



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2022

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Temim Safa et Rahmoun Ahlam

Le: 22/06/2022

Etude de quelques activités biologiques de la plante médicinale *Glycyrrhiza glabra L.*

Jury :

M.	Amirouch Dghima	MCB	Université de Biskra	Président
Mme.	Kriker Soulef	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
M.	Athamena Ahmed	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2021-2022

Remerciement

Après avoir remercié Dieu, le Tout-Puissant et la Miséricorde

Il nous a donné du courage, de la force, de la santé et de la patience, car tout est possible avec Dieu.

Je tiens avant tout à exprimer ma reconnaissance à Mme. Kriker Soulaf, pour avoir accepté d'encadrer dans cette étude. Je la remercie pour son implication, son soutien et ses encouragements et son écoute et de la réciprocité, tout au long de ce travail.

Je remercie aussi mes parents, qui m'ont donné tous le courage et la confiance.

Nous remercions également tous les membres du jury pour leur intérêt et leur appréciation de notre travail, en l'approuvant et en l'enrichissant de leurs suggestions.

Nous tenons également à remercier tous les membres du corps professoral de l'Université Mohammed Khider-Biskra, en particulier la Faculté des sciences naturelles de la vie.

Merci à tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail en signe de respect, de gratitude.

Dieu Tout-Puissant qui m'a donné courage et santé pour terminé ce recherche.

À la reine qui m'a mis au monde à la première femme qui m'a appris les lettres, la lecture et l'écriture à mon amie, mon amante et ma compagne à ma chère mère Zoulikha Dieu la sauve.

À mon bras droit à celui qui a grandi et passé sa vie pour le plaisir de mes études, mon compagnon et mon soutien, à mon cher père Mahdi...Dieu le sauve.

À ma chère sœur Djouri, Ikrame pour leur soutien moral.

À mes frères Mouslim et Abd Essamad.

À mon fiancé Miloud et sa famille.

À mes proches Sara, Lamia, Nesrine...

À toute mes amis Ahlam, Yassmine, Imane, Bouchra ...

À toute ma famille surtout ceux qui m'ont aidé.

À mes collègues de promotion master II Biochimie

SAFA

Je dédie cet acte avec un profond amour :

A flot de l'amour et du don généreux sans attendre ni en retour, A celle m'a soutenu dans les affres de ce travail A celle qui s'est sacrifiée et s'est battue pour moi : ma mère bien-aimée, Fatima.

A mon défunt père, que j'aurais aimé être à mes cotés.

A mes frères : Salah, Hicham, Nouri, et mes sœurs: Aziza, Khadija, Zahra , Fatima ,Souad ,qui m'ont toujours soutenue et encouragée durant ces années scolaires .

A mon fiancé, Mohemad, qui n'a cessé de me conseille et d'être à mes cotés.

Sans oublier mes meilleures amies Zahra , Aisha , Hayat , Wafa , Nina, Rokaya , Sabah, pour leur soutien moral .

A mon binôme Safa tamim pour patience et sa compréhension tout au long de ce projet. Que Dieu les protège et leur accorde succès et bonheur.

Enfin, Je dédie mon travail à tous ceux que j'aime.

Ahlam

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux..... I

Liste des figures..... II

Liste des abréviations III

Introduction..... 1

Première partie. Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur la plante *Glycyrrhiza glabra* L.

1.1 Les plantes médicinales..... 3

1.1.1 Définition de la plante *Glycyrrhiza glabra* L. 3

1.1.2 Histoire de la *Glycyrrhiza glabra* L. 3

1.1.3 Etymologie *Glycyrrhiza glabra* L. 4

1.1.4 Caractéristique de la plante de *Glycyrrhiza glabra* L..... 4

1.1.4.1 Classification de *Glycyrrhiza glabra* L. (Khare, 2007). 4

1.1.4.2 Nomination 5

1.1.4.3. Habitat..... 5

1.1.5 Description botanique de *Glycyrrhiza glabra* L..... 5

1.1.5.1 Les fleurs..... 5

1.1.5.2 Les feuilles 5

1.1.5.3 Les fruits (Graines) 5

1.1.5.4 Les racines 5

1.1.5.5 Tige 6

1.1.6 Les principaux constituants de *Glycyrrhiza glabra* L. 6

1.1.6.1 Saponosides triterpéniques..... 6

A. Glycyrrhizine ou acide glycyrrhizique	6
1.1.6.2 Les flavonoïdes	7
1.1.6.3 Autres composés	7
1.1.7. Utilisations de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.....	7
1.1.7.1. Utilisations traditionnelles	8
1.1.7.2. Utilisations médicinales	8

Chapitre 2.

Les activités biologiques

2.1 Généralité sur le stress oxydant.....	9
2.1.1 Stress oxydant.....	9
2.1.2 Radicaux libres	9
2.1.2.1 Définition des radicaux libres	9
2.1.2.2 Production des radicaux libres	9
2.1.2.3. Rôles des radicaux libres	9
2.2. Antioxydants	10
2.2.1. Antioxydants enzymatiques.....	10
2.2.2. Antioxydants non enzymatiques.....	10
2.2.3. Antioxydants naturels	10
2.3. Activité antibactérienne.....	11
2.3.1. Définition des bactéries	11
2.3.2. Définition de l'Activité antibactérienne	11
2.3.3. Les actifs antibactériens.....	11
2.4. Activité anticancéreuse	11
2.4.1. Le cancer.....	11
2.4.2. La chimiothérapie	11
2.4.3. Effets anticancéreux de la réglisse.....	12

Deuxième partie

Chapitre 3.

Matériels et Méthodes

3.1. Matériels.....	13
3.1.1. Matériel bibliographique	13
3.1.2. Matériel végétale	13
3.1.2.1. Récolte de la plante	13
3.2.Méthodes.....	14
3.2.1 Extraction.....	14
3.2.1.1. Préparation des extraits aqueux	14
3.2.1.2. Préparation des extraits organiques	14
3.2.1.3. La percolation	14
3.3. Tests phytochimiques.....	15
3.4. Activité antioxydante	16
3.4.1. Détermination de l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH	16
3.4.2. Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) :	17
3.4.3. Test de piégeage du radical ABTS ^{•+} (Capacité antioxydante équivalente de Trolox).....	18
3.5. Activités antibactériennes	19
3.5.1 Le choix des souches de test.....	19
3.5.2. La technique utilisée pour évaluer L'activité antibactérienne.....	19
3.5.3 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	20
3.6 Activité anticancéreuse	21
3.6.1. Culture Cellulaire	21
3.6.2. Test MTT pour la viabilité cellulaire.....	21

Chapitre 4.

Résultats et discussions

4.1. Analyse phytochimique.....	22
---------------------------------	----

4.2. Activité antioxydants.....	24
4.2.1. L'activité de piégeage des radicaux libres DPPH	24
4.2.2. Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP)	25
4.2.3. Capacité antioxydante équivalente de Trolox ABTS	27
4.3. Activité antibactériennes	29
4.3.1. Résultat Test antibactérien par diffusion sur un milieu gélose.....	29
4.3.2. Résultats de la valeur CMI	32
4.4. Activité anticancéreuse	34
4.4.1. Résultat anticancéreuse par le Test MTT	34
Conclusion	38
Liste des Références	40
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1. Systématique du <i>Glycyrrhiza Glabra</i> L.....	4
Tableau 2. Dates et zones géographiques de récolte de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	13
Tableau 3. Les tests phytochimiques par divers réactifs chimiques de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	15
Tableau 4. Les lignées de cellules cancéreuses utilisées dans la culture cellulaire.	21
Tableau 5. Criblage Phytochimique des extraits de racine de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	22
Tableau 6. Criblage Phytochimique qualitatifs de différents extraits de racine de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	23
Tableau 7. Activité antioxydante (valeurs IC ₅₀) des extraits de feuilles de <i>G. glabra</i>	27
Tableau 8. Les activités antibactériennes des extraits au méthanol, acétate d'éthyle, acétone et chloroforme des extraits secs de <i>Glycyrrhiza glabra</i> (Nirmala <i>et al.</i> , 2011).	29
Tableau 9. L'étude des activités antibactériennes d'extrait de racine de <i>G. glabra</i> utilisant la méthode de diffusion sur disque (Sharma <i>et al.</i> , 2012).....	30
Tableau 10. Effets inhibiteurs de différentes concentrations de réglisse contre la croissance de micro-organismes utilisées (Shirazi <i>et al.</i> , 2007).	31
Tableau 11. Résultats moyens de CMI (mg/ml) de l'extrait de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. sur les micro-organismes.	33
Tableau 12. Concentrations minimales inhibitrices (mg/ml) de différents extraits de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	33

Liste des figures

Figure 1. Représentation de la plante <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. (Barek, 2020).	3
Figure 2. Représentation du caractère de la plante <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. (Caël, 2009).	6
Figure 3. Molécule de glycyrrhizine (Bouriqua, 2020).	7
Figure 4. Structure du radical DPPH et sa réduction par un antioxydant (Boligon <i>et al.</i> , 2014).	16
Figure 5. Schéma de réaction impliqué dans le test FRAP (Clementina <i>et al.</i> , 2020).	17
Figure 6. La réaction chimique de l'ABTS (Boutadjine <i>et al.</i> , 2019).	18
Figure 7. Capacité de piégeage des radicaux DPPH des extraits de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. par rapport à l'acide ascorbique standard (Dasharath <i>et al.</i> , 2016).	25
Figure 8. valeur IC ₅₀ de l'acide ascorbique et de <i>Glycyrrhiza glabra</i> (Shapna <i>et al.</i> , 2010).	25
Figure 9. Réaction de Fenton (Ghedadba <i>et al.</i> , 2015).	26
Figure 10. Réducteur ferrique le pouvoir antioxydant de la réglisse mesuré et comparé à l'acide ascorbique standard. (Dasharath <i>et al.</i> , 2016).	27
Figure 11. Profil antioxydant des extraits de feuilles de <i>G. glabra</i> L. (Frattaruolo <i>et al.</i> , 2019).	28
Figure 12. Activité antimicrobienne d'extraits organiques de racines de <i>glycyrrhiza galabra</i> L. (Zafar <i>et al.</i> , 2017).	32
Figure 13. Effets de l'extrait de <i>Glycyrrhiza glabra</i> sur la prolifération du côlon Lignée cellulaire cancéreuse HT-29	36
Figure 14. Effets de l'extrait de <i>Glycyrrhiza glabra</i> sur la prolifération de la lignée cellulaire du cancer du sein MCF7 (Nazmi <i>et al.</i> , 2018).	36
Figure 15. Effets de l'extrait de <i>Glycyrrhiza glabra</i> sur la croissance des lignées cellulaires de cancer du côlon HT-29 (Nourazarian <i>et al.</i> , 2015).	37
Figure 16. Effet des HE de <i>G. glabra</i> sur l'inhibition de la croissance cellulaire des cellules de carcinome mammaire MCF 7 (Enas, 2013).	38
Figure 17. L'effet cytotoxique de <i>G. glabra</i> envers différentes lignées cellulaires cancéreuses (Modarresi <i>et al.</i> , 2019).	38

Liste des abréviations

Abs: Absorbance.

ABTS : L'acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique).

C°: degree Celsius.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

DMSO: Dimethyl sulfoxyde.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

EGCG: Epigallocatechine gallate.

FRAP : Pouvoir antioxydant réducteur ferrique.

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50%.

IL : Isoliquiritigénine.

MTT: 3-[4, 5- dimethylthiazol-2-yl]-2, 5-diphenyl tetrazoliumbromide.

PI: pourcentage d'inhibition.

RL: radicaux libres.

RLO: radicaux libres oxygénés.

TCA : trichloracétique.

THF: Tétrahydrofurane.

TPTZ: tripyridyltriazine.

UV: Ultra-Violet.

Introduction

Introduction

Depuis le début de la civilisation, les humains ont découvert que la nature a toujours été une excellente source pour de nombreux composés thérapeutiques qui fournissant de nombreux médicaments à base de plantes et micro-organismes produisant des produits chimiques bénéfiques. Par conséquent, la demande de plantes médicinales, de cosmétiques et de produits de santé est en constante augmentation (Kamrul *et al.*, 2021).

Les plantes médicinales sont des plantes dont un des organes (écorces, feuilles, racines) ont des effets thérapeutiques et parfois toxiques selon sa dose. Les plantes médicinales sont des plantes utilisées en phytothérapie car elles sont riches en principes actifs (Ramli, 2013).

En Algérie, le vaste espace, les conditions naturelles (climat et sol), un grand nombre d'espèces végétales qui fournissent des ressources médicinales particulièrement riches (Anonyme, 1983).

Les antioxydants naturels sont largement distribués dans les aliments et les plantes médicinales. Ces antioxydants naturels, en particulier les polyphénols et les caroténoïdes, présentent une large gamme d'effets biologiques. L'extraction efficace et l'évaluation appropriée des antioxydants des plantes alimentaires et médicinales sont essentielles pour explorer les sources potentielles d'antioxydants et promouvoir l'application dans les aliments fonctionnels, les médicaments et les additifs alimentaires (Ping *et al.*, 2017).

Les cancers sont la tumeur maligne la plus répandue dans le monde et les principales causes de mortalité dans les sociétés, malgré que des avancées importantes dans son diagnostic et sa prise en charge, il s'agit d'un trouble courant dans le monde, et les plus courantes sont le cancer du sein, le cancer du poumon, le cancer colorectal et le cancer de la prostate (Nazmi *et al.*, 2018).

La chimiothérapie anticancéreuse repose sur l'administration de médicaments qui empêchent la prolifération des cellules tumorales en induisant l'apoptose. Plusieurs études ont montré que les plantes médicinales sont très riches en molécules biologiquement actives, dont une activité anticancéreuse (Tigrine, 2014).

La réglisse « *Glycyrrhiza glabra* » est une plante médicinale de la famille des légumineuses, et est l'une des plantes les plus précieuses au monde avec une large gamme d'utilisations. (Fenwick *et al.*, 1990).

Les rhizomes de réglisse ont des propriétés physiologiques complexes dérivées de différents composants actifs qui ont été isolés, la composition chimique et les

actions thérapeutiques sont bien connues (Girre, 2006). Aussi les racines sont traditionnellement utilisées comme remède naturel contre certaines troubles respiratoires (maux de gorge, toux) et digestifs (brûlures d'estomac) en raison de leurs propriétés anti-inflammatoires, antitussives, antibactérienne et antioxydant. Les principaux composés de cette plante qui présentent diverses activités sont les saponosides (dont la glycyrrhizine) et les flavonoïdes. On le retrouve également dans certains compléments alimentaires, les cosmétiques et le tabac (Mathilde, 2020).

Le but de cette étude est basé sur la recherche et la synthèse bibliographique pour collecter et valoriser les informations scientifiques sur certaines activités biologiques y compris l'activité antioxydante, antibactérienne et anticancéreuse de la plante médicinale *Glycyrrhiza glabra* L.

Ce travail est divisé en deux parties ; la première partie est consacrée à une synthèse bibliographique, en deux chapitres. Le premier chapitre commence par des informations générales sur la plante étudiée, et la deuxième montre les activités biologiques. La deuxième partie consiste en une partie expérimentale qui regroupe le matériel (plante végétale), l'extraction de la plante et les tests utilisés pour évaluer la capacité antioxydants, antibactérienne et anticancéreux de *Glycyrrhiza glabra* L. Au chapitre quatre, nous terminons notre travail par des résultats et discussions.

Première partie.

Synthèse

bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur la plante

***Glycyrrhiza glabra* L.**

1.1 Les plantes médicinales

La définition d'une plante médicinale est en fait très simple, c'est une plante utilisée pour prévenir, traiter ou soulager divers maladies. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicinales. Environ 35000 espèces de plantes sont utilisées en médecine dans le monde, représentant le plus large éventail de biodiversité utilisée par l'homme. Les plantes médicinales continuent de répondre à des besoins essentiels malgré l'influence croissante des systèmes de santé modernes (zeghad, 2009).

1.1.1 Définition de la plante *Glycyrrhiza glabra L*.

Une plante vivace de la famille des Fabaceae aux racines aromatiques, à l'originare du Sud de l'Europe et de l'Asie. Elle est une plante herbacée glabre ou sous-arbrisseau vivace, de 30 cm à 2 m de hauteur. Elle pousse dans des sols riches et humides et nécessite un climat chaud (Petit, 2011). C'est la famille végétale qui fournit le maximum d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales (Barek, 2020).



Figure 1. Représentation de la plante *Glycyrrhiza glabra L*. (Barek, 2020).

1.1.2 Histoire de la *Glycyrrhiza glabra L*.

La réglisse est connue des Grecs et des Romains, et était principalement utilisée pour purifier et éclaircir la voix.

En 1950, on a démontré son effet bénéfique sur l'estomac, et utilisé pour les ulcères et les gastrites (Afchar, 1987).

Dans les médecines populaires, les racines de réglisse jaunâtre ont été utilisées pour leurs propriétés calmantes, digestives et rafraîchissantes. Cependant, Il a été rapporté que l'abus de la réglisse provoque de l'hypertension artérielle, la substance qui en est responsable est l'acide glycyrrhizique (Baba Aissa, 2000).

1.1.3 Etymologie *Glycyrrhiza glabra L.*

L'étymologie de nom botanique de la réglisse est basée sur ses caractéristiques. En grec, « glykyrrhidza » ou « glycyrrhiza » se divise en glycys- et -rhidza qui signifient respectivement " doux, sucré " et "racine", "glabra", est le nom de l'espèce, dérivé du mot latin « glaber » cela signifie glabre et se rapporte à la gousse imberbe.

La lettre L, est un hommage à Linné, nom du botaniste suédois ayant décrit cette espèce. Elle a été nommée ainsi en raison de la saveur sucrée de son bois.

Le mot réglisse est apparu à la suite d'évolution linguistique. A l'origine du mot réglisse, on trouve les noms latins Radix dulcis et liquiritia qui est lui-même une adaptation populaire du nom grec liquor (Caël, 2009).

1.1.4 Caractéristique de la plante de *Glycyrrhiza glabra L.*

1.1.4.1 Classification de *Glycyrrhiza glabra L.* (Khare, 2007).

La systématique du *Glycyrrhiza Glabra L.* est représentée dans le tableau 01.

Tableau 1. Systématique du *Glycyrrhiza Glabra L.*

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

1.1.4.2 Nomination

Nom scientifique : *Glycyrrhiza glabra*

Noms local : arqessous

Noms Français : réglisse

Nom anglais : *Licorice root* (Khemis *et al.*, 2007).

1.1.4.3. Habitat

La réglisse se trouve en Asie centrale et du sud-ouest, et aujourd'hui on la trouve dans certaines régions de l'Inde et l'Afrique méditerranéenne (Zafar *et al.*, 2017). En Europe, on la trouve plus particulièrement le long des côtes espagnoles, en Calabre et en Sicile, en Angleterre (Yorkshire), en France et en Allemagne. On en trouve également aux Etats-Unis (Caël, 2009).

1.1.5 Description botanique de *Glycyrrhiza glabra* L.

1.1.5.1 Les fleurs

Peut être étroites, plus ou moins violette, mais généralement bleu pâle, avec des préfleurs type papillon (Loïc, 2001). Elles sont relativement petites (10 à 13 mm de longueur) et nombreuses (20 à 30 fleurs), regroupées en grappes allongées (Caël, 2009).

1.1.5.2 Les feuilles

Ses feuilles sont alternes, glabres, et relativement grandes (2 à 5 cm de long sur 1 à 2,5 cm de large) (Bruneton, 1999). Se compose d'un nombre impair de folioles lancéolées ovales et est très vert (Jacob, 1988).

1.1.5.3 Les fruits (Graines)

Puisque la réglisse appartient aux légumineuses, ses fruits sont des gousses et les gousses sont très plates, bosselées et couleur brune (Jacob, 1988).

Les fruits de *Glycyrrhiza glabra* contiennent environ 5 graines d'un diamètre de 2 à 4 mm (Lhervois, 2016).

1.1.5.4 Les racines

La partie souterraine a la forme d'une longue racine cylindrique, rampante, généralement peu ramifiée de 1 à 2 m. Ce rhizome est brun à l'extérieur et jaunes à l'intérieur, au goût sucré et odeur faible (Caël, 2009).

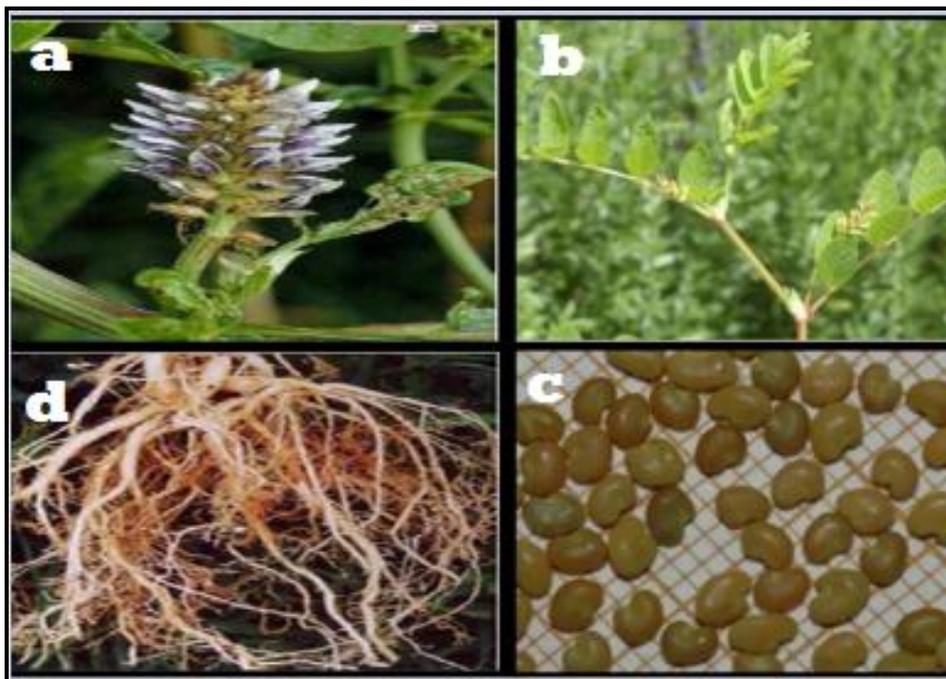


Figure 2. Représentation du caractère de la plante *Glycyrrhiza glabra L*. (Caël, 2009).

1.1.5.5 Tige

La tige Annuelles presque ligneuses, atteignant un mètre, bien dressées et côtelé longitudinalement (Caël, 2009).

1.1.6 Les principaux constituants de *Glycyrrhiza glabra L*.

Les racines de la réglisse contiennent principalement des saponosides et des flavonoïdes. Ce sont des composés dont on dit qu'ils ont des effets pharmacologiques.

1.1.6.1 Saponosides triterpéniques

Les saponosides sont des hétérosides fréquents présents dans les plantes. Ils sont notamment connus pour leur propriété tensioactive que leur confère leur caractère amphiphile, qui ses dissolvent dans l'eau pour former des solutions moussantes. La racine de réglisse contienne des saponosides triterpéniques représentant 2 à 15 % de la drogue desséchée (Bouriqua, 2020).

A. Glycyrrhizine ou acide glycyrrhizique

La glycyrrhizine est la principale saponine des racines de réglisse. Elle est présente sous la forme de sels de potassium, de calcium et de magnésium. Elle s'agite d'un monodesmoside, la liaison osidique reliant la génine à la partie sucrée est

représentée par une liaison éther en position 3 (Figure 3). La glycyrrhizine est responsable de la plupart des effets pharmacologiques de la réglisse (Bouriqua, 2020).

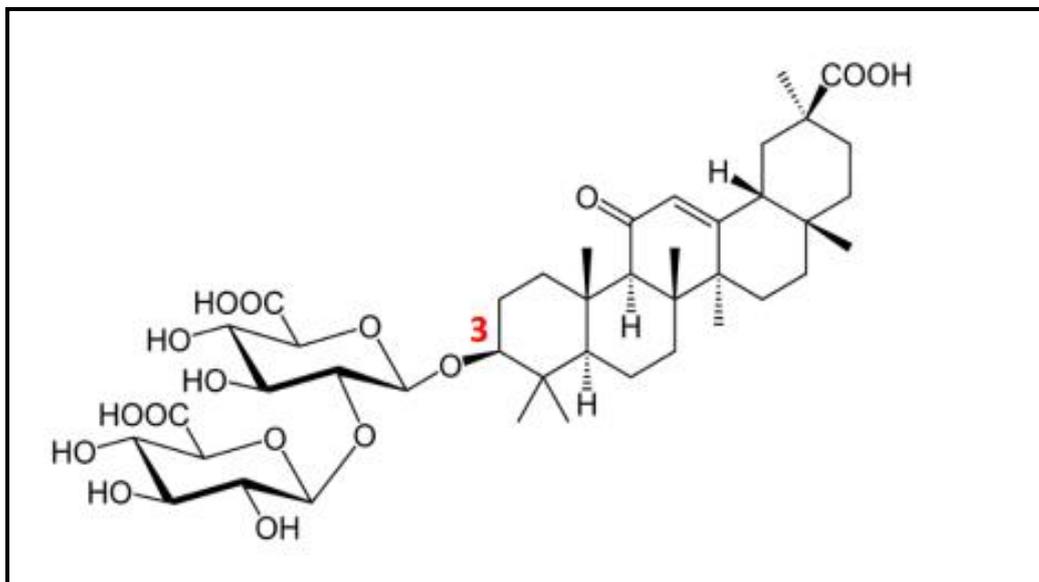


Figure 3. Molécule de glycyrrhizine (Bouriqua, 2020).

1.1.6.2 Les flavonoïdes

Ce sont les pigments jaunes responsables de la racine et représentent 0,65 à 2 % de la drogue sèche.

Certains flavonoïdes sont spécifiques à une espèce. La glabridine et le glabrène ne se trouvent que dans *Glycyrrhiza glabra L.* (Bouriqua, 2020).

1.1.6.3 Autres composés

- Les coumarines : Ce sont des composés phénoliques comme la glabrocoumarine.
- Les sucres : Glucose, saccharose, amidon.
- Les polysaccharides (10% de la drogue) : Glycyrrhizane.
- Les composés volatils (0,04 à 0,06% de la drogue) : Anéthole, estragole, géraniol.
- Les huiles essentielles présentes dans les plantes aromatiques et locales, les fleurs, les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce et les racines (Chouitah, 2012).
- Des amines : Acide aminés (2-4% asparagine) (Barek, 2020).
- Des stérols : B-sitostérol, stigmastérol.

1.1.7. Utilisations de *Glycyrrhiza glabra L.*

La réglisse est principalement utilisée en thérapeutique et dans l'alimentation, également dans la composition de divers cosmétiques et des produits de tabac.

Par conséquent, La réglisse est disponible sous différentes formes commerciales. Son emploi évolue et développer d'un pays à un autre (Mathilde, 2020).

1.1.7.1. Utilisations traditionnelles

La réglisse est utilisée en médecine depuis plus de 4000 ans.

- Traditionnellement utilisé dans le traitement des symptômes l'anémie par une décoction sa poudre était prescrit avec du miel
- Une décoction de sa racine est un bon lavage pour chute et grisonnement des cheveux.
- Dans les œdèmes, utilisez de la pâte de réglisse et de sésame mélangée avec du lait et du beurre. (Rajandeeep *et al.*, 2013).

1.1.7.2. Utilisations médicinales

La réglisse est également utilisée comme anti-inflammatoire, antispasmodique, adoucissant, détersif, diurétique et laxatif, et la poudre de racine de la réglisse également utilisé pour traiter l'asthme (Ghourri *et al.*, 2012). Par voie orale, l'infusion préparée par les racines est indiquée pour les ulcères gastriques (Bouayyadi *et al.*, 2015).

La réglisse est utilisée aussi à l'extérieur pour l'eczéma, l'herpès et le zona (Rajandeeep *et al.*, 2013).

Chapitre 2.

Les activités biologiques

2.1 Généralité sur le stress oxydant

2.1.1 Stress oxydant

Le stress oxydatif est défini comme un grave déséquilibre entre la production de radicaux libres et les systèmes de défense antioxydants (Ratnam *et al.*, 2006), ce qui entraîne des lésions tissulaires fonctionnelles (Ardestani *et al.*, 2008). Ce déséquilibre agit partiellement en générant des radicaux libres au cours du processus métabolique. Les causes du stress oxydatif sont soit d'origine nutritionnelle, soit génétique (Favier, 2003).

2.1.2 Radicaux libres

2.1.2.1 Définition des radicaux libres

Les radicaux libres sont des produits chimiques [espèces, atomes ou molécules] qui contiennent des électrons non appariés. Ils se caractérisent par des structures électroniques déséquilibrées, et très réactives avec les constituants organiques, les structures cellulaires animales (Favier, 2003), et les molécules responsables de nombreuses pathologies comme le cancer (Mustapha, 2019).

2.1.2.2 Production des radicaux libres

La production d'espèces oxydées est un résultat inévitable du métabolisme aérobie. En fait, l'organisme a besoin d'O₂ pour produire de l'énergie dans les réactions dites de respiration oxydative. Cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à la réduction en eau au niveau mitochondriale, ce qui peut conduire à la production de radicaux libres d'oxygénation (RLO). D'autres sources de production de radicaux libres sont classées en deux catégories ; les sources endogènes ou les RL sont des produits des réactions de l'organisme, et les sources exogènes tel que le tabagisme, les radiations UV, les médicaments, les réactif chimiques, les solvants industriels et la pollution (Favier, 2003).

2.1.2.3. Rôles des radicaux libres

Les radicaux libres sont impliqués dans la fonction d'enzymes spécifiques, la transmission des signaux cellulaires, la défense immunitaire contre les agents pathogènes, la destruction des cellules tumorales par accumulation, la régulation de la dilatation capillaire, la production d'énergie et la régulation des cellules, et à la signalisation intracellulaire (Ardestani et Yazdanparast, 2007).

2.2. Antioxydants

Les antioxydants sont définis comme des substances qui peuvent inhiber directement la production, limiter la dispersion ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène (Velioglu *et al.*, 1998). Les antioxydants qui ont traditionnellement été utilisés pour inhiber aussi l'oxydation dans les aliments éteignent également les radicaux libres redoutés et arrêtent les chaînes d'oxydation in vivo. Les antioxydants protègent également les cellules et préviennent la formation de toxines (Valco *et al.*, 2006). L'utilisation de substances antioxydants peut être très importante dans la prévention thérapeutique des maladies (Ait Chaouche *et al.*, 2018). Ils peuvent être classés selon leur mécanisme d'action, leur localisation cellulaire et leur origine.

2.2.1. Antioxydants enzymatiques

Il existe plusieurs systèmes enzymatiques qui catalysent la réaction qui neutralise les radicaux libres et les espèces réactives de l'oxygène. Ces enzymes comprennent la superoxydismutase, le peroxyde de glutathion, qui forment les mécanismes de l'organisme qui aident à protéger contre les dommages cellulaires causés par les radicaux libres. Ces enzymes nécessitent également des cofacteurs tels que le sélénium, le fer, le cuivre et le zinc pour une activité catalytique optimal (Velioglu *et al.*, 1998).

2.2.2. Antioxydants non enzymatiques

Il contient des vitamines E, vitamines C et des polyphénols d'origine végétale (flavonoïdes, coumarines, caroténoïdes, dérivés d'acides phénoliques, tanins ...etc.). La plupart de ces ingrédients ne sont pas fabriqués par l'organisme et doivent être obtenus par l'alimentation (Vansant, 2004).

2.2.3. Antioxydants naturels

Ils sont présents dans toutes les parties des plantes supérieures tels que les flavonoïdes, les coumarines, les tanins...etc. (Vansant, 2004).

2.3. Activité antibactérienne

2.3.1. Définition des bactéries

Les bactéries sont de petits organismes unicellulaires (procaryotes) présents presque partout et sont des micro-organismes autonomes. Elles jouent un rôle très important dans la fermentation, la synthèse des vitamines, l'immunité, les hormones et les enzymes (Clément, 1991).

2.3.2. Définition de l'Activité antibactérienne

Les propriétés antibactériennes de la plante sont efficaces contre une variété de micro-organismes, car les plantes n'ont pas de système immunitaire qui les protège (Remmal, 1993).

2.3.3. Les actifs antibactériens

Le composant bioactif structure polyphénolique tels que les flavonoïdes et les tanins, ils sont très efficaces contre les micro-organismes testés. Les polyphénols sont utiles pour les infections bactériennes, virales et parasitaires, quel que soit leur emplacement (Dorman et Deans, 2000).

2.4. Activité anticancéreuse

2.4.1. Le cancer

Le cancer est une maladie caractérisée par la prolifération cellulaire anormale dans le tissu de l'organisme. ces cellule initiatrices du cancer qui ont acquis certaines caractéristiques lui permettant de se diviser indéfiniment, en échappant aux mécanismes normaux de différenciation et de régulation de sa multiplication (Ahmed *et al.*, 2016).

2.4.2. La chimiothérapie

Lorsque le cancer se développe et forme une tumeur secondaire, les traitements topiques tels que la radiothérapie et la chirurgie ne sont plus appropriés. La chimiothérapie est utilisée pour traiter le cancer en bloquant la prolifération cellulaire, en réduisant la taille des tumeurs, et en prévenant la formation des tumeurs secondaires (Lechat, 2006).

2.4.3. Effets anticancéreux de la réglisse

Il existe de nombreux effets bénéfiques de la réglisse dans le traitement des cancers (côlon, foie, utérus, prostate, cancer de la peau, poumon) qui ont été prouvés par de nombreuses études. Cependant, des évaluations cliniques, biologiques et *in vivo* sont encore nécessaires (Mathilde, 2020).

Les composants bioactifs du réglisse ont montré des propriétés anticancéreuses, et généralement pratiquée dans la médication du foie, gastrique. Les flavonoïdes sont les principaux constituants efficaces extraits des racines de réglisse, qui confirme le potentiel anticancéreux inhérent de la réglisse et fournit la base d'études futures de leur mécanisme d'action. (Shadma *et al.*, 2021).

Deuxième partie

Chapitre 3.

Matériel et Méthodes

3.1. Matériel

3.1.1. Matériel bibliographique

La présente étude consiste à rechercher dans la littérature des publications qui ont discuté l'activité biologique de l'espèce *Glycyrrhiza glabra* L. par l'analyse de leur pouvoir antioxydants, antibactérienne et anticancéreuse en se basant sur la recherche bibliographique de données scientifiques dans les plateformes : Google scolaire, Sndl et Pub Med.

Parmi les articles obtenus, nous avons utilisé 17 articles dans la partie expérimentale, dont 4 articles analysant les composés et l'activité antioxydant ; pour l'activité antibactérienne nous avons utilisé 7 articles et 4 articles analysant l'activité anticancéreuse de *Glycyrrhiza glabra* L. En plus, 2 articles pour analysant le criblage phytochimique de cette plante.

3.1.2. Matériel végétale

3.1.2.1. Récolte de la plante

Dans les déférentes études sélectionnées, la récolte de la plante d'intérêt a été réalisée à différentes périodes de l'année (Tableau 2).

Tableau 2. Dates et zones géographiques de récolte de *Glycyrrhiza glabra* L.

Référence	Nom scientifique	Organe	Date de la récolte	Lieu
(Masoud <i>et al.</i> ,2019)	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	racines	Novembre (2016)	Ouest-Islamabad (province de Kermanshah, Iran)
(Enas, 2013)		racines	août (2012)	Nord du Caire, Egypte.
(Mahboubeh <i>et al.</i> ,2010)		Racines et feuilles	juillet (2007)	Abadeh, Iran.
(Fereshteh <i>et al.</i> .,2012)		racines	L'été (2011)	Garineh, Iran.
(Shapna <i>et al.</i> ,2010)		racines	Février (2009)	Dhaka, Bangladesh.

Après la récolte, le matériel végétal (les racines et les feuilles de la plante) a été trié, nettoyé et séché à l'ombre à température ambiante avec teneur d'humidité moins de 5%. Ensuite, les échantillons ont été broyés puis passés sur un tamis broyé de maille 50 µm pour obtenir le même gradient volumique pour obtenue une poudre séchée.

3.2. Méthodes

3.2.1. Extraction

L'extraction de plantes médicinales est la première étape de l'étude pour isoler les composés bioactifs de certaines plantes qui peuvent ensuite être utilisés à des fins cosmétiques ou médicaux.

3.2.1.1. Préparation des extraits aqueux

La préparation d'extrait aqueux à partir *G.glabra* L. a été réalisée par la macération de 50 g de poudre avec 500 ml d'eau pendant 24 h. puis les extraits ont été concentrés par rotation sous vide évaporateur. Les produits condensés sont conservé à 4°C avant le test (Mahboubeh *et al.*, 2010).

3.2.1.2. Préparation des extraits organiques

Parmi des molécules bioactives de la plante, l'un des molécules bioactives qui sont solubles ont été extrait dans les solvants organiques.

La matière végétale en poudre a été extraite à l'aide éthanol (80%) pendant 72 heures à température ambiante. Le volume de filtrat a été éliminé à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide à 40°C pour donner l'extrait concentré, qui a été Conservé à 4°C jusqu'à utilisation (Fereshteh *et al.*, 2012), alors que Masoud *et al.* (2019) a été préparé l'extrait en utilisant méthode de macération. Par agitation 500 ml d'acétate d'éthyle avec 50 g de poudre séchée de racine de *G. glabra* pendant 24 h. puis L'extrait a été filtré et le filtrat a été collectés.

3.2.1.3. La percolation

Une méthode utilisée par Shapna *et al.* (2010) par l'extraction 60g de poudre par percolation avec méthanol pendant un mois à température ambiante. Les extraits combinés ont été filtrés et concentré sous vide pour obtenir un extrait brut (10g).

3.3. Tests phytochimiques

L'étude phytochimique permet de détecter différentes substances chimiques (d'alcaloïdes, glucides, composés phénoliques, flavonoïdes ...) présentes dans la plante par des réactions de coloration, de précipitation et des observations.

Ces tests ont été utilisés par (Sharma *et al.*, 2013 ; Mohamed *et al.*, 2008 ; Gamal *et al.*, 2020) , avec quelques variations dans les extraits.

Sharma *et al.* (2013) ont utilisé des extraits aqueux méthanoliques bruts pour détecter la présence ou l'absence de métabolites secondaires. En revanche, Gamal *et al.* (2020) a utilisé l'extrait aqueux pour ces tests, et Mohamed *et al.* (2008) a testé par l'utilisation l'extrait éthanolique.

Le tableau 3 résumé les différents tests par divers réactifs chimiques. Les observations et les résultats indiquent la présence ou l'absence des composés phytochimiques dans la plante d'intérêt.

Tableau 3. Les tests phytochimiques par divers réactifs chimiques de *Glycyrrhiza glabra* L.

Constituants végétaux	Extrait + Réactif	Les observations
composés phénoliques	Cristaux de Sulfate ferrique	La couleur violette-noir
flavonoïdes	Acétate d'éthyle	précipité jaune
alcaloïdes	le réactif de Mayer	précipité blanc
stéroïdes	Anhydride acétique et l'acide sulfurique	La couleur vert-bleu ou vert
tanins	Chlorure ferrique	La couleur bleu-noir ou vert-brun
Glucides	Fehling	la couleur rouge brique
Protéines	Hydroxyde de sodium + sulfate de cuivre	la couleur de violet violacé
saponines	Eau distillée	« rayon de miel » la mousse

3.4. Activité antioxydante

3.4.1. Détermination de l'activité de piégeage des radicaux libres (DPPH)

Le dosage de l'activité antiradicalaire de la plante extraite a été déterminé par le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). Le DPPH est un radical libre stable présentant une absorbance maximale 517nm, montre une couleur violet foncé dans les solutions. Lorsqu'un électron impair est associé à un antioxydant, la couleur violet foncé disparaît et la couleur jaune apparaît (Figure 4). La diminution de l'absorption est une mesure de l'activité antioxydant. Ce test a été utilisé par (Dasharath *et al.*, 2016 ; Shapna *et al.*, 2010).

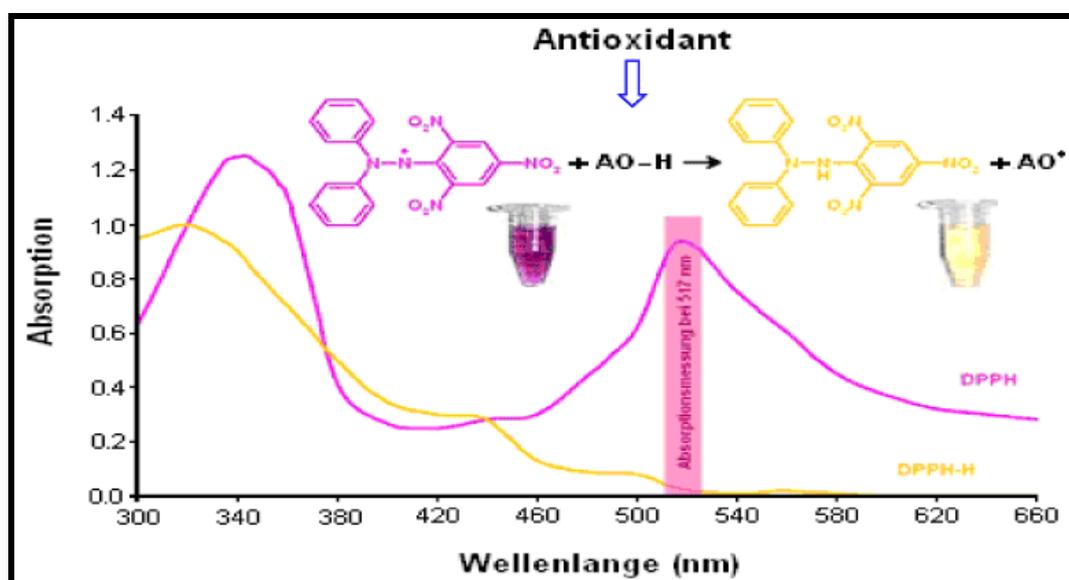


Figure 4. Structure du radical DPPH et sa réduction par un antioxydant (Boligon *et al.*, 2014).

Dasharath *et al.* (2016) ont été préparé la solution DPPH par dissolvant 24 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol et stocké à -20 °C jusqu'à usage ultérieur. 150 µl de cette solution DPPH ont été mélangés avec 50 µl d'extrait méthanolique à diverses concentrations 25 µg/ml à 1000 µg/ml. Le mélange réactionnel a été bien mélangé et incubé dans l'obscurité pendant 30 min. les mesures d'absorbance ont été enregistrées à 517 nm. Le blanc a été préparé sans addition de méthanol extrait. L'activité de piégeage a été calculée sur la base du pourcentage de radical de DPPH piégées.

Alors que, Shapna *et al.* (2010) dans l'expérience, 2,0 mg de l'extrait ont été dissous dans du méthanol. Différentes concentrations telles que 500, 250, 125, 62,50, 31,25, 15,62, 7,8125, 3,91, 1,95 et 0,98 µg/ml ont été obtenues par la technique de dilution en série. 2 ml d'une solution méthanolique de l'extrait de chaque

concentration a été mélangé avec 3 ml d'une solution DPPH-méthanol (20 µg/ml) et laissé reposer pendant 20 minutes, puis l'absorbance était déterminée à 517 nm.

Les pourcentages correspondant d'inhibitions étaient calculés à l'aide de l'équation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [1 - (\text{échantillon ABS} / \text{témoin ABS})] \times 100.$$

3.4.2. Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) :

La méthode de pouvoir antioxydants réducteur ferrique (FRAP) est un essai simple, rapide et reproductible. Il s'agit d'une technique spectrophotométrique simple, peu coûteuse qui a été initialement appliquée au plasma mais a été étendue aux autres liquides biologiques, les aliments et les extraits de plantes. La méthode FRAP est basée sur la réduction de complexe tripyridyltriazine ferrique (Fe^{3+} -TPTZ) à la forme de fer (Fe^{2+} -TPTZ) (figure 5), de couleur bleu foncé qui a une absorption maximale à 594 nm (Kubola *et al.*, 2008).

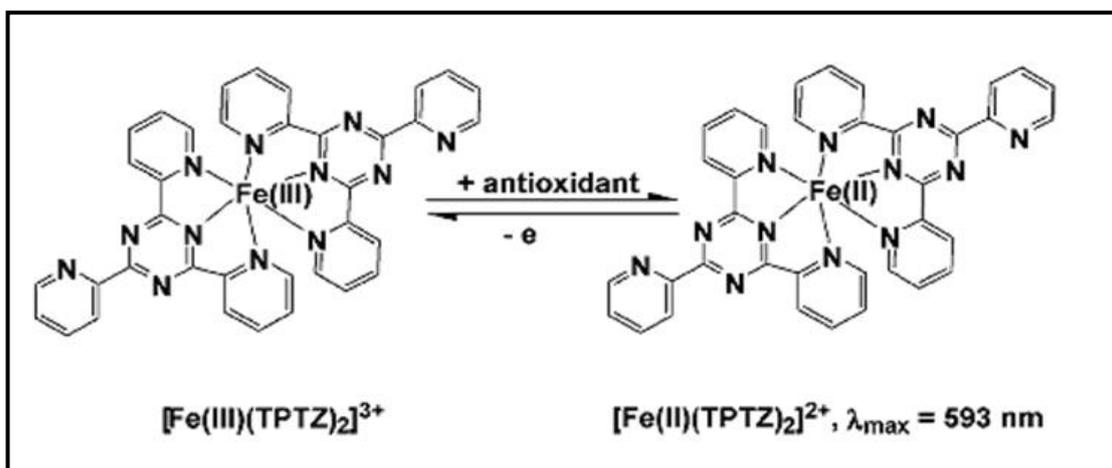


Figure 5. Schéma de réaction impliqué dans le test FRAP (Clementina *et al.*, 2020).

Dasharath *et al.* (2016) ont utilisés 40 µl d'extraits méthanoliques de plantes à différentes concentrations (1-10 mg/ml) avec un tampon phosphate (100 µl, 0,2 M et pH 6,6) et 100 µl de ferricyanure de potassium (1 %). Après incubation à 50 °C pendant 20 min, 100 µl d'acide trichloroacétique (TCA) à 10% ont été ajoutés au mélange, pour arrêter la réaction. Le mélange a été centrifugé à 10 000 rpm pendant 10 min. 100 µl de surnageant collectée du mélange a été mélangé avec 100 µl d'eau distillée et 20 µl de chlorure ferrique (0,1 %) et l'absorbance de la solution résultante a

été mesurée à 700 nm contre un blanc. L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif.

D'autre part, Jun-Xian Zhou *et al.* (2019) ont été préparé le réactif FRAP en mélangeant 10 mM de TPTZ dans 40 mM de chlorure d'hydrogène, 300 mM de tampon acétate (pH 3,6) et 20 mM de chlorure ferrique dans l'eau. Dans des plaques à 96 puits, 175 μ L de solution de réactif FRAP ont été ajoutés à 25 μ L de solution de réactif FRAP dilués en série. Les plaques ont été incubées à 37°C dans l'obscurité pendant 7 min et l'absorption a été lue à 593 nm avec la plaque Tecan Nano Quant Infinity M200 PRO Lecteur. L'acide ascorbique et EGCG (épigallocatechine gallate) ont été utilisés comme contrôle positif.

3.4.3. Test de piégeage du radical ABTS^{•+} (Capacité antioxydante équivalente de Trolox)

La méthode ABTS est basée sur la capacité de la molécule à éliminer le radical ABTS^{•+} de couleur bleu vert (Fig.6). Au cours de ce test, le sel d'ABTS perd un électron pour former un radical cation (ABTS^{•+}) de couleur sombre (noir) en solution. En présence d'antioxydant, le radical ainsi formé est réduit pour donner le cation ABTS⁺, et provoquant une décoloration de la solution (François, 2010). Par conséquent, l'activité antioxydante est déterminée par la décoloration de la solution et est exprimé par le pourcentage d'inhibition (PI) de l'absorbance à 734 nm, longueur d'onde à laquelle le radical présente ABTS^{•+} une bande d'absorption caractéristique (Boligon *et al.*, 2014).

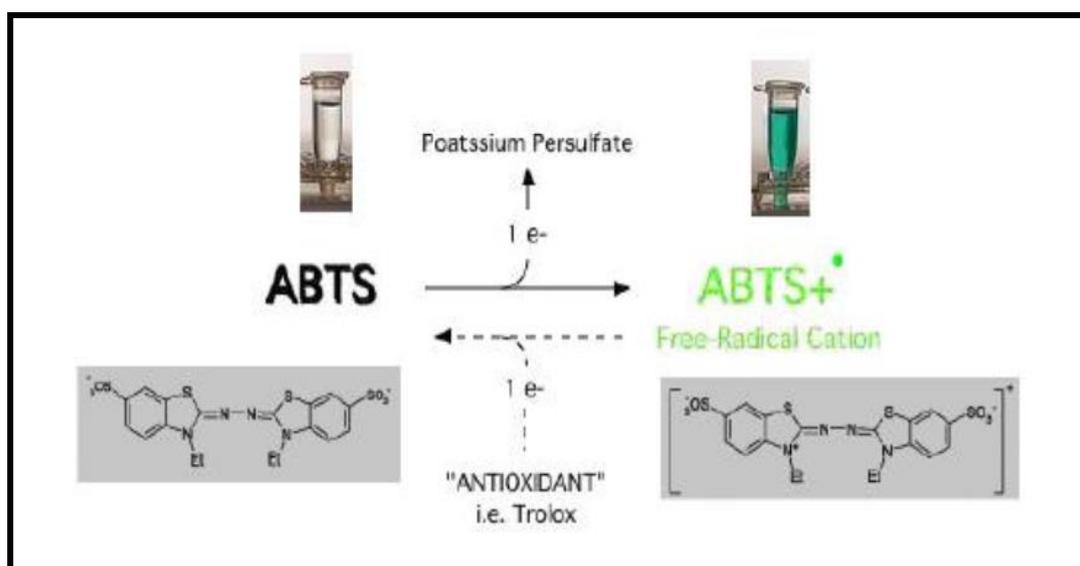


Figure 6. La réaction chimique de l'ABTS (Boutadjine *et al.*, 2019).

Jun-Xian Zhou *et al.* (2019) ont utilisé 7 mM ABTS a été mélangé avec 2,45 mM du persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) dans de l'eau déminéralisée et le mélange a été placé dans l'obscurité à température ambiante pendant 12 à 16 h pour préparer la solution mère d'ABTS⁺, après dilution avec l'eau pour obtenir la solution de travail qui devrait avoir une absorption de $(0,7 \pm 0,02)$ à 734 nm. Dans des plaques à 96 puits, 250 μ L de solution de travail ABTS⁺ ont été ajoutés à 50 μ L extraits de plantes dilués en série. Du Trolox (0–40 μ M) dans de l'éthanol à 100 % a été utilisé pour fabriquer un courbe étalonnage. Ensuite, les plaques ont été incubées à 37°C dans l'obscurité pendant 6 min et l'absorption a été lue à 734 nm.

Frattaruolo *et al.* (2019) ont été diluée la solution mère d'ABTS⁺ obtenue avec de l'éthanol afin d'atteindre une absorbance de $0,70 \pm 0,05$ à 734 nm. Différentes concentrations d'extraits ont été ajoutés à 1 ml de solution ABTS⁺ et les mélanges ont été incubés sous agitation dans obscurité pendant 5 min. L'absorbance a été mesurée aussi à 734 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

3.5. Activités antibactériennes

3.5.1 Le choix des souches de test

Les bactéries utilisées pour la détermination de l'activité antibactérienne.

Les auteurs des articles obtenus ont été utilisé plusieurs souches bactériennes comme *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Pseudomonas aeroginosa*... etc.

3.5.2. La technique utilisée pour évaluer L'activité antibactérienne

Les activités antibactériennes d'extraits provenaient des racines de *Glycyrrhiza glabra* ont étudié en utilisant la méthode de diffusion du disque et c'est la méthode la plus connue pour étudier ces activités, cette méthode a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antibactérienne des extraits vis-à vis des germes pathogènes.

Dans les 7 articles étudiés l'activité antibactérienne de la plante d'intérêt, Le protocole expérimentale appliqué, et le même protocole expérimental a été utilisé initié par :

➤ **Préparation le milieu :**

Gélose Mueller Hinton, coulée en boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre (15ml). Les géloses sont séchées avant l'emploi.

➤ **L'ensemencement**

Après la préparation de l'inoculum à partir de culture pure pendant 18h en milieu d'isolement. L'ensemencement fait par le Prélèvement une colonie de bactéries avec un l'écouvillon, et met dans 2ml d'eau physiologie, et laisser l'écouvillon stérile trempé dans la suspension bactérienne. Placé ensuite l'écouvillon sur toute la surface Miller Hinton, de haut en bas, en ligne serrée.

➤ **Préparation des disques**

Le papier filtre de watman est découpé en disque de 6mm de diamètre, imprégnés de 5 µl d'extrait (500 µg/disque) puis, déposés à la surface des milieux gélosés déjà ensemencé avec les microorganismes testés, ces disques doivent posséder un contour régulier pour donner une zone d'inhibition, et ont été mesuré facilement les disques stérilisés dans un autoclave pendant 20minutes à 120°C.

➤ **Lecture de résultat**

Après 16 à 18 heures d'incubation à 37 °C, la lecture des résultats se fait par la mesure des diamètres des zones d'inhibition complète compris le diamètre du disque, qui sont représentés par une auréole claire formé auteurs de chaque disques.

3.5.3 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI est la concentration minimale d'une substance dont la croissance n'est pas détectée à l'œil nu après une période d'incubation de 18 à 24 heures. (Haddouchi *et al.*, 2016).

Mahboubah *et al.* (2010) et Fereshteh *et al.* (2012) ont été déterminées les valeurs CMI, l'un par séquençage méthode de dilution et l'autre par la méthode de macro-dilution.

3.6 Activité anticancéreuse

3.6.1. Culture Cellulaire

La culture cellulaire est un procédé qui permet aux cellules de se reproduire en dehors de leur milieu de vie naturel pour faire vivre des cellules dans un milieu de culture différent de celui d'origine.

Dans les 4 articles étudiés, La culture cellulaire été réalisée à différentes lignées cellulaires Obtenu de différentes régions (Tableau 4).

Tableau 4. Les lignées de cellules cancéreuses utilisées dans la culture cellulaire.

Référence	Lignées cellulaires utilisé	Lieu
(Enas, 2013)	Carcinome du sein humain (MCF-7)	Institut national du cancer (Le Caire, Égypte)
(Nourazarian <i>et al.</i> , 2015)	Cellules HT29 (la cellule de carcinome colorectal humain doubler)	la banque de cellules de l'Institut Pasteur d'Iran (Téhéran, Iran)
(Nazmi <i>et al.</i> , 2018)	les lignées cellulaires MCF-7 et HT29	
(Modarresi <i>et al.</i> , 2019)	SKNMC (Cellules de neuroblastome humain), A2780 (lignée cellulaire de carcinome ovarien humain) et H1299 (cellules humaines de carcinome pulmonaire non à petites cellules)	

3.6.2. Test MTT pour la viabilité cellulaire

Le test MTT 3-[4, 5- dimethylthiazol-2-yl]-2, 5-diphenyl tetrazoliumbromide est un test colorimétrique basé sur la viabilité de la réduction enzymatique de la molécule de MTT quand il est exposé à des cellules viables. Les mesures de l'absorbance par rapport à un contrôle déterminent le pourcentage restant de cellules cancéreuses viables après leur traitement avec des concentrations variables d'un composé testé, ce qui se traduit pour l'activité anticancéreuse du composé et de ses valeurs de CI₅₀. Le test MTT est largement commun dans les études de cytotoxicité

pour le criblage de nouveaux composés anti-cancéreux, en raison de sa précision, la rapidité et la simplicité relative (Nitzan *et al.*, 2013).

Enas, (2013) a été testés l'effet des huiles essentielles de *G. glabra* (10 à 600 µg/ml) sur la viabilité des cellules qui a été déterminée par le test MTT. Les cellules ont été étalées à raison de 1×10^5 cellules par puits dans 200 µl de solution complète et le milieu de culture contenant des concentrations de gel de 10 à 600 µg/ml huiles essentielles séchées dans des plaques à 96 puits. Chaque concentration d'huiles essentielles a été répétée dans cinq puits. Après incubation pendant temps souhaités à 37°C dans un incubateur humidifié. 50 µl de MTT ont été ajoutés à chaque puits et incubés pendant 2 h après quoi la plaque a été centrifugée à X 600 g pendant 5 min à 4°C. La solution de MTT a été retirée des puits par aspiration. Après élimination du milieu, 0,1 ml de DMSO tamponné a été ajouté à chaque puits, et les plaques ont été secouées. L'absorbance a été mesurée à la longueur d'onde de 540 nm.

Aussi pour, Nourazarian *et al.* (2015), Nazmi *et al.* (2018) ont étéensemencées toutes les lignées cellulaires dans des plaques de culture tissulaire à 96 puits à une densité de 15 000 cellules par puits et incubées à 37°C dans 5% CO₂ pour l'humidité. Ensuite, les cellules ont été traitées avec différentes concentrations d'extrait de *G. glabra* (50-200 µg/ml). Pour le test MTT, 2 mg/ml de solution MTT ont été ajouté à chaque puits et incubé pendant 3h à 37°C. Le milieu a été retiré. L'absorbance a été lue à 570 nm. Le même Protocole pour Modarresi *et al.* (2019) pour évaluer l'effet cytotoxique de *G. glabra* sur les lignées cellulaires utilisé.

Chapitre 4.

Résultats et discussions

4.1. Analyse phytochimique

Les résultats du screening phytochimique étudiée par Sharma *et al.* (2013); Mohamed *et al.* (2008) et Gamal *et al.* (2020) ont réalisé sur les extraits de *glycyrrhiza glabra* L. sont représentés dans le tableau 5. Nous remarquons que tous les extraits utilisés dans les études sont riches en composants bioactifs tels que les flavonoïdes, saponines, composés phénoliques, les tannins et protéines.

Tableau 5. Criblage Phytochimique des extraits de racine de *Glycyrrhiza glabra* L.

Référence	Sharma <i>et al.</i> (2013)	Mohamed <i>et al.</i> (2008)	Gamal <i>et al.</i> (2020)
Constituants végétaux	Extrait aqueux méthanolique	Extrait éthanolique	Extrait aqueux
Les composés phénoliques	+	+	nd
Flavonoïdes	+	+	+
Alcaloïdes	+	nd	+
Stéroïdes	+	nd	nd
Les Tannins	+	+	-
Les glucides	nd	nd	Nd
Les Protéines	-	+	+
Saponines	+	+	+

+: présent

- : absent

nd : non déterminé

Autre étude par Zafar *et al.* (2017) a été déterminé le criblage phytochimique de la racine de *Glycyrrhiza glabra* L. avec cinq extraits organiques (tableau 6).

Tableau 6. Criblage Phytochimique qualitatifs de différents extraits de racine de *Glycyrrhiza glabra* L.

Extraits Constituants végétaux	éthanol	Éthyl acétate	THF	Toluène	Hexane
Flavonoïdes	+	+	+	-	+
Alcaloïdes	+	-	+	-	-
Saponines	+	-	+	+	-
Glycosides	+	+	+	-	-
terpénoïdes	+	+	+	-	-
Tanins	+	+	+	-	-
Stéroïdes	+	+	+	+	-
graisses	-	-	+	+	+

+ : Présence.

- : Absence.

THF : Tétrahydrofurane.

Les résultats ont montré la présence d'une large gamme de métabolites secondaires, alcaloïdes, flavonoïdes, glycosides terpénoïdes, tanins, saponines, dans les extraits éthanolique, acétate d'éthyle et l'extrait de THF (Tétrahydrofurane) a montré la présence de tous les constituants mentionnés ci-dessus qui indique que le THF est le meilleure solvant organique par rapport les autres solvants d'extraction de métabolites étudiés.

Les analyses phytochimiques sur les extraits des végétaux est une étape préliminaire et importante puisqu'elle révèle la présence des constituants connus par leurs activités physiologiques et leurs vertus médicinales (Sofowra, 1993).

Les caractéristiques phytochimiques de *glycyrrhiza glabra* L. ont indiqué la présence de flavonoïdes, saponines, stéroïdes, alcaloïdes, des tanins et des protéines. La richesse de cette plante par ces composés chimiques actifs pourrait expliquer le rôle principal de cette plante dans leur efficacité biologique.

4.2. Activité antioxydants

La capacité antioxydants *in vitro* de tous les extraits de *Glycyrrhiza glabra* L. a été évaluée par les tests suivant : DPPH, Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) et Test de piégeage du radical ABTS⁺⁺.

4.2.1. L'activité de piégeage des radicaux libres DPPH

L'activité de piégeage des radicaux libres des extraits méthanolique de la réglisse et comparée par rapport à l'acide ascorbique utilisé comme étalon et ont été mesurée par dosage DPPH utilisé par Dasharath *et al.* (2016). Il a été observé que l'activité de piégeage des radicaux libres de la réglisse augmenté à mesure que sa concentration était augmentée par rapport à l'acide ascorbique qui était utilisé comme standard sont présentées dans la Figure 7. Les différentes concentrations de réglisse ont été comparées à l'acide ascorbique standard et il a été constaté que l'activité de piégeage des radicaux libres de la réglisse était supérieure bien que à une concentration de l'acide ascorbique plus élevée de réglisse telle que 500 et 1000 mg / ml. La présence de composés phénoliques de l'extrait méthanolique de réglisse tels que les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les phénols indique que la plante de réglisse présente une bonne activité antioxydante (Hatano *et al.*, 1989 ; Neeti *et al.*, 2014).

Shapna *et al.* (2010) à trouver aussi une capacité de piégeage des radicaux libres avec une valeur IC₅₀ de 87,152 µg/ml par rapport l'acide ascorbique standard qui avait la valeur IC₅₀ de 22,78 µg/ml (Figure 8). Ces résultats dénotent la présence de principes antioxydants dans l'extrait de la réglisse. Les composés phénoliques tel que l'Isoliquiritigénine (IL) isolées des racines de réglisse, s'est révélée être un puissant agent antioxydant de *Glycyrrhia glabra*, a été rapporté par (Chin *et al.*, 2007).

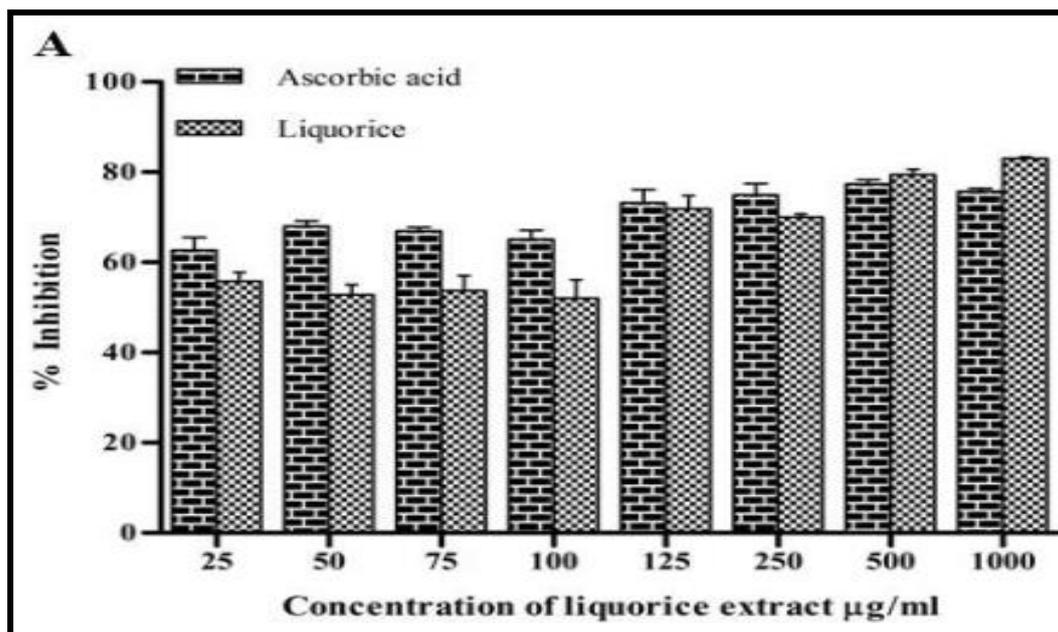


Figure 7. Capacité de piégeage des radicaux DPPH des extraits de *Glycyrrhiza glabra* L. par rapport à l'acide ascorbique standard (Dasharath *et al.*, 2016).

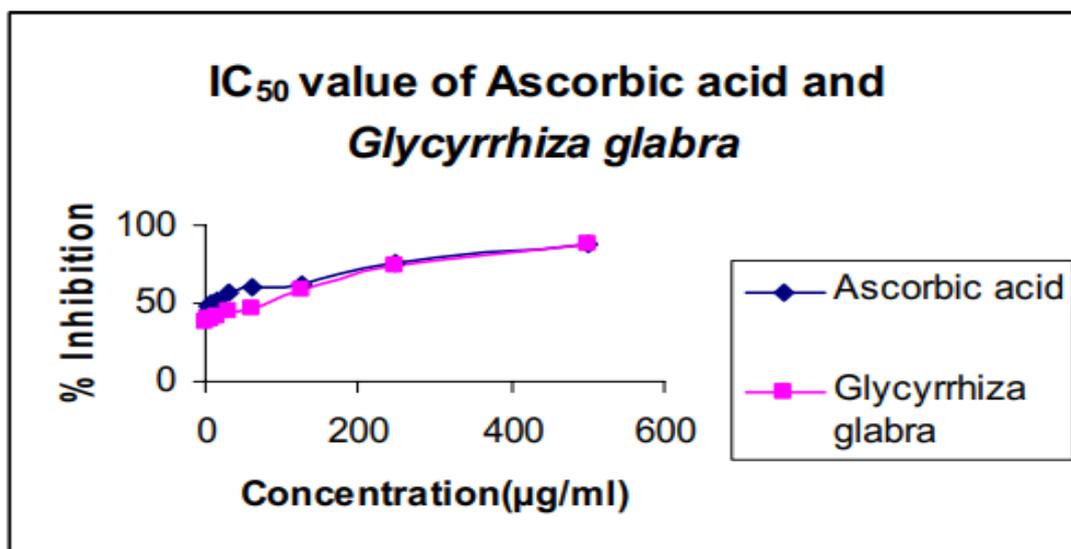


Figure 8. valeur IC₅₀ de l'acide ascorbique et de *Glycyrrhiza glabra* (Shapna *et al.*, 2010).

4.2.2. Pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP)

Dans ce test, la présence d'antioxydants dans les extraits de plantes provoque la réduction du fer ferrique (Fe³⁺) en fer ferreux (Fe²⁺) en cédant un électron.

Les capacités réductrices de l'extrait méthanolique de *Glycyrrhiza glabra* L. sont montrées dans la Figure 10 par Dasharath *et al.* (2016). Le pouvoir réducteur ferrique augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait par rapport à

l'acide ascorbique. Ces résultats rapportent que l'extrait méthanoïque possède un pouvoir réducteur en présence de composés polyphénoliques connus différents notamment les flavonoïdes (Liquiritine, Isoliquiritine, Liquiritigénine, Formonétine, Glabridine, Glabrol, Glycyrrhizine, Hispaglabridine-B) ont été rapportées par (Mohammad *et al.*, 2012). Ainsi, la présence de ces composés dans l'extrait méthanolique explique que les polyphénols de réglisse jouent un rôle très important dans la chélation des métaux de Transition impliqués dans la réaction de Fenton (formation de radicaux hydroxyles résultant de la réaction du fer avec le peroxyde d'hydrogène) (Fig.9).

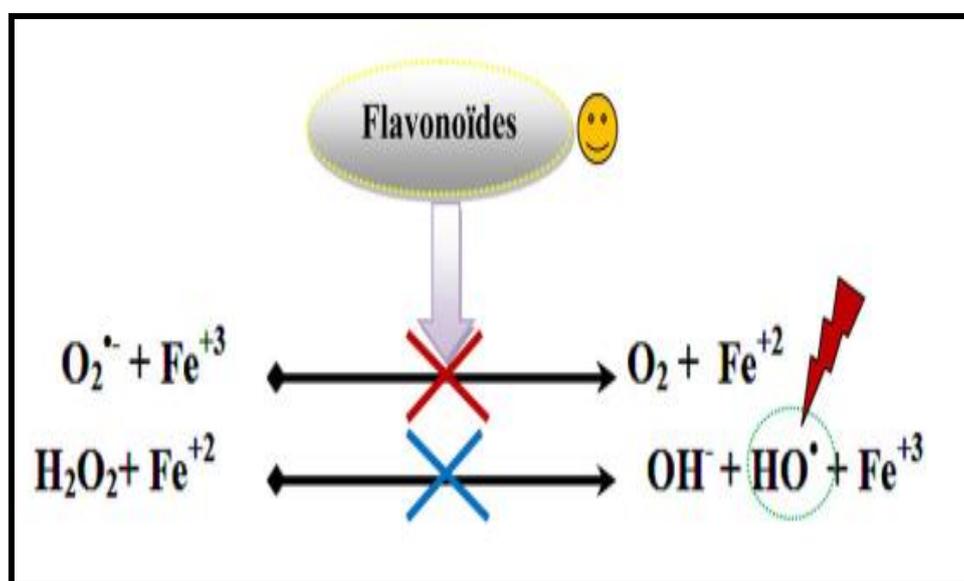


Figure 9. Réaction de Fenton (Ghedadba *et al.*, 2015).

Jun-Xian Zhou *et al.* (2019) ont été trouvé que l'échantillon testé a montré que le pouvoir réducteur de l'extrait méthanolique ($FE = 477.42 \pm 13.00$ mmol Fe^{2+}/g) qui été beaucoup inférieur à celui de l'acide ascorbique et EGCG ($FE = 14268.44 \pm 66.18$ mmol Fe^{2+}/g ; $FE = 25318.57 \pm 114.83$ mmol Fe^{2+}/g) qui est bien connu comme le réducteur le plus actif.

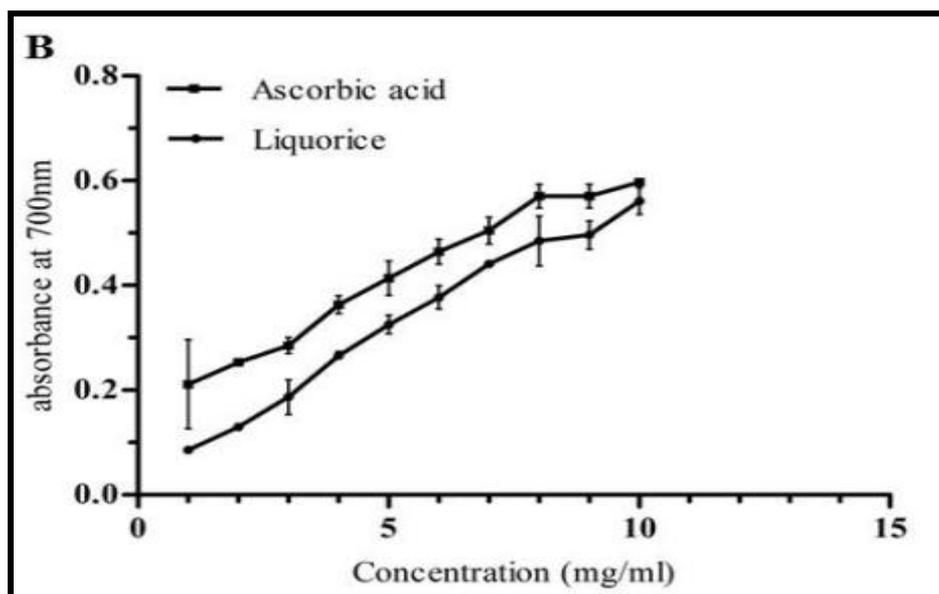


Figure 10. Réducteur ferrique le pouvoir antioxydant de la réglisse mesuré et comparé à l'acide ascorbique standard. (Dasharath *et al.*, 2016).

4.2.3. Capacité antioxydante équivalente de Trolox ABTS

Afin d'évaluation et de comparaison le pouvoir antioxydant des extraits de feuilles de *Glycyrrhiza glabra* L., les extraits de feuilles A, B et C ont été exposés aux dosages ABTS, les résultats de Frattaruolo *et al.*, (2019) sont montrées dans la Figure 11, avec des valeurs IC₅₀ allant de 5,88 à 6,76 µg/ml présentent dans le tableau 7. Ces résultats ont mis en évidence que la présence d'un groupe prényle dont les feuilles de *G. glabra* peut contribuer au profil antioxydant et antiradicalaire des flavanones de son extrait, selon les études rapportées précédemment (Chen *et al.*, 2014).

Tableau 7. Activité antioxydante (valeurs IC₅₀) des extraits de feuilles de *G. glabra*.

	IC ₅₀ ± SD (µg/ml)		
	Extrait A	Extrait B	Extrait C
ABTS (IC ₅₀)	6.76 ± 0.78	6.1 ± 1.04	5.88 ± 0.83

Dans l'étude de Jun-Xian Zhou *et al.* (2019) ont été trouvé que la capacité antioxydante équivalente de Trolox de l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* (TEAC= 672.19 ± 5.06 mM Trolox/mM) qui été plus faible par rapport aux standards (TEAC de l'acide ascorbique = 6363.67 ± 32.37 mM Trolox/mM ; TEAC de EGCG=

15708.35 ± 54.72 mM Trolox/mM). Les extraits de racines ont permet différents actions chez l'animal. A l'origine de cette activité, nous retrouvons les isoflavanes, les licochalcones et les coumarines (Demizu, 1988 et Vaya, 1997).

Les extraits végétaux examinés contenaient des teneurs appréciables en composés phénoliques et flavonoïdes totaux et en composés antioxydants et l'extrait méthanolique de la réglisse est l'un s'est avéré avoir de la plus forte capacité antioxydants lorsqu'il a été évalué par les tests DPPH, ABTS et le pouvoir réducteur (FRAP).

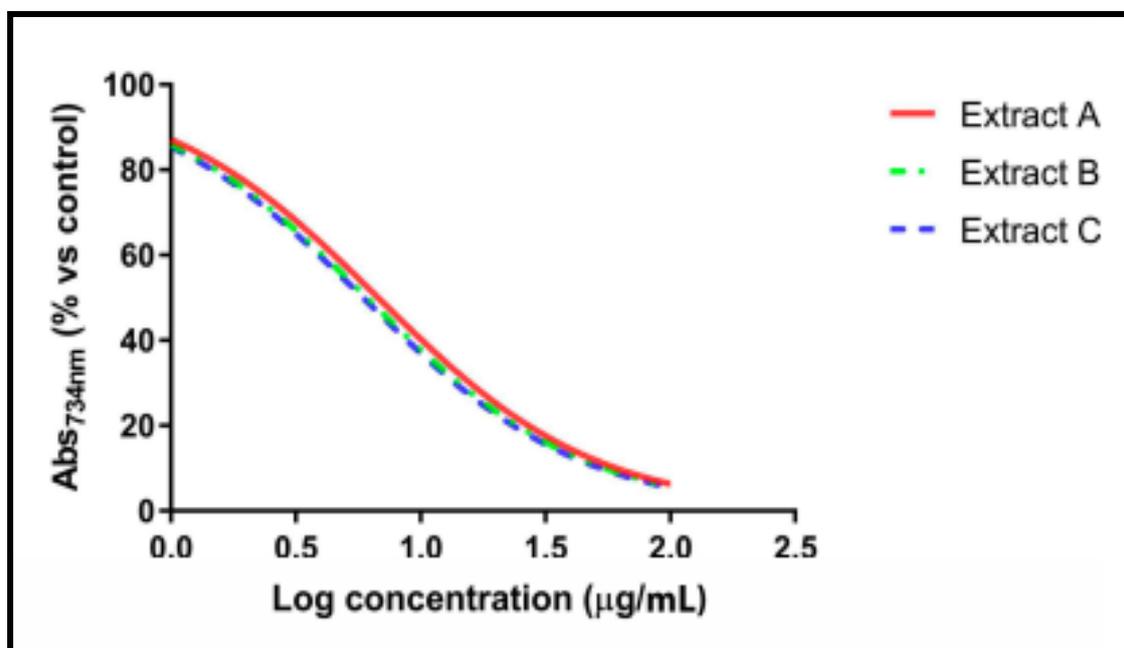


Figure 11. Profil antioxydant des extraits de feuilles de *G. glabra* L. (Frattaruolo *et al.*, 2019).

Extrait A: extrait de feuilles fraîches macérées au méthanol.

Extrait B: extrait de feuilles fraîches après extraction par ultrasons à l'éthanol.

Extrait C: extrait de feuilles séchées après extraction par ultrasons avec de l'éthanol.

4.3. Activité antibactériennes

4.3.1. Résultat Test antibactérien par diffusion sur un milieu gélose

La méthode de diffusion sur disque a été utilisée pour déterminer l'activité antibactérienne de l'extrait de *G.glabra*, par l'utilisation de différentes souches bactériennes.

Nirmala *et al.* (2011) ont été étudiée les activités antibactériennes *in vitro* à partir des extraits de racines séchées de *G. glabra* sont indiqués dans le tableau 8.

Tableau 8. Les activités antibactériennes des extraits au méthanol, acétate d'éthyle, acétone et chloroforme des extraits secs de *Glycyrrhiza glabra* (Nirmala *et al.*, 2011).

Micro-organismes	Zone d'inhibition (mm/20µl)				
	Extrait au méthanol	Extrait à l'acétate d'éthyle	Extrait à l'acétone	Extrait au chloroforme	Les témoins
<i>Bacillus coagulans</i>	12	7	8	10	–
<i>Enterococcus faecalis</i>	–	–	–	–	–
<i>Escherichia coli</i>	14	9	11	10	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	–	–	–
<i>Salmonella typhimurium</i>	11	8	9	9	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	–	–	–	–	–

Les zones d'inhibition formées par les disques injectés uniquement avec de l'acétate d'éthyle, du méthanol, chloroforme et acétone (témoins négatifs). Les extraits de racine de *G. glabra* ont montré de nombreuses activités antibactériennes (zone d'inhibition de 9-14 mm/20µl) contre des souches bactérienne telles que *Escherichia coli*, mais ces extraits n'ont pas inhibé *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. Les disques témoins ont injecté par 20 µl de méthanol, le chloroforme, l'acétate d'éthyle et l'acétone n'ont montré aucun effet inhibiteur contre les microorganismes testés. En revanche, les résultats de Sharma *et al.* (2012) de la zone d'inhibition (en mm) de l'extrait méthanolique de racine de *Glycyrrhiza glabra* (tableau 9) a montré de fortes activités antibactériennes pour les même souches a utilisé par Nirmala *et al.* (2011).

Tableau 9. L'étude des activités antibactériennes d'extrait de racine de *G.glabra* utilisant la méthode de diffusion sur disque (Sharma *et al.*, 2012)

souche Bactérien	Nom des Bactéries	Zone d'inhibition (En mm)			
		100 %	75%	50%	25%
Gramme Négatif(-)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	8	6	5
	<i>Shigella flexneri</i>	10	7	6	6
	<i>Escherichia coli</i>	8	8	7	6
Gramme Positif (+)	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	9	8	6	5
	<i>Staphylococcus aureus</i>	9	6	7	5
	<i>Bacillus subtilis</i>	9	8	5	5

D'autre part, Aparajita *et al.* (2013) ont montré que l'inhibition efficace maximale a été trouvée dans l'extrait de méthanol à 100% contre *Escherichia coli* (18,3 mm) suivi de *Staphylococcus aureus* (17,6 mm) ce qui est en accord avec les résultats de Sharma *et al.* (2012), mais l'extrait acétonique n'a pas montré la même tendance d'activité antimicrobienne des souches bactériennes que celle trouvée dans l'extrait méthanolique.

Selon Fereshteh *et al.* (2012) l'analyse de différente concentration de l'extrait éthanolique de *G. glabra* a montré activité inhibitrice positive contre les bactéries *Enterococcus fécales*, *Staphylococcus aureus* et *E.coli*. Il a été observé que la zone d'inhibition augmente avec l'augmentation de la dose de l'extrait. La plante a montré activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* mais il est intéressant que l'extrait de racine de *G.glabra* ne montrent aucune activité antimicrobienne lorsque testé contre ce micro-organisme dans l'étude de Nirmala *et al.* (2011).

L'étude de Zafar *et al.* (2017) (Figure 12) a été confirmés l'étude de Fereshteh *et al.* (2012) que l'extrait éthanolique a donné une inhibition maximale (10 mm) contre *Staphylococcus aureus*, alors que la zone d'inhibition à nouveau de *Echerichia coli* par le tétrahydrofurane a donné inhibition maximale (9 mm).

Mahboubeh *et al.* (2010) ont testé deux extrait l'un est l'extrait aqueux et l'autre l'extrait éthanolique, a partir des feuilles et des racines de la réglisse. Les extraits

éthanolique de *Glycyrrhiza glabra* ont montré une forte activité bactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *E.coli* et *Enterococcus faecalis*, ces résultats confirment aussi le rapport précédent de Fereshteh *et al.* (2012) que l'activité antibactérienne de relative de l'extrait éthanolique était supérieure aux différents extraits, de plus, les extraits de feuilles avaient de meilleurs résultats d'activité que les extraits de racine.

Selon les résultats de Shirazi *et al.* (2007) comme le montre le tableau 10, les effets inhibiteurs de la réglisse contre la croissance de *Salmonella typhi* et *Escherichia coli* ont été trouvé à des concentrations équivalentes ou supérieures de 7,5 %. Ce sont les mêmes résultats qu'il a trouvés par Aparajita *et al.* (2013) que l'inhibition efficace maximale dans l'extrait de *G.glabra* a été enregistrée contre de *Salmonella typhi* (16,0 mm), suivi par *E. coli* (15,3 mm).

Tableau 10. Effets inhibiteurs de différentes concentrations de réglisse contre la croissance de micro-organismes utilisées (Shirazi *et al.*, 2007).

Micro-organismes	Concentration de l'extrait de <i>G.glabra</i>			
	5	7,5	10	15
<i>S.typhi</i>	-	+	++	+++
<i>S.paratyphi B</i>	+	++	+++	+++
<i>S.sonnei</i>	-	+	+	++
<i>S.flexneri</i>	-	+	+	++
<i>ETEC E.coli</i>	-	+	++	+++

- : Pas d'effet inhibiteur.

+ : Faible effet inhibiteur.

++ : Effet inhibiteur modéré.

+++ : Bon effet inhibiteur.

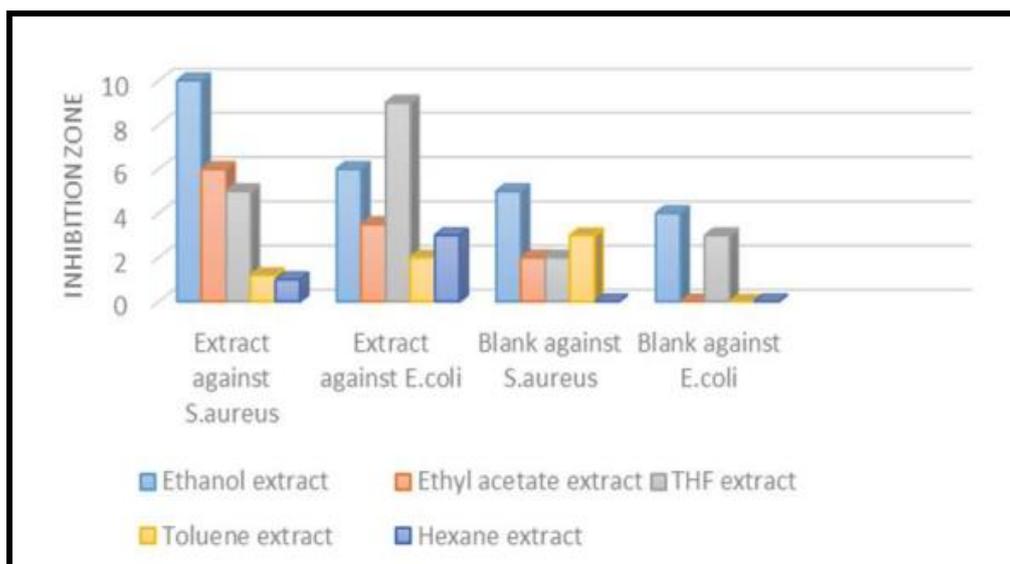


Figure 12. Activité antimicrobienne d'extraits organiques de racines de *glycyrrhiza glabra* L. (Zafar *et al.*, 2017).

Les résultats de cette étude ont montré que le type de solvant utilisé affecte significativement l'efficacité d'extraction des composés bioactifs et l'activité antibactérienne de *G.glabra*. Les variations du contenu en composés phénoliques et l'activité antibactérienne entre les extraits étaient probablement liées à la polarité du solvant d'extraction. Pour l'activité antibactérienne de constituants chimiques est possiblement liée à la présence de flavonoïdes, tanins, phénols, saponines et autres métabolites secondaires qui servent de défense mécanisme contre de nombreux micro-organismes, insectes et autres herbivores (Murugan *et al.*, 2013 ; Poltrai, 1997).

La plupart des extraits examinés contenaient des teneurs appréciables en composés antibactérienne mais l'extrait méthanoïque et l'extrait éthanolique ont un large spectre bactérien contre les microorganismes. D'autres études complémentaires ont confirmé cette activité antibactérienne. De plus, d'autres essais d'un extrait éthanolique de plantes comprenant *Glycyrrhiza glabra* ouvriront la voie au développement d'un médicament végétale efficace et peuvent être utilisées comme matières premières pour la phytothérapie (Habib *et al.*, 2019).

4.3.2. Résultats de la valeur CMI

Les résultats de Fereshteh *et al.* (2012) pour la concentration minimale inhibitrice (CMI) a été indiqué dans le tableau 11.

Tableau 11. Résultats moyens de CMI (mg/ml) de l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* L. sur les micro-organismes.

Souches bactériennes	<i>S. mutans</i>	<i>S. sanguis</i>	<i>A. viscosus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
CMI	12.5	30	12.5	12.5	30	35

E.coli est la bactérie la plus résistance à *G. glabra* par rapport les autres bactéries. L'extrait éthanolique de *G. glabra* avait valeur CMI prometteuse contre toutes les bactéries. Aussi l'extrait éthanolique de cette plante a montré la valeur CMI la plus élevée contre *Escherichia coli*.

Selon les résultats de Mahboubeh *et al.* (2010) (tableau 12), les extraits éthanoliques de feuilles de *G.glabra* présentent la plus haute activité par rapport les autres extraits. Dans cette étude, les extraits de *Glycyrrhiza glabra* L. ont montré une activité contre *S. aureus* et peuvent être utilisées comme matières premières pour la phytothérapie. La majorité des effets antimicrobiens de la réglisse est due aux composants isoflavonoïdes (Murray, 1995).

Tableau 12. Concentrations minimales inhibitrices (mg/ml) de différents extraits de *Glycyrrhiza glabra* L.

Microorganismes		Extraits éthanoliques		Extraits aqueux	
		feuille	racine	feuille	racine
<i>Staphylococcus aureus</i>	CMI	1, 25	2,5	10	5
<i>Bacillus subtilis</i>		5	2,5	5	20
<i>Enterococcus faecalis</i>		0,312	5	10	–
<i>Candida albicans</i>		5	2,5	0,625	1,25

4.4. Activité anticancéreuse

4.4.1. Résultat anticancéreuse par le Test MTT

Les effets des extraits de *Glycyrrhiza glabra* ont été étudiés sur la croissance et la prolifération du cancer du côlon de la lignée cellulaire HT-29 incubation et de la lignée cellulaire du cancer du sein MCF-7 par Nazmi *et al.* (2018) avec différentes doses d'extraits de *G. glabra* suivies le test MTT. Les résultats ont montré une réduction significative pour la viabilité des cellules traitées incubées pendant 24 heures, également indiqué que l'extrait de *G. glabra* a inhibé la prolifération des cellules MCF-7 et HT-29 aux dosages de 200 et 2000 µg/ml après 24 heures d'incubation (Figures 13 et 14). Donc l'extrait de *G. glabra* pourrait avoir des propriétés antiproliférative sur les lignées cellulaires HT-29 et MCF-7. Les résultats ont également indiqué que *G. glabra* pourrait potentiellement servir de agent chimioprotecteur contre le cancer. Aussi l'extrait aqueux de *G. glabra* a été impliqué dans l'inhibition de la croissance du cancer du sein et cancer du côlon.

Ces résultats a été confirmés l'étude de Nourazarian *et al.* (2015) qui montrée une diminution significative de la viabilité des cellules HT-29 incubées pendant 24, 48 et 72h. Alor que l'extrait de *G. glabra* a significativement inhibé la prolifération des cellules HT-29. La croissance cellulaire était considérablement inhibée à 200 µg/ml pendant 72 h comme le montre la figure 15, la prolifération cellulaire a été diminué respectivement après ce temps. En accord avec l'étude précédente de Nazmi *et al.* (2018) les extraits de *Glycyrrhiza glabra* avaient des effets antiprolifératifs du cancer du côlon de lignée cellulaire cancéreuse HT-29. Ceci confirme que *Glycyrrhiza glabra* est un agent chimioprotecteur contre le cancer, mais des investigations plus détaillées sont nécessaires pour son application comme anticancéreux complémentaire.

D'après les résultats de Enas. (2013), les résultats de leur étude présenté dans la figure 16 montre les traces résumés de l'inhibition de la croissance cellulaire (CGI) (%) par rapport aux concentrations d'huiles essentielles de *G. glabra* présente des effets antiprolifératifs contre le MCF-7 de manière dose-dépendante. Plus que les concentrations d'huiles essentielles est élevée plus le pourcentage d'inhibition de la prolifération cellulaires est élevée.

Ces résultats confirment le rapport précédent que l'extrait de *G.glabra* inhibe la prolifération des cellules MCF-7 du cancer du sein. D'autres études similaires confirment que l'extrait de *G.glabra* et la glycyrrhizine de cette plante inhibent la prolifération des cellules MCF-7 du cancer du sein (Dong *et al.*, 2007). Aussi l'activité cytotoxique présentée par l'extrait méthanolique de *G. glabra* indique clairement la présence de principes bioactifs de cette plante qui pourraient être très utile comme antiprolifératif, antitumoral et autre bioactif (Rahman *et al.*, 2008 ; Hossain *et al.*, 2004).

Pour Modarresi *et al.* (2019), ont étudiée aussi l'effet de cytotoxicité de *G. glabra* mais avec différents lignées cellulaires cancéreuses (H1299, SKNMC et A2780) par rapport les études précédente. Après exposition à divers concentrations de *G. glabra*. La figure 17 montre le pourcentage de cellules viables par rapport au groupe témoin (100 % de viabilité). Les résultats ont montré que ce composé phytochimique peut inhiber avec succès la prolifération des trois lignées cellulaires cancéreuses. L'exposition de *G. glabra* avec des concentrations inférieures à 25 μM n'a provoqué aucun effet significatif sur les cellules cancéreuses, mais a été efficace avec des concentrations supérieures à 25 μM suggérant que *G.glabra* est efficace sur ces cellules.

De plus, Cette étude a rapporté l'effet de *G.glabra* sur le carcinome ovarien; cependant, d'autres études ont prouvé l'effet isoflavone de *G.glabra* comme 18- β glycyrrhétiniqu sur le traitement des différents syndromes ovariens (Lee *et al.*, 2010). *G.glabra* a également présenté une activité cytotoxique, œstrogénique et antiproliférative envers les cellules humaines du cancer du sein (Shang *et al.*, 2010).

Enfin, de nombreuses études *in vitro* et *in vivo*, montrent que l'extrait de *G. glabra* L. possède de fortes propriétés antioxydants. Ces activités peuvent être attribuées à des constituants, comme les composés phénoliques, tels que les flavonoïdes, les tanins et les acides phénoliques. Ainsi que, l'extrait de *G. glabra* a montré une excellente activité antibactérienne contre les microorganismes.

D'autre part plusieurs études ont montré que les résultats de cette étude confirment l'efficacité de cette plante pour le traitement du cancer et l'inclusion dans l'alimentation étant donné le caractère naturel du produit, son faible coût et sa disponibilité publique.

Les chercheurs devraient porter une attention particulière à cette plante et faire un pas vers la réduction de la douleur et les problèmes vécus par ces types de patients en effectuant la recherche et la production des médicaments anticancéreux, antioxydants et antibactérienne avec moins de complications.

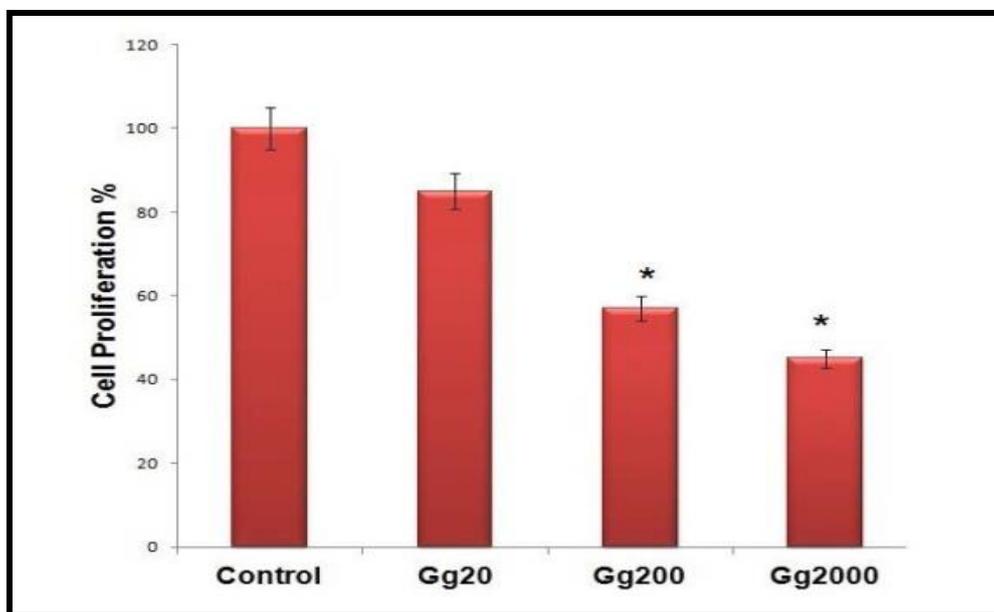


Figure 13. Effets de l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* sur la prolifération du côlon Lignée cellulaire cancéreuse HT-29

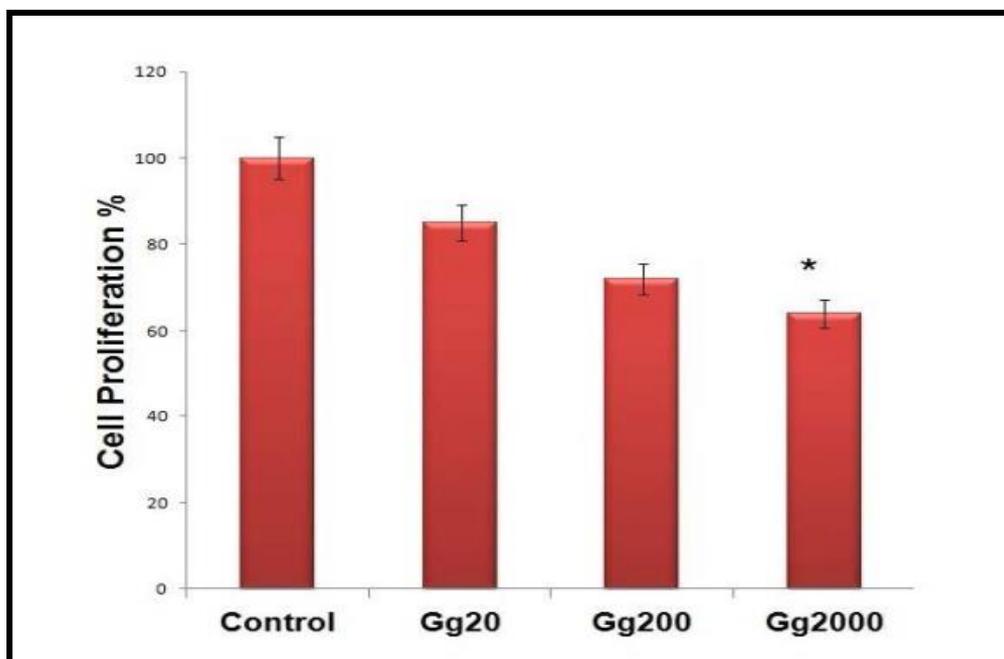


Figure 14. Effets de l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* sur la prolifération de la lignée cellulaire du cancer du sein MCF7 (Nazmi *et al.*, 2018).

La viabilité cellulaire a été exprimée en pourcentage de contrôle sur 24 heures.
 Groupes d'étude : Contrôle, Gg20 (20 µg/ml de *Glycyrrhiza glabra*), Gg200 (200 µg/mL de *Glycyrrhiza glabra*), Gg2000 (2000 µg/mL de *Glycyrrhiza glabra*).

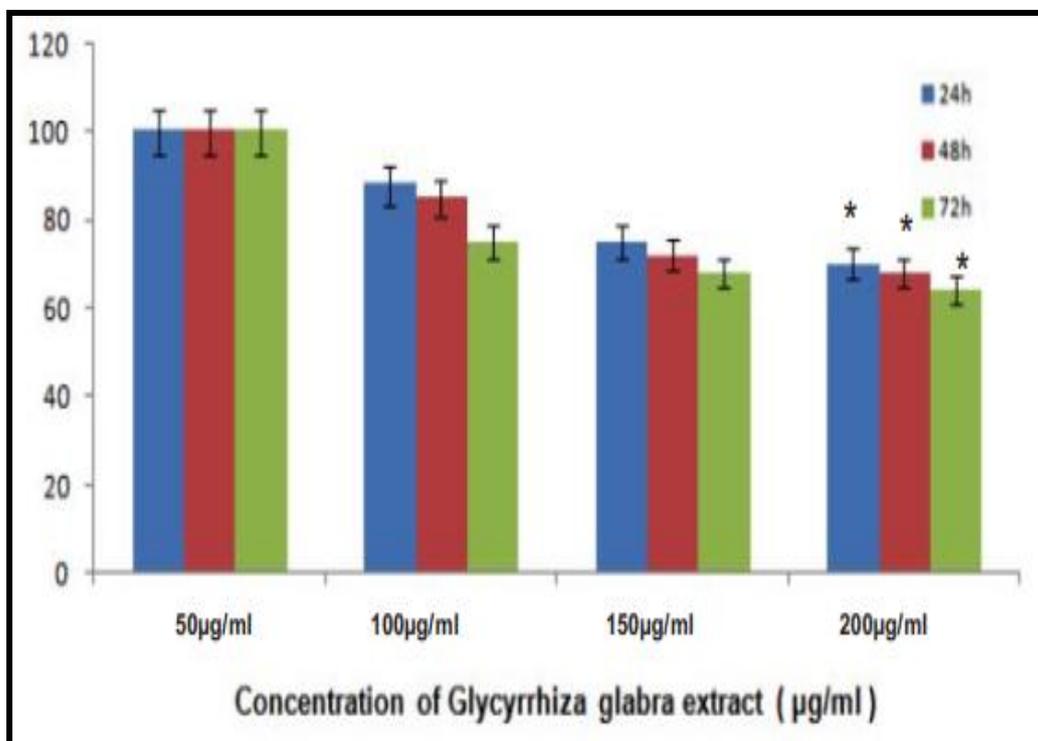


Figure 15. Effets de l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* sur la croissance des lignées cellulaires de cancer du côlon HT-29 (Nourazarian *et al.*, 2015).

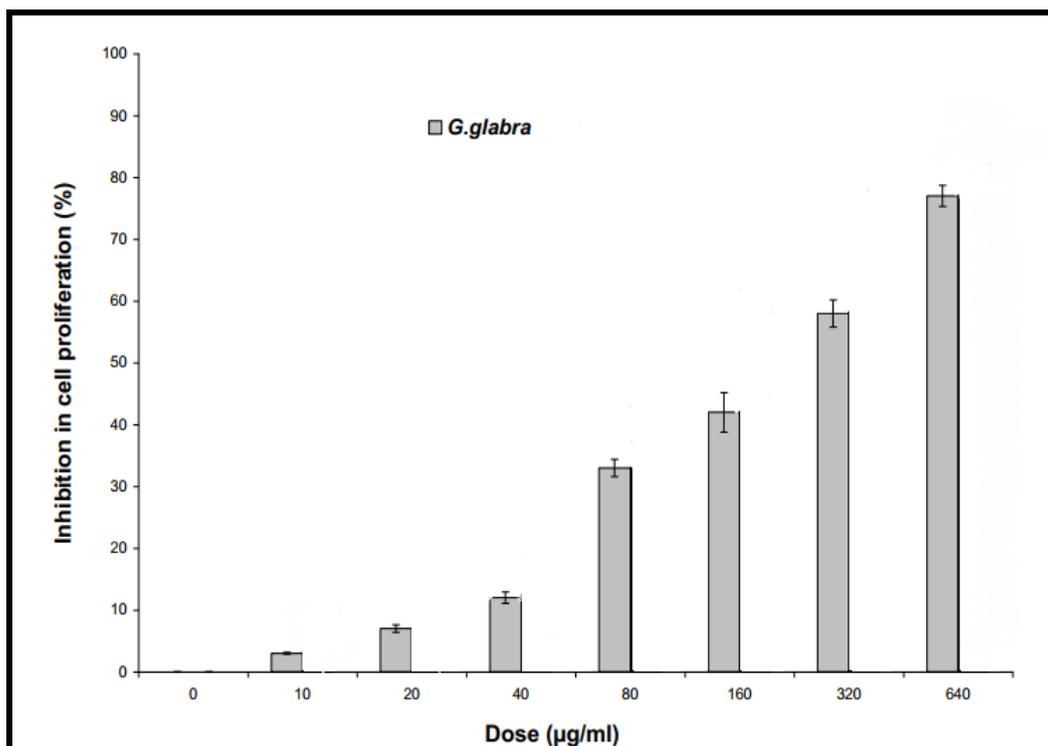


Figure 16. Effet des HE de *G. glabra* sur l'inhibition de la croissance cellulaire des cellules de carcinome mammaire MCF 7 (Enas, 2013).

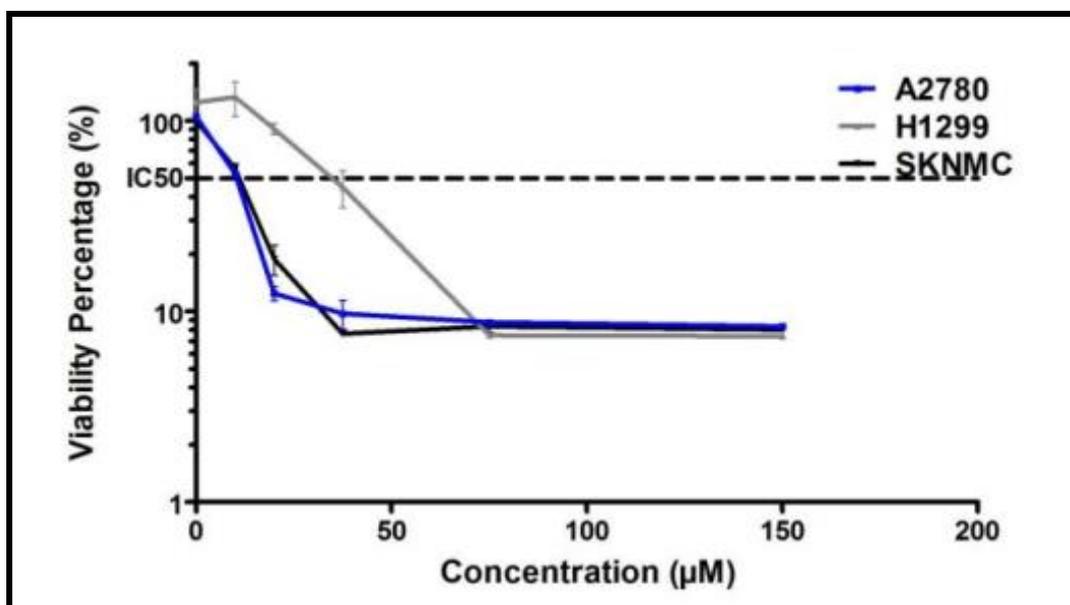


Figure 17. L'effet cytotoxique de *G. glabra* envers différentes lignées cellulaires cancéreuses (Modarresi *et al.*, 2019).

Conclusion

Conclusion

Afin de valoriser la plante *Glycyrrhiza glabra* L., nous avons collecté des études sur l'effet antioxydants, antibactérien et anticancéreux.

L'analyse des résultats des 17 publications sélectionnées dans la présente étude, démontre que l'extrait de la réglisse examinée contenait des teneurs appréciables en composés bioactifs tels que les composés phénoliques et flavonoïdes. Aussi les différents extraits de cette plante s'est avéré avoir la plus forte capacité antioxydants (DPPH, ABTS, FRAP).

Les potentialités antibactériennes de divers extraits sont évaluées par la méthode de diffusion sur disque sur divers souche bactériennes dont *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*...etc.

Le test de l'activité antimicrobienne a montré que la plupart des extraits testés ont des activités positives vis-à-vis tous les souches bactériennes utilisé dans les 7 articles sélectionnées, mais l'extrait méthanoïque et l'extrait éthanolique ont un large spectre bactérien contre les microorganismes.

Les résultats de cette étude confirment la capacité significative de *Glycyrrhiza glabra* L. à être utilisé comme phytochimique anticancéreux prometteur contre le cancer pour son rôle bénéfique dans la réduction de la résistance des cellules cancéreuses.

En fin, tous ces résultats obtenus *in vitro* ne sont qu'une petite partie de l'étude des produits naturels biologiquement actifs, de sorte que ces résultats incluent d'autres études futures plus approfondies à différents niveaux. Des études *in vivo* sont nécessaires, de préférence pour mieux comprendre l'activité antibactérienne de l'extrait. En plus, la valorisation des principes actifs par des techniques analytiques efficaces telle que HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance).

Références

Bibliographie

Liste des Références

1. Afchar D., Vaquett J. 1987. Study of Iranian Licorice. Flavonoides of *Glycyrrhiza glabra*. Plantes médicinales of phytothérapie, 17, 46-50.
2. Ahmad R, Ahmad N, Naqvi AA, Shehrzad A, Al-Ghamdi MS. 2016. Role of traditional Islamic and Arabic plants in cancer therapy. Journal of Traditional and Complementary Medicine, p: 1-10.
3. Ait Chaouche F.S., Mouhoucheb F., Hazzita M. 2018 .Antioxidant capacity and total phenol and flavonoid contents of *Teucrium polium* L.grown in Algeria. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism.
4. Alioui Kh. 2016. Étude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante de deux extraits de la plante *Glycyrrhiza glabra* L. Mémoire de master en sciences biologiques. Université Abou-Bekr Belkaïd-Tlemcen, 63p.
5. Anonyme. 1983. Labo-guide du laborantin de chimie technique, 4 méthodes d'analyse. Éd. Delta et sapes, pp 9-17.
6. Aparajita G., Maheshwari D. K., Khandelwal G. 2013. Antibacterial activity of *Glycyrrhiza glabra* roots against certain gram-positive and gram-negative bacterial strains. Journal of Applied and Natural Science, pp. 459-464.
7. Ardestani A., Yazdanparast R. 2007. Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. Food Chem 104, pp. 21-29.
8. Ardestani A., Yazdanparast R., Jamshidi Sh. 2008. Therapeutic Effect of *Teucrium polium* Extract on Oxidative Stress in Pancreas of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. Journal of Medicinal Food 11(3): 525-532.
9. Baba Aissa. F. 2000. Encyclopédie des plantes utiles flore d'Algérie et du Maghreb. Ed librairie moderne, Rouiba, p.368.
10. Berek S. 2020. Etude phytochimique et biologique d'extraits de deux plantes médicinales *Genista sahara* et *Glycyrrhiza glabra*. Thèse de doctorat en Biochimie, Université Aboubekr Belkaïd –Tlemcen, Algérie, 155p.
11. Boligon A. Augusti., Mansur M. Machado,. M. Linde Athayde. 2014. Technical Evaluation of Antioxidant Activity. Brazil, Med Chem, Vol. 4(7): 517-522.

12. Bouayyadi L., El Hafian M., Zidane L. 2015. Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale dans la région du Gharb Maroc. *Journal of Applied Biosciences*, pp. 8770-8788.
13. Bouriqua M. 2020. La réglisse : principales propriétés et utilisations. Thèse d'exercice pour le diplôme d'état de Docteur en pharmacie, Université Clermont Auvergne, 95p.
14. Bruneton J. 1999. Pharmacognosie: Phytochimie - Plantes médicinales- 3ème éd. Paris : Lavoisier, 1120p.
15. Caël D. 2009. Contribution A l'étude de la réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L.) Ses utilisations thérapeutiques et alimentaires. Le diplôme d'état de docteur en pharmacie, universite henri poincare - nancy 1, 135p.
16. Chen X., Mukwaya E., Wong M., Zhang Y. 2014. A systematic review on biological activities of prenylated flavonoids. *Pharm. Biol.*, Vol. 52:655–660.
17. Chin Y.W., Jung H.A., liu Y., Su B.N., John A., Castoro W.J., Keller M.A., Douglas K. 2007. Anti-oxidant constituents of the roots and stolons of licorice (*Glycyrrhiza glabra*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 4691–4696.
18. Chouitah O. 2012. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *glycyrrhiza glabra*. Thèse de doctorat en science, université d'Oran, 143p.
19. Clément. 1991. Larousse Agricole. Éd, Larousse, Paris, pp. 730-732.
20. Clementina M. M.S., Artur Silva M. S. 2020. The Antioxidant Activity of Prenylflavonoids. *Molecules* 2020, Vol. 25, p.696.
21. Dasharath B. SH., Santosh S. K., Neeti SH., Ajinkya A. SH. 2016. Antioxidant activity and antiproliferative action of methanolic extract of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) in HEPG2 cell lin. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Vol. 8, 0975-1491.
22. Demizu S. et al. 1988. Antioxydant and antimicrobial constituents of licorice: Isolation and structure elucidation of a new benzofuran derivative. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, Vol. 36: 79-3474.
23. Dong S., Inoue A., Zhu Y., Tanji M., Kiyama R. 2007. Activation of rapid signaling pathways and the subsequent transcriptional regulation of

- breast cancer MCF-7 by the treatment with an extract of *Glycyrrhiza glabra* root. *Food Chem. Toxicol*, 45:2470-2478.
24. Dorman H. D., Deans S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*. 88(2), pp. 308-316.
 25. Enas M. A. 2013. Phytochemical composition, antifungal, antiaflatoxicogenic, antioxidant, and anticancer activities of *Glycyrrhiza glabra* L. and *Matricaria chamomilla* L. essential oils .Department of Botany, Faculty of Science, Cairo University, Giza, 12613, Egypt, Vol. 7(29), pp. 2197-2207.
 26. Favier A. 2003. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115.
 27. Fenwick G.R., Lutomski J., Nieman C. 1990. Liquorice, *Glycyrrhiza glabra* L. Composition, uses and analysis. *Food Chem*, pp 119–143.
 28. Fereshteh S., Akbar S. A., Saman S., Reza Z., Javad A., Kiarash Gh. 2012. Antibacterial activity of *Glycyrrhiza glabra* against oral pathogens: an in vitro study. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, Vol. 2, No. 3, 118-124.
 29. François Nsemi M. (2010). Identification de polyphenols, evaluation de leur activite antioxydante et etude de leurs proprietes biologiques. THESE Présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur de l'Université Paul Verlaine-Metz, 296p.
 30. Frattaruolo L., Gabriele C., Matteo B., Sarah Ma., Luca B., Vittoria R., Rosita C., Vincenza D., Francesca A., Anna R.C. 2019. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Flavanones from *Glycyrrhiza glabra* L. (licorice) Leaf Phytocomplexes: Identification of Licoflavanone as a Modulator of NF-kB/MAPK Pathway. Vol. 8, p.186.
 31. Gamal M. Hamad., Adel I. Abdelaziz., Sabria A. Hassan., Manal Aly Shalaby., Adel Abdelrazek A. 2020. Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Anticancer Activities of Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) Root and Its Application in Functional Yoghurt. *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 8, No. 12, pp. 707-715.
 32. Ghedadba N., Hambaba L., Ayachi A., Aberkane M. C., Bousselsela H., Oueld-Mokhtar S. M. 2015. Polyphénols totaux, activités antioxydante et

- antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie*, Vol.13:118-129
- 33.** Ghourri M., Zidane L., ROCHDI A., Fadli M., DOUIRA A. 2012. Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville d'El Ouatia (Maroc Saharien). *Kastamonu Universités Orman Fak ltesi Dergisi*, 12(2), pp. 218-235.
- 34.** Girre L. 2006. Les plantes et les médicaments, l'origine végétale de nos médicaments.  d. Delachaux et Nestlé, paris, pp 28-31.
- 35.** Habib G., Jean-Parphunus H., Assogba Gabin A., Honoré Sourou B., Joachim G. 2019. Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions d'*Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. Et Perr. (Combretaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2): 643-651.
- 36.** Haddouchi Farah., Khadidja Zerhouni., Adel Sidi Yekhelef., Tarik Mohammed CHaouche. 2016. Evaluation of antimicrobial activity of different extracts of *Helichrysum stoechas* subsp. *Rupestre* Laboratoire de la population et développement durable en Algérie, Département de démographie, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 13000, Algérie, p.8.
- 37.** Hammer K. A. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, pp. 985-990.
- 38.** Hatano T., Edamatsu R., Mori A., Fujita Y., Yasuhara T., Yoshida T. 1989. Effets de l'interaction des tanins avec co-existant substances. VI. Effets des tanins et des polyphénols apparentés sur le radical anion superoxyde et sur le radical 1,1+diphényl+pierylhydrazyle. *Chem Pharm Bull.* Vol.37.
- 39.** Hossain MS., Hossain MA., Islam R., Alam AH., Zahan K., Sarkar S., Farooque MA. 2004. Antimicrobial and cytotoxic activities of 2-aminobenzoic acid and 2-aminophenol and their coordination complexes with Magnesium (Mg- II). *Pak. J. Biol. Sci.* 7:25-27.
- 40.** J. Kubola, S. Siriamornpun. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf stem and fruit fraction extracts in vitro. *Food Chemistry*, 110, p: 881-890.
- 41.** Jacob C. 1988. Contribution à l'étude de la réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L.). Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré - Nancy 1, France, 152p.

42. Jun-Xian Z., Markus S.B., Pille W., Bernhard W., Michael W. 2019. Antioxidant, Cytotoxic, and Antimicrobial Activities of *Glycyrrhiza glabra* L., *Paeonia lactiflora* Pall., and *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. Extracts. Institute of Pharmacy and Molecular Biotechnology, Heidelberg University, Vol. 6, p. 43.
43. Kamrul H.Md., Iffat A., Muhammad Shafiul AM., Yearul K. 2021. Phytochemistry, pharmacological activity, and potential health benefits of *Glycyrrhiza glabra*. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Bangladesh. 10p.
44. Khare CP. 2007. Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. 1st ed. Springer Pvt. Ltd, New Delhi, pp289-290.
45. Khemis, S. B., & Chèze, C. (2007). *Glycyrrhiza* SP: nouvelles perspectives thérapeutiques. Consulté à l'adresse <https://books.google.fr/books?id=3FVoPgAACAAJ>
46. Lechat, P. 2006. Pharmacologie - DCEM1. In Faculté de médecine Pierre et Marie Curie : Paris-VI.
47. Lee CS., Yang JC., Kim YJ., Jang E-R., Kim W., Myung SC. 2010. 18 β -Glycyrrhetic acid potentiates apoptotic effect of trichostatin A on human epithelial ovarian carcinoma cell lines. *Europ J Pharmacol*; 649(1):354-61.
48. Lhervois T. 2016. La Réglisse : Plante Antique Et Plante D'avenir? .Thèse Pour Le Diplôme d'état De Docteur En Pharmacie, Université De Poitiers, France, 89p.
49. Loïc G. 2001. Les plantes et les médicaments. Delachaux et Niestlé S.A, Paris, p28.
50. Mahboubeh I., Marziyeh S., Françoise B., Gholam H. Eb., Hossein S. B. 2010. Leaves Antimicrobial Activity of *Glycyrrhiza glabra* L. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 4p.
51. Masoud M., Marziyeh H., Narges M., Farahnaz A., Leila H. 2019. Evaluation of the Cytotoxic and Apoptogenic Effects of Glabridin and Its Effect on Cytotoxicity and Apoptosis Induced by Doxorubicin Toward Cancerous Cells. Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran, 9(3), 481-489.

52. Mathilde B. 2020. La réglisse : principales propriétés et utilisations. Thèse d'exercice pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie université clermont auvergne de pharmacie, 59p.
53. Mohamed AF, Andrea P, Ludger A, Wessjohann. 2012. Profilage comparatif des métabolites et empreintes digitales de la réglisse médicinale racines en utilisant une approche multiplex des techniques GC-MS, LC-MS et RMN 1D. *J Phytochem*, Vol. 76: 60-72.
54. Mohamed K.S Morsi., Salwa B., Nadia T. S., Eshak M.G., Heba A. B. 2008. Study of antioxidants and anticancer activity of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) extracts. Cairo Univ. Egypt.
55. Montagnier L., Olivier R., Pasquier C. 1998. Oxidative stress in cancer, AIDS and neurodegenerative diseases, Marcel Dekker, New York.
56. Murray MT. The Healing Power of Herb. Prima Publishing. USA (1995) 228-239.
57. Murugan T., JA. Wins, M. Murugan. 2013. Antibacterial activity and phytochemical constituents of leaf extract of *cassia auriculata*, *Indian J. Pharm. Sci*, 75(1): 122-125.
58. Mustapha B. 2019. La recherche médicale et sa valorisation dans le contexte national. Algerian Journal of Health Sciences Edition de l'Agence Thématique de Recherche en Sciences de la Santé (ATRSS).
59. N. Boutadjine., S. Rouana. 2019. Evaluation de l'activité antioxydante de quelques composés organiques de synthèse portant une fonction (thio) urée. Thèse de master, Université Mouhamed saddik BEN-YEHIA-Jijel, p : 22.
60. Nazmi Sh. A., Alireza N., Reza B., Fatemeh Kh. 2018. The Anticancer Effect of *Arctium lappa* and *Glycyrrhiza glabra* on HT-29 Colon Cancer and MCF-7 Breast Cancer Cell Lines. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*, Vol. 5, No. 2, pp 133–137.
61. Neeti S, Ajinkya S, Ashwin W. 2014. La germination des oignons et du gingembre est associée à une activité antioxydante accrue. *Int J Biol Med Res*, Vol. 5: 9-4586.
62. Nirmala P., Selvaraj T. 2011. Anti-inflammatory and anti-bacterial activities of *Glycyrrhiza glabra* L. *Journal of Agricultural Technology*, pp.815-823.

63. Nitzan Ganot., Sigalit Meker., Lilia Reytman., Avia Tzuber., Edit Y. Tshuva. 2013. Complexes métalliques anticancéreux: Synthèse et évaluation de la cytotoxicité par le dosage au MTT. Institute of Chemistry, The Hebrew University of Jerusalem , p. 6.
64. Nourazarian S. M., Alireza N., Maryam M., Elmira R. 2015. Effect of Root Extracts of Medicinal Herb *Glycyrrhiza glabra* on HSP90 Gene Expression and Apoptosis in the HT-29 Colon Cancer Cell Line. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, Vol. 16(18), pp.8563-8566.
65. Petit A. 2011. Toxicité et utilisation de quelques fabacée alimentaires et médicinales. Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie, Université Henri Poincaré – Nancy1, France, 18p.
66. Ping Xu D., Ya Li., Xiao M., Tong Zh., Yue Z., Jie Z., Jiao-Jiao Zh., Hua-Bin Li. 2017. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources, journal of International Journal of Molecular Sciences. 96p.
67. Poltrai O. 1997. Antioxidants and free radicals scavengers of natural origin, Current Org. Chem.1: 415-440.
68. Rahman MS., Rashid MA. 2008. Antimicrobial activity and cytotoxicity of *Eclipta prostrata*. Oriental Pharm Exp Med. 8:47-52.
69. Rajandeeep K., Harpreet K., Ajaib Singh D. 2013. *Glycyrrhiza glabra*: A Psychopharmacological Review. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 4(7), pp. 2470-2477.
70. Ramli I. 2013. Etude, in vitro, de l'activité anti-leishmanienne de certaines plantes médicinales locales : cas de la famille des lamiacées. Thèse du magister en Biologie appliquée, Université de Constantine, 85p.
71. Ratnam D.V., Ankola D.D., BhardwajV., Sahana D.K., Ravi Kumar M.N.V. 2006. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. Journal of Controlled Release 113: 189–207.
72. Remmal A., Bouchkhi T., Rhayouk., Ettaybi M., Tantouielraki.1993. Improved method for determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium.J.ESS.Oil, Vol. 5(2), pp. 179-184.
73. Shadma W., Sivakumar A., Shahabe S. A., Gotam D., Wasim A., Faruque Md A., Geetha K., Rajalakshimi V., Sajid Md. A., Mohd A. 2021.*Glycyrrhiza*

- glabra* (Licorice): Comprehensive Review on Its Phytochemistry, Biological Activities, Clinical Evidence and Toxicology. *Plants*, Vol. 10, 2751.
74. Shang H., Cao S., Wang J., Zheng H., Putheti R. 2010. Glabridin from Chinese herb licorice inhibits fatigue in mice. *Afric J Trad Complement Alternat Med*; 7(1): 17-23.
75. Shapna S., Afroza H., Kaiser H., Kaniz Fatima U., Sumon R. 2010. Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activity of methanolic extract of *Glycyrrhiza glabra*. *Agriculture and Biology Journal of North America*, Vol. 1(5): 957-960.
76. Sharma V., Agrawal R. C., Pandey S. 2013. Phytochemical screening and determination of anti-bacterial and anti-oxidant potential of *glycyrrhiza glabra* root extracts. *Journal of Environmental Research and Development*, Vol. 7, No. 4A.
77. Shirazi M. H., Ranjbar R., Eshraghi S., Sadeghi G., Jonaidi N., Bazzaz N., Izadi M., Sadeghifard N. 2007. An Evaluation of Antibacterial Activity of *Glycyrrhiza glabra* Extract on the Growth of *salmonella*, *Shigella* and *E. coli*. *Journal of Biological Science*, Vol. 7(5): 827-829.
78. Sofowra A. 1993. *Medicinal Plants And traditional Medicine In Africa*: Spectrum Books Ltd. 2 éd, Nigeria, 289p.
79. Tigrine Ch. 2014. Effets anticancéreux et chimioprotecteur de l'extrait polyphénolique, riche en flavonoïdes, des feuilles de *Cléome arabica*. Thèse de doctorat d'état, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 132p.
80. Valko M., Rhodes C. J. b., Moncol J., Izakovic M., Mazur M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, Vol. 160, pp. 1-40.
81. Vansant, G. 2004. Radicaux libres et antioxydants: principes de base. In Symposium «Antioxydants et alimentation». Institut Danone.
82. Vaya J. et al. 1997. Antioxydant constituents from licorice roots: Isolation, structure elucidation and antioxydative capacity toward LDL during its oxydation. *Free Radical Biology and Medicin*, Vol.23: 302-13.
83. Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B. D. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(10), 4113-4117.

- 84.** Zafar I., Zhang H., Hong Y. P., Abdul Gh., Munaza M., Luban L. 2017. Activité Antioxydant and Antibacterial Activity of Organic Extracts of Roots of *Glycyrrhiza Glabra* Linn. Plant, Vol. 5, No. 4, pp. 68-72.
- 85.** Zeghad N .2009. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de magistère, Ecole doctorale ,130p.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Tableau présentent les articles scientifique servant de support à la réalisation de la partie expérimentale (matériel et méthode) de la présent étude.

N°	Titre	Auteur / Année
1	Antibacterial activity of <i>Glycyrrhiza glabra</i> roots against certain gram-positive and gram-negative bacterial strains.	(Aparajita <i>et al.</i> , 2013)
2	Antioxidant activity and antiproliferative action of methanolic extract of liquorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i>) in HEPG2 cell lin	(Dasharath <i>et al.</i> , 2016)
3	Phytochemical composition, antifungal, antiaflatoxicogenic, antioxidant, and anticancer activities of <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. and <i>Matricaria chamomilla</i> L	(Enas, 2013)
4	Antibacterial activity of <i>Glycyrrhiza glabra</i> against oral pathogens: an in vitro study	(Fereshteh <i>et al.</i> , 2012)
5	Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Flavanones from <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. (licorice) Leaf Phytocomplexes: Identification of Licoflavanone as a Modulator of NF-kB/MAPK Pathway	(Frattaruolo <i>et al.</i> , 2019)
6	Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Anticancer Activities of Licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) Root and Its Application in Functional Yoghurt	(Gamal <i>et al.</i> , 2020)
7	Antioxidant, Cytotoxic, and Antimicrobial Activities of <i>Glycyrrhiza glabra</i> L., <i>Paeonia lactiflora</i> Pall., and <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. Extracts.	(Jun-Xian Z <i>et al.</i> , 2019)
8	Leaves Antimicrobial Activity of <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	(Mahboubbeh <i>et al.</i> , 2010)
9	Evaluation of the Cytotoxic and Apoptogenic Effects of Glabridin and Its Effect on Cytotoxicity	(Masoud <i>et al.</i> , 2019)

	and Apoptosis Induced by Doxorubicin Toward Cancerous Cells.	
10	Study of antioxidants and anticancer activity of licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i>) extracts. Cairo Univ. Egypt.	(Mohamed <i>et al.</i> , 2008)
11	The Anticancer Effect of <i>Arctium lappa</i> and <i>Glycyrrhiza glabra</i> on HT-29 Colon Cancer and MCF-7 Breast Cancer Cell Lines.	(Nazmi <i>et al.</i> , 2018)
12	Anti-inflammatory and anti-bacterial activities of <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	(Nirmala <i>et al.</i> , 2011)
13	Effect of Root Extracts of Medicinal Herb <i>Glycyrrhiza glabra</i> on HSP90 Gene Expression and Apoptosis in the HT-29 Colon Cancer Cell Line.	(Nourazarian <i>et al.</i> , 2015)
14	Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activity of methanolic extract of <i>Glycyrrhiza glabra</i> .	(Shapna <i>et al.</i> , 2010)
15	Phytochemical screening and determination of anti-bacterial and anti-oxidant potential of <i>glycyrrhiza glabra</i> root extracts.	(Sharma <i>et al.</i> , 2013)
16	An Evaluation of Antibacterial Activity of <i>Glycyrrhiza glabra</i> Extract on the Growth of <i>salmonella</i> , <i>Shigella</i> and <i>E. coli</i> .	(Shirazi <i>et al.</i> , 2007)
17	Activité Antioxydant and Antibacterial Activity of Organic Extracts of Roots of <i>Glycyrrhiza Glabra</i> Linn.	(Zafar <i>et al.</i> , 2017)

المخلص

لدراسة بعض النشاطات البيولوجية لنبات عرق السوس (*Glycyrrhiza glabra* L.) وتأثيره الكيميائي النباتي. أجرينا دراسة نظرية اخترنا فيها 17 مقال علمي . يشير التحليل النوعي لمستخلصات مختلفة من *G.glabra* L إلى ثراء هذا النبات في المركبات الفينولية والفلافونويد والصابونين. أظهرت مستخلصات *G.glabra* L نشاطاً ممتازاً كمضاد للأكسدة ضد DPPH و FRAP و ABTS. كما أظهر نبات عرق السوس أنه يمكن اعتباره نباتاً بديلاً مضاداً للبكتيريا ضد جميع السلالات البكتيرية التي تم اختبارها تقريباً. أظهرت دراسة النشاط المضاد للسرطان باستخدام MTT أن المستخلص لهذا النبات كان له تأثير أكثر تثبيطاً على مختلف السلالات الخلوية المدروسة. تؤكد نتائج هذه الدراسة فعالية هذا المكمل العشبي في علاج السرطان. كما تشير هذه البيانات إلى أن طريقة العلاج الكيميائي باستخدام *G.glabra* L قد تكون فعالة في تثبيط تكاثر الخلايا السرطانية.

الكلمات المفتاحية: *Glycyrrhiza glabra* L.، بوليفينول، فلافونويد، مضادات الأكسدة، مضاد للجراثيم، نشاط مضاد للسرطان.

Résumé

Dans le but d'étudier quelques activités biologiques de *Glycyrrhiza glabra* L. et son profil phytochimique. Nous avons mené une étude bibliographique dans laquelle nous avons choisis 17 publications. L'analyse qualitative de différents extraits de *G.glabra* L. indique la richesse de cette plante en composés phénoliques, flavonoïdes et saponines. Les extraits de *G.glabra* L. ont montré une excellente activité antioxydante contre le DPPH, FRAP et ABTS. Les extraits ont aussi montré que *G.glabra* L. peut être considéré comme un agent antibactérien à base de plantes alternatif contre presque toutes les souches bactériennes testées. L'étude de l'activité anticancéreuse avec l'utilisation de la MTT a montré que l'extrait *G.glabra* a eu l'effet le plus inhibiteur sur différentes lignées cellulaires. Les résultats de cette étude confirment l'efficacité de ce supplément à base de plantes dans le traitement du cancer. Également ces données indiquent que la méthode de chimiothérapie avec *G.glabra* L. peut être efficace dans l'inhibition de prolifération des cellules cancéreuses.

Mots clés : *Glycyrrhiza glabra* L., polyphénols, flavonoïdes, Activité antioxydants, antibactériens, anticancéreux.

Abstract

In order to study some biological activities of *Glycyrrhiza glabra* L. and its phytochemical profile. We have conducted a bibliographic study in which we selected 17 publications. The qualitative analysis of different extracts of *G.glabra* L. indicates the richness of this plant in phenolic compounds, flavonoids and saponins. *G.glabra* L. extracts showed excellent antioxidant activity against DPPH, FRAP and ABTS. The extracts also showed that *G.glabra* L. can be considered as an alternative herbal antibacterial agent against almost all bacterial strains tested. The study of anticancer activity with the use of MTT showed that *G.glabra* extract had the most inhibitory effect on different cell lines. The results of this study confirm the effectiveness of this herbal supplement in the treatment of cancer. Also these data indicate that the method of chemotherapy with *G.glabra* L. may be effective in inhibiting cancer cell proliferation.

Key words: *Glycyrrhiza glabra* L., polyphenols, flavonoids, antioxidant, antibacterial, anticancer activity.