Khetouta, 1987 ; Stary, 1992**).

Grâce à cette méthode, les principes actifs peuvent être extraits de manière douce, en particulier s'ils sont thermolabiles. De plus, cela permet d'éliminer certains éléments indésirables, qui sont moins solubles dans l'eau froide (**RawTeam, 2012**).

V.4 Digestion :

Le processus de digestion implique de maintenir la drogue en contact avec de l'eau potable à une température inférieure à celle de l'ébullition, mais supérieure à la température ambiante pendant une durée de 1 à 5 heures (**Site N°2**).

VI. Les formes simplifiées :

Outre les plantes en vrac qu'on trouve en pharmacie, de nombreuses formes simplifiées sont progressivement apparues sur le marché. L'objectif principal est de faciliter la préparation des tisanes.

Les sachets-doses, les tisanes instantanées, les atomisats, ainsi que les tisanes en granulés font partie de ces options (**Chabrier, 2010**).

VI.1 Les sachets-doses :

La présentation des tisanes en sachets-doses présente de nombreux avantages : Le consommateur peut facilement obtenir la quantité a priori précise. En dehors des drogues à base d'huiles essentielles, la forte fragmentation assure une meilleure extraction des composants et le stockage ne provoque pas de sédimentation des principes actifs. Il s'agit principalement du niveau de fragmentation de la plante, qui est un facteur de « vieillissement » accéléré. La destruction des poils sécréteurs et des poches sécrétrices entraîne une diminution de l'efficacité des drogues à base d'huiles essentielles. En pharmacie, les normes de la pharmacopée et de l'A.M.M. exigent une qualité qui est assurée par le respect de certaines directives. On peut mentionner, entre autres, une matière première de base qui respecte les normes de la Pharmacopée, des sachets double épaisseur non collés avec fil et marquage permettant l'identification, une protection des arômes et de l'humidité, ainsi que la date de fabrication ou plutôt de péremption qui est clairement indiquée (**Chabrier, 2010**).

VI.2 Les tisanes instantanées :

Les tisanes peuvent également être préparées instantanément en dissolvant le produit dans de l'eau chaude, sans nécessiter de "macération" ni de filtration. De plus, la composition est homogène et constante. En général, ces tisanes sont produites par une extraction complète de la drogue à l'aide d'un mélange d'eau et d'éthanol, dans le but de les enrichir en certains éléments actifs (**Chabrier, 2010**).

VI.3 Les atomisats :

Les premières gouttelettes de la solution extractive sont jetées dans un courant d'air chaud. De petites quantités de polysaccharides étrangers à la drogue peuvent être ajoutées à l'atomisat obtenu. La réintroduction des huiles essentielles volatilisées est possible, de préférence sous forme micro-encapsulée. Le résultat final se présente sous la forme d'une poudre facile à dissoudre dans l'eau, à faible densité mais relativement bien hygroscopique (**Chabrier, 2010**).

VI.4 Les tisanes en granulés :

La première partie de l'extrait fluide est sprayée sur du saccharose ou un autre polysaccharide, puis séchée par chauffage. Ensuite, on divise la masse sèche en granulés à l'aide d'un broyeur approprié. Ces granulés sont facilement solubles dans l'eau et moins hygroscopiques que les atomisats. Le processus de manipulation est simple et le goût est immédiatement sucré. Il est néanmoins important de vérifier le type de polysaccharides utilisés pour les personnes atteintes de diabète.

L'extrait présent dans les tisanes en granulés est d'environ 2 à 3%. En règle générale, sa concentration est nettement inférieure à celle des tisanes instantanées à base d'atomisats, qui sont en moyenne de 20% (**Chabrier, 2010**).

VII. Conditionnement et étiquetage des tisanes :

VII.1 Conditionnement :

Les plantes pour tisanes médicinales peuvent être présentées en vrac ou en sachet à usage unique. Le conditionnement doit être réalisé suivant les bonnes pratiques de Préparation (**Marine, 2013**).

La présentation des tisanes en sachets-doses présente de nombreux avantages :

La consommation peut facilement obtenir la dose à priori précise ; la forte fragmentation assure une extraction plus efficace des composants (à l'exception des drogues à huiles essentielles) et le stockage ne provoque pas de sédimentation des principes actifs.

Les normes suivantes sont requises pour assurer une qualité conforme aux exigences de la pharmacopée et de l'AMM :

- Sachets non collés de double épaisseur avec fil et marquage pour faciliter l'identification.
- Préservation des parfums et de l'humidité (**Max et Robert, 2003**).

VII.2 Étiquetage :

La notice de conditionnement et l'étiquette du produit devront être facilement lisibles par le consommateur ou le patient. La notice devra inclure toutes les informations indispensables pour une utilisation optimale du produit.

Les éléments d'information ci-après seront généralement suffisants :

- Nom du produit.
- Composition (liste des principes actifs et quantités).
- Forme pharmaceutique.
- Indications.
- Posologie (préciser la posologie pour les enfants et les personnes âgées, le cas échéant).
- Mode d'administration.
- Durée d'utilisation.
- Principaux effets secondaires, si nécessaire, renseignements sur le surdosage.
- Contraindications, risques, précautions d'utilisation et interactions majeures avec d'autres médicaments.
- Date de péremption.
- Numéro de lot.
- Utilisation pendant la grossesse et l'allaitement (**OMS, 2000**).

VIII. Température de consommation :

La consommation de la température joue un rôle crucial dans l'amélioration de l'effet thérapeutique, car certaines tisanes sont préférées chaudes (tisanes laxatives, antigrippales...), tandis que d'autres préfèrent les consommer froides (tisanes fébrifuges...). La température a la capacité d'inverser l'effet d'une drogue (**Marceau, 2013**).

IX. Posologie :

La posologie doit être respectée même lorsqu'il s'agit d'une plante utilisée fréquemment. Pour ce faire, il est recommandé de ne pas dépasser 20g de plante par litre d'eau, mesuré à l'aide d'une cuillère à soupe ou à café en fonction de la densité de la plante. Il est recommandé de ne pas prolonger une cure avec une plante de plus de 4 jours, avec la possibilité de consommer jusqu'à 4 tisanes par jour, en fonction des propriétés médicinales de la plante.

Cependant, si les symptômes persistent, il est essentiel de consulter un médecin (**Site N°03**).

Les posologies usuelles préconisées sont de 3 à 10 g par jour en décoction ou en poudre, avec un maximum de 15 à 30 g par jour (**Caël, 2009**).

X. Heure de consommation :

L'ingestion de la tisane doit être conforme à son indication et aux effets thérapeutiques souhaités. Voici quelques illustrations :

- Tisane digestive : après les repas ou au moment des troubles.
- Tisane calmante : à répartir dans la journée.
- Tisane sédative : une partie à 18h, l'autre au coucher (attention cependant aux réveils nocturnes si la quantité absorbée au coucher est importante).
- Tisane amère, apéritive : 30 minutes avant le repas.
- Tisane diurétique : répartir dans la journée en excluant le coucher.

Il est recommandé de consommer les tisanes à répartir dans la journée, une heure avant le repas et trois heures après les repas.

Une tisane ne peut pas être conservée pendant plus d'une journée, car elle présente des changements d'apparence et de goût causés par l'oxydation de la solution en surface. En outre, il existe un danger de contamination bactérienne (**Marceau, 2013**).

XI. Avantages et inconvénients :

XI.1 Avantages :

Le principal avantage de la tisane réside dans sa facilité d'utilisation. En outre, elle est non agressive et également abordable (**Pelt, 1981**).

L'utilisation de cette forme peut également servir de véhicule pour un ou plusieurs médicaments. Elle apporte également une quantité importante de liquide, ce qui favorise une hydratation optimale et une élimination rénale des substances étrangères. Ainsi, elle joue un rôle de diurétique et de détoxifiant (**Valnet et al, 1978**). Elle est donc particulièrement conseillée chez les personnes âgées, chez qui les boissons ne sont pas toujours consommées en quantité adéquate.

Les tisanes chaudes contribuent à une digestion optimale.

Un autre avantage majeur :

L'emploi de cette forme est envisageable en pédiatrie. La tisane standard pour un nourrisson devra être augmentée d'un tiers d'eau. Il est important de souligner que lors de la préparation d'une tisane, il est possible d'associer des propriétés thérapeutiques de plusieurs plantes, dans des proportions choisies avec soin, afin de ne produire qu'une seule tasse à boire.

Les tisanes sont aussi bénéfiques sur le plan psychologique. La consommation d'une plante permet de se soigner de manière naturelle et de cette façon de se sentir bien dans son corps. Les tisanes encouragent une consommation quotidienne de vitamines, en particulier B1 et B2, de minéraux, de mucilages et d'oligo-éléments qui, à eux seuls, sont suffisants **Chabrier, 2010**).

XI.2 Inconvénients :

La fragmentation des végétaux, en particulier pour ceux qui renferment des huiles essentielles, peut entraîner une diminution de la qualité et de la quantité des substances actives présentes dans ces plantes. Dans le domaine de la nutrition, il est acceptable d'avoir des éléments étrangers sans que le consommateur ne puisse les détecter, car aucune utilisation thérapeutique n'est recherchée (**Site N°02**).

Les tisanes peuvent être critiquées pour leur temps de préparation, leur manque de conservation (24 heures au réfrigérateur au maximum) et leurs quantités de principes actifs souvent difficiles à évaluer (**Chabrier, 2010**).

Il est également très difficile de les utiliser en automédication, sans consulter un médecin, à la fois pour le diagnostic et le suivi pathologique. En effet, comme mentionné précédemment, les plantes peuvent contenir plusieurs principes actifs et donc différentes propriétés. De plus, elles peuvent être recommandées pour une pathologie et contre-indiquées pour une autre (**Claire, 2013**).

XII. Date limite de consommation :

Les tisanes et les thés ne comportent pas de DLC. On ne remarque pas une mention de date limite dans les boîtes de thé, mais plutôt une DLUO qui est appliquée aux denrées non périssables et peut être indiquée sous la forme « à consommer de préférence avant... » Ou aussi indiquée par la mention « à consommer jusqu'à... ».

La tisane ou bien herbe séchée ne se périmé pas d'un point de vue sanitaire, mais il aura tendance à perdre en intensité gustative, saveurs aromatiques, et même la couleur qui peuvent facilement s'altérer s'ils ne sont pas consommés dans les mois suivant la date, mais ne représente aucun risque sur le consommateur, donc privilégier de consommer la tisane de réglisse durant les 12 mois après son ouverture (**Site N°1**).

XIII. Dose recommandée :

En 2003, la Commission européenne a imposé une dose quotidienne de 100 mg de glycyrrhizine et de son sel d'ammonium (**ec.europa.eu, 2003**), Selon ses estimations, une glycyrrhizine quotidienne de 1 à 10 mg/personne/jour était considérée comme une dose sans danger pour la plupart des adultes en bonne santé (**ec.europa.eu, 2003**). De plus, selon le Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA), une consommation quotidienne de 100 mg n'a pas été observée chez la plupart des adultes (**Geneva, 2004**).

- La réglisse est utilisée en tisane à partir de ses racines séchées, qui renferment au moins 4% de glycyrrhizine (**EDQM; 2016**).

Le Comité on Herbal Medicinal Products (HMPC) recommande généralement une dose de 2 à 4 tasses par jour (1,5-2 g de racines/150mL) pour les problèmes digestifs et de 2 tasses par jour (1,5 g de racines/150mL) pour la toux. Si vous avez des problèmes digestifs, il est préférable de prendre de la tisane après les repas et il ne faut pas dépasser 4 semaines (**radix, 2012**).

Tableau 3: Quantités quotidiennes de racine/racine et de stolon de réglisse.

Sous-population(s)		Racine/racine et stolon séché(s) (gramme/jour)	
		Minimum	Maximum
Enfants ¹	4 ans	0,1	2,5
	5-9 ans	0,15	3,75
	10-11 ans	0,3	7,5
Adolescents ¹	12-14 ans	0,3	7,5
	15-17 ans	0,6	15
Adultes ^{1, 2,3}	18 ans et plus	0,6	15

1. Les doses pour les enfants et les adolescents ont été calculées à partir d'une fraction de la dose adulte (**JC 2018**). Les références suivantes appuient l'emploi de la réglisse chez les enfants et les adolescents : (**McIntyre 2005**); (**Schilcher 1997**); (**Bove 1996**).
2. Les références suivantes ont servi à établir la dose pour les adultes : (**Mills et Bone 2005**); (**ESCOP 2003**) ; (**Hoffmann 2003**); (**Blumenthal et al. 2000**); (**Bradley 1992**).
3. Y compris les femmes qui allaitent.

Tableau 4: Informations concernant la consommation quotidienne de Glycyrrhizine.

Sous-population(s)		Glycyrrhizine (milligramme/jour)	
		Minimum	Maximum
Enfants ¹	4 ans	10	100
	5-9 ans	15	150
	10-11 ans	30	300
Adolescents ¹	12-14 ans	30	300
	15-17 ans	60	600
Adultes ^{1, 2,3}	18 ans et plus	60	600

1. Les doses pour les enfants et les adolescents ont été calculées à partir d'une fraction de la dose adulte (**JC 2018**). Les références suivantes appuient l'emploi de la réglisse chez les enfants et les adolescents : (**McIntyre 2005**) ; (**Schilcher 1997**) ; (**Bove 1996**).

2. Les références suivantes ont servi à établir la dose pour les adultes : ESCOP 2003.

3. Y compris les femmes qui allaitent.

XIV. Durée(s) d'utilisation :

Il est recommandé de consulter un professionnel de la santé/fournisseur de soins de santé/professionnel de la santé/docteur/médecin si l'utilisation se poursuit pendant plus de 4 à 6 semaines (**ESCOP 2003; Hoffmann 2003; Blumenthal et al. 2000; Bradley 1992**).

XV. Indications :

Les utilisations de la réglisse sont les suivantes: (**Radix, 2013**)

- Bronchites, trachéites
- Entérite, constipation

- Gastrites, ulcères gastriques et duodénaux
- Météorisme, aérophagie
- Spasmes intestinaux
- Lavements buccaux dans les glossites et les stomatites
- Conjonctivites, inflammations des paupières

XVI. Contre-indications :

Il est déconseillé de consommer de réglisse chez les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, rénales et hépatiques graves. On ne l'utilise pas non plus chez les individus atteints d'hypercortisolémie.

Les hommes souffrant d'impuissance et de baisse de libido ne doivent pas consommer de réglisse, car elle diminue le taux de testostérone.

L'effet tératogène, mutagène et cancérogène de la glycyrrhizine est inexistant. Cependant, sa prise régulière pendant la grossesse entraînerait une augmentation de la fréquence des accouchements prématurés et entraînerait une augmentation des risques de troubles psychiatriques et cognitifs chez le futur enfant, ainsi qu'une puberté précoce. On ne doit donc pas consommer de réglisse chez les femmes enceintes et allaitantes, ainsi que chez les enfants de moins de 6 ans (**Bruneton J, 2016**) (**Bruneton J, 2005**) (**Räikkönen K et al., 2017**).

XVII. Recyclage :

L'objectif est de réduire au minimum la décharge de ces déchets. Avant de les recycler ou de les valoriser, il est important de bien trier et nettoyer les sachets.

Il est important de ne pas considérer les sachets de tisane usagés comme des déchets. Au contraire, ils proposent de multiples opportunités créatives et concrètes. Il est possible de prolonger l'utilisation des sachets de tisane en les réutilisant pour les soins de beauté, les astuces ménagères ou le jardinage écologique. En outre, en réutilisant les emballages de tisane compostables, vous participez à la diminution des déchets et à l'adoption d'une approche plus écologique. Donc, arrêtez de jeter vos sachets de thé périmés, laissez votre créativité s'exprimer et bénéficiez de tous les bénéfices qu'ils apportent (**Site N°05**).

- **Compostage** : Les sachets en bois de cellulose sont biodégradables et peuvent être utilisés pour le compostage direct, ou être ajoutés au compost pour apporter des nutriments bénéfiques au sol.
- **Hydrater les plantes durablement** : Placez les sachets de tisane dans la terre, puis arrosez. En gonflant, les sachets captent l'eau et maintiennent la terre humide pendant une durée plus longue. De plus, les nutriments présents dans la tisane apportent une nutrition à la plante.
- **Jardinage écologique** : Les sachets de tisane sont utilisés comme des paillis autour des plantes afin de maintenir l'humidité et éliminer les mauvaises herbes. Pour apporter des nutriments aux plantes, il est recommandé d'arroser les plantes avec l'eau de trempage des sachets de tisanes.

- **Faire dégonfler les cernes** : La réglisse, riche en antioxydants, a un effet bénéfique sur la circulation sanguine et est parfaite pour diminuer les cernes. Il est préférable de mettre les sachets au réfrigérateur pendant cinq à dix minutes, puis de les appliquer sur les yeux pendant quinze à vingt minutes pour obtenir une meilleure efficacité. Le froid contribuera à apaiser les poches.
- **Masquer les mauvaises odeurs** : Les sachets de tisane usagés peuvent servir de parfum d'ambiance. Après avoir été séchés, ils dégagent une odeur plaisante et discrète qui dissimule les odeurs indésirables. La solution est à la fois rentable et respectueuse de l'environnement (Manon, 2021).



Partie pratique



Chapitre III :
Matériel et méthode

I. Objectif :

Le but du travail expérimental consiste à préparer une tisane à base de réglisse pour extraire les principes actifs de la réglisse dans l'eau pour bénéficier de leurs bienfaits. Et étudier les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques.



Figure 13 : Tisane de réglisse (Site N°12)

Partie I : préparation de tisane.

I. Matière première :

La matière utilisée pour préparer la tisane est les bâtonnets de réglisse séchés et transformés en poudre (contiennent environ 3 à 14 % de sucre, principalement sous forme de saccharose, de glucose et de fructose) analysées au sein de laboratoires.

La réglisse se trouve dans les terres sèches de Beni Senous et Saida, provient de Maghnia.

II. Technologie de fabrication de la tisane :

Cette tisane se compose de poudre séchée de réglisse, c'est une plante médicinale à mille vertus, pour ses propriétés anti-oxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne. Destinée aux gens qui ont des problèmes digestifs, des spasmes intestinaux, problèmes hormonaux et douleurs menstruels chez les femmes, apaise la soif. On a le choix de deux méthodes pour obtenir la poudre de réglisse :

➤ **1^{er} Méthode :**

- Laver les bâtonnets de la racine de réglisse, puis au séchage à l'air libre.
- Broyez environ 300 g du récipient dans un broyeur de 220 V, pendant 2-5 min pour obtenir le diamètre de 250 µM.

➤ **2^{em} Méthode :** (Traditionnelle)

a. Lavage et nettoyage :

Rinçage de la racine de réglisse (des bâtonnets de 8 à 10 cm) avec de l'eau.

b. Macération :

Consiste à faire tremper les racines dans l'eau à température ambiante pendant une durée de 15min, afin d'amollir les fibres qui composent les racines pour faciliter le décortilage.

c. Décortilage et fragmentation :

Afin de minimiser la taille des racines en enlevant la couche extérieure et de séparer les fibres composantes des racines.

d. Séchage primaire :

En exposant les fibres des racines de réglisse à l'air libre pendant 6 h.

e. Découpage et broyage grossièrement :

Des fibres par le broyeur pour les transformer en poudre « matière première ».

f. Préparation :

On prend une quantité de 120 g, puis on ajoute un peu d'eau, on mélange le tout jusqu'à ce que la poudre de réglisse absorbe l'eau totale, et là on remarque une apparition de couleur brune.

g. Séchage secondaire et tyndallisation :

Le séchage au soleil d'une durée de 1 h 30 min ou au four préchauffé à 40 °C quelques minutes, puis on l'éteint, on met le mélange précédent (poudre + eau) au four, on le retire

chaque 5 minutes avec remueration pendant 1 h « séchage ».

h. Conditionnement et Emballage :

On prend 2 g de poudre de réglisse dans des sachets biodégradables stérilisés préalablement dans l'autoclave à 75 °C pendant 1 h.

- **Sachets** : en fibres biodégradable de dimension 5 cm d'hauteur sur 3,5 cm de largeur.

- **Emballage** :

- Emballage dans des boites en carton hermétique et opaque de dimensions...
- Une boite de 6 sachets, poids net : 12 g / 2 g par sachet, « 7,5 Cal » par sachet, « 60 Cal » par boite.
- Plastification des boites.

i. stockage et conservation :

Pour stocker les sachets de la tisane, à savoir les protéger de l'air, de l'humidité, de la chaleur, des odeurs. Ils peuvent également être stockés, dans un endroit sec, frais, fermé et à l'abri de la lumière. Afin de conserver sa fraîcheur, son goût et ses arômes uniques le plus longtemps possible (**Site N°04**).

➤ Diagramme de fabrication :



Figure 14: Diagramme de fabrication de tisane de réglisse (site N°6).

III. Les analyses physicochimiques :

Toutes les analyses physicochimiques ont été répétées trois fois, et la moyenne de valeurs obtenues a été considérée.

III.1 Détermination de la matière sèche :

Mode opératoire :

- Peser la boîte de pétri vide (à l'aide d'une balance de précision « 86,68 g »).
- Peser 5 g = m de poudre de réglisse dans la boîte de pétri (c'est le poids initial « M1 », 91,68 g).
- Mettez la boîte de pétrie dans l'étuve à 105°C pendant 3 h pour le séchage.
- Peser la boîte de pétrie après le séchage (c'est le poids final « M2 », 91,2795 g).
- On calcule la teneur en eau (humidité) par l'équation : $W = (M1 - M2 / m) * 100$ (annexe 01).
- Puis on calcule le taux de la matière sèche par l'équation : $Ms (\%) = 100 - W$ (annexe 01) (Audigie et al., 1980) .

III.2 Mesure de teneur en eau :

Après la détermination de la matière sèche, on calcule la teneur en eau du produit par l'équation :

(Annexe 02).

$$W = (M1 - M2 / m) * 100$$

III.3 Mesure du pH:

Un pH mètre étalonné est utilisé pour mesurer le pH. (AFNOR, 1986).

*Mode opératoire :

- Calibrer le pH mètre avec des solutions tampon (pH=7; pH=4 et pH=10).
- Peser 5 g de poudre de réglisse, transférer dans un bécher.
- Ajoutez 100 ml d'eau distillée à la poudre.
- Agiter la solution à l'aide d'un agitateur jusqu'à homogénéisation.
- Lire le pH mètre. (annexe 03).

III.4 Mesure d'acidité :

- On Prélève 20 ml de la solution
- Mettez la solution de NaOH de 0,1 N (**annexe 04**) dans une burette graduée de 25 ml.
- Ajoutez 4 à 5 gouttes de phénolphtaléine dans la solution mère.
- Versez goutte à goutte de NaOH dans les 20 ml de la solution mère, jusqu'à l'apparition d'unecouleur rose stable.
- On calcule l'acidité par la formule :

$$C \text{ acidité} = C \text{ NaOH} \cdot V \text{ NaOH} / V \text{ éch}$$

III.5 Mesure des sucres totaux :

Le dosage des sucres totaux est effectué par la méthode du phénol/acide sulfurique. (**Dubois et al., 1956**).

*mode opératoire :

- Additionnez à 0,5 g de la poudre, 20 ml de la solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) 0,5 M (**annexe05**), puis on place le mélange dans l'étuve à 105°C pendant 3 h.
- On transfère 1 ml de la solution dans un bécher en ajustant avec 25 ml d'eau distillée S1.
- On réalise trois dilutions au 1/3 dans 3 tubes (**annexe 05**), à partir de la S1
- 1 ml dans chaque tube, puis on ajoute 1 ml de solution de phénol (**annexe 05**) + 5 ml d'acide sulfurique. On remarque un changement de couleur de différente intensité sur chaque tube selon leur concentration.
- Incubez les tubes à 105 °C pendant 5 min, puis les transférer dans l'obscurité pendant 30 min.
- Pour finir, à l'aide d'un spectromètre, on lit la DO à une longueur d'onde de 490 nm.
- Tracer la courbe d'étalonnage en parallèle

III.6 Dosage des glucides :

III.6.1 Dosage des sucres réducteurs :

À partir du filtrat, on prépare une dilution à 1/10. Une quantité de 20 ml est prélevée, puis on ajoute 20 ml de liqueur de Fehling A et 20 ml de liqueur de Fehling B. verser ce mélange dans un erlenmeyer et le faire chauffer pendant 3 minutes. Une fois que le Cu_2O a refroidi, on le

rinçage avec de l'eau distillée jusqu'à ce qu'on obtienne une eau de lavage claire. Un filtre en verre fritté est utilisé pour filtrer cette dernière.

Ensuite, on jette le filtrat, puis on ajoute 30 ml d'une solution ferrique acide au précipité rouge. Une fois filtrée à travers le même filtre, la solution obtenue est titrée avec une solution de KMnO_4 (0,1 N) jusqu'à ce qu'une couleur rose stable (Salgarolo) se manifeste. L'équation suivante permet de calculer la quantité de sucres réducteurs (SR) :

$$\text{SR (g/100 g)} = A \times 100/P \times 20$$

III.7 Dosage des sucres réducteurs totaux :

Une fiole de 100 ml contient 10 ml de la solution préparée, puis 40 ml d'eau distillée et 3 ml de HCl (1 N) y sont ajoutés, ainsi que quelques gouttes de rouge de méthyle. Pendant 15 minutes, le mélange est placé dans un bain marie à une température de 70°C. Après le refroidissement, le mélange est ensuite neutralisé avec du NaOH (1N) jusqu'à ce qu'il devienne jaune. L'eau distillée est utilisée pour ajuster le volume jusqu'au niveau du jauge. On prélève 20 ml de la solution neutralisée et on les ajoute à 20 ml de la solution de liqueur de Fehling A et 20 ml de liqueur de Fehling B. La procédure suivante est similaire à celle des sucres réducteurs (Bradford, 1976).

La teneur en sucre réducteurs totaux (SRT) est calculée en utilisant l'équation suivante :

$$\text{SRT (g/100g)} = A' \times 100/ P \times$$

Ou : A (mg) : quantité de sucres réducteurs avant l'inversion au moment de la prise d'essai. A'

(mg) : volume des sucres réducteurs totaux après l'inversion correspondant à la prise.

III.8 Taux de saccharose :

La teneur en saccharose est déduite selon la formule suivante :

$$\text{SACCH (g/100g)} = (\text{SRT-SR}) \times 0,95$$

Où 0,95 : est le facteur obtenu on divisant le poids moléculaire de saccharose sur la somme des poids moléculaires de glucose et de fructose (**Salgarolo**).

III.9 Dosage colorimétrique des protéines par la méthode de Biuret :

III.9.1 La gamme d'étalonnage :

Avec une solution étalon de protéines à 10 g/L en équivalent de gélatine, il est possible de créer une variété de solutions allant de 0 à 10 g/L dans un volume de 1 mL

III.9.2 Mode opératoire :

Après qu'on a effectué des dilutions, Dans les tubes à essai, introduire :

Echantillon à doser	0,500 mL
Réactif de gormall	2 mL
Incuber pendant 30 min à l'obscurité et à température ambiante Mesurer l'absorbance à 540 nm contre le témoin	
Stabilité de la réaction : 30 min	
Limite de linéarité de 12 g/l	

III.10 Dosage de vitamine C :

Le dosage de vitamine C plasmatique utilise le réactif de Folin et une gamme d'acide ascorbique. Après précipitation des protéines plasmatiques par l'acide trichloroacétique (10%) et centrifugation, le réactif de Folin est ajouté au surnageant. La vitamine C présente dans le surnageant réduit le réactif de Folin donnant une coloration jaune. L'intensité de la coloration obtenue est proportionnelle à la concentration en vitamine C à une longueur d'onde de 769 nm présente dans l'échantillon. La concentration est déterminée à partir de courbe étalon obtenu grâce à une solution d'acide ascorbique.

➤ Réactifs et solutions nécessaires :

- **Solution d'acide trichloroacétique (TCA) à 10%** : dans un bécher, dissoudre 10 g de TCA dans 100 ml d'eau distillée.
- **Solution de Folin diluée (1/10)** : ajouter 9 ml d'eau distillée à 1 ml de Folin.
- **Gamme étalon :**
- **Solution mère d'acide ascorbique (0,1 g/l)** : dissoudre 0,1 g d'acide ascorbique

dans 1L d'eau distillée.

- **Solution 1 (10µg/ml)** : ajouté à 1ml de la solution mère d'acide ascorbique 9ml d'eau distillée.
- **Solution 2 (5µg/ml)** : ajouté à 2ml de la solution (1) 2ml d'eau distillée.
- **Solution 3 (2,5 µg/ml)** : ajouté à 1ml de la solution (2) 1ml d'eau distillée.

***Mode opératoire :**

• **Pour la gamme étalon :**

Pour chaque solution de la gamme, prendre 0,75 ml de la solution et ajouter 0,75 ml d'eau distillée et 150 µl de Folin (1/10). Vortexer et incuber pendant 15 min à T° ambiante, puis lire les DO à 760 nm.

• **Pour l'échantillon :**

- 1ml de la solution, 0,5 solution TCA à 10 % vortexer, placer les tubes dans un bain à glace pendant 30 min.

- Centrifuger à 3000 t/min pendant 10 min.

- Prélever 0,75 ml du surnageant auxquels on ajoute 0,75 ml d'eau distillé et 150 µl de Folin (1/10).

Vortexer et incuber pendant 15 min à T° ambiante.

- Lire la DO au spectrophotomètre contre le blanc (H₂O distillé) à 769 nm et déterminer les concentrations de la vitamine C (µg/ml) à partir de la courbe d'étalonnage (JACOTA et DANI, 1982).

IV. Tests phytochimiques :

Grâce à l'analyse phytochimique qualitative, il est possible de repérer diverses familles chimiques présentes dans la plante en utilisant des réactions de coloration, de précipitation et des observations en spectrométrie sous lumière UV et visible (Bruneton, 1999 ; Harborne, 1998).

IV.1 Préparation des Extraits hydrométhanolique :

10 g de poudre de racine de réglisse a été macérée à chaud dans une solution de 30 ml d'eau distillée + 70 ml de méthanol pendant 1 h dans un reflux à 60 ° C.

Après la filtration sur le papier filtre, ajoutez la solution dans un rotavapor (évaporateur rotatif) sous pression réduite. Incubation et séchage de la solution.

IV.2 Préparation des extraits bruts :

Faire du curetage après le séchage pour obtenir l'extrait sec brut, et calculer le rendement de l'extrait (despolyphénols totaux) selon la formule suivante :

$$R (\%) = [M1 / M0] * 100$$

Avec :

R % : Rendement en extraits exprimée en g /100g de matière sèche.

M1 : Quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

M0 : Quantité de la matériel biologie utilisée pour l'extraction exprimée en g (**Abe et al., 2010**).

IV.3 Analyses effectuées sur l'extrait « Dosage des substances antioxydants » :

IV.3.1 Dosage des polyphénols totaux :

Selon la méthode de (**Singleton et Rossi, 1965**), on évalue le niveau total de polyphénols en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Selon **Ribéreau-Gayon (1968)** l'oxydation de phénol réduit le réactif de couleur jaune en un mélange d'oxyde bleu stable de tungstène et de molybdène. La méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu permet d'évaluer l'absorbance (DO) en utilisant une spectrophotométrie à 765 nm (**Dorman et al., 2003**).

Des tubes à essais ont été remplis de 200 µl de l'extrait dilué, puis on ajoute 1000 µl du réactif de Folin- Ciocalteu dilué 10 fois et on ajoute 800 µl de carbonate de sodium (NaCO₃) à 7,5 %. On agite les tubes et on les maintient pendant 30 minutes à l'abri de la lumière et à température ambiante. On évalue l'absorbance à 765 nm par rapport au blanc en utilisant un spectrophotomètre. On effectue une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif pour représenter les quantités d'acide gallique équivalentes en milligramme (mg) par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

IV.3.2 Dosage des flavonoïdes totaux :

Les concentrations totales de flavonoïdes ont été évaluées en se basant sur l'une de leurs caractéristiques structurales ; Les flavonoïdes présentent un groupement hydroxyle (OH)

libre, situé à la position 5, qui peut former un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes se combinent avec des métaux (fer et aluminium) pour former des complexes jaunâtres. Il s'agit de la perte de deux électrons du métal (Al) pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique qui jouent le rôle de donneur d'électrons (**Ribereau-Gayon., 1968**).

La méthode de (**Zhishen et al., 1999**) est utilisée pour évaluer le niveau de flavonoïdes. On mélange 500 µL de l'extrait dilué avec 1500 µL d'eau distillée, puis on ajoute 150 µL de nitrite de sodium (NaNO₂) à 5 %. Après 5 minutes, on ajoute au mélange 150 µL de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) à une teneur de 10 %. Après une incubation de 6 minutes à température ambiante, on ajoute 500 µL d'hydroxyde de sodium

(NaOH) à une teneur de 4 %. Immédiatement, le mélange est entièrement agité pour uniformiser le contenu. On évalue l'absorbance à 510 nm par rapport au blanc en utilisant un spectrophotomètre.

Dans les mêmes conditions opératoires, une courbe d'étalonnage est effectuée en parallèle en utilisant la catéchine comme contrôle positif.

Les flavonoïdes sont mesurés en milligrammes (mg) de catéchine équivalents par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

IV.3.3 Activité anti-radicalaire DPPH :

Le radical libre 2,2[- diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) a été utilisé pour évaluer l'activité anti-radicalaire des extraits. Effectivement, les substances anti-radicales attaquent le DPPH en lui fournissant un atome d'hydrogène, ce qui entraîne une décoloration observable par spectrophotométrie à 517 nm (**Popovici et al., 2009**). Effectivement, l'ajout des radicaux DPPH confère une teinte pourpre foncée à la solution et entraîne une forte absorption à 515 nm.

Selon **Burits et Bucar (2000)**, on a évalué la capacité des extraits de réglisse à diminuer le radical libre stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

L'extrait est ajouté à 1950 µl de la solution méthanolique de DPPH (0,025 g/l) avec des concentrations de 50 µl (0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, mg/ml). Après une incubation à l'ombre pendant 30 minutes et à température ambiante, on réalise la mesure des absorbances à

515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le contrôle négatif, quant à lui, est préparé en parallèle en mélangeant 50 µl de méthanol avec 1950 µl de la solution méthanolique du DPPH à la même concentration. On utilise l'acide ascorbique comme moyen de contrôle.

Les pourcentages d'inhibition (%) du radical DPPH sont déterminés en utilisant la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (1\%)} = \frac{[AC - AE]}{AC} * 100$$

Ou : AC : représente l'absorbance du contrôle négatif
AE : représente l'absorbance du de l'échantillon.

Afin d'évaluer l'efficacité de cet extrait par rapport à celle de l'acide ascorbique, nous avons établi la valeur de concentration efficace EC50 (Value of Efficient Concentration), qui correspond à la quantité d'antioxydant requise pour réduire la concentration initiale du radical DPPH à 50 %. Ce paramètre est calculé en observant la fluctuation des taux d'inhibition en fonction des niveaux de concentration.

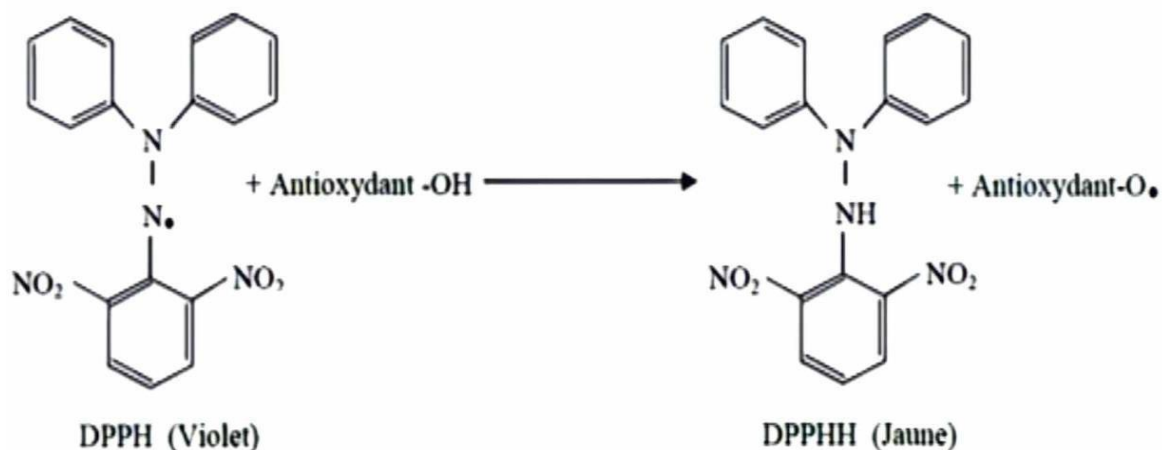


Figure 15: Equation du radical DPPH transformé en DPPHH (Talbi et al., 2015).

V. Capacité antioxydante totale (CAT) « test de phosphomolybdate »:

La méthode de phosphomolybdène a été utilisée pour étudier la CAT de l'extrait brut des fruits immatures de *P. atlantica*, selon **Prieto et al. (1999)**.

De l'extrait dilué, on a ajouté 300 µL à 3 ml de solution de réactif (acide sulfurique 0,6 M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes ont été clos et placés dans une incubation à une température de 95 °C pendant une durée de 90 minutes. Suite au refroidissement, on a mesuré l'absorbance des solutions à 695 nm contre le blanc contenant 3 ml de la solution CAT et 0,3 ml d'eau distillée. Il a ensuite été incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon.

En parallèle, on effectue une courbe d'étalonnage dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide ascorbique comme contrôle positif. Les valeurs de CAT sont mesurées en milligrammes d'acide ascorbique équivalents par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS).

VI. Les analyses Microbiologiques:

La recherche de micro-organismes susceptibles de contaminer la poudre de réglisse est l'objet du contrôle microbiologique. Les analyses microbiologiques sont basées sur l'identification et le recensement des germes les plus importants. Dans cette optique, les germes à surveiller sont :

- Germes aérobies à 30 °C.
- Coliformes thermotolérants (coliformes fécaux).
- Moisissures.
- Anérobies sulfite-réducteurs.
- Salmonella.

VI.1 Préparation des échantillons destinés aux analyses :

Avant d'effectuer la préparation des échantillons, et pour éviter toute contamination, il est important de nettoyer minutieusement les surfaces autour de la zone d'où l'échantillon sera prélevé. On peut procéder au nettoyage en utilisant de l'eau de Javel ou de l'alcool (**JO, 2004**).

Le protocole de l'analyse microbiologique a été suivi conformément aux méthodes normalisées établies par (AFNOR, 2004). À l'intérieur du laboratoire, avec une spatule stérile, prenez 10 g de l'échantillon pour chaque flacon (1 éch = 5 U = 5 flacons) préalablement stérilisé, puis les déposez sur une balance de précision tarée. En utilisant une pipette, ajoutez 90 ml d'eau physiologique (EP) stérilisée dans les 5 flacons. Effectuez une homogénéisation avec l'agitateur VORTEX « Suspension mère ». Afin d'assurer une asepsie optimale, les manipulations ont été effectuées entre deux becs Bunsen. Les 5 flacons sont utilisés pour chaque analyse (**Annexe 06**).

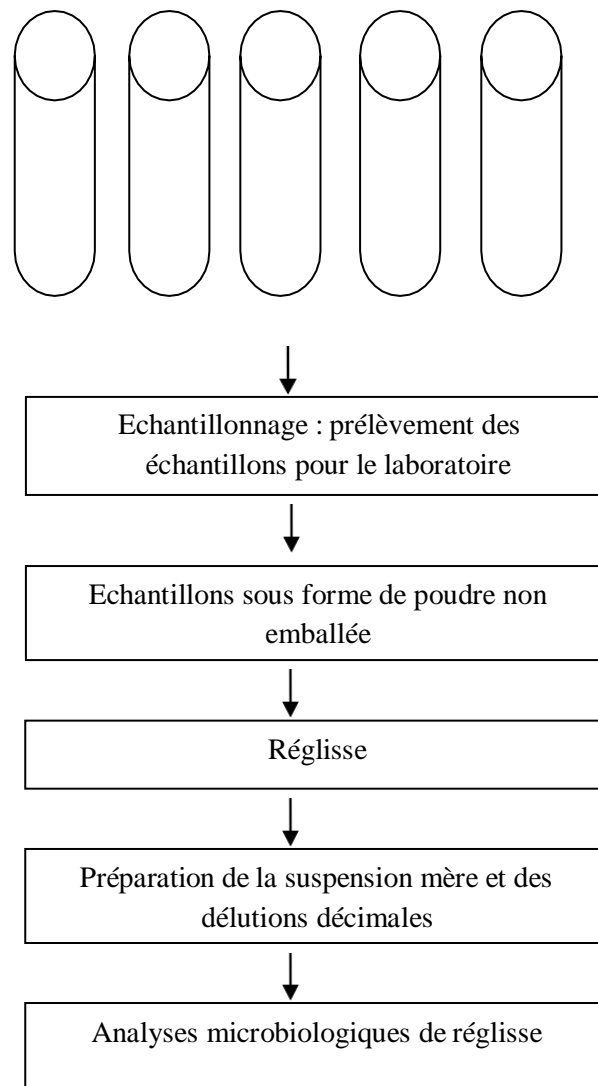


Figure 16: diagramme du déroulement de l'échantillonnage.

VI.2 Préparation des dilutions décimales :

La dilution décimale est préparée afin de diminuer le nombre de micro-organismes par unité de volume, ce qui facilite l'examen. Lorsque vous utilisez une pipette stérile, ajoutez 1 ml de la SM dans un tube à essai pour obtenir une dilution de 10^{-1} . La méthode de dilution décimale est utilisée pour préparer les dilutions suivantes (JO, 2004). (Figure 16) (Annexe 07).

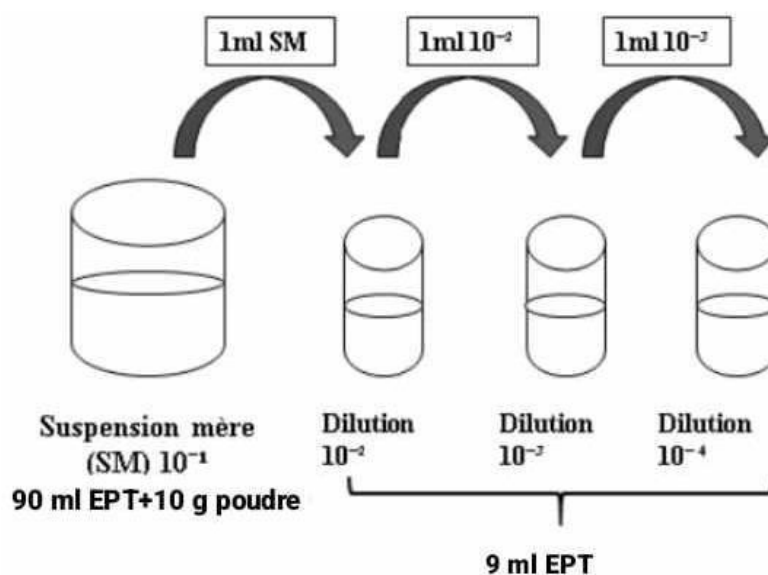


Figure 17: principe de dilution décimale

VI.3 .Recherche des germes aérobies à 30 °C :

Le milieu PCA (plat count agar), est une gélose nutritive qui permet de mesurer le nombre de micro- organismes aérobies qui se développent à une température de 30 °C.

Dans le fond d'une boîte à pétrie stérile, on insère 1 ml de la dilution 10⁻³, puis on verse environ 15 ml de gélose à une température de 40°C. Mélangez délicatement et laissez la boîte de pétri se solidifier sur une surface froide et horizontale, puis incubez à une température de 30 °C pendant 72 heures (**annexe 08**).

- **Lecture et interprétation** : Assurer l'observation et le comptage des colonnes développées en utilisant un compteur, en tenant compte des boîtes contenant plus de 15 colonnes et moins de 300 (**Delarras, 2014**). On a effectué le calcul du nombre de microorganismes par gramme de produit en utilisant la formule mathématique selon **Joffin et Leyral (Annexe13)**.

VI.4 Recherche et dénombrement des Coliformes thermotolérants :

En utilisant une pipette stérile, on transfère 1 ml dans des boîtes de Pétri stériles à partir des dilutions décimales, puis on ajoute 15 ml de la gélose VRBG. Ce milieu sélectif est utilisé pour isoler et dénombrer. Une couche supplémentaire du même milieu est ajoutée après solidification pour permettre l'anaérobiose et empêcher le développement des colonies

envahissantes superficielles incubation à 44°C pendant 48h (**Annexe 09**).

- **Lecture et interprétation** : Observer et dénombrer les colonies avec des points rouges et roses.

VI.5 Moisissures

Il est essentiel d'utiliser des milieux sélectifs contenant des substances antibactériennes pour éliminer les moisissures (**ISO 7954 ; Guiraud, 2003**). Le milieu de culture Sabouraud est un milieu peptoné et glucosé utilisé pour la croissance et le dénombrement des moisissures. La croissance de la plupart des bactéries est retardée par cette gélose à pH acide.

Prélever 1 ml de la dilution décimale et les placer dans des boîtes de pétri stériles. Ensuite, on ajoute environ 15 ml de gélose Sabouraud, on effectue des mouvements circulaires jusqu'à ce que cela soit homogène et on laisse sécher. Incuber les boîtes préparées à une température de 25 °C pendant une période de 5 jours (**annexe 10**).

Lecture et interprétation : Dénombrer et mesurer à l'aide d'un compteur les colonies qui se manifestent sous la forme de poils de chiots. Sur la base de la formule mathématique mentionnée (**annexe 13**).

VI.6 Recherche et Dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs :

On effectue ce recensement en utilisant la gélose de viande de foie VF. C'est un environnement non sélectif qui favorise l'émergence des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices qui transforment le sulfure en sulfate, ce qui entraîne la formation d'un précipité noir de sulfure de fer autour des colonies. (**Chikh et Rached, 2017**).

Le mode opératoire se fait soit dans un tube à essai ou dans une boîte à pétri. (Tyndallisation) Transférer 1 ml de la solution mère traitée dans un tube de 200 ml contenant le milieu VF + 2 additifs (2 ml d'aluminium de fer + 4,5 ml de sulfite de sodium) ; cette opération se fait sur un bec Bunsen. Homogénéisation par retournement, puis recouvrir le tubeensemencé avec une fine couche d'huile de vaseline dans le but d'empêcher l'air d'entrer. Incubation à une température de 44 °C pendant une durée de 24 h (**Annexe 11**).

- **Lecture et interprétation** : Observer l'apparition des colonies entourées d'un halo noir sur la gélose, indique la présence et le développement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs. Décantation à l'aide de la formule mathématique (**annexe13**).

VI.7 Recherche des salmonelles :

La recherche des salmonelles se fait sur la gélose Héktoen. Il s'agit d'un milieu sélectif pour l'isolement et la différenciation basée sur la fermentation des sucres et la production de H₂S, des salmonella et des shigella présents dans le produit (**Delarras, 2014**).

La recherche s'effectue en trois étapes. D'abord, un pré-enrichissement est réalisé. 25 g est ajoutée à un flacon stérilisé à 180 °C pendant 30 min, contenant 225 ml de bouillon d'eau peptonée tamponnée (milieu d'enrichissement) ; puis à l'incubation à 37 °C pendant 24 h. Ensuite, à partir de la culture de pré- enrichissement, 1 ml est transféré dans un tube contenant 9 ml de Rappaport(rv), agité jusqu'à homogénéisation ; à l'incubation à 44 °C pendant 24 h. Prélèvement avec une anse de platine flambée dans un bec Bunsen à partir du tube RV pour faire l'ensemencement sur la boîte à pétri contenant la gélose Héktoen et incubation à 37 °C pendant 24 h (**annexe 12**).

- **Lecture et interprétation** : Observation des colonies suspectes de salmonella sur l'Héktoen apparaissant avec une couleur verdâtre et un centre noir (H₂S positif).

II. **Les analyses sensorielles** :

L'analyse sensorielle regroupe tous les moyens d'évaluer les caractéristiques gustatives d'un produit.

- L'épreuve descriptive : Cette étude vise à évaluer le profil sensoriel de l'échantillon (évaluation de la qualité sensorielle) (**Rakotonantoandro L.E., 2010**).



Chapitre IV : Résultats et discussion

Partie I : Résultats et interprétation**VII. Analyses physicochimiques :**

Les tableaux suivants présentent les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de la réglisse évaluée :

a. pH :**Tableau 5:** Résultat de mesure de pH.

échantillons	résultats
Poudre de réglisse	5,52±0 ,01

Selon les résultats du test de pH, il est évident que le produit présente une acidité faible, avec un pH de 5,52.

**Figure 18:** Mesure de potentiel d'hydrogène de la poudre de réglisse (photo original).

b. Acidité :

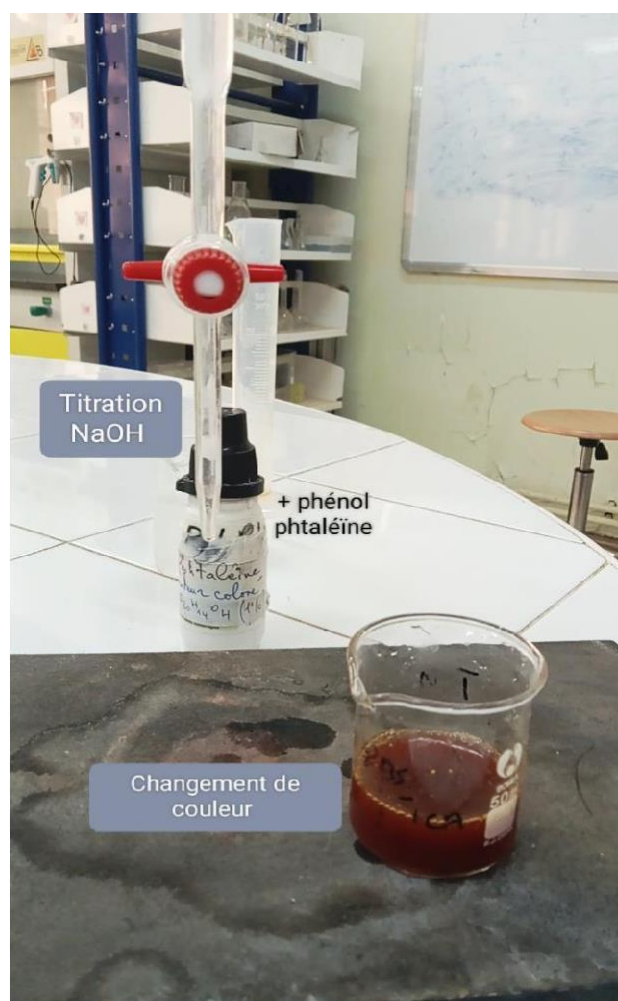


Figure 19: Mesure de l'acidité de la poudre de réglisse (photo original).

Tableau 6: Résultat de mesure d'acidité.

échantillons	Résultats mol/L
Poudre de réglisse	0,008±0,001

Selon Le tableau, l'acidité de produit présent, est de 0 ,008 mol /L ce qui suggère que le produit est moyennementacide.

c. Teneur en eau %:**Tableau 7:** Résultat de mesure de teneur en eau.

échantillons	Résultats%
Poudre de réglisse	8,01 ±0,01

Sur la base des résultats, on peut conclure que l'échantillon a une faible teneur en eau de 8,01%.

d. Taux de matière sèche % :**Tableau 8:** Résultat de mesure de taux de matière sèche.

échantillons	Résultats%
Poudre réglisse	92,32 ±0 ,56

D'après les résultats obtenus sur l'échantillon de la poudre de réglisse qui renferme 92,32% de sa matière sèche, il est possible de considérer que c'est une valeur significative, ce qui signifie que l'échantillon est presque complètement sec.

e. sucres totaux :



Figure 20: Dosage des sucres totaux de la poudre de réglisse (photo original)

Tableau 9: Résultat de mesure de sucres totaux.

Echantillons	Résultats en mg /g
Poudre de réglisse	5,9508±1 ,068

Les résultats de l'étude montre que le produit riche en sucre (5,9508± 1,068 mg/g).

f. Dosage des glucides:

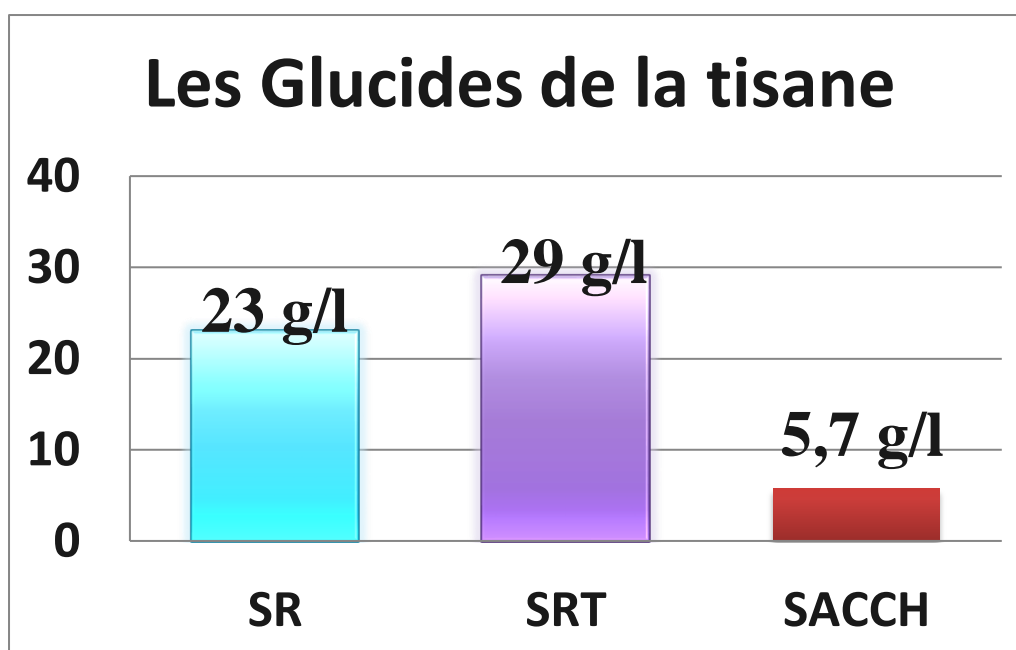


Figure 21: La teneur en sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose d'extrait de la poudre de réglisse.

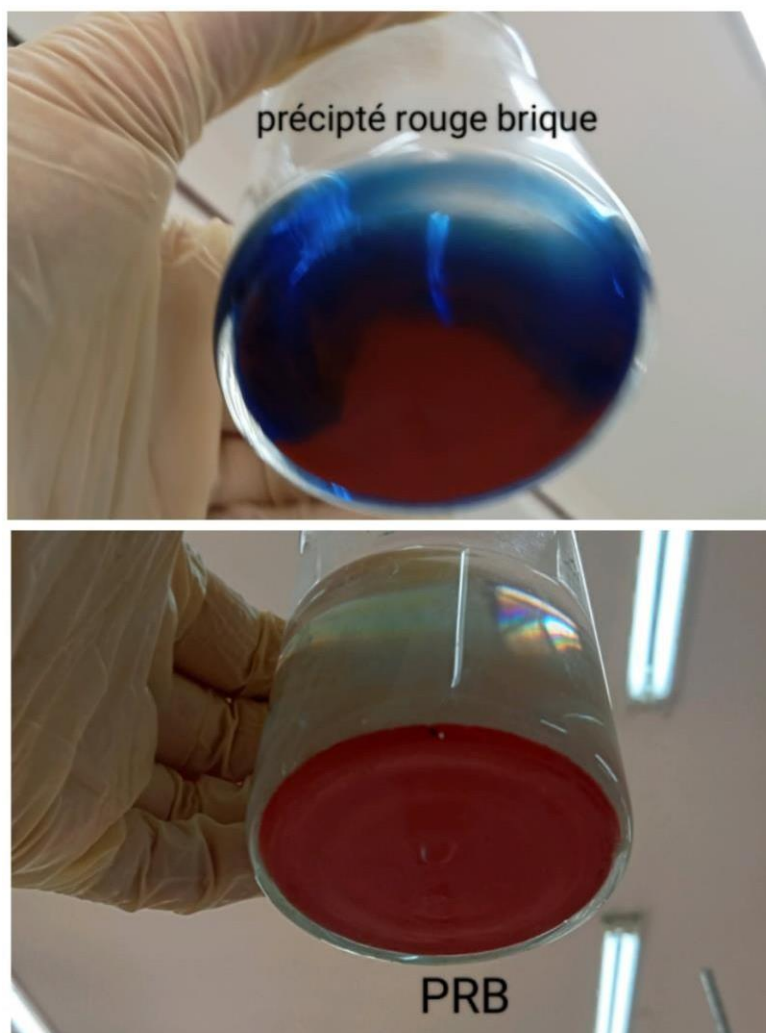


Figure 22: Dosage des sucres réducteurs dans la tisane de réglisse (photo original).

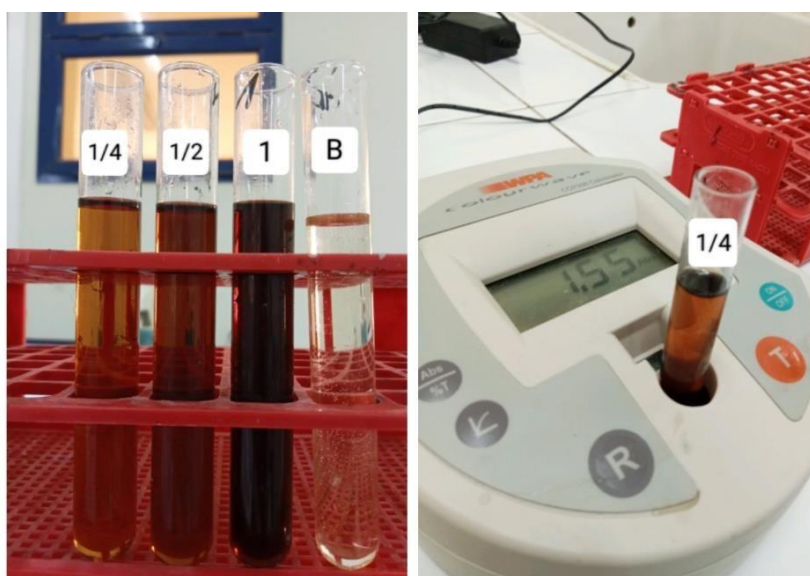


Figure 23: Dosage colorimétrique des sucres totaux de la tisane de réglisse (photo original).

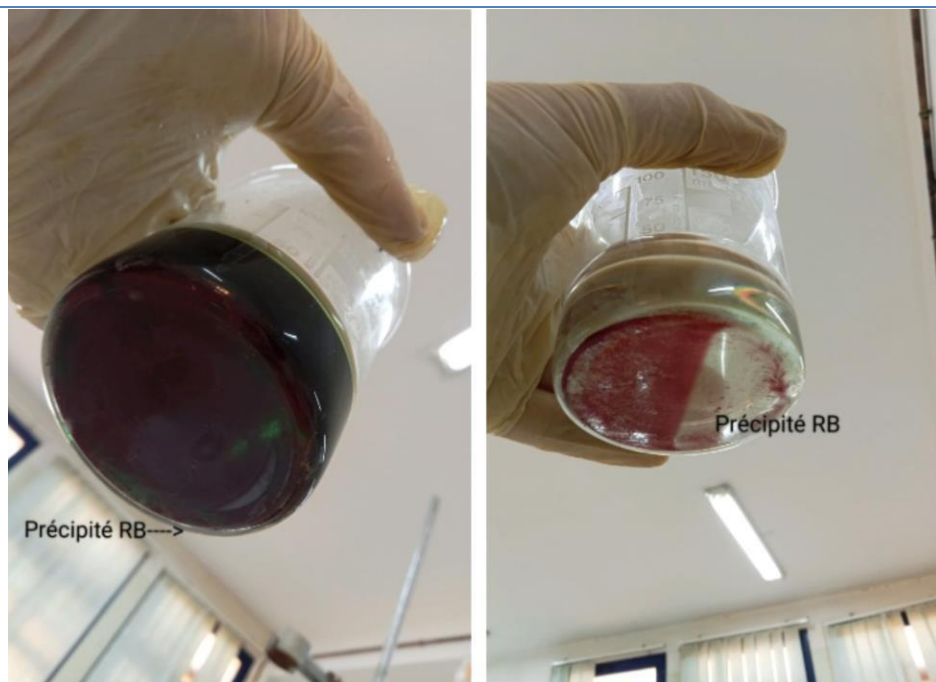


Figure 24: Dosage des sucres totaux présents dans la tisane de réglisse (photo original).

On remarque la formation d'un précipité rouge brique, ce qui indique la présence des sucres réducteurs.

D'après les résultats, on constate que notre produit est riche en sucres réducteurs totaux (29 g/l), en sucresréducteurs (23 g/l) et en saccharose (5,7 g/l).

$$\text{SR (g/100g ech)} = 23 \text{ g/l}$$

$$\text{SRT (g/100g ech)} = 29 \text{ g/l}$$

$$\text{Sacch (g/100g ech)} = 5,7 \text{ g/l}$$

g. Dosage des Protéines :

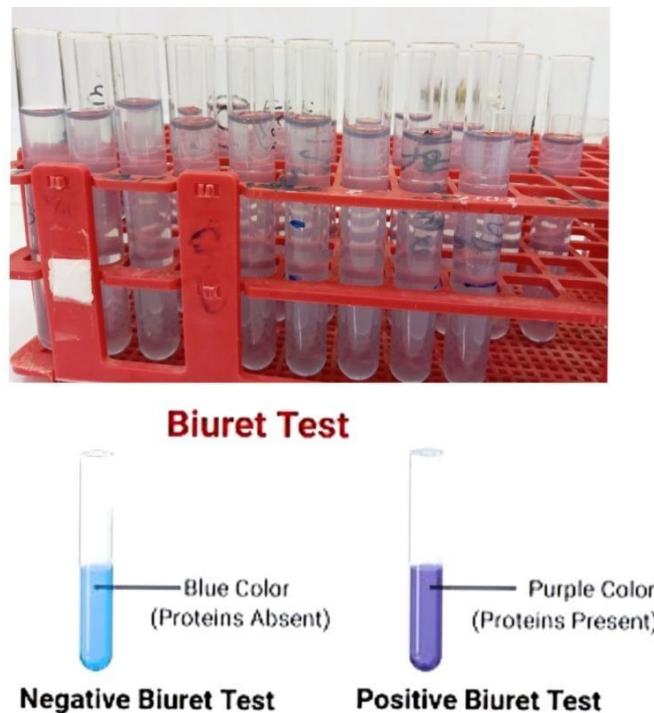


Figure 25: Gamme d'étalonnage pour doser les protéines (gélatine porcine par le test de biuret) (photo original).

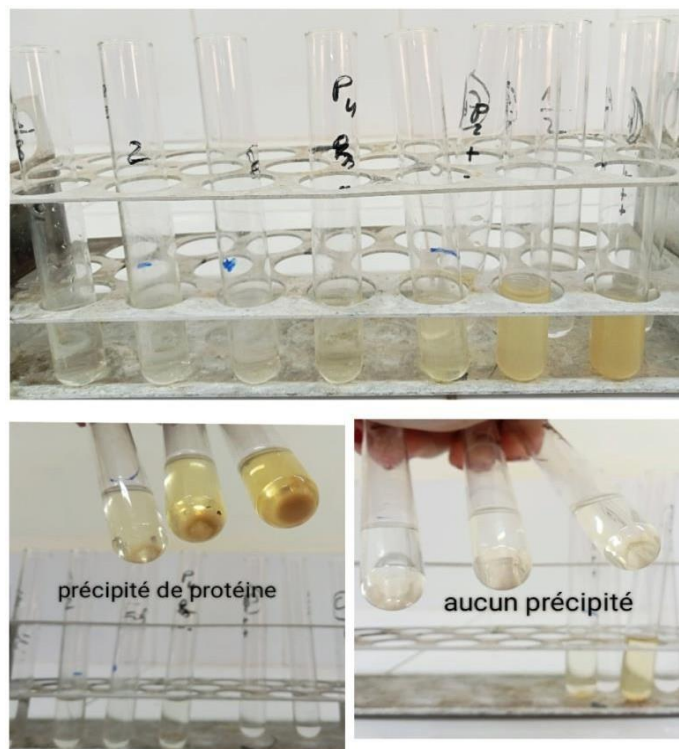


Figure 26: Dosage des protéines par la méthode de biuret dans la tisane de réglisse (photo original).

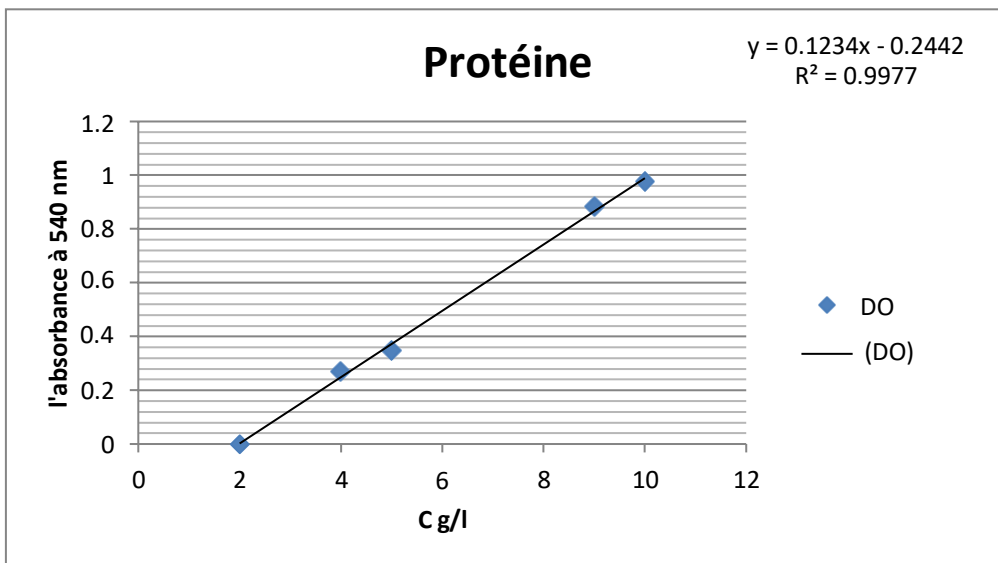


Figure 27: Droite de mesure des protéines de l'extrait par rapport à la gélatine.

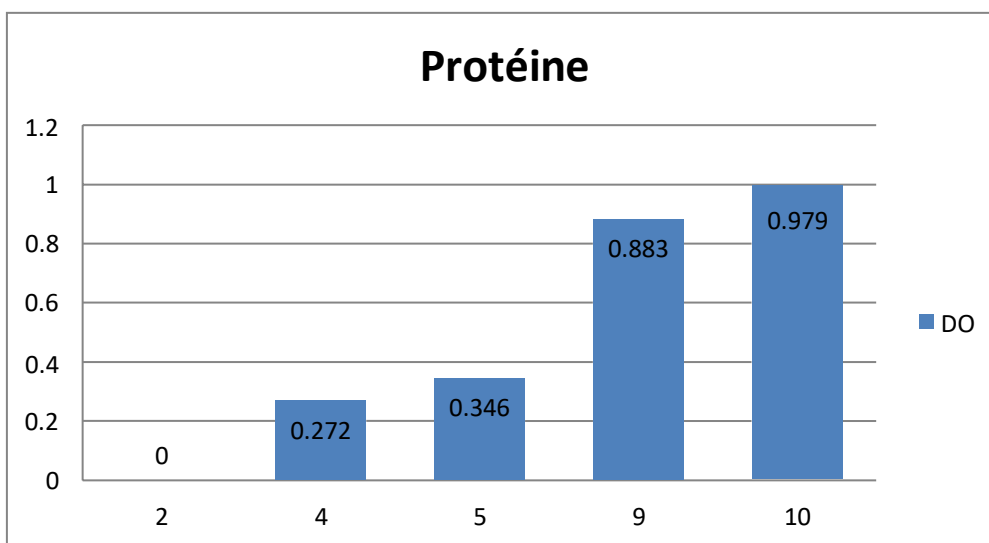


Figure 28: Dosage des protéines de l'extrait de la poudre de réglisse.

D'après les résultats obtenus, on constate que l'extrait de la poudre de réglisse contient une faible quantité de protéine de (0,0249 g/kg EMS).

h. Dosage de vitamine C :

Figure 29: Gamme d'étalonnage pour doser l'acide ascorbique (vit C) (photo original).

D'après les résultats obtenus on déduit que la tisane de réglisse contient de la vitamine C en dose significative, Comparativement à la gamme d'étalonnage de l'acide ascorbique, qui est un antioxydant puissant, et donc la réglisse possède une activité antioxydante.

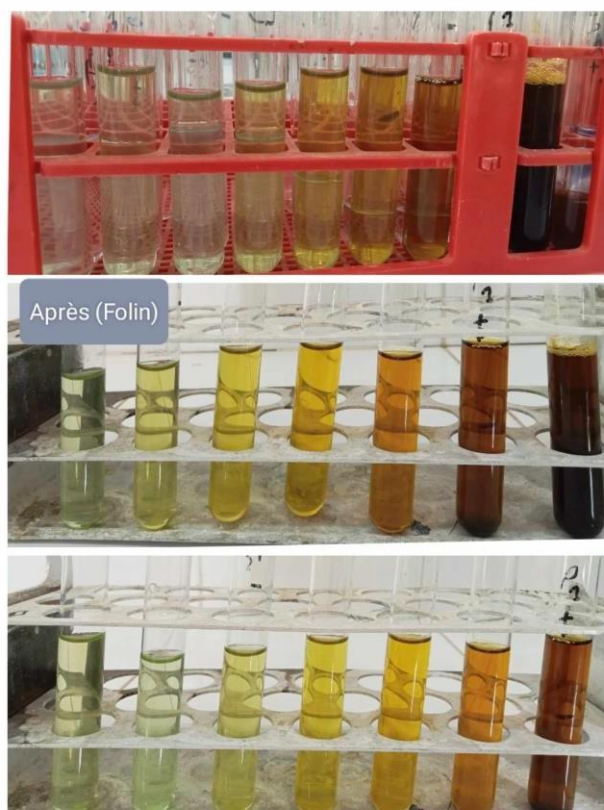


Figure 30: Dosage de la vit c (l'activité antioxydante) dans la tisane de réglisse (photo original).

VIII. Analyses phytochimiques :

VIII.1 Extraction et dosages des composés phénoliques :

Le tableau présente une synthèse des performances en pourcentage et des concentrations en composés phénoliques totaux et flavonoïdes en mg/g d'extrait sec, enregistrées pour l'extrait éthanolique (50% v/v) de *Glycyrrhiza Glabra L.*

Tableau 10: Les performances d'extraction et les concentrations en composés phénoliques de l'extrait éthanolique de *Glycyrrhiza. Glabra L.*

	Extrait sec
Teneur en composés phénoliques totaux (mg Eq AG/g)	2,40%
Teneur en flavonoïdes (mg Eq Quercétine/g)	1,84%
Rendement d'extraction (%)	12,66%

Le rendement est mesuré en pourcentage de la masse des composés phénoliques par rapport à la masse de la plante sèche.

Il ressort des résultats obtenus que la concentration en polyphénols de la zone de Beni Senous sont de 12,66%.

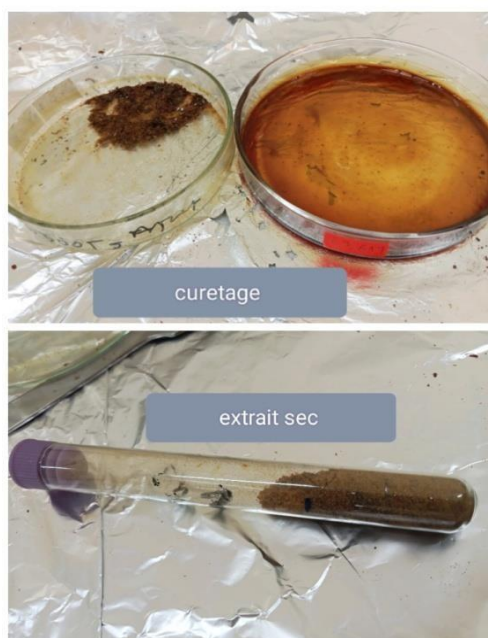


Figure 31: Extraction des composés actifs de la poudre de réglisse (photo original).

a) Les polyphénols

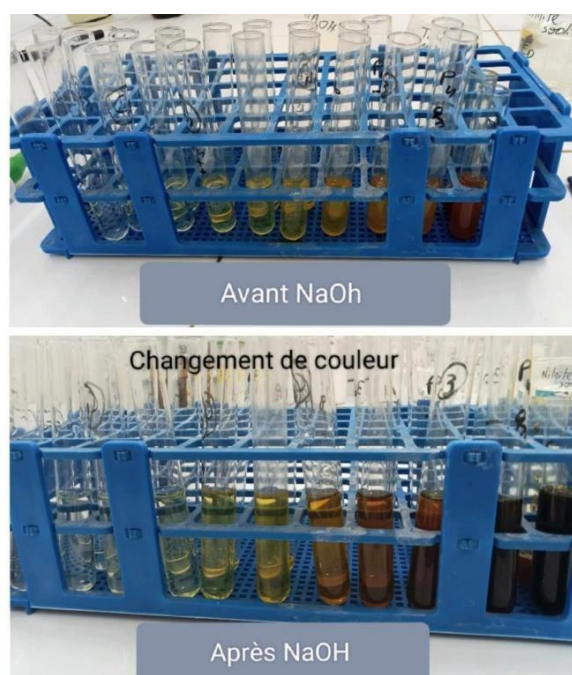


Figure 32: Dosage des polyphénols dans la poudre de réglisse (photo original).

Les phénols totaux sont estimés par la méthode de Folin- Ciocalteu pour chaque extrait à partir d'une gamme étalon établie avec différentes concentrations d'acide gallique (l'équation standard de courbe : $y = 4,541x + 0,008$; $R^2 = 0,999$). Les résultats obtenus sont exprimés en mg d'acide gallique équivalent par g de l'extrait sec (mg EAG/1 g EXS).

Les résultats indiquent que l'extrait de la plante étudiée contient une grande quantité de polyphénols. Selon la (figure 34).

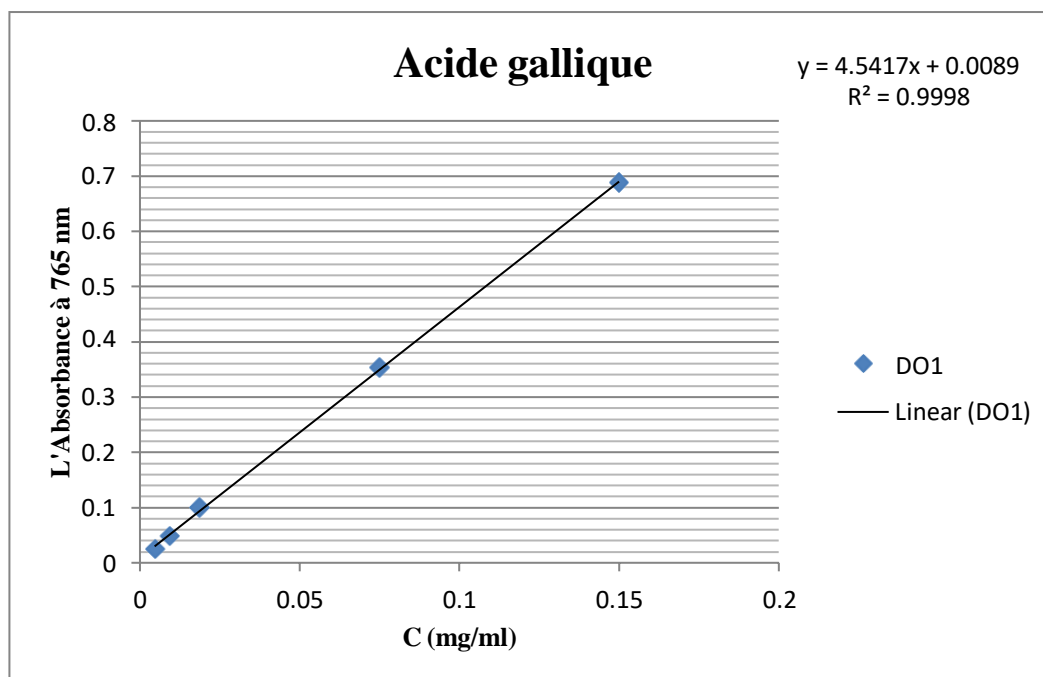


Figure 33: Droite d'étalonnage d'acide gallique pour mesure la teneur en polyphénols.

Les propriétés inhibitrices de l'acide gallique, utilisé comme antioxydant standard, sont comparées à celles de l'extrait de la poudre de réglisse.

b) Teneur en flavonoïdes :

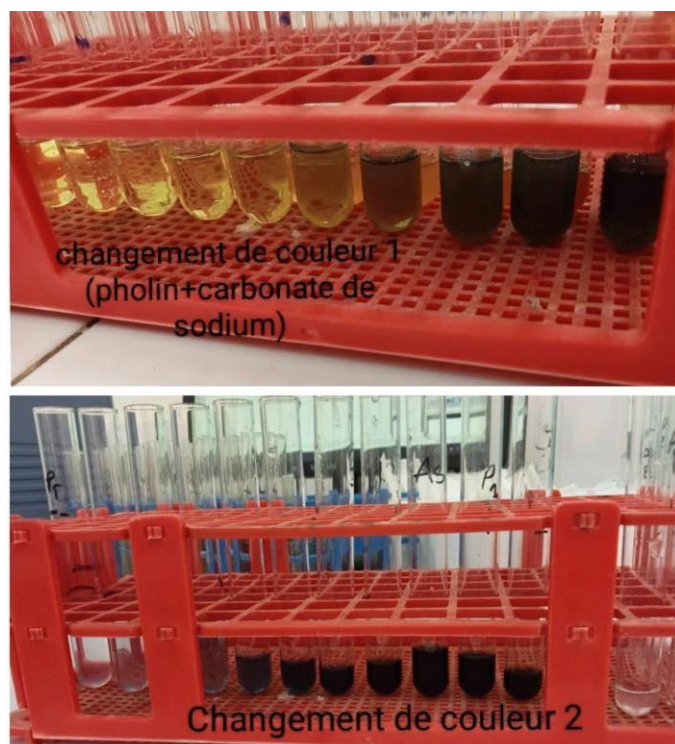


Figure 34: Dosage des flavonoïdes dans la poudre de réglisse (photo original)

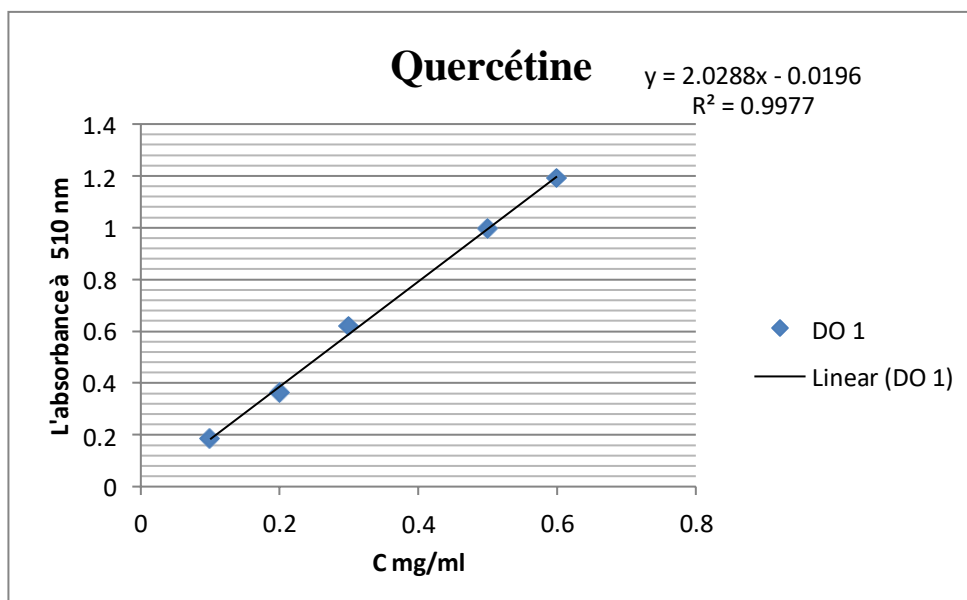


Figure 35: Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.

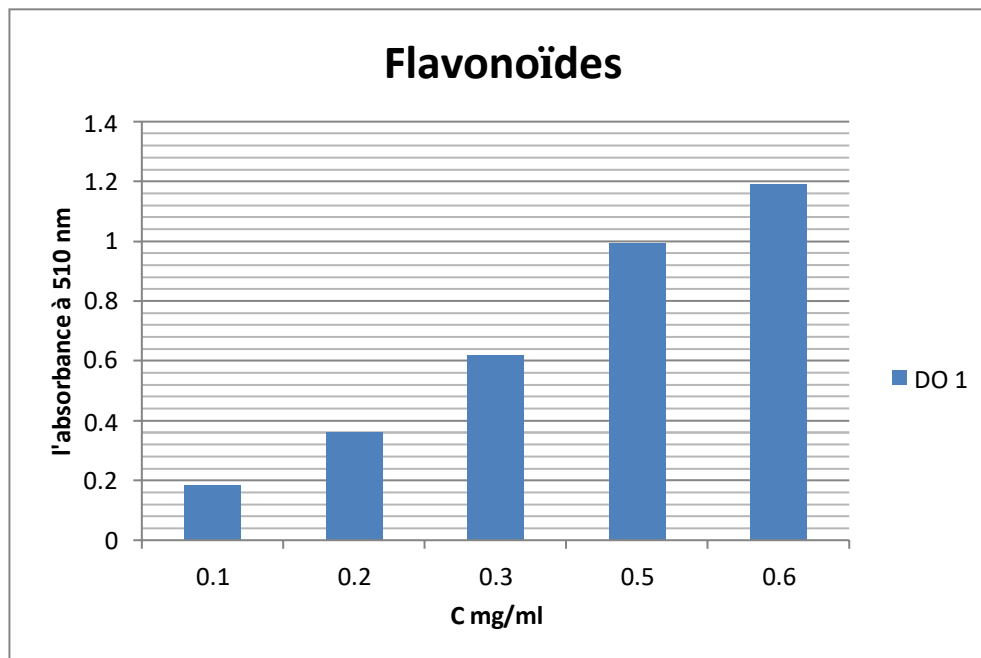


Figure 36: Teneur des flavonoïdes totaux d'extrait de la réglisse.

Selon nos résultats, il ressort que l'extrait de réglisse de la région de Beni Senous contient une forte quantité de flavonoïdes, avec une teneur de 18,50 mg/g.

c) Le DPPH :

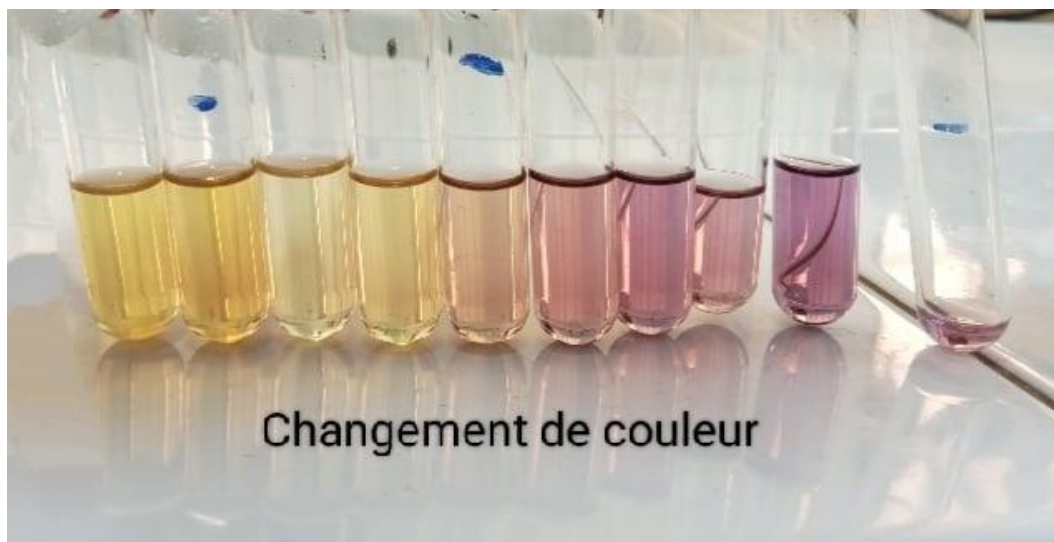


Figure 37: Test du piégeage du radical libre DPPH dans la poudre de réglisse (photo original).

La courbe suivante présente les résultats des tests d'inhibition de l'absorbance du radical DPPH par l'extrait obtenu à partir des racines de réglisse :

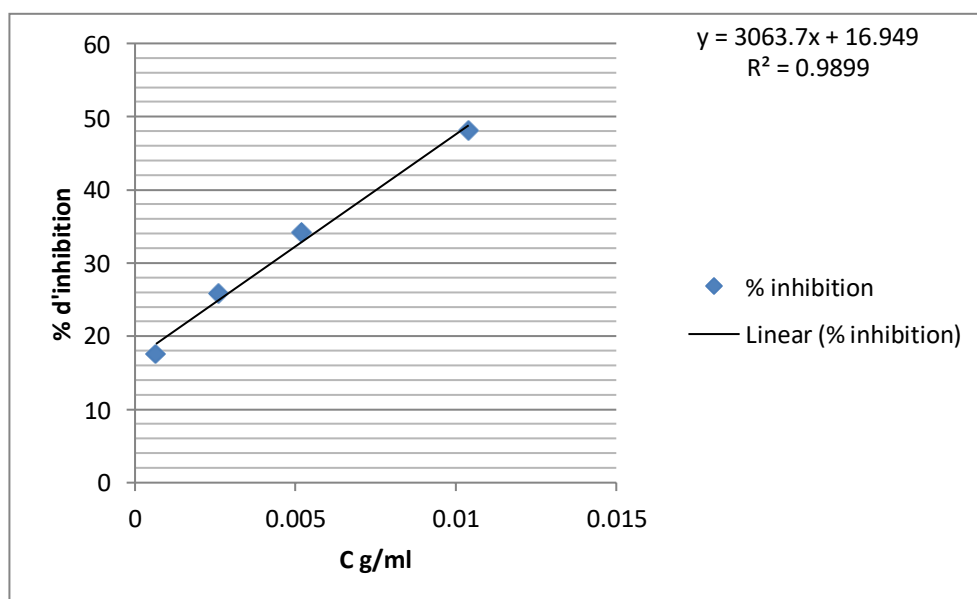


Figure 38: courbe d'étalonnage pour le dosage de DPPH de l'extrait de réglisse.

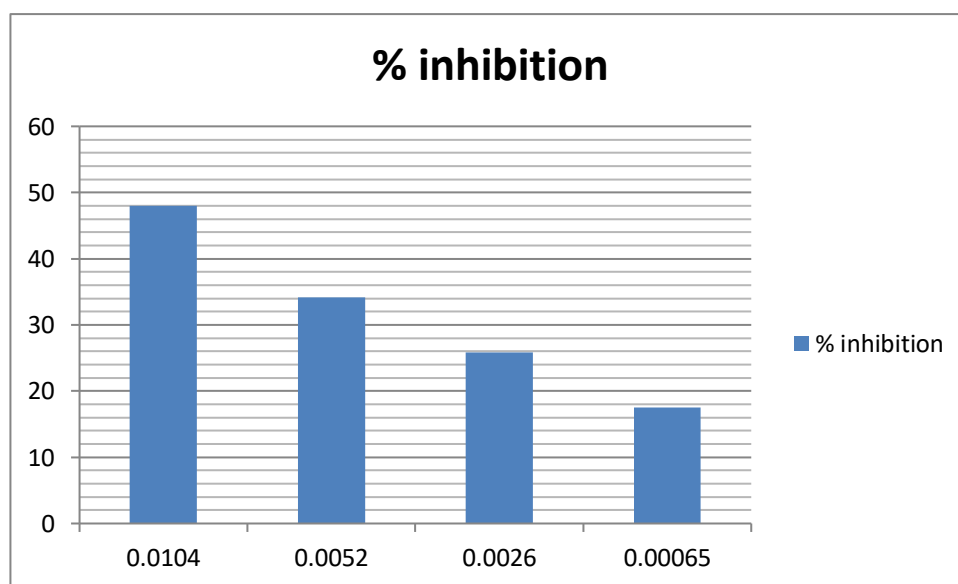


Figure 39: Pourcentage d'inhibition de DPPH de l'extrait de réglisse.

Les résultats de l'activité anti radicalaire obtenus indiquent que l'activité de l'extrait de la poudre de réglisse est fort significative de $IC_{50} = 1,863 \pm 0,01445$ mg /ml.

Par contre l'acide ascorbique a une activité inhibitrice plus élevée que la poudre de réglisse de $IC_{50} = 0,473$ µg/ml.

d) CAT :

Le nombre d'équivalents d'acide ascorbique est utilisé pour mesurer la capacité antioxydante totale de l'extrait étudié, selon une courbe d'étalonnage ($y = 0,042 \ln(x) + 0,212$; $R^2 = 0,994$) (**figure 41**). Les résultats obtenus sont mesurés en mg d'acide ascorbique équivalent par g de l'extrait sec (mg EAA/1g EXS).



Figure 40: Test de capacité antioxydante totale (CAT) dans la poudre de réglisse (photo original).

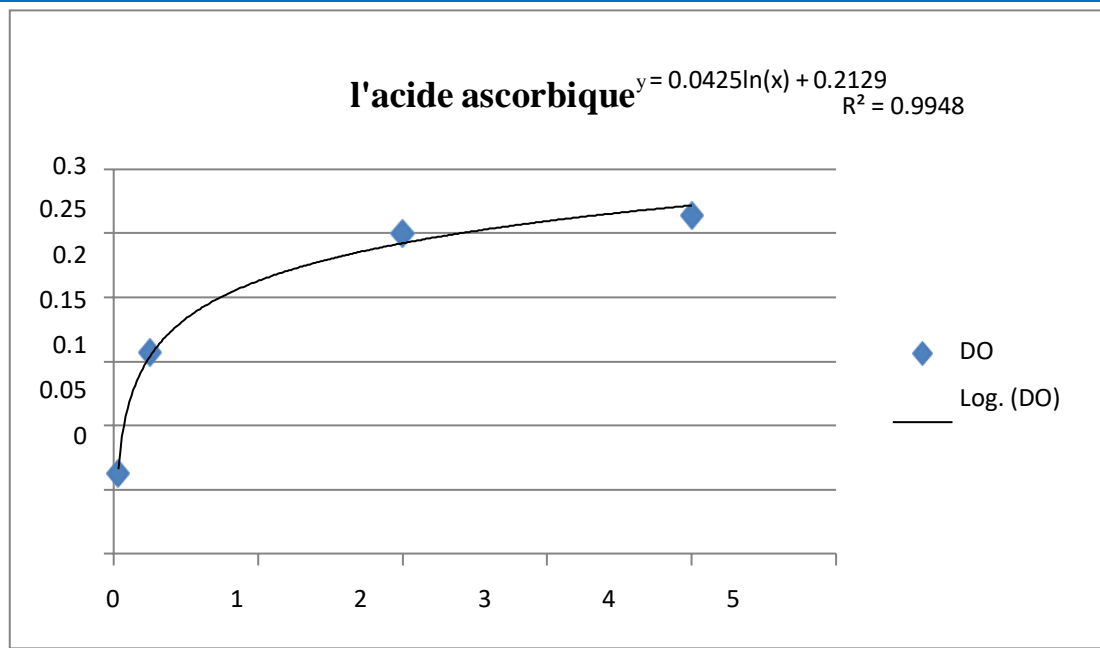


Figure 41: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour mesure la capacité antioxydante totale.

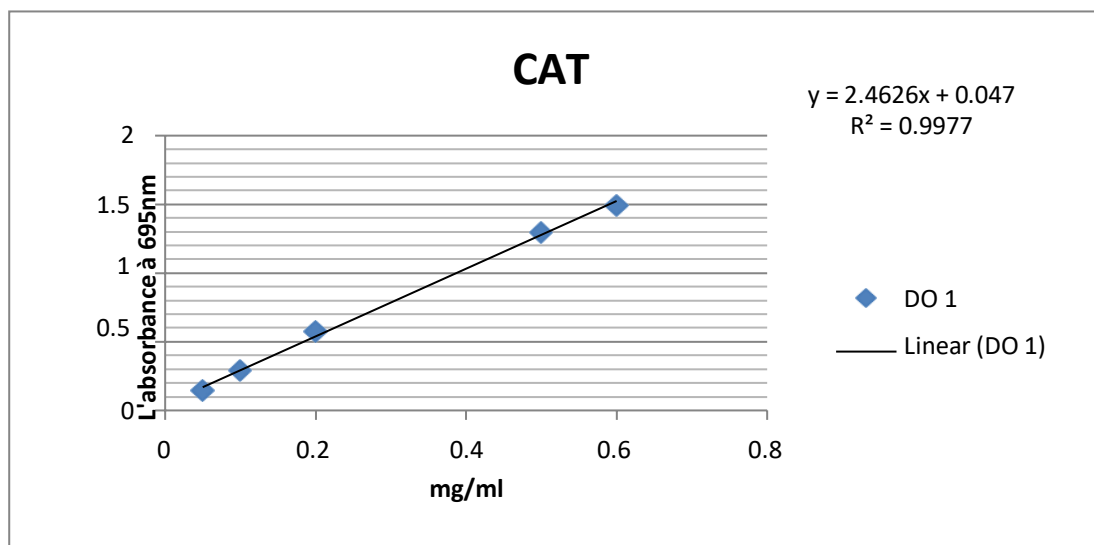


Figure 42: droite d'étalonnage pour le dosage des CAT.

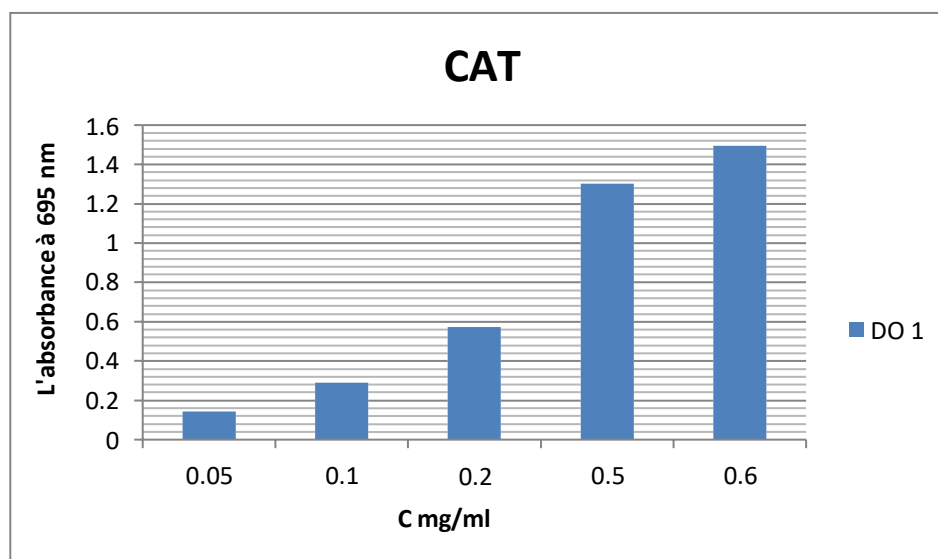


Figure 43: La capacité antioxydante totale de l'extrait de poudre de réglisse.

Selon les données présentées dans la (**figure 42**), on estime que la capacité antioxydante totale de l'extrait est de (28,01 mg EAA/g MS).

IX. Analyses microbiologiques :

Au cours d'analyse microbiologique des aliments, on cherche généralement trois catégories de micro-organismes. La flore d'altération, les micro-organismes pathogènes qui causent des toxi-infections alimentaires et les signes de contamination fécale, sont discutés. Les micro-organismes qui altèrent les aliments sont la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et la flore fongique représentée par les levures et les moisissures. Les micro-organismes considérés comme des indicateurs de contamination fécale comprennent les coliformes totaux et les coliformes fécaux (*Escherichia coli*), les streptocoques fécaux ainsi que les bactéries anaérobies sulfite-réductrices (*Clostridium*).

Les agents pathogènes les plus couramment recherchés dans les aliments sont les bactéries des genres *Salmonella* et *Staphylococcus*. Les microorganismes qui contaminent la poudre des racines de réglisse peuvent avoir des conséquences plus ou moins graves sur leurs qualités et sur la santé humaine. Il est possible qu'elle provoque une altération du produit, ce qui lui fait perdre ses caractéristiques organoleptiques et/ou commerciales, et parfois entraîne des toxi-infections graves (**Chik et Rachem, 2017**).

Tableau 11: Résultats des analyses microbiologiques (JO, 2017) (Annexe 14).

Microorganisme/métabolites (ufc/g)	1 ^{er} ECH	2 ^{ème} ECH	3 ^{ème} ECH	4 ^{ème} ECH	5 ^{ème} ECH	Valeur limites (JO, 2017)	
						m	M
Germes aérobies à 30 °C	$3,2.10^4$	$2,9.10^4$	$7,5.10^3$	$6,8.10^3$	$7,6.10^3$	10_4	10_5
Coliformes thermo tolérants	00	00	00	00	00	10	10_2
Moisissures	$9,4.10^2$	$8,6.10^3$	$7,2.10^3$	$6,2.10^3$	$5,4.10^3$	10_3	10_4
Anaérobies sulfito-réducteur	00	00	00	00	00	10	10_2
Salmonella	abs	abs	abs	abs	abs	Absence dans 25 g	

X. Analyses sensorielles :

L'analyse est réalisée en respectant la méthode expliquée par **MEILGAARD et al (1999)**.

L'évaluation des qualités organoleptiques porte sur le goût, la couleur et l'odeur. Le tableau présente les résultats obtenus.

Tableau 12: Résultats des tests de dégustation.

Test	Sensation ressenties	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Goût	Sucrée	8	6	7	7	6	6	8	5	7	9
	Doux	5	8	8	7	6	7	9	6	5	5
	Persistance en bouche	8	8	5	7	9	7	5	7	8	7
	Arrière goût	2	2	4	3	2	1	2	1	3	3
Sensation en bouche	Fraicheur	6	8	8	9	9	5	9	6	8	7
	Épicé	4	3	6	5	4	3	5	4	2	3
Odeur	forte	5	6	5	4	5	7	8	9	7	5
	léger	5	4	5	6	5	3	2	1	3	5
Infusion	Clair	4	5	7	9	7	5	6	3	2	6
	moyenne	5	7	5	8	9	4	10	8	4	8
	foncé	3	4	3	4	6	5	4	5	3	4

Observations :

Analyse visuelle	Analyse olfactive	Analyse gustative
bonne	moyenne	bonne

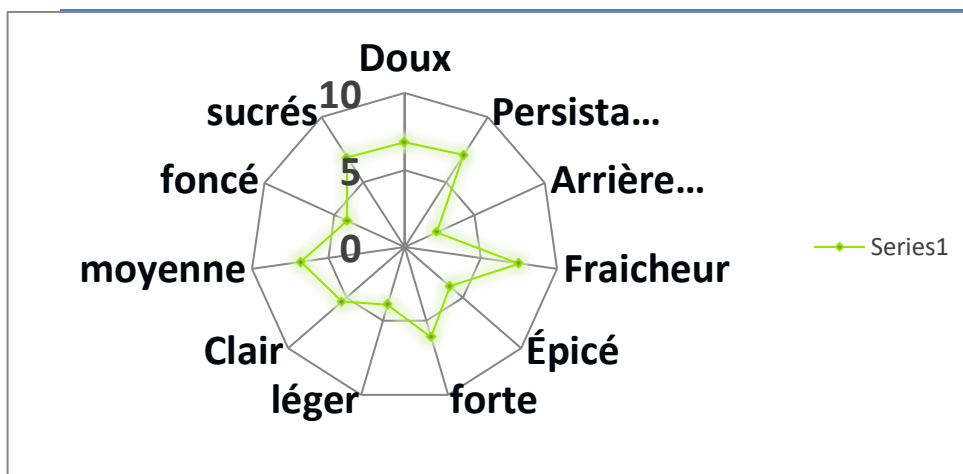


Figure 44: Représentation graphique du profil sensoriel de la tisane de réglisse.

Partie II : Discussion des résultats.

I. Analyses physicochimiques :

a) pH :

Le pH correspond au potentiel d'hydrogène, il indique la quantité d'ions H⁺ présents dans l'environnement. Notre échantillon présente un pH de 5,52. Selon cette valeur, la réglisse est un aliment relativement simple qui requiert des conditions particulières lors du stockage afin d'éviter la prolifération des micro-organismes. La réglisse séchée peut être conservée pendant une année si elle est bien conservée. (**Rakotozandiny et al.,2000**).

La poudre de réglisse présente un pH légèrement acide, qui oscille entre 5 et 6. Ce taux de pH est néfaste pour les bactéries mais favorable au développement de la flore (**MAATALLAH, 1970**).

b) Acidité :

La poudre de réglisse présente une faible acidité, d'environ 0,008 mol/l (**RYGG et al., 1953**). Le niveau d'acidité de la poudre de réglisse est lié à la quantité d'eau présente (**MAATALLAH, 1970**).

c) Teneur en eau % :

On définit la teneur en eau comme le rapport entre 5 g d'eau et 5 g de matières sèches.

La concentration en eau des aliments est souvent vérifiée lors de leur transformation et lors de leur consommation.

L'humidité de la réglisse est d'environ 8,01%. Il est connu que les plantes ont un taux d'humidité résiduel maximal de 8 %, au-delà duquel il est possible de développer des moisissures et des bactéries.

Il s'agit d'un taux inférieur à celui donné par **Razafindrajaona et al. (2006)**, qui est de 10%. Cela montre qu'il y a eu une bonne réalisation du processus de séchage pour éliminer la quantité d'eau qui peut être problématique lors de son utilisation comme aliment de base. Ceci assure l'absence de toute modification microbienne de la poudre, ce qui prolonge la durée de conservation et la conservation in situ (**Becker, 1995**).

En général, les poudres de réglisse ont une humidité inférieure à 10 %. Les aliments à humidité intermédiaire sont considérés comme étant relativement faciles à conserver (BENNAMIA et MESSAOUDI, 2006).

d) Dosage des glucides :

Les principaux éléments de la réglisse sont les sucres (SIBOUKEUR, 1997).

La teneur en sucres totaux est élevée, elle varie en fonction de la variété et du climat. Entre 5 mg/g et 7 mg/g. Le taux de saccharose est de 5,7 g par 100 g. La teneur en sucres réducteurs s'élève à 23 g/100 g de matière sèche (SAWAYA et al., 1982).

La réglisse présente une augmentation de la teneur en sucres totaux en raison de la présence de glycyrrhizine, qui a une saveur 50 à 60 fois plus sucrée que le sucre cristallisé, ainsi que de l'hydroxyglycyrrhizine, qui est environ 100 fois plus sucré que le sucre de canne. De plus, elle contient des sucres tels que le glucose (jusqu'à 4%), le fructose, le maltose, le saccharose (2,4:6,5%) et les polysaccharides (environ 10%) (DELPHINE, 2009).

e) Dosage des Protéines :

Tableau 13: Comparaison de la quantité de protéine dans la réglisse entre trois régions

Constituants végétaux	Test / réactif	Région de Sidi Okba	Région Oumache	Région de beni senous
Protéines	Test de biuret	-	-	+

+: présent

- : absent

On constate que la réglisse de la région de Beni Senous est plus riche en protéines que celle des régions de Sidi Okba et Oumache (Farida et Insaf, 2020).

f) Vitamine C :

L'acide ascorbique (vitamine C) présent dans la tisane de réglisse est un antioxydant puissant, ce qui explique pourquoi la réglisse a une activité antioxydante. L'acide ascorbique ne peut agir comme un antioxydant qu'en l'absence de métaux de transitions sous forme libre (Evans, 2000).

II. Les analyses phytochimiques :

L'espèce *Glycyrrhiza glabra* L. de l'Algérie est peu étudiée dans la littérature, ce qui nous a incités à l'étudier et à l'explorer. Dans cette situation, nous avons examiné l'extraction de glycyrrhizine des racines de cette plante provenant de la région de Beni Senous.

II.1 Le rendement :

Selon les expériences réalisées sur l'extraction des composés actifs de la réglisse provenant de la région de Beni Senous-Tlemcen, ils sont plus élevés de 12,66 % par rapport à l'extrait de glycyrrhizine de la réglisse d'Oumache (0,2%) (**Farida et insaf, 2020**).

Pour améliorer l'extraction, l'utilisation de la poudre à la place de la plante entière vise à rendre l'échantillon plus homogène, à augmenter la surface de contact avec le solvant et à faciliter sa pénétration à l'intérieur des cellules qui ne sont pas détruites après le broyage (**Mohammedi, 2013**).

La présence de la glycyrrhizine dans la réglisse est responsable de ses propriétés gustatives et médicinales, ainsi que de son activité antioxydants. La glycyrrhizine est un élément particulier de la réglisse qui lui confère ses propriétés gustatives et médicinales, ainsi que son activité antioxydante et anti-inflammatoire (**Dilekh et Messaoudi, 2020**).

L'explication de cette disparité de rendements entre la région de notre produit et les deux autres régions pourrait être :

Kelen et Tepe (2008) : Les résultats indiquent que les décisions concernant la période de récolte, car elle revêt une importance capitale en ce qui concerne le rendement et la qualité de l'extrait végétal, le climat, la localisation géographique, l'organe de plante utilisé, la période de séchage et la méthode d'extraction, sont parmi d'autres facteurs qui peuvent avoir un impact direct sur les rendements en extrait végétal.

Endrias (2006) : L'étude démontre que les conditions pédologiques idéales, le type de sol, le drainage, la rétention de l'humidité, la fertilité et le pH seront influencés par la sélection des plantes médicinales ou aromatiques et/ou par la partie de la plante que l'on souhaite raccourcir.

II.2 Tests phytochimiques :

Les études phytochimiques des extraits végétaux sont une étape préliminaire et cruciale car elles mettent en évidence la présence des composants connues pour leurs activités physiologiques et leurs vertus médicinales (**Sofowra, 1993**).

Les échantillons de glycyrrhizine en poudre séchée ont présenté des caractéristiques phytochimiques qui ont révélé la présence de flavonoïdes, de sucres glucidiques, mais pas d'alcaloïdes et de protéines.

L'extrait de glycyrrhizine présente des composés chimiques (polyphénols, flavonoïdes). La présence importante de composés chimiques actifs dans ces extraits organiques pourrait expliquer l'usage courant de cette plante pour traiter diverses affections comme le diabète et l'ulcère gastrique. Plusieurs recherches ont démontré que ces métabolites secondaires jouent un rôle crucial dans la détection de certaines activités pharmacologiques (**Leong & Shui, 2002**).

II.3 Teneur des extraits en polyphénols :

La teneur totaux de polyphénols ne sont pas des mesures absolues des quantités de phénols présents dans le matériel de départ, mais plutôt basés sur la capacité réductrice relative à une capacité réductrice équivalente à l'acide gallique (EAG). Les résultats indiquent que l'extrait de la plante étudiée contient une grande quantité de polyphénols qui est principalement influencée par le nombre de groupes hydroxyles présents (**Balasunderam et al., 2006**).

Différents facteurs peuvent influencer le profil polyphénolique des extraits de plantes, tels que la variété, le climat et la localisation géographique (**Ryan et al., 1999 ; Benlarbi, 2004**), Les diverses affections qui peuvent impacter la plante, ainsi que la maturité de celle-ci (**Park & Cha, 2003**).

Toutefois, la teneur en phénol dans les extraits de la plante varie également en fonction du type d'extrait, c'est-à-dire de la polarité du solvant utilisé lors de l'extraction. Les phénols sont très solubles dans les solvants polaires, ce qui explique la forte concentration de ces composés dans les extraits obtenus en utilisant ces solvants pour l'extraction (**Sousa et al., 2008 ; Conde et al., 2009**).

II.4 Dosage des flavonoïdes :

Parmi l'ensemble des métabolites secondaires, nous a semblé intéressant de déterminer dans notre extrait les taux de flavonoïdes.

La présence de flavonoïdes dans les plantes est probablement responsable de l'activité de piégeage des radicaux libres. Les flavonoïdes sont des composés phénoliques et les composés phénoliques végétaux constituent un groupe majeur de composés qui agissent comme des antioxydants primaires ou des piègeurs de radicaux libres (**Ali et al., 2013**).

Grâce aux résultats obtenus, nous concluons que l'extrait de réglisse de la région de Beni Senous contient une forte quantité de flavonoïdes, avec une teneur de 18,50 mg/G et ces teneurs peuvent être influencées par des facteurs comme les facteurs extrinsèques (facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols (**Bouزيد et al., 2011**), et aussi le moment de la récolte, le solvant d'extraction, les conditions de stockage (**Fadili et al., 2015**).

II.5 L'activité anti-radicalaire (DPPH) :

Les résultats de l'activité réductrice, obtenus selon la méthode décrite par **Thakur (2008)** Pour le test: DPPH montre que l'extrait de poudre de réglisse présente une meilleure activité, comme nous sommes observés dans les figures 14 et respectivement, ce différent résidu est :

- Dans les conditions de la vie de cette plante dans la région : le type de sol ; l'eau, pH.
- Dans la richesse des racines de réglisse en composé phénoliques représentent majoritairement par la flavonoïde, comme indique dans les résultats que l'extrait de la poudre de réglisse montre la présence des teneurs de flavonoïdes

Les valeurs de piégeage des radicaux dépendent de la localité, de la polarité d'extraction du solvant et des parties de la plante utilisées dans l'extraction (**Thakur et al., 2016**).

Les composés antioxydants peuvent piéger les radicaux libres et augmenter la durée de conservation en retardant le processus de la peroxydation lipidique, qui est l'une des principales raisons de la détérioration des aliments et produits pharmaceutiques pendant le traitement et le stockage, les antioxydants aussi peuvent protéger le corps humain contre les radicaux libres et les effets ROS (**Tohma & Gulçin, 2010**).

Les résultats de test antiradicalaire DPPH pour l'extrait de poudre de réglisse montre que l'extrait présente une capacité importante.

II.6 Capacité antioxydante totale (CAT) :

La capacité antioxydante totale d'extrait étudié est exprimée en nombre d'équivalents d'acide ascorbique à partir d'une courbe d'étalonnage ($y = 0,042 \ln(x) + 0,212$; $R^2 = 0,994$) (figure 29). Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par g de l'extrait sec (mg EAA/1g EXS).

On remarque que dans la concentration de 500µg/ml, Ce pouvoir antioxydant observer dans l'extrait peut être dû essentiellement à la richesse d'extrait en polyphénols particulièrement les flavonoïdes, et aussi en fonction des structures chimiques des molécules bioactives (Balasunderam et al., 2006).

III. Les analyses microbiologiques :

III.1 Les germes aérobies à 30 °C :

Tableau 14: Résultats des analyses microbiologiques des Germes aérobies à 30 °C.

germe	Résultat					Critères	Signification
Germes aérobies à 30 °C	3,2.10 ⁴	2,9.10 ⁴	7,5.10 ³	6,8.10 ³	7,6.10 ³	10 ⁴ -10 ⁵ ufc/g	Dans les normes

Les résultats obtenus sont satisfaisants selon les valeurs des critères microbiologiques du journal officiel (JO, 2017).

1) Moisissures :

Les moisissures ont été faiblement présentes dans les résultats obtenus sur la poudre de réglisse, et même lenombre trouvé suggère que les échantillons ne sont pas dangereux pour le consommateur.

2) Les germes thermotolérants, Anaérobies sulfito-réducteurs, Salmonella:

Les résultats sont conformes aux normes établies en l'absence de germes de contamination fécale (coliformes fécaux, germes thermotolérants), en l'absence totale des germes pathogènes (salmonella), et même en l'absence totale des germes anaérobies sulfito-réducteurs. De plus, l'échantillon de poudre de réglisse analysé présente une qualité satisfaisante. La qualité microbiologique élevée de la poudre de réglisse sèche témoigne également de la fabrication de notre produit dans des conditions d'hygiène respectant les normes établies dans le **JORA (2017)**.



Conclusion

Conclusion

L'objectif principal de ce travail porte sur l'étude des effets de la tisane de réglisse. Les propriétés nutritionnelles, organoleptiques et thérapeutiques de ce dernier sont appréciées. Effectivement, les résultats obtenus sont satisfaisants et conformes aux résultats attendus, car les données ont permis de prendre en compte tous les paramètres indispensables pour obtenir un produit extrêmement riche en nutriments tout en préservant ses caractéristiques. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante de la réglisse ainsi que son effet antibactérien. Son utilité en fait un élément très intéressant pour l'industrie agroalimentaire.

Dans cette étude, l'aspect phytothérapeutique joue un rôle essentiel. Ce travail répond également à un autre objectif de valorisation commerciale de la réglisse en la modernisant, tout en garantissant la qualité gustative et organoleptique du produit obtenu.

En effet, l'activité antioxydante confirmée par le test au DPPH indique que la glycyrrhizine est une source efficace d'antioxydants qui pourrait être une alternative à certains additifs synthétiques. Les résultats ont également révélé une quantité significative de polyphénols présents dans la réglisse et une activité antibactérienne affirmée. Cette observation est confirmée par de nombreuses références bibliographiques et connaissances scientifiques. Les différentes analyses physicochimiques montrent donc que le produit est stable. Les conclusions obtenues ont confirmé l'efficacité antibactérienne des substances phénoliques.

La campagne de dégustation reflète les préférences d'un large public, qui est familier avec le sujet. Il a été conclu que la présence d'une saveur sucrée persistante en bouche qui procure une fraîcheur en gorge pourrait être un critère pour que le produit puisse être privilégié dans le domaine des tisanes.

On vise à améliorer notre produit en ajoutant le sucre végétal, ou même la menthe, pour plus valoriser les bienfaits de la réglisse, et renfoncer ses propriétés due aux ses principes actifs.



Références bibliographique

A-

- **Abd El-Lahot Mina Samir, Amal M. Abd El-Razek., Mona I. Massoud., E. G. Gomaa. (2017).** Utilization of glycyrrhizin and licorice extract as natural sweetener in some food products and biological impacts. *J. Food And Dairy Sci* 8(3): 127-136.
- **Ajagannavar Shivaraj, Battur H, Shamarao Soumya, Sivakumar V, Patil PU, Shanavas P (2014).** Effect of aqueous and alcoholic licorice (*glycyrrhiza glabra*) root extract against streptococcus mutans and lactobacillus acidophilus in comparison to chlorhexidine: an in vitro study. *J Int Oral Health JIOH.*;6(4):29-34.
- **Alagawany Mahmoud, Elnesr S. S., Farag M. R., Abd El-Hack M. E., Khafaga A. F., Taha A. E., Tiwari R., Iqbal Yattoo M., Bhatt P., Marappan G., Dhama K. (2019)** . Use of Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) Herb as a feed additive in poultry : Current Knowledge and Prospects. *Animals* 9(536) : 1-11.
- **Ali R., Hossain M., Kuri S ., Islam M S. (2013)** . Evaluation of total phenolic content , free radical scavenging activity and phytochemical screening of different extracts of *Averrhoa bilimbi* (fruits). *IntCurr Pharm J* 2 : 92–96.
- **Al-Snafi A. E. (2018).** *Glycyrrhiza glabra*: A phytochemical and pharmacological review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 8(6), 1-17.
- **Armanini D, Bonanni G, Palermo M (1999).** Reduction of serum testosterone in men by licorice. *NEngl J Med.*;341(15):1158

B-

- **Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri- industrial by-product : antioxidant activity, occurrence; and potential uses. *Food Chemistry*, 9, 191 – 120.
- **Blumenthal M, Goldberg A, Brinkmann J (2000),** éditeurs. *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs.* Boston (MA): Integrative Medicine Communications.

Références bibliographiques

- **Bouadallah F. (2019)**. ASL-Us-Sus (Glycyrrhiza Glabra L.) –A Potent Unani Drug. International Journal Of Scientific Research And Reviews 8: 1575-1596.
- **Boullard B (2001)**. Plantes médicinales du monde : croyances et réalités. Estem. Paris; 636 p.
- **Bouriquat M. (2020)**. La réglisse: principales propriétés et utilisations (Doctoral dissertation).
- **Bove M (1996)**. An Encyclopedia of Natural Healing for Children and Infants. New Canaan (CT): Keats Publishing, Incorporated.
- **Bradley PR (1992)**, éditeur.. British Herbal Compendium: A Handbook of Scientific Information on Widely Used Plant Drugs, Volume 1. Bournemouth (UK): British Herbal Medicine Association
- **Bruneton J (1999)**. Pharmacognosie-Phytochimie-Plantes médicinales: Technique et documentation Lavoisier .3 éd, paris, p.418-419
- **Bruneton J (2005)**. Plantes toxiques: végétaux dangereux pour l’homme et les animaux. 3°éd. Paris: Tec & Doc;. 618 p
- **Bruneton J (2016)**. Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. 5°éd. Paris Cachan: Lavoisier;. 1488 p.
- **Burits M., Bucar F. (2000)**. Antioxidant Activity of Nigella Sativa Essential Oil, Phytotherapy.Res., 5(14), 323-328. [http:// doi.org/ 10.1002/1099-1573\(200008\)14:5<323: AID- PTR621>3.0.CO; 2-Q](http://doi.org/10.1002/1099-1573(200008)14:5<323::AID-PTR621>3.0.CO;2-Q)

- C-

- **Caël D (2009)**. Contribution A L’étude de La Réglisse (Glycyrrhiza Glabra L.) : Ses Utilisations Therapeutiques Et Alimentaires. Diplôme D’etat de docteur En Pharmacie, Universite Henri PoincareNancy 1, paris, 134p.
- **Chabrier Jean Yves., (2010)**. Plantes médicinales et formes d’utilisation. (Thèse).Université Henri Poincare. Nancy.

Références bibliographiques

- **Cheze M., Deveaux M., & Pépin G. (2005).** Identification and quantification of plant poisons by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC–MS/MS). Bibliographic overview and Toxlab laboratory's experience. *Ann. Toxicol. Anal*, 13,43-55.
- **Chiara Sabbadin, L. Bordin, G. Donà, J. Manso, G. Avruscio, D (2019).** Armanini. Licorice: from pseudohyperaldosteronism to therapeutic uses. *Front Endocrinol*, 10 ,p. 484
- **Chopra I. C., Abrol B. K., Hand A . K. L (1960).** Les Plantes Médicinales des régions Arides : aridZone research .7è , p. 97.
- **Chouitah O (2012).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de glycyrrhiza glabra .Thèse de doctora en science, université d'oran, Oran, 143p.
- **Claire Laurent-Berthoud., (2013).** Tisanes : Guide pratique pour toute la famille prévenir, soulager et se soigner au naturel. Édition Jouvence.
- Commission européenne. Opinion of the scientific committee on food on glycyrrhizinic acid and its ammonium salt [Internet]. ec.europa.eu. 2003 [cité 10 août 2019]
- **Conde, E., Cara, C., Moure, A., Ruiz, E., Castro., E. & Dominguez, H. (2009).** Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. *Food Chemistry*, 114 (3), 806 – 812.
- Conseil de l'Europe. Pharmacopée européenne. 9^o éd. Vol. 9.0. EDQM; **(2016).**

D-

- **DELARRAS, C., (2014).** Pratique En Microbiologie De Laboratoire. Edition Lavoisier. Paris. P 218-340,532-662, ISBN : 978 2 7430 1565 7.
- **DELPHINE C., (2009) :** Contribution a l'étude de la réglisse (Glycyrrhiza Glabra L.) : Ses utilisations thérapeutiques et alimentaires. Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Henri Poincaré - Nancy facultés de pharmacie. France, 8-12-22-23-32p.

Références bibliographiques

- **Dhingra D, Sharma A (2006).** Antidepressant-like activity of Glycyrrhiza glabra L. in mouse models of immobility tests. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.;30(3):449-54.
- **Dilekh F., Messaoudi I. (2019).** Etude de quelques activités biologiques de glycyrrhizin extrait de la plante médicinale Glycyrrhiza glabra L. de deux régions.
- **Dissanayake K. G. C., WMTDN W., Perera W. P. R. T. (2020).** Root/Stem extracts of Glycyrrhiza glabra; as a medicinal plant against disease forming microorganisms. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR), 51(1), 1-11.
- **Dorman H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. (2003)** Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. Food Chem. 83: 255-262.

E-

- **Edouard M. R. G. (2013).** Impact de la phytothérapie sur le système immunitaire. thèse de doctorat vétérinaire. école nationale vétérinaire d'alfort, 142 pages.
- **Endrias A. (2006).** Bio. Raffinage des plantes aromatiques et médicinales appliquent à L'Hibiscus sabdariffa L. et à l'Artemisia annua. Thèse doctorat science des procédés, L'institut national polytechnique, Toulouse, 181p
- **ESCOP (2003):** ESCOP Monographs: The Scientific Foundation for Herbal Medicinal Products, 2e édition. Exeter (UK): European Scientific Cooperative on Phytotherapy and Thieme. 2003

F-

- **Fadili K., Amalich S., N'dedianhoua S. K., Bouachrine M., Mahjoubi M., El Hilalil F., Zair, T. (2015).** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydant des extraits de deux espèces du haut atlas du Maroc : Rosmarinus officinalis et thymus satureioides. International journal of innovation and scientific research 17(1):24-33

Références bibliographiques

- **Feknous S., Saidi F., Ramdhane M. (2013).** Extraction, Caractérisation et Identification de quelques Métabolites Secondaires actifs de La Mélisse (*Melissa officinalis* L.). *Nature & Technology* 11 : 7-13 .
- **Fujisawa Y, Sakamoto M, Matsushita M, et al (2000).** Glycyrrhizin inhibits the lytic pathway of complement--possible mechanism of its anti-inflammatory effect on liver cells in viral hepatitis. *Microbiol Immunol.*;44(9):799-804.

G-

- **Gaël D (2009).** Contribution à l'étude de la réglisse (*Glycyrrhiza glabra*): ses utilisations thérapeutiques et alimentaires. [Internet] [Thèse d'exercice: pharmacie]. [Nancy]: Université Henri Poincaré; [cité 5 févr 2019].
- Gasque. Le système clé de l'immunité innée: le complément [Internet]. **Studylib.** 2015 [cité 12 mars 2019].
- **Gérard D., François C. (2009).** PETIT LAROUSSE des PLANTES MEDICINALES. LAROUSSE, éditeur de qualité depuis 1852.

H-

- **Haro L., Le Roux G., Abadie E., Boels D., Delcourt N., Maillot A., Sinno-Tellier S. (2022).** Effets indésirables induits par la réglisse consommée dans le cadre alimentaire- Étude des cas enregistrés par les Centres antipoison de janvier 2012 à décembre 2021 (Doctoral dissertation, Anses).
- **Hassan Hirsi A (1996).** Les intoxications par la réglisse [Mémoire de médecine]. [Clermont-Ferrand]: Université de Clermont;
- **Hoffmann D (2003).** Medical Herbalism. Rochester (VT): Healing Arts Press.
- **H.R. Omar, I. Komarova, M. El-Ghonemi, A. Fathy, R. Rashad, H.D. Abdelmalak, et al (2012).** Licorice abuse: time to send a warning message. *Ther Adv Endocrinol Metabolism*, 3 pp. 125-138
- **H.R. Omar (2013).** The cardiovascular complications of licorice. *Cardiovasc Endocrinol*,

2, pp. 46-49

J-

- **Jamet J-F., (1988).** Phytothérapie n°25. Phytothérapie et médecines naturelles, Institut National de Phytothérapie et Collège Français des Médecines de Terrain et Sciences appliquées.p.10.
- **JC (2018):** Justice Canada. 2018. Food and Drug Regulations. (C.01.021) [en ligne]. Ottawa (ON): Justice Canada. [Consulté le 28 septembre 2018]
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2003: Rome, Italy), World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations. Evaluation of certain food additives and contaminants: sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Geneva (2004)

K-

- **Kamrul H., Iffat. A., Muhammad S. A. M., Yearul. K. (2021).** Phytochemistry, pharmacological activity, and potential health benefits of Glycyrrhiza glabra.10 p.
- **Kataya HH, Hamza AA, Ramadan GA, Khasawneh MA (2011).** Effect of licorice extract on the complications of diabetes nephropathy in rats. Drug Chem Toxicol. avr;34(2):101-8.
- **Kelen M., Tepe B. (2008).** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three Salvia species from Turkish flora. Bioresource Technology 99: 4096-4104.
- **Khoudali S., Benmessaoud left D., Essaqui A., Zertoubi M., Azzi M., Benaissa M. (2014).** Etude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (Chamaerops humilis L.) du Maroc Study of antioxidant activity and anticorrosion action of the methanol extract of dwarf palm leaves (Chamaerops humilis L.) from Morocco. JMESCEN 5: 887-898
- **Kumar P., Lone J. F., Gairola S. (2022).** Comparative Macroscopic and Microscopic Characterization of Raw Herbal Drugs of Abrus precatorius L. and Glycyrrhiza glabra L.

Références bibliographiques

Pharmacognosy Research, 14(1).

L-

- **Lazarus A. and Delahaye G., (2007).** Médecines complémentaires et alternatives : une concurrence à l'assaut de la médecine de preuves Les Tribunes de la santé.
- **Leong L. P., Shui G. (2002).** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chem 76: 69-75
- **Lhervois T. (2016).** La Réglisse : Plante Antique Et Plante D'avenir ? .Thèse Pour Le Diplômé d'état De Docteur En Pharmacie, Université De Poitiers, France, 89p.
- **L. Michaux, Lefebvre Ch, E. Coche (1993).** Des effets pervers d'une habitude apparemment anodine. Revue Med Interne, 14 pp. 121-122

M-

- **Marceau Perry., (2013).** Herboristerie : enquête sur les principales demandes à l'officine. Sciences pharmaceutiques.hal-01733473.
- **Marine Valery., (2013).** Petit guide pratique sur la législation des plantes médicinales
- **Max witschl et Robert Anton., (2003).** Plante thérapeutique tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, science et thérapeutique 2eme édition.
- **Meghashri SG (2009).** In vitro antifungal and antibacterial activities of root extract of Glycyrrhiza glabra. J Appl Sci Res.;1436-9
- **McIntyre A (2005).** Herbal Treatment of Children - Western and Ayurvedic Perspectives. Toronto (ON): Elsevier Limited.
- **Migdal C, Serres M (2011).** Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. m/s.;27(4):405-12.
- **Mills S, Bone K (2005).** The Essential Guide to Herbal Safety. St. Louis (MO): Elsevier Churchill Livingstone.
- **Mohammedi Z. (2013)** .Etude photochimique et activités biologiques de quelques

Références bibliographiques

plantes médicinales de la région nord et sud ouest de l'Algérie : Biologie. Thèse de doctorat Chimie thérapeutique, université Abou bakr belkaid, Telemcen, 116p.

N-

- **Nahidi F, Zare E, Mojab F, Alavi-Majd H (2012).** Effects of licorice on relief and recurrence of menopausal hot flashes. *Iran J Pharm Res.*;11(2):541-8

O-

- **OMS., (2000).** Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle/ Genève 2000.
- **Ou, B., Hampsch-Woodill, M., & Prior, R. L. (2001).** Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 49, 4619 – 4626.

P-

- **Pelt J.-M., (1981).** La médecine par les plantes, Paris, Ed. Fayard.
- **Petit A. C. (2011).** Toxicité et utilisation de quelques fabaceae alimentaires et médicinales. Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie, Université Henri Poincaré – Nancy1, France, 2011 p.
- **Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowskib. (2010).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, (4), 1–8.
- **Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal. Biochem*, 269, 337 – 341

R-

- **Radix (2013).** Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). Assessment report on *Glycyrrhiza glabra* L. and/or *Glycyrrhiza inflata* Bat. And/or *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.
- **Räikkönen K, Martikainen S, Pesonen A-K (2017).** Maternal Licorice Consumption

Références bibliographiques

During Pregnancy and Pubertal, Cognitive, and Psychiatric Outcomes in Children. *Am J Epidemiol.*;185(5):317-28.

- **Rajandeeep K., Harpreet K., Ajaib Singh D. (2013).** Glycyrrhiza glabra: A Psychopharmacological Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 4(7): 2470-2477.
- **Rakotonantoandro L.E. ; (2010) ;** Valorisation de la mangue : pâte et pickles ; Mémoire de fin d'études ; Département Industries Agricoles et Alimentaires ; E.S.S.A.
- **RawTeam Mici., (2012).** Décoction - infusion – macération : quelles sont les différences.
- **Ribéreau-Gayon, P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. EditionsDunod, Paris, p. 254.
- **Ryan, M. T., Muller, H., & Pfanner, N. (1999).** Functionalstaging of ADP/ATP carrier translocation across the outer mitochondrial membrane. *J BiolChem* , 274 (29), 20619 – 20627.

S-

- **Sanjai, Saxena. (2004).** Glycyrrhiza Glabra: Medicine over The Millennium. *Natural Productradiance* 4(5):358-367.
- **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.
- **Shin Y-W, Bae E-A, Lee B, Lee SH, Kim JA, Kim Y-S, et al (2007).** In vitro and in vivo anti-allergic effects of Glycyrrhiza glabra and its components. *Planta Med.*;73(3):257-61.
- **Sawant B.S., Alawe J.R., Rasal K.V (2016).** Pharmacognostic study of Glycyrrhiza glabra Linn- a review. *Inter. Ayurv. Med. J.*
- **Schilcher H (1997).** Phytotherapy in Paediatrics: Handbook for Physicians and Pharmacists. Stuttgart (D): Medpharm Scientific Publishers.

Références bibliographiques

- **SIBOUKEUR O., (1997)** : Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister, INA. El –Harrach, Alger, 106p
- **Singleton Rossi Ja (1965)**. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungsticacid reagents. Am J Enol Vitic 16, p.144-158
- **Sofowra A. (1993)**. Medicinal Plants And traditional Medicine In Africa: Spectrum Books Ltd. 2 éd,nigeria, 289p.
- **Sousa, R., Dias, S., & Antunes C. (2006)**. Spatial subtidal macrobenthic distribution in relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal. Hydrobiologia, 559, 135-148.

T-

- **Thakur D., Abhilasha ., Jain A ., Ghoshal G (2016)** . Evaluation of phytochemical, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Glycyrrhizin Extracted from Roots of Glycyrrhiza Glabra. Journal of scientific et industrial research 75: 487-494
- **Tohma H. S., Gulçin I. (2010)**. Antioxidant and Radical Scavenging Activity of Aerial Parts and Roots of Turkish Liquorice (Glycyrrhiza Glabra L.) . International Journal of Food Properties 13: 657–671
- **T. Yoshino, S. Shimada, M. Homma, T. Makino, M. Mimura, K. Watanabe (2021)**. Clinical risk factors of licorice-induced pseudoaldosteronism based on glycyrrhizin-metabolite concentrations: a narrative review. Front Nutr, 8 p. 719197

U-

- **Ute Kunkele Till R, Lobmeyer., (2007)**. Plantes médicinales : identification, récolte, propriétés et emplois. Edition Parragon

V-

- **Valnet J., Duraffourd C., Lapraz J.-C., (1978)**. Une médecine nouvelle, Phytothérapie et aromathérapie, Paris, Ed. Presses de la Renaissance

W-

- **Wahab S., Annadurai S., Abullais S. S., Das G., Ahmad W., Ahmad M. F., Amir M. (2021).** Glycyrrhiza glabra (Licorice): A comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. *Plants*, 10(12), 2751.
- **Wang C-Y, Kao T-C, Lo W-H, Yen G-C (2011).** Glycyrrhizic Acid and 18 β -Glycyrrhetic Acid Modulate Lipopolysaccharide-Induced Inflammatory Response by Suppression of NF- κ B through PI3K p110 δ and p110 γ Inhibitions. *J Agric Food Chem.*; 59(14):7726-33.
- **Wang L, Yang R, Yuan B, Liu Y, Liu C (2015).** The antiviral and antimicrobial activities of licorice, a widely-used Chinese herb. *Acta Pharm Sin B.*;5(4):310-5
- **Wichtl M, Anton R (2003).** *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* 2^oéd. Paris Cachan: Lavoisier;. 692 p

Z-

- **Zadeh J.B., Kor Z.M., Goftar M.K. (2013).** Licorice (*Glycyrrhiza glabra* Linn) As a Valuable Medicinal Plant. Volume 1, Issue 10, 2013: 1281-1288.
- **Zhang Q, Ye M (2009).** Chemical analysis of the Chinese herbal medicine Gan-Cao (licorice). *JChromatogr A.*;1216(11):1954-69.

Site web :

(Site N°1) Composition nutritionnel :

<https://fr.openfoodfacts.org/produit/5707360400918/racine-de-reglisse>

(Site N°2) Digestion :

<https://www.bio-enligne.com/phytotherapie/300-tisane.html>

(Site N°3) Posologie :

(Site N°4) Conservation :

<https://www.les2marmottes.com/fr/blog/post/conservation-the.html>

(Site N°5) Recyclage :

<https://www.myftea.com/reutiliser-ses-anciens-sachets-de-the-utilises/>

<https://www.bioalaune.com/fr/actualite-bio/13269/anti-gaspi-10-astuces-etonnantes-recycler-vos-sachets-de>

(Site N°6) préparation :

<https://youtu.be/im0rfdbbR0Y?si=8gvi0IYVEe9cQc0c>

Site web photo :

(Site N°01) Réglisse :

<https://www.shutterstock.com/fr/search/plante-r%C3%A9glisse>

(Site N°02) Fleurs de réglisse :

<https://jardintropic.com/fr/fruitiers-rustiques/14282-glycyrrhiza-glabra-reglisse-4577891550148.html>

Références bibliographiques

(Site N°03) Feuilles de réglisse:

<https://www.zoom-nature.fr/lastragale-a-feuilles-de-reglisse/>

(Site N°04) Fruit :

<https://www.luminessens.org/post/la-r%C3%A9glisse>

(Site N°05) Racine :

<https://lemag.naturavignon.fr/ingredient/extraits-de-plantes/est-ce-que-la-reglisse-empêche-de-dormir/>

(Site N°06) Poudre :

<https://nouvelle-page-sante.com/la-reglisse-pompier-de-lestomac/>

(Site N°07) L'acide glycyrrhizique :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_glycyrrhizique

(Site N°8) acide glycyrrhitique

Assicot. Groupe 4-Glycyrrhétique [Internet]. Acadpharm. 2014 [cité 5 févr 2019].

(Site N°9) Bonbon :

<https://www.anses.fr/fr/content/reglisse-a-consommer-avec-moderation>

(Site N°10) Macaron:

<https://www.meilleurduchef.com/fr/recette/macaron-reglisse.html>

(Site N°12) Tisane de réglisse :

https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=reglisse_ps



Annexes

Annexe 01 : matériels de mesure matière sèche.

- boîte de pétrie en verre
- balance
- étuve

Annexe 02 : matériels de mesure teneur en eau.

- boîte de pétrie en verre
- balance
- étuve

Annexe 03 : matériels de mesure du pH.

- le PH mètre
- solution tampon (ph=7 et ph=10)
- bécher
- spatule
- balance
- eau distillé

Annexe 04 : matériels de mesure d'acidité.

- eau distillé
- bécher
- Balance de précision
- agitateur
- Burette graduée
- Solution NaOH
- Phénol phtaléine
- préparation de solution NaOH :
- 0,4 g de NaOH
- 100 ml de l'eau distillé

Annexe 05 : matériels de mesure du sucre totaux.

- Bécher
- Solution d'acide sulfurique H₂SO₄
- Etuve
- Balance de précision
- éprouvette
- Eau distillé
- 3 tubes à essais
- Phénol
- Acide sulfurique concentré
- Colorimètre
- Préparation de solution d'acide sulfurique :
- 250 ml Eau distillé
- 6,77 ml Acide sulfurique

Annexe 06 : préparation des échantillons.

- Spatule
- Flacon
- Balance
- micropipette
- Eau physiologique
- Agitateur VORTEX
- 2 becs bunsen

Annexe 07 : préparation des déluions décimale.

- Pipette stérile
- Tube à essais

Annexe 08 : recherche des Germes aérobies à 30 °C.

- Milieu PCA
- Boite de pétri
- Micropipette

Références bibliographiques

- Etuve
- Préparation de milieu PCA (Plate Count Agar) :
- 2,5 g Hydrolysate trypsique de caséine
- 5 g Extrait de viande
- 1 g Glucose
- 2,5 g Extrait de la levure
- 15 g Agar
- 1000 ml Eau distillé

Annexe 09 : recherche des coliformes thermotolérants (coliformes fécaux).

- Micropipette stérile
- boîte pétri stérile
- gélose VRBG
- étuve

Annexe 10 : recherche des moisissures.

- Milieu sabouraud
- Boîte de pétrie
- micropipette stérile
- étuve

Annexe 11 : recherche des germes Anérobies sulfite-réducteurs.

- Gélose VF
- Tube à essais
- Micropipette
- Bec bunsen
- Huile de vaseline
- Etuve

Annexe 12 : recherche des Salmonella.

- Gélose Héктоen
- Flacon stérile

Références bibliographiques

- Eau peptonée tamponnée
- Etuve
- Tube à essai
- Milieu Rappaport
- Anse de platine
- Bec bunsen

Annexe 13 : formule mathématique de dénombrement.

$$N = (\sum \text{colonies}) / (V \text{ ml} \times (n_1 + 0,1 n_2) \times d)$$

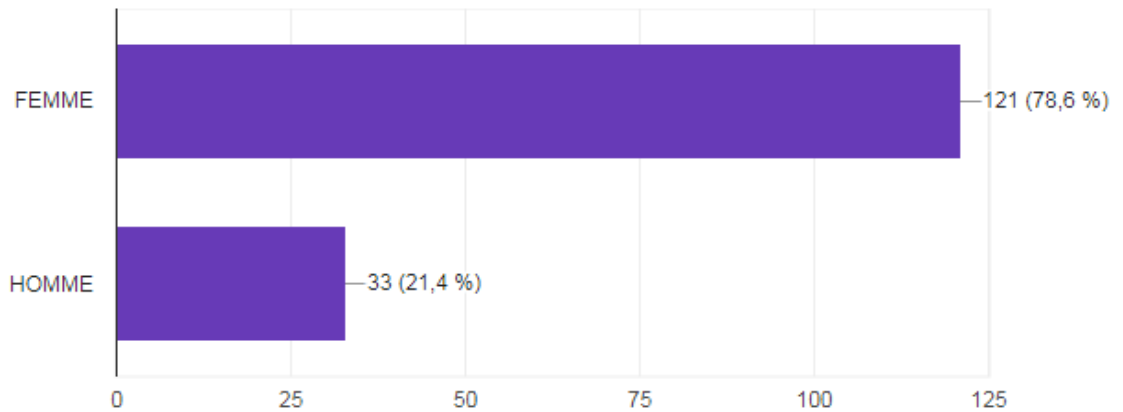
Annexe 14 :

26		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		8 Chaoual 1438 2 juillet 2017	
12- Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Fruits et légumes frais	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
Fruits et légumes prêts à l'emploi ⁽¹⁾	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	Flore lactique	5	2	5.10 ⁵	5.10 ⁶
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Epices, mélange d'épices et herbes aromatiques séchées	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ³	10 ⁴
	Levures et moisissures	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i> ⁽²⁾	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes séchées (thés, camomilles...)	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Moisissures	5	2	10 ³	10 ⁴
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes aromatiques fraîches	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

Questionnaire :

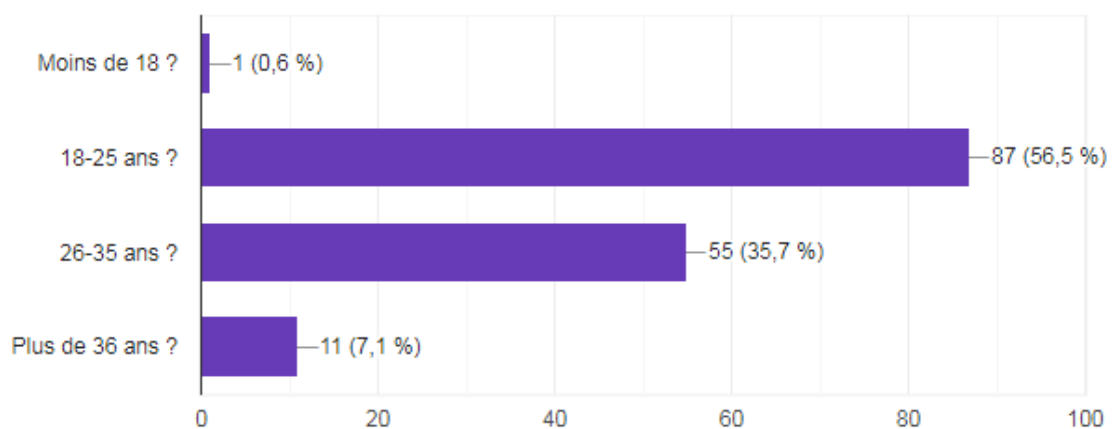
Quel est votre sexe ?

154 réponses



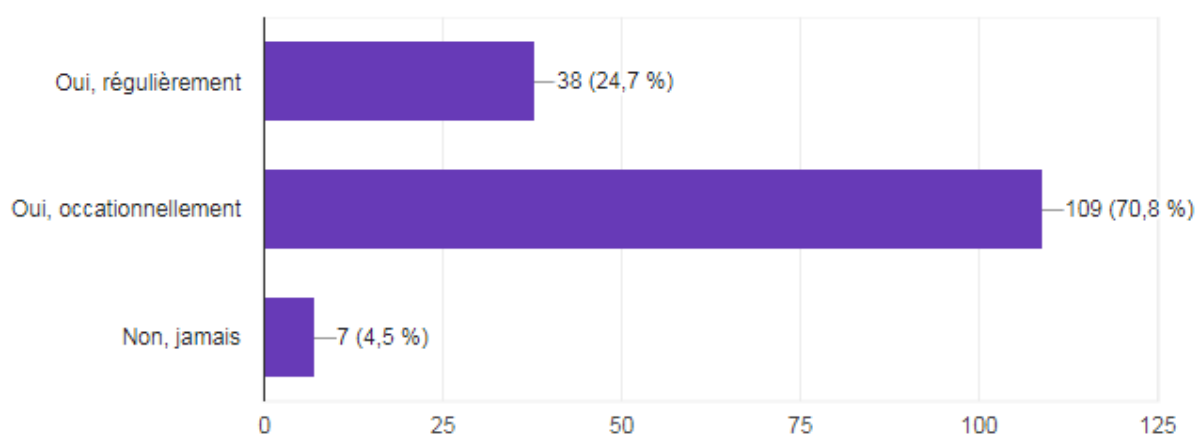
Quel est votre âge ?

154 réponses



Consommez - vous des tisanes chaudes ?

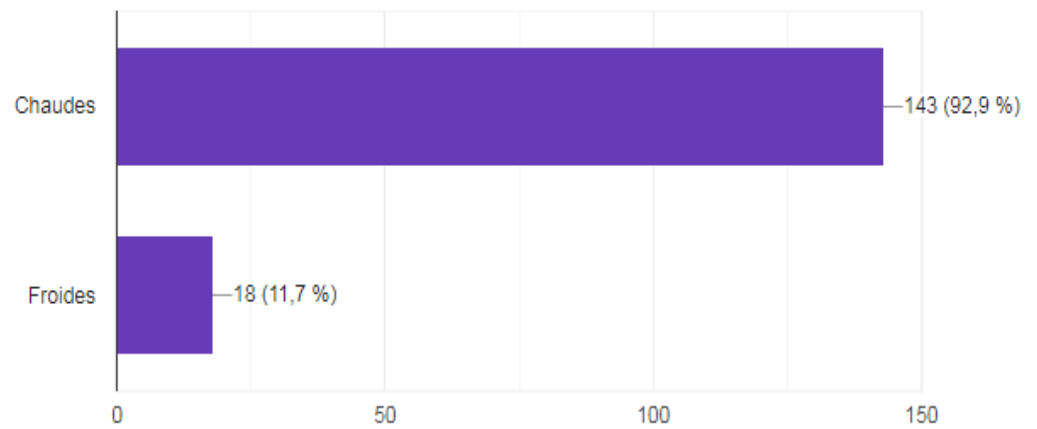
154 réponses



Références bibliographiques

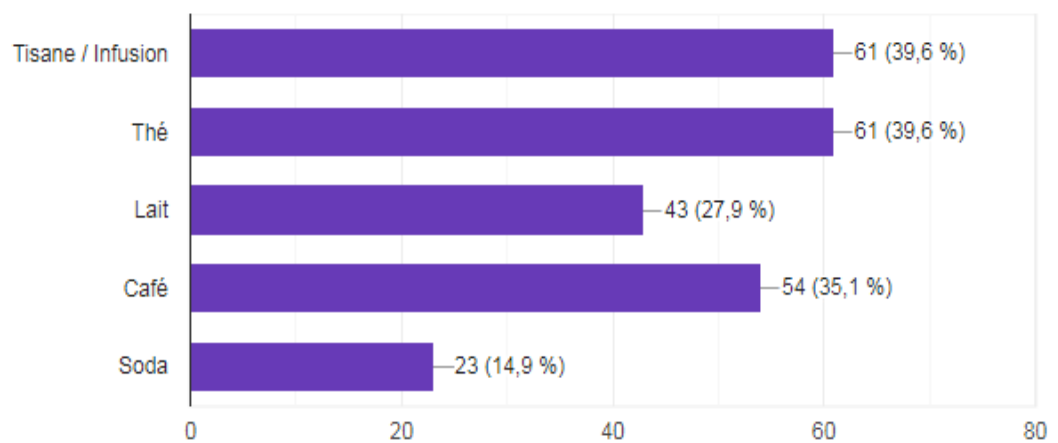
Préférez vous des tisanes :

154 réponses



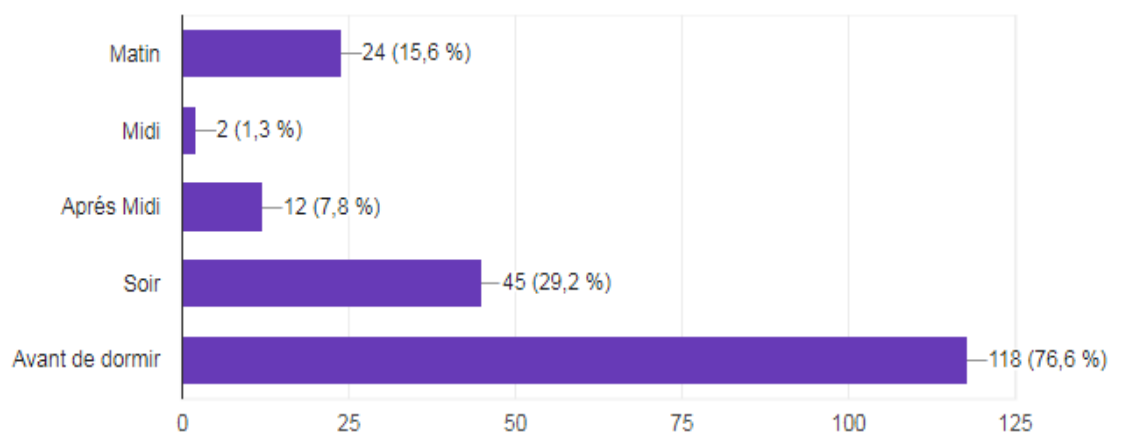
Vous êtes plutôt :

154 réponses



La période de la journée, pour vous, pour consommer votre tisane ?
(plusieurs choix possibles)

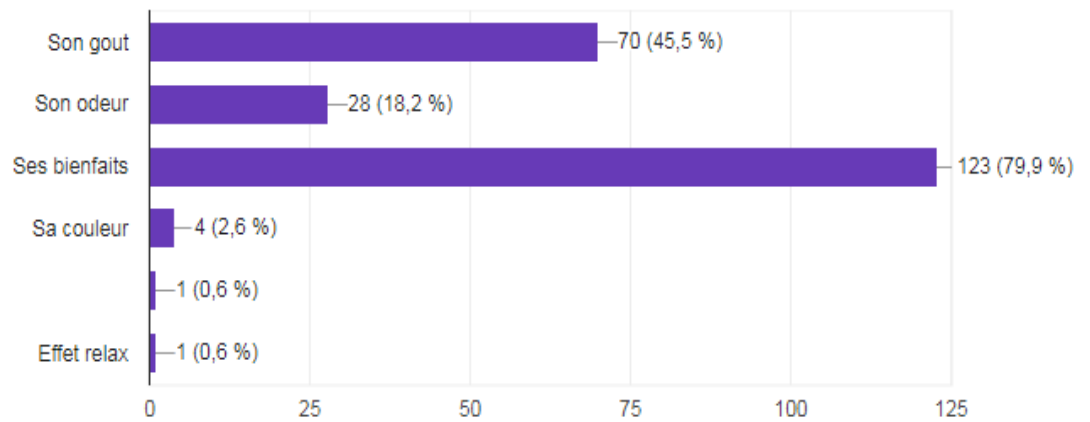
154 réponses



Références bibliographiques

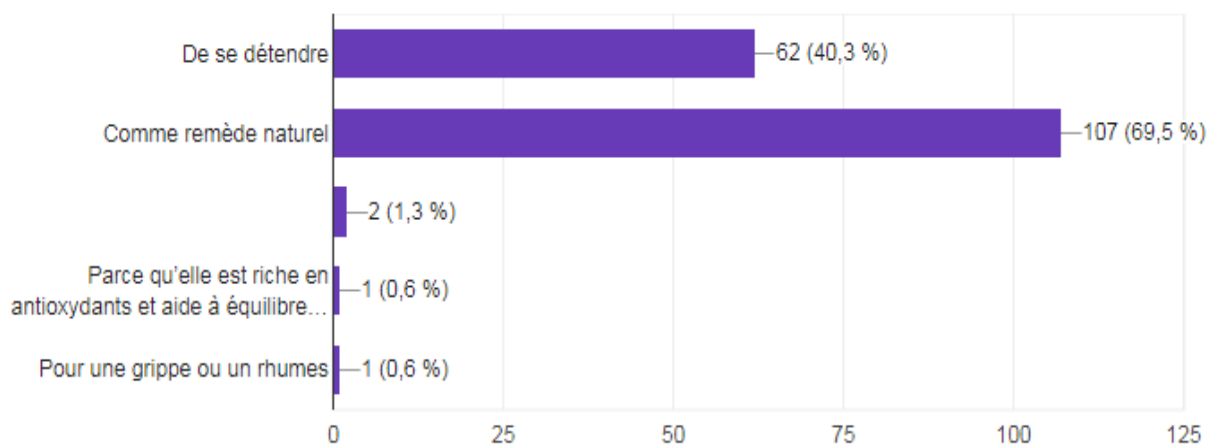
Que recherchez - vous en priorité dans une tisane ?

154 réponses



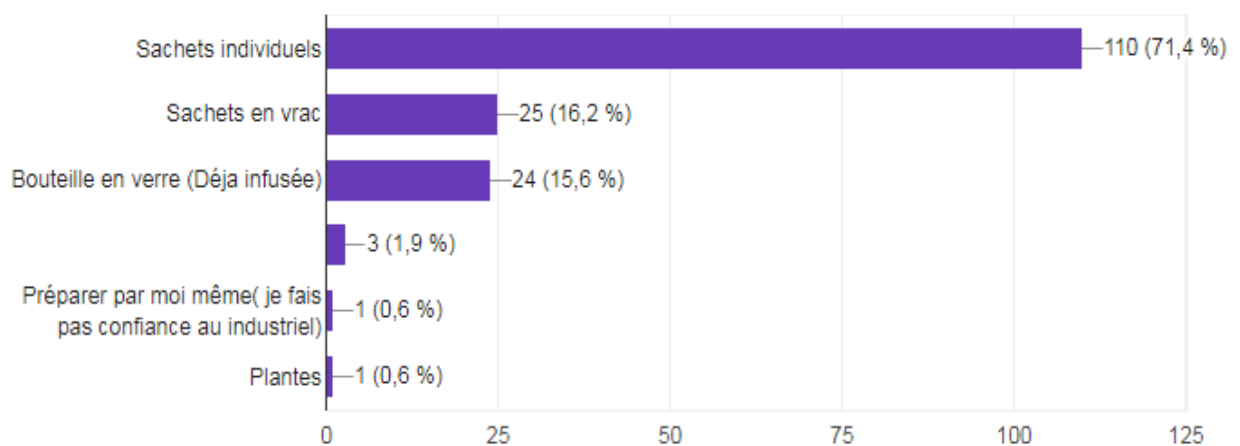
Consommez - vous les tisanes par besoin :

154 réponses



Sous quelle forme préférez - vous la tisane ?

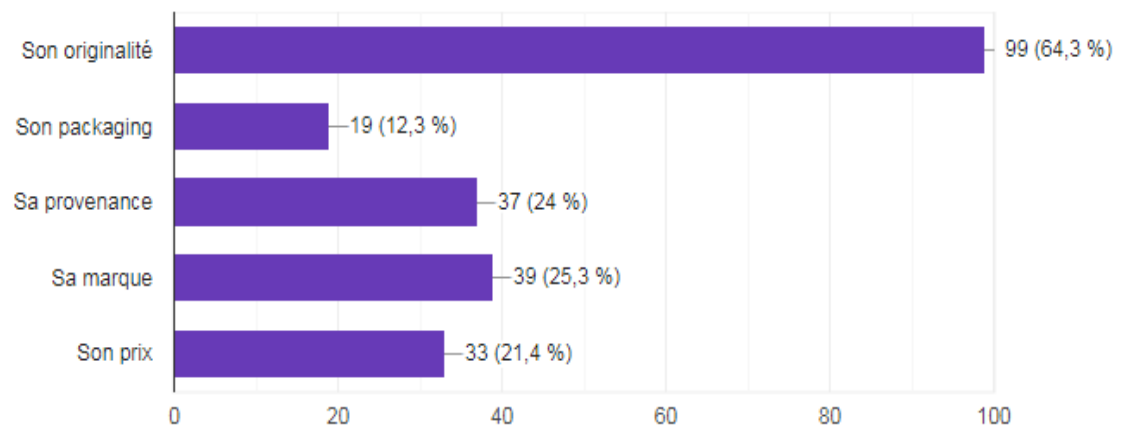
154 réponses



Références bibliographiques

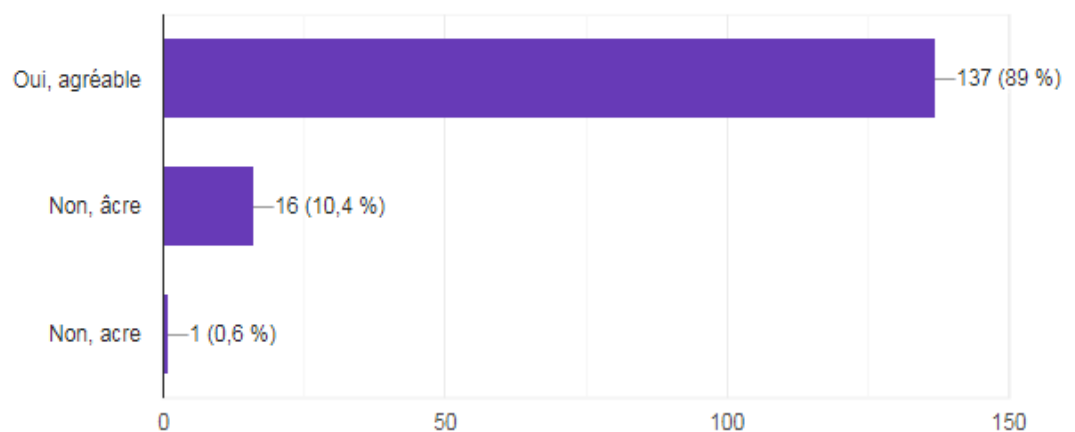
Lors de votre achat de tisane, que détermine en priorité votre choix ?

154 réponses



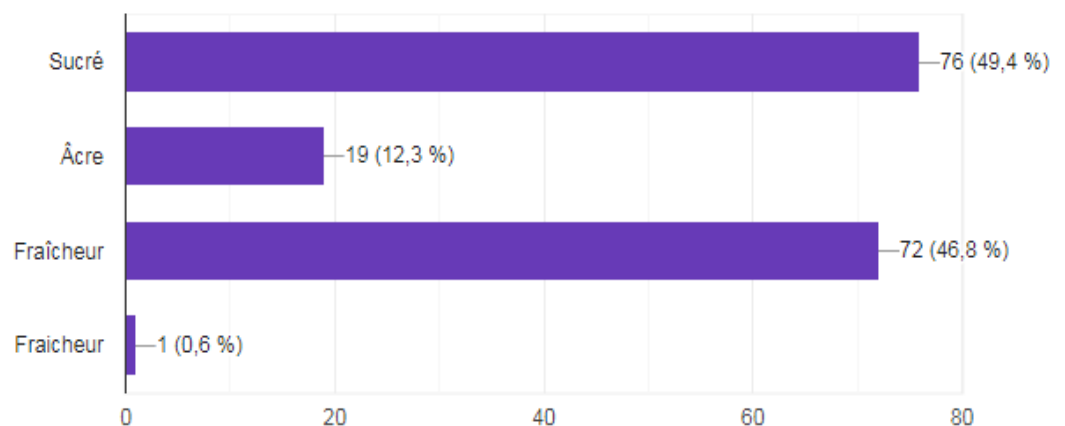
Si vous avez goûté la réglisse, aimez vous sa saveur douce (sucrée) et amer ?

154 réponses



Comment qualifieriez - vous la sensation en bouche de la réglisse ou la tisane de réglisse ?

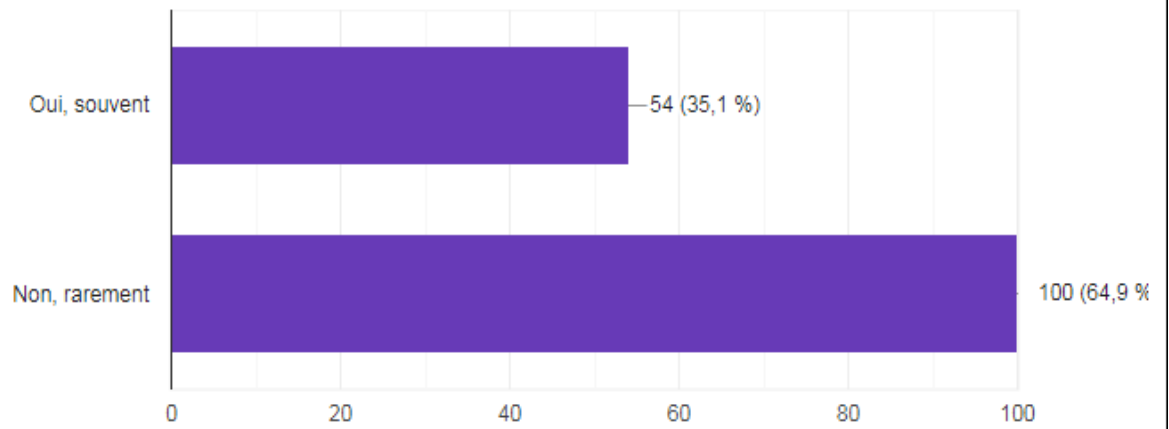
154 réponses



Références bibliographiques

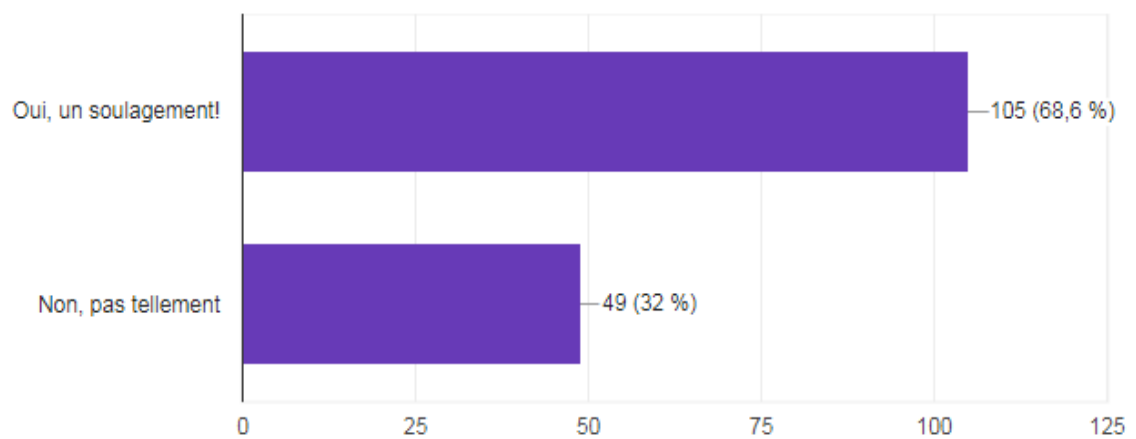
Vous avez utiliser la tisane de réglisse comme remède contre (les contractions menstruelles, troubles digestifs, l'allergie) ?

154 réponses



Lors de la consommation de la tisane de réglisse, avez - vous ressentir une amélioration sur votre santé (l'efficacité de ses bienfaits) ?

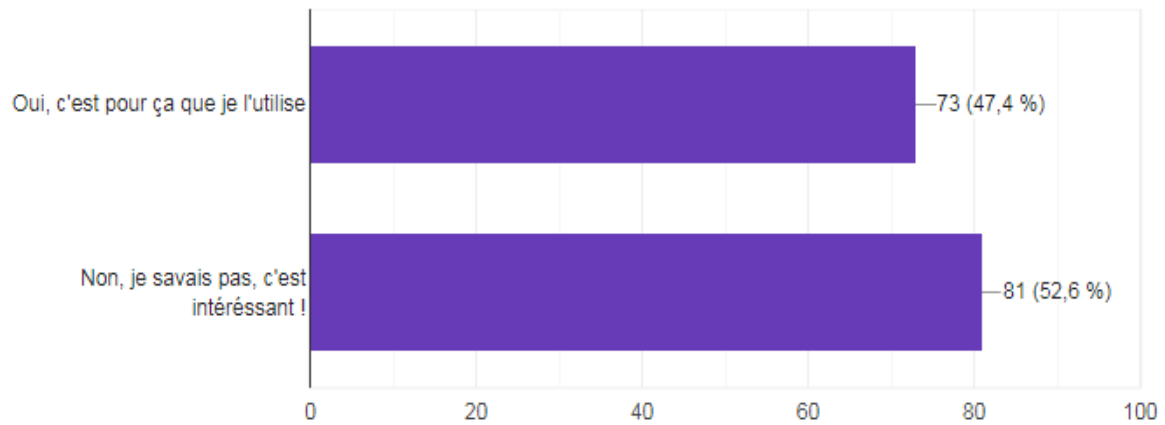
153 réponses



Références bibliographiques

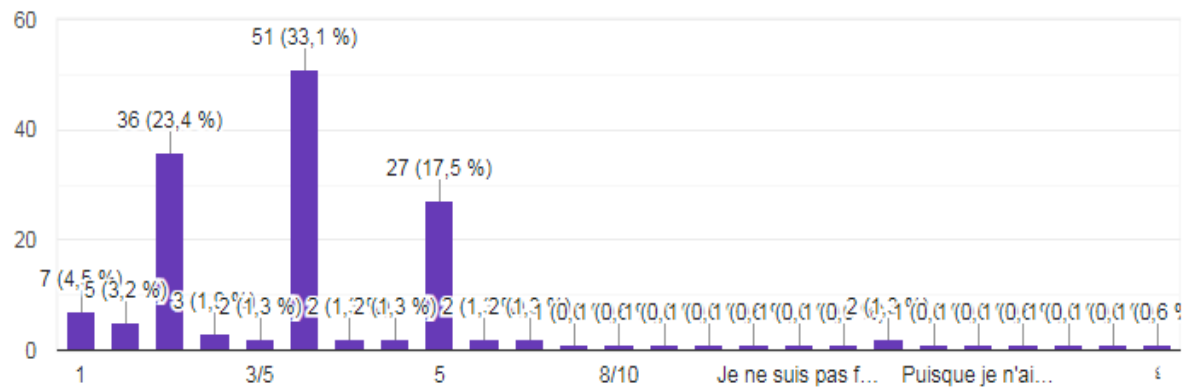
Saviez - vous que la réglisse possède des propriétés thérapeutiques anti-inflammatoires, anti-virales, anti-microbiennes ?

154 réponses



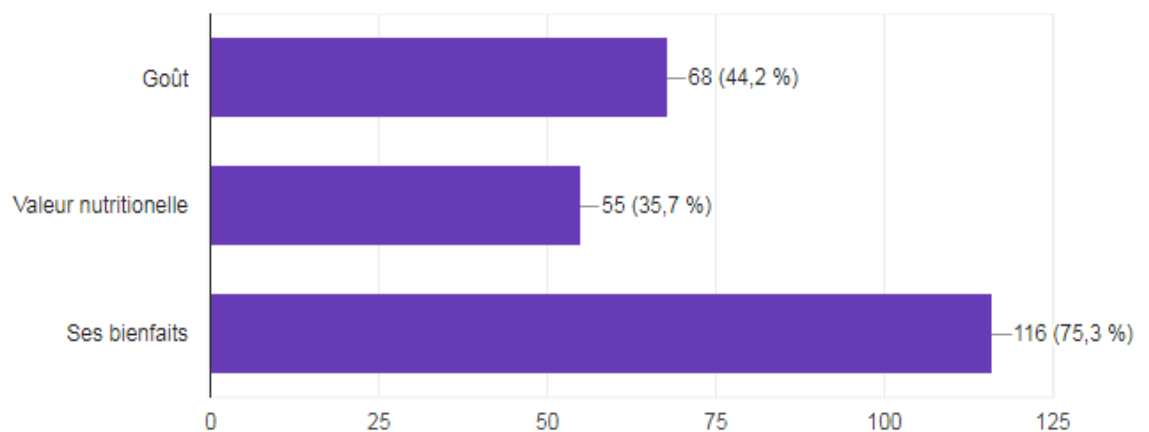
Sur une échelle de 1 à 5 à quel point trouvez - vous le goût global de réglisse agréable ?

154 réponses



Quel sont les critères les plus importants pour vous lors de choix d'une tisane ?

154 réponses



Résumé

La réglisse (*Glycyrrhiza glabra L*) est une plante médicale fréquemment utilisée dans le domaine de la phytothérapie et de la cosmétique, ainsi que dans la fabrication d'aliments, de produits pharmaceutiques et de suppléments.

Dans cette étude, notre objectif était de décrire la façon dont le thé de réglisse est fabriqué et d'évaluer les propriétés thérapeutiques végétales de ses ingrédients actifs. Nous avons également effectué des analyses microbiologiques (Moisissures, salmonella, les germes aérobies à 30°, les germes thermo-tolérants, les germes anaérobies sulfite-réducteurs), physico-chimiques (pH, acidité, matière sèche, teneur en eau, sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose, protéine, Vitamine C), phytochimiques (le rendement, les polyphénols totaux, les flavonoïdes totaux, l'activité antiradicalaire DPPH, la capacité antioxydante totale CAT) et les analyses sensorielles. De ces résultats, on peut déduire que le thé de réglisse contient divers composés bioactifs tels que la glycyrrhizine, l'acide glycyrrhizique, responsables d'une force antioxydante importante. De plus, ces composés peuvent être bénéfiques pour la santé en raison de leurs propriétés biologiques (antioxydants, antibactériens...) et de leurs propriétés pharmaceutiques.

Mots clés : *Glycyrrhiza glabra L*, réglisse, antioxydante, antibactérienne.

Abstract

Licorice (*Glycyrrhiza glabra L*) is a medical plant frequently used in the field of herbal medicine and cosmetics, as well as in the manufacture of food, pharmaceuticals and supplements.

In this study, our objective was to describe how licorice tea is made and to evaluate the therapeutic properties of its active ingredients. We also performed microbiological (Mould, salmonella, aerobic germs at 30°, thermo-tolerating germs, sulphite-reducing anaerobic germs) and physicochemical analyses (pH, acidity, dry matter, water content, total sugars, reducing sugars, sucrose, protein, vitamin C), phytochemicals (yield, total polyphenols, total flavonoids, antiradical activity DPPH, total antioxidant capacity CAT) and sensory analyses. From these results, it can be deduced that licorice tea contains various bioactive compounds such as Glycyrrhizin, Glycyrrhizic acid and isolicoretin, responsible for a significant antioxidant strength. In addition, these compounds can be beneficial for health because of their biological properties (antioxidants, antibacterial...) and their pharmaceutical properties.

Keywords: *Glycyrrhiza glabra L*, Licorice, antioxidant, antibacterial.

ملخص

عرق السوس هو نبات طبي يستخدم بشكل متكرر في مجال الأدوية العشبية ومستحضرات التجميل، وكذلك في صناعة الأغذية والمستحضرات الصيدلانية والمكملات الغذائية. في هذه الدراسة، كان هدفنا هو وصف كيفية صنع شاي عرق السوس وتقييم الخصائص العلاجية لمكوناته النشطة. أجرينا (العفن، السالمونيلا، الجراثيم الهوائية عند 30 درجة، الجراثيم التي تتحمل الحرارة، أيضًا تحليلات ميكروبيولوجية (درجة الحموضة، الحموضة، المادة الجافة، محتوى الماء، الجراثيم اللاهوائية المخفضة للكبريت) وفيزيائية كيميائية إجمالي السكريات، تقليل السكريات، السكروز، البروتين، فيتامين ج)، المواد الكيميائية النباتية (المحصول، إجمالي البوليفينول، إجمالي الفلافونويد، النشاط المضاد للأشعة، إجمالي القدرة المضادة للأكسدة) والتحليل الحسي. من هذه النتائج، يمكن استنتاج أن شاي عرق السوس يحتوي على مركبات مختلفة نشطة بيولوجيًا مثل الجلسيريدين وحمض الجلسيريدين، المسؤولة عن قوة كبيرة مضادة للأكسدة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون هذه المركبات مفيدة للصحة بسبب خصائصها البيولوجية (مضادات الأكسدة ومضادات البكتيريا...) وخصائصها الصيدلانية. الكلمات المفتاحية: عرق السوس، مضاد للأكسدة، مضاد للبكتيريا.