الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire N série:……
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

Contribution à l'étude de l'effet biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L*

Présenté par

M^elle DEGAA Nadjet

M^elle LATRECHE Hadda

Devant le jury composé de

Présidente :	**M^me AOUIMEUR M**	**M.A.A**	**Université d'El Oued**
Examinatrice :	**M^me MAHBOUB N**	**M.C.B**	**Université d'El Oued**
Promotrice :	**M^me YOUMBAI A**	**M.A.B**	**Université d'El Oued**

Année universitaire: 2019/2020

بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

En premier lieu,, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite

Nous tenons à remercier chaleureusement notre promotrice, Madame ***YOUMBAI Asma*** *maître assistant A à la faculté des sciences de la nature et de la vie Université d'El Oued, pour son aide, ses conseils, son orientation et sa grande gentillesse. Merci pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire, pour votre présence et votre disponibilité permanente.*

Nos sincères remerciements et considérations sont exprimés à ***Madame AOUIMEUR Meriem*** *enseignant à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'Université d'El Oued, Pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury Notre profonde gratitude s'adresse également* ***Madame MAHBOUB Nasma*** *a la faculté des sciences de la nature et de la vie -Université d'El Oued qui consacrer son temps pour examiner ce travail.*

On adresse nos sincères remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire de département de la science de la nature et de la vie de l'université ECHAHID HAMMA LAKHDAR, El Oued En dernier lieu, nous remercions gracieusement toute personne qui a contribuée de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

L'objectif de notre travail est l'étude et l'évaluation des activités antibactérienne, antioxydant, et anti-inflammatoire des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferulacommunis L* récoltée dans la région de El-oued située au Sahara Septentrional Algérien,. Le rendement de l'extrait de polysaccharides hydrosolubles *Ferulacommunis L* est de 6,18%.

L'étude du pouvoir antioxydant des polysaccharides hydrosolubles a été effectuée par la méthode de DPPH, l'extrait de *Ferula communis L* a une très forte activité antioxydant avec IC_{50}= 0.03 mg/ml par rapport au témoin (la vitamine C IC_{50}=0.098 mg/ml).

L'activité antibactérienne des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L*, vis-à-vis les trois souches bactériennes pathogènes *E. coli* ATCC10536, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27835,et *Staphylococcus aureus* ATCC9144 a été réalisée par la méthode des disques; les résultats obtenus montre que les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* possèdent une activité antibactérienne faible .

L'activité anti-inflammatoire *in vitro* des polysaccharides hydrosolubles a été réalisée par deux méthodes; la méthode de stabilisation de la membrane des érythrocytes humaine (HRBC), et la méthode de la dénaturation des protéines . pour la méthode (HRBC) à des concentrations 0,1, 0,2 ,0,3 , 0,4 , 1mg/ml . Le polysaccharide hydrosoluble de *Ferulacommunis L* a une activité anti-inflammatoire par rapport au témoin (diclofénac 100 mg/ml) avec un pourcentage de stabilisation HRBC supérieur à 80%, pour la méthode dénaturation des protéines à des concentrations0,125, 0,250 ,500, 1mg/ml . Le polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L* a une faible activité anti-inflammatoire avec un pourcentage d'inhibition de20,06 % par rapport au témoin (diclofénac 100 mg/ml).

Mots clés : polysaccharides, *Ferula communis L*, Activité antibactérienne, Activité antioxydant, Activité anti-inflammatoire.

الخلاصة

الهدف من هذا العمل هو دراسة وتقييم الأنشطة المضادة للبكتيريا و المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات لمتعدد السكريات القابلة للذوبان لأوراق نبتة الكلخ *Ferula communis* تم تسجيل مردود مستخلص متعدد السكريات القابل للذوبان في الماء لنبتة الكلخ (*Ferula communis L*) بنسبة 6.18٪.

تم إجراء النشاط المضاد للأكسدة للسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء بطريقة DPPHللسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء، حيث أثبتت النتائج أن له نشاط مضاد للأكسدة قوي جدًا بتسجيل0.03 = IC50 ملغ / مل مقارنة بالشاهد (فيتامين 0.098= IC50) C ملغم / مل).

كما تم إجراء النشاط المضاد للبكتيريا للسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء لأوراق نبتة الكلخ، فيما يتعلق بسلالات البكتيريا الثلاث *Echirichai coli, Pseudomonasa eruginosa Staphylococcus aureus* ؛ النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن السكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء تمتلك نشاط ضعيف مضاد للبكتيريا.

النشاط المضاد للالتهابات للسكريات المتعددة المستخرجة القابلة للذوبان في الماء تم اختباره بطريقتين في المختبر. طريقة استقرار غشاء كريات الدم الحمراء البشرية (HRBC) وطريقة تمسخ البروتين عند التراكيز 0.1، 0.2، 0.3، 0.4، 1 ملغ / مل لديه نشاط مضاد للالتهابات بالمقارنة مع الشاهد (ديكلوفيناك 100 ملغ / مل) مع نسبة استقرار أغشية الكريات الحمراء أكبر من 80٪. أما بالنسبة لطريقة تمسخ البروتين عند التراكيز 0.125، 0.250، 500، 1 ملغ / مل لديها نشاط منخفض المضاد للالتهاب بنسبة20.06% مقارنة مع الشاهد (ديكلوفيناك 100 ملغ / مل).

الكلمات المفتاحية: متعدد السكريات ، نبتة الكلخ *Ferula communis L* ، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للأكسدة، والنشاط المضاد للالتهاب.

Dédicaces

Je dédie ce travail à quelqu'un qui a travaillé dur pour mon succès, mon père, que Dieu lui fasse miséricorde.

À l'a été mis en place sur la vertu et l'honneur, ma mère, Dieu l'a perpétué

A mes Sœurs et mes Frères À mes Amis A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour.

HADDA

Je dédie ce travail à mes Parents qu'ils trouvent ici toute ma gratitude Pour leur soutien tout le long de mes études

A mes Sœurs et mes Frères ,À mes Amis A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

À tous ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail

NADJET

Liste des Figures

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Protocole d'extraction des polysaccharides hydrosolubles	18
Figure 2	Structure chimique du radical libre DPPH•	21
Figure 3	Composition des extraits bruts de polysaccharides de *F.communis L*	32
Figure 4	l'effet antibactérienne de *Ferula communis L* vis-à-vis les souche bactérienne pathogènes	36
Figure 5	Courbe d'étalonnage d'oses totaux	57
Figure 6	Courbe d'étalonnage d'oses neutre	58
Figure7	Courbe d'étalonnage des protéines	58
Figure 8	Courbe d'étalonnage de l'activité anti-oxydante (échantillon)	59
Figure 9	Courbe d'étalonnage de l'activité anti-oxydante (acide ascorbique	60

Liste des Photos

Numéro	Titre	Page
Photo 1	Les feuilles de *Ferula communis L*	17
Photo 2	protocole de l`activités antibactériennes de *Ferula communis L*	25
Photo 3	Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L*	29
Photo 4	Réduction de radical libre DPPH	59
Photo 5	Effet de polysaccharide extrait par les feuilles de *Ferula communis L* sur certaines bactéries étudiées	60

Liste des Tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Répartition de quelques polysaccharides en fonction de leur sources	3
Tableau 2	Espèces bactériennes testées	23
Tableau 3	Caractéristiques des polysaccarides hydrosolubles de feuilles *de Ferula communis L*	29
Tableau 4	Activité antioxydant des polysaccharides hydrosolubles *de Ferula communis L*	32
Tableau 5	Diamètre des zones d'inhibition en mm en présence de gentamicine	34
Tableau 6	Diamètres des zones d'inhibition de croissance des trois souches bactériennes en présence des différentes concentrations de polysaccharide hydrosolubles de *Ferula communis L* en mm	35
Tableau 7	L'Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la stabilisation des globules rouges induit par solution hypotonique	36
Tableau 8	Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la dénaturation des protéines	39
Tableau 9	Origines et caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés au cours de l'expérimentation.	56

Listes d'abréviations

ATCC	American Type Culture Collection
mg	milligramme
mm	millimètre
R	Rendement
MH	Mueller Hinton
µL	microlitre
nm	nanomètre
µg	microgramme
UV	Ultra-Violet
Covid -19	Corona virus disease 2019
BSA	Sérum d'Albumine Bovine
DMSO	DiméthyleSulfoxide
I %	Pourcentage d'Inhibition
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
Abs	Absorbance
rpm	rotation par minute
GEN	Gentamicine
min	minute
ml	millilitre

Liste des Annexes

Numéro	Titre	Page
Annexe 1	Les produits chimiques et l'appareillages utilisé	56
Annexe 2	Les composition chimiques des polysaccharides hydrosolubles de feuilles de *Ferula commus L*	57
Annexe 3	Antioxydants	59
Annexe 4	Antibactérienne	60

SOMMAIRE

Remerciements
Résumé
Dédicaces
Liste des Figures
Liste des Photos
Liste des Tableaux
Liste d'abréviations
Liste des Annexes
Introduction

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralité sur les polysaccarides.....2

I.1.1. Homopolysaccharides 3

I.1.2. Hétéropolysaccharides.....3

I.2. Classification des polysaccharides Selon leurs sources.....3

I.2.1. Polysaccharides des végétaux 4

I.2.1.1. Polysaccharides des réserves.....4

I.2.1.2. Polysaccharides des structures.....4

I.2.1.3. Exsudats et mucilages.....5

I .3. Classification chimique des polysaccharides 5

I.3.1. Arabino-xylanes 5

I.3.2. Xyloglucanes 6

I.3.3. Galactomannanes 6

I.3.4.Glucomannanes 6

I.3.5. Arabinogalactanes 6

I.4.Activités biologiques des polysaccharides extraits des plantes 7

I.4.1. Activité antioxydant 7

I.4.2. Activité antibactérienne 8

I .4. 3. Activité anti-inflammatoire 9

I.4.4.Activité antiviral 10

I.4.5.Activité immun-modulateur 11

I.5.Généralités sur la famille des Apiacées 11

I.5.1. Description de la famille des Apiacées 11

I.5.2. *Ferula communis L* 12

I. 4. 2. 1. Classification botanique de *Ferula communis L* 12

I .5.2.2. Aspect botanique 12

I.5.2.3. Localisation géographique 13

I.5.2.4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle 13

I.5.2.5. Etudes chimique antérieurs 14

I.6. Bactéries étudiées 15

I.6.1.*Pseudomonas aeruginosa* 15

I.6.2. *Staphylococcies aureus* 15

I.6.3.*Escherichia Coli* 15

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et Méthodes

I.1.Principe adopté 16

I.2.Matériel d'étude.....16

I.2.1. Matériel biologique 16

I.2.1.1. Choix de l'espèce végétale.....16

I.3.- Extraction des polysaccharides.....17

I.3.1.- Composition des extraits bruts de polysaccharides.....19

I.3.1.1.- Dosages des oses totaux.....19

I.3.1.2.- Dosage des oses neutres.....20

I.4.-Activités biologique.....21

I.4.1.- Activités antioxydants.....21

I.4.2.- Activités antibactériennes 23

I.4.3. Activité anti-inflammatoire *in vitro* 26

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1.Rendement et caractéristiques des polysaccarides hydrosolubles de *Ferula communis L*.....29

II .2.Activités biologiques de l'extrait brut polysaccharidique.....32

II-2-1-Activité antioxydant.....32

II. 2.2. Activité antibactérienne 34

II. 2.3. Activité anti-inflammatoire *in vitro* 37

Conclusion et Perspective.....41

Références Bibliographiques.....43

Annexes.....57

Introduction

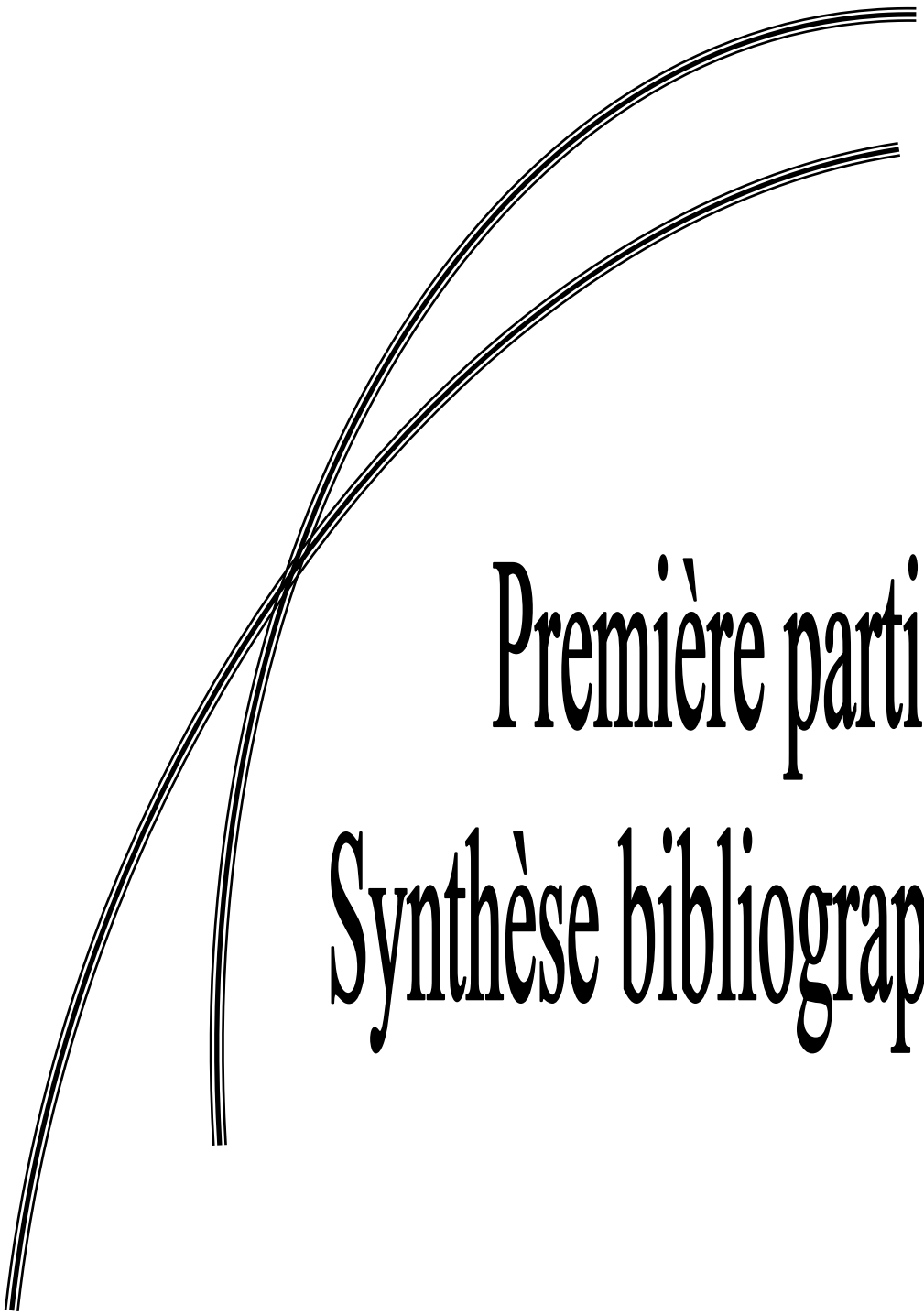
Depuis les années 80, les plantes médicinales ont fait un retour en force, s'appuyant sur des valeurs sûres testées depuis de longues années par nos ancêtres. Plusieurs facteurs sont derrière ce regain d'intérêts tels que, le coût moins élevé que les médicaments conventionnels, la relative disponibilité surtout dans les régions éloignées, la méfiance vis-à-vis des produits de synthèse ou tout simplement l'envie de consommer " Bio". Aujourd'hui, bien que nous ayons vu le développement spectaculaire des médicaments synthétiques, nombreux pays même développés continuent à compter sur les remèdes traditionnels. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que prés de 80 % d'habitants qui peuplent la planète a essentiellement recours aux médecines traditionnelles **(WHO, 2004)**

Les polysaccharides sont des macromolécules composées exclusivement d'oses Ils assurent d'importantes fonctions, telles la régulation de la croissance, la défense contre les agents pathogènes et les stress environnementaux **(ABOUGHE ., 1998).** Ces macromolécules proviennent des sources renouvelables et abondantes telles que les végétaux (cellulose, amidon alginate…..) les animaux (chitine, glycogène…..) les microorganismes (pullulane, dextrane…), ces biopolymére sont généralement très hydrophiles dans un certain nombre des cas hydrosolubles, mais aussi biodégradables et biocompatibles **(RUDY ., 2011)**

Plusieurs études montrent que les polysaccharides ont plusieurs activités biologiques : immunostimulantes (anti tumoral, antivirale, anticoagulant, anti-complémentaire, antioxydant , antiulcéreux, anti-inflammatoire) Ils agissent sur le diabète, sur le cancer et aussi sur les virus et les bactéries **(RUDY ., 2011)**

L'objectif de notre travail est de tester des activités biologiques à savoir l'activité anti-inflammatoire, l'activité antioxydant, et l'activité antibactérienne des extraits bruts polysaccharidiques hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L*

La présente étude est structurée en deux parties l'une bibliographique comporte un aperçu général sur les polysaccharides, et leurs activités biologiques ainsi que des études antérieures sur la plante étudiée. L'autre expérimentale porte sur la méthodologie de travail dont les techniques expérimentales d'extraction des polysaccharides hydrosolubles et leurs caractérisations quantitatives ainsi que les tests effectués pour évaluer l'activité anti-oxydante et l'activité anti-inflammatoire et antibactérienne suivi par la présentation des principaux résultats obtenus, et leur discussion. Enfin, une conclusion des achèvent ce travail.



Première partie
Synthèse bibliographique

I.1. Généralité sur les polysaccarides

Les polysaccharides sont appelés les polyosides ou les glucanes). sont des polymères biologiques constitués d'un ou plusieurs types de molécules monosaccharidiques . ou bien sont des macromolécules complexes de langues chaînes polymères de monosaccharides liées entre eux par des liaisons glycosidique pour avoir la configuration α ou β, et sans taille moléculaire définit **(HAMMAMI *et al* .,2018; DIMOPOULOU.,2013) ,** Ces chaînes peuvent être linéaire, ramifiée, avec la présence ou non de substituants, de leur position et des branchements (**SINQUIN *et* COLLIEC-JOUAULT., 2014).** Les polysaccharides peuvent être obtenus à partir d'un certain nombre de sources, y compris les algues, les plantes, les bactéries, les champignons, les insectes, les crustacés et les animaux. Ils peuvent être ajustés structurellement grâce au génie génétique **(PRAJAPATI *et al*., 2014)**.

Ils sont issus de différentes sources et ont été largement étudiés et utilisés dans les secteurs pharmaceutiques, cosmétiques, de l'industrie papetière, agroalimentaire, et dans l'extraction pétrolière **(ROGER.,2002; LIU *et al*., 2015).** Plus récemment, l'utilisation de polysaccharides comme agents bioactifs, a suscité un intérêt accru pour de nouvelles applications en raison de leur biocompatibilité, de leur biodégradabilité et de leur non toxicité toutes associées à l'identification d'activités biologiques portées par ces composés **(BENAOUN.,2018)**

En raison de la large source de polysaccharides végétaux, la composition moléculaire et le poids moléculaire des polysaccharides végétaux dans les espèces sont différent. Les polysaccharides ont de nombreuses activités biologiques, telles que la régulation immunitaire, l'activité anti-tumoral, l'activité anti-virus, la prévention hypoglycémique , anticoagulantes , anti-compléments ,anti-inflammatoire, antiulcéreuse immunomodulateurs . etc **(YOU *et* KARNJANAPRATUM ., 2010; YUAN *et al*., 2015; BOUAL *et al* ., 2015; CHEN *et al*., 2018).** De plus ils jouent un rôle important dans la communication et l'adhésion cellulaire et les reconnaissance moléculaire dans le système immunitaire **(YU *et al*., 2018**).

Les polysaccharides peuvent être classés sur la base de leur structure, leur solubilité, leurs sources, leurs rôles biologiques et leurs applications **(CHOUANA, 2017).**

Les polysaccharides peuvent être classés sur la base de leur composition en monomères en deux types ,c'est-à-dire les homo-polysaccharides ,et les hétéropolysaccharides, selon qu'ils présentent, dans leurs structures .

I.1.1. Homopolysaccharides

les homopolysaccharides sont constitués d'un seul type de monomère saccharidique **,** (**SEHIL .,2017; BOUBAKEUR .,2017)** , leurs propriétés varient considérablement selon leur structure. La cellulose et le dextrane, par exemple, montrent des comportements différents concernant leur pouvoir épaississant, bien que seul le D-glucose compose leur chaîne (**BENMEDDOUR .,2007)**

I.1.2. Hétéropolysaccharides

Les hétéropolysaccharides sont constitués plusieurs types d'oses constitutifs **(DIMOPOULOU.,2013)** forment un groupe très hétérogène . sont des molécules de haut poids moléculaire , hétéroglycanes **(BENASLA., 2012)**

I.2. Classification des polysaccharides Selon leurs sources

La diversité des structures et des emplois des polysaccharides nous conduit à adopter ici une classification fondée sur leur origine **(tableau 01).**

Tableau 1: Répartition de quelques polysaccharides en fonction de leur sources **(Hadrich.,2019)**

Sources	**Exemples de polysaccharide**
Végétale terrestre	Amidon, cellulose, pectine, gomme de guar, gomme karaya
Végétale marine	Alginate, carraghénanes, agar-agar, ulvane
Animale	Acide hyaluronique,chitine, glycogène
Bactérienne	Dextrane, xanthane, gellane, curdlane, acide hyaluronique
Fongique	Pullulane

I.2.1. Polysaccharides des végétaux

Les polysaccharides végétaux sont divisées en polysaccharides de réserve (amidon, mannane), on polysaccharides de structures (cellulose, hémicelluloses et pectines), on polysaccharides exsudats et enfin on mucilages **(SOUKOULIS *et al*.,2018)**

I.2.1.1. Polysaccharides des réserves

Pour les polysaccharides de réserve, il est décrit l'amidon, le fructane et le mannane au titre d'exemples

- **Amidon**

L'amidon est un homopolymère de D-glucose. Les unités D-glucosyl sont liées majoritairement par des liaisons de type α (1,4) (95 – 96 %) et, dans une moindre mesure, par des liaisons de type α 1,6 (4 – 5 %). L'amidon est composé de deux polymères de structure primaire différente: l'amylose, molécule linéaire, et l'amylopectine, molécule ramifiée **(TARA.,2005; KARA SLIMANE., 2010).**

- **Mannanes**

Les mannanes sont des homo.polymères linéaires formés d'unites β (1,4) – D- mannose dont les chaines s'associent entre elle de la même manière que les molécules de cellulose pour former des micro fibrilles , elle même associées en fibrilles . **(GARON-LARDIERE.,2004) .**

Ces substances sont très dures, ce qui résulte de l'établissement de nombreuses liaisons hydrogéne entre les chaînes macromoléculaires voisines .

L'hydrolyse acide les mannanes libèrent du D-mannose et des traces de galactopyranose. Dans les levures, on trouve des mannanes à chaines ramifiées avec des liaisons 1→2 ,1→3et1→6 de configuration α-D . (**BENCHAITA.,2014)**

I.2.1.2. Polysaccharides des structures

Les polysaccharides de structure sont nombreux parmi lesquelles la cellulose et la pectine**.**

- **Cellulose**

est le biopolymère naturel le plus abondant. C'est le constituant principal des différentes fibres naturelles comme le coton . C'est un homopolysaccharide à très longue chaîne, de masse molaire très élevée et de formule brute $(C_6(H_2O)_5)_n$**(CHETOUANI.,2015).**

- **Pectine**

La pectine est un polysaccharide naturel essentiellement linéaire, La structure principale des pectines est formée de chaînes faiblement polymérisées d'acides galacturoniques liés en (1→4) (**MOINE.,2005)**

I.2.1.3. Exsudats et mucilages

✓ **Exsudats**

Le terme plus large d'exsudats englobe les mucilages mais peut également inclure des composés de faible poids moléculaire et des composants protéiques et polysaccharidiques de poids moléculaire élevé plus solubles. **(ANDREW *et al* ., 2019),** forment un groupe reconnaissable appelé «gommes». elles sont considérés comme des produits pathologiques formés suite à une blessure à la plante ou en raison de conditions défavorables comme la sécheresse, par une ventilation des parois cellulaires (formation extracellulaire)

✓ **Mucilage**

Le polysaccharides que l'on trouve couramment dans divers organes de nombreuses espèces de plantes supérieures .En raison de sa grande variabilité en termes de constituants chimiques, le mucilage assume probablement une multitude de fonctions physiologiques dans les plantes .Il se trouve dans les rhizomes, les racines et les endospermes de graines, où il peut agir principalement comme réserves d'énergie **(RUI-MING *et al* .,2009) .**

I .3. Classification chimique des polysaccharides

I.3.1. Arabino-xylanes

Les arabinoxylanes (AX) sont substitués sur la position 3 ou sur les positions 2 et 3 par des unités de α-L-arabinofuranose . Les xyloglucanes sont des polysaccharides structuraux trouvés dans les parois cellulaires primaires des plantes supérieures **(STEPHEN *et al* .,1993)** .

I.3.2. Xyloglucanes

Les xyloglucanes sont composés d'un squelette identique à celui de la cellulose formée de résidus glucose liés en β-(1→4). Par contre, jusqu'à 75 % des résidus glucose des xyloglucanes sont substitués en position O6 par des chaînes latérales mono-, di- ou trisaccharidiques. Lorsque le résidu glucose est branché, le premier ose qui lui est lié est l'α-Dxylopyranose via une liaison α-(1→6). Une nomenclature internationale a été proposée pour nommer les structures des chaînes latérales des xyloglucanes. **(IBOUKHOULEF et LARDJANE., 2017)**

I.3.3. Galactomannanes

Les galactomannanes sont des hétéropolysaccharides. Ils sont des polysaccharides répandus dans la nature. Leur structure de base est formée par un noyau central de (1 → 4) -lié d-mannopyranose (Man) auquel des unités (1 → 6) -d liées galactopyranosyl (Gal) sont attachées. leur caractiristique sont poids moléculaire élevé, la biocompatibilité, la solubilité dans l'eau, son caractère non ionique et ses propriétés gélifiantes à des concentrations plus faible. Ces polymères sont largement utilisés dans les industries alimentaire, pharmaceutique, biomédicale, cosmétique, textile et papier. est ne sont pas toxiques **(ALBUQUERQUE *et al*., 2014)**

I.3.4.Glucomannanes

C'est un polysaccharide composé d'une chaîne linéaire de β -1 → 4 D-mannose et d'unités de D-glucose dans un rapport de 1,6:1 avec une petite quantité de ramification (8%) à travers β -liaisons (1 → 6)-glucosyle **(KATSURAYA *et al*, 2003)** a un poids moléculaire élevé (200-2000 kDa), et une viscosité élevée en solution aqueuse. Il est beaucoup utilisé dans l'industrie agro-alimentaire comme additif pour ses propriétés émulsifiantes et épaississantes, et est également consommée sous forme de compléments alimentaires **(BRAHAM, 2014)**

I.3.5. Arabinogalactanes

Arabinogalactanes (AG) sont des polymères composés des résidus arabinoses et galactoses.) On les sépare en 3 classes : AG de type I, AG de type II et les arabinogalactanes associés à des protéines (qualifiés d'AGP et plus rarement d'AG de type III) Les AG de type I

sont le plus souvent associés aux pectines et parfois classifiés dans cette catégorie de polysaccharide végétale .Les AGP sont un des composants majeurs de nombreuses gommes et exsudats**(PETERA., 2016).**

I.4.Activités biologiques des polysaccharides extraits des plantes

La diversité structurale des polysaccharides quelle que soit leur origine, qui peut être animale, végétale ou microbienne, confère à ses macromolécules de nombreuses activités biologiques .Les polysaccharides extraits des plantes médicinales ont récemment attiré une attention croissante de la recherche en raison de leurs activités biologiques très importantes tels que l'activité immunostimulante, l'activité anti-oxydante, antivirale, l'effet de neuro-protection. **(MAYOU et MEDJOURI., 2018)**

En effet ,prés de 80 % de la population africaine ont recours aux plantes pour se soigner et n'ont pas accés aux médicaments dits modernes . Plusieurs principes actifs isolés des plantes sont devenus des médicaments efficaces .**(CHENNI., 2016)**

I.4.1. Activité antioxydante

Les réactions radicalaires sont omniprésentes chez les êtres vivants, et sont impliquées plus ou moins directement dans la reproduction, la modification des gènes et la défense contre les maladies.**(GUILLOUTY., 2016)**

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) comprennent les radicaux libres et les espèces non-radicalaires. Les radicaux libres sont des molécules caractérisées par la possession d'un électron non apparié qui essaie constamment de trouver un homologue (le superoxyde, l'oxyde nitrique et le radical hydroxyle (OH·)) ; les oxydants non-radicalaires comme le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) forment ultérieurement des radicaux libres dans les tissus par diverses réactions chimiques. La plupart des ERO sont produites par les cellules pendant le métabolisme, ils peuvent être produites par des sources exogènes de ERO comme la pollution, le soleil, le tabac, etc… La surproduction de radicaux libres conduit à un stress oxydatif, un processus délétère qui peut causer des dommages aux structures cellulaires, y compris les lipides, les protéines et l'ADN ce qui peut être la cause de plusieurs maladies courantes et des maladies dégénératives liées à l'âge . **(SAYED AHMED., 2018).**

L'antioxydants se définie comme des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif .(**OUIBRAHIM., 2015)**

L'industrie alimentaire reconnaît de plus en plus l'importance des antioxydants dans la conception de nouveaux aliments fonctionnels à valeur ajoutée. Ces antioxydants alimentaires non seulement aident à prévenir les maladies dégénératives liées aux radicaux libres, mais aussi à améliorer la durée de conservation des aliments fonctionnels. **(PETERA.,2016)**

Déterminé l'antioxydant potentiel activité d'un composé , d'un extrait ou d'une autre source biologique en employant le piégeage des radicaux libres DPPH (diphenylpicrylhydrazyle) se caractérise par un radical libre stable (un électron non apparie sur un atome du pont d'azote). **(DAHMANE *et al* 2016)** et les systèmes de test à l'acide β-carotène / acide linoléique. Dans les deux systèmes de test a montré des propriétés antioxydants .

L'étude fait sur *Panax ginseng* montre que les polysaccharides acides et neutres isolés à partir des racines et des tiges de cette plante renferment présentant un effet antioxydant **(CHEN et HUANG., 2018).** Les polysaccharides hydrosolubles isolés à partir de la tige de *Dendrobium officinale* possédaient une activité antioxydant contre les lésions oxydatives induites par le peroxyde d'hydrogène (H2O2) en développant la viabilité cellulaire, en supprimant l'apoptose et en améliorant les lésions oxydatives**(HUANG *et al* ., 2016)**

I.4.2. Activité antibactérienne

De nombreux travaux antérieurs et actuels pour la recherche de nouvelles molécules étaient focalisés sur la mise en évidence de pouvoir antibactérien de plantes médicinales en raison de l'évolution rapide des bactéries pathogènes vers la multi-résistance aux antibiotiques. Ceux dont l'efficacité contre les micro-organismes pathogènes ont été prouvés, trouvent des applications pratiques dans divers domaines., les polyphénols et les huiles essentielles constituent les extraits les plus largement exploités. Les huiles essentielles et les polysaccharides ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. **(CHIBANI .,2013)**

Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique**. (BOUDJOUREF.,2011)**

Il convient de souligner que la taille des molécules joue un rôle déterminant dans l'inhibition de la croissance des bactéries gram négatives, les molécules de petite taille passent plus facilement à travers la membrane via les porines . En outre, la stéréochimie des molécules impliquées, influence l'activité antimicrobienne. **(BOUZABATA .,2015)**

Des études antérieures ont montré que les polysaccharides de *Lygodium japonicum* possèdent une activité anti-micro-organisme à large spectre significative **(JIANG *et al* ., 2020)**

Un extrait brut contenant des polysaccharides sulfatés a été préparé à partir de l'algue verte *Ulva armoricana* récoltée en Bretagne et testé pour son activité antibactérienne contre cinq souches de pathogènes bactériens: *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes, E. coli O78 et E. coli K88.* L'extrait était plus efficace pour inhiber la croissance de *L. monocytogenes, E. coli* k88 et *E. coli* O78. L'extrait avait une activité antibactérienne contre des agents pathogènes rencontrés dans les élevages. Cet extrait pourrait donc être utilisé dans l'alimentation des animaux d'élevage pour inhiber la croissance de certaines bactéries et stimuler la réponse immunitaire pour augmenter la résistance des animaux aux infections et réduire l'utilisation des antibiotiques **(BERRI *et al*., 2015).**

I .4. 3. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation ou réaction inflammatoire, une rétroaction physiologique à une lésion tissulaire ou à un traumatisme chirurgical**(RJEIBI *et al* ., 2019)** L'inflammation est une réaction de défense de l'organisme à diverses agressions qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique (réponse immunitaire) ou infectieuse. Le traitement actuel de l'inflammation fait appel aux anti-inflammatoires stéroïdiens (glucocorticoïdes) et non stéroïdiens comme l'aspirine. Ces molécules bien qu'étant efficaces présentent le plus souvent des effets indésirables qui peuvent gêner leur utilisation au long cours **(NDIAYE *et al*., 2006).**

ZHANG *et al*.(2019) Ont signalé que les polysaccharides isolés du *Arctium lappa* possèdent une activité anti-inflammatoire important, ils entrainent une augmentation des cytokines anti-inflammatoires (interleukin-10) et une diminution des cytokines pro-inflammatoires (interleukin-1β, interleukine-6 et factor de nécrose tumorale-α). De même, la fraction polysaccharidique extraite de *Morinda citrifolia Linn* montre une efficacité anti inflammatoire, ils servent à réduit la migration de leucocytes au site d'inflammation et inhibé la production des cytokines pro-inflammatoire**(SOUSA *et al*., 2018).**

I.4.4.Activité antiviral

Les maladies infectieuses virales mettent gravement en danger la santé humaine. Dans la recherche de médicaments antiviraux efficaces, les chercheurs ont trouvé que les polysaccharides ont une bonne activité antivirale. En tant que composant antiviral efficace et peu toxique, les polysaccharides ont de larges perspectives d'utilisation médicinale et méritent d'être étudiées plus avant **(YU *et al* ., 2018)**

COVID 19, une pandémie qui s'est propagée sans antidote antiviral solide. Les polysaccharides sulfatés (carraghénane) extraits par *Porphyridium sp* possèdent un activité antiviral contre COVID-19 Puisqu'il existe plusieurs molécules dans les exopolysaccharides de *Porphyridium*, cet organisme peut faire une différence positive dans le traitement du COVID-19 . Les polysaccharides sulfatés de ces algues peuvent être utilisés comme produit de revêtement sur les matériaux sanitaires et également pour la production de médicaments antiviraux pour la prévention ou le traitement des infections des voies respiratoires causées par le coronavirus **(GAIKWAD *et al* ., 2020)**

Le virus de l'entérite à canard (DEV) de la famille des *Herpesviridae* est l'une des principales maladies chez la sauvagine. Un nouveau polysaccharide sulfaté de *Chuanminshen violaceum* (SCVPS), qui présente une activité antivirale significative contre DEV. La SCVPS est plus efficace que l'héparane sulfate. Le SCVPS et l'HS inhibent l'activité virale en empêchant l'adsorption du virus avec des valeurs IC50 comprises entre 82,83 μg / mL et 109,28 μg / mL pour le SCVPS et 150,22 μg / mL pour le HS. Qui a révélé que les deux SCVPS et HS peuvent réduire de manière significative tous les virus attachés aux cellules. SCVPS a également empêché la propagation de cellule à cellule de DEV. Ces résultats

indiquent que les SCVPS sont plus efficaces que les HS en tant qu'agents antiviraux contre DEV **(SONG *et al*., 2013**).

I.4.5.Activité immun-modulateur

Un immun modulateur est une substance qui modifie l'activité de système immunitaire , tantôt en le dépriment , tantôt en stimulant , selon les doses utilisées , la nature des éléments du système immun concernés (macrophages , lymphocytes B ou T) et les conditions d'administration de l'agent actif.

L'immun modulation qui en résulte est la modification physiologique induite pharmacologique ou dans certaines conditions ,par un immun modulateur , d'un ou de plusieurs types de réaction immunitaire **(PEGGY .,1975)**

L'étude faite sur *Ganoderma lucidum* montre que les polysaccharides isolés à partir des du résidu de caillé de soja fermenté renferment présentant un effet immunomodulateur sur les macrophages**(YANG *et al* ., 2014)**

Les polysaccharides hydrosolubles isolés à partir de la tige de *Dendrobium officinale* exercent des effets immuno-modulateurs importantes sur la réponse immunitaire ont eu des effets stimulants sur les lymphocytes T et les lymphocytes B, favorisant la viabilité cellulaire **(HUANG *et al* ., 2016)**

Ont signalé que les polysaccharides isolés du *Panax ginseng* possèdent une activité immunomodulateur important, ils entrainent une stimulation de macrophage**(LIANG .,2017)**

I.5.Généralités sur la famille des Apiaceae

I.5.1. Description de la famille des Apiaceae

La famille d'*Apiaceae* (syn. *Umbelliferae*) est l'une des plus importantes familles de plantes à fleurs**(SAYED-AHMED *et al* .,2017).** Elle est composée de 300 genres et de 3000 espèces dans le monde.**(EL ALAOUI-FARIS et CAUWET-MARC., 2006)** Les membres de la famille des *Apiaceae* sont distribués partout dans le monde, et principalement dans les régions tempérées du nord et les hautes altitudes des régions tropicales .

C'est une famille très homogène facile à reconnaître grâce à son inflorescence en ombelles composées. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres.

Les plantes de la famille des *Apiaceae* sont essentiellement des plantes herbacées annuelles, bisannuelles ou le plus souvent vivaces. sont appartiennent à l'embranchement des Spermatophytes ou Phanérogames . **(FILLIAT.,2012)** . Les caractéristiques principales des membres d'*Apiaceae* sont les feuilles sont alternes, composées, rarement simples. Souvent, les pétioles sont élargis à leur base, engainant la tige. La tige est souvent creuse.

Les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées appelées involucelles à la base. Elles comptent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux loges. les fruits ou les graines indéhiscents riches en huiles. Les *Apiaceae* renferment des plantes alimentaires (la carotte, *Daucus carota L.),* des condiments et des épices (le cumin, *Cuminum cyminum*), des plantes médicinales (la khella, *Ammi visnaga* et le fenouil, *Foeniculum vulgare*) ainsi que des plantes toxiques (la grande ciguë *Conium maculatum*) . **(YOMBAI., 2015).**

I.5.2. *Ferula communis L*

I. 4. 2. 1. Classification botanique de *Ferula communis L*

Selon **QUEZEL et SANTA (1963),** la position systématique de *Ferula communis* L. est donnée comme suit:

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	*Ferula*
Espèce	*Ferula communis L*

I .5.2.2. Aspect botanique

Les plantes du genre *Ferula* croissent souvent dans les régions arides. sont réparties principalement en Asie centrale et du sud-ouest . Arbrisseau vivace pouvant atteindre deux

mètres de haut, à croissance très rapide (quelques semaines). **(CHIBANI.,2013)**, à tiges épaisses et creuses**(MOHAMMEDI *et al* .,2014)**. La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines **(FILIAT., 2012).**

I.5.2.3. Localisation géographique

Ferula L. est le troisième plus grand genre de la famille des Apiacées et comprend de 180 à 185 espèces. Les espèces du genre *Ferula* sont réparties principalement en Asie centrale et du sud-ouest. Cependant, les espèces du genre sont également réparties en Extrême-Orient, dans le nord de l'Inde et dans le bassin méditerranéen. a également signalé que le genre *Ferula* a une large distribution dans toute la région méditerranéenne (**LEFEBVRE.,2017; MEHRNOUSH *et al*.,2018)** et du Moyen-Orient, l'espèce du genre pousse principalement dans les régions montagneuses et certaines sont réparties dans les zones désertiques. En Iran, il existe plus de 30 espèces de *Ferula*, dont environ la moitié sont indigènes et / ou endémiques **(UBAID et IRSHAD., 2016)** *F. communis L* est reparties aussi en maroc **(EL ALAOUI et CAUWET., 2006)** et france , grèce **(GEORGIOS *et al* ., 2014)** Cette espèce se développe dans une ambiance bioclimatique subhumide inférieure à semi-aride supérieure (Algérie). **(YOUMBAI *et al* ., 2017)**

I.5.2.4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle

Certaines espèces du genre sont couramment utilisées comme épices. Certaines espèces sont utilisées dans la préparation de médicaments locaux. Ces plantes sont également connues pour être une riche source de gomme-résine utilisée en médecine folklorique **(UBAID et IRSHAD., 2016)**

Les feuilles de *Ferula communis L* est utilisée traditionnellement pour traité les troubles digestive **(HAMEL *et al* .,2018)**

Les tiges sèches sont utilisées pour la vannerie et la confection des ruches d'abeilles . *F. communis* connue au Yemen sous le nom «Chemer ou Chemar», est utilisée en médecine traditionnelle pour éliminer les sels des urines**. (CHALABI ., 2017) .**Cette espèce possède plusieurs Propriétés médicamenteuse traditionnels . Il est utilisé pour les maladies de peau, les rhumatismes, les fissures dans les pieds, maladie helminthique, douleurs dans les articulations, hystérie, et la dysenterie. Il est antispasmodique et aphrodisiaque et peut être utilisé contre les mites et comme dépilatoire. Au Maroc, *F. communis* est fréquemment utilisé

pour traiter diverses maladies, et par voie orale, il est prescrit par les praticiens comme anti-helmintique , diurétique, analgésique, pour les douleurs articulaires, la stérilité féminine, les rhumatismes et un émétique. Les racines sont également utilisées pour le soin des cheveux**(NGUIR et al., 2016)**

I.5.2.5. Etudes chimique antérieurs

Le genre Ferula est étudié depuis plusieurs années. De nombreuses études ont été réalisées sur les métabolites secondaires synthétisés par les différentes parties des espèces appartenant à ce genre. **(CHIBANI., 2013)**

Dans les espèces de *Ferula*, ces composés sont représentés par des esters de bornéol (la chimigine et la chimganine) et de fenchol (stylosine) ou des monoterpénoides linéaires substitués par une coumarine (l'auraptène et la diversine). La chimgine et la chimganine sont répandues dans la section *Peucedanoides.***(ALKHATIB.,2010).**

Certains esters-daucane sont extraits de *F. communis.* En Sardinia (Italie) possèdent une activité antiproléfirative des cellules de cancer du colon inférieur chez l'homme **.**

Des antimycobactériens peuvent être produites par des sesquiterpènes synthétisés par cette espèce. Toutefois, leur ingestion peut poser des problèmes toxicologiques et aussi écotoxicologiques **(CHIBANI., 2013)**

L'analyse phytochimique de l'extrait d'acétate d'éthyle et de l'extrait de n-butanol de *Ferula communis* a mis en évidence la présence de flavonoïdes, d'alcaloïdes, de diterpènes, de glycosides, de glucides, de protéines, de terpénoïdes, et de tanins. L'extrait d'acétate d'éthyle et l'extrait de n-butanol de *Ferula communis* ont été testés pour les activités antioxydantes où les deux extraits de plantes ont présenté un bon pouvoir réducteur à différentes concentrations.

Les huiles essentielles de *Ferula communis* L sont constituées par 3 composants majoritaires: le myrcène (52.5%), l'α- pinène : (20.90%) et le β-phellandrène (7.70%) .
(CHALABI., 2017)

I.6. Bactéries étudiées

I.6.1.*Pseudomonas aeruginosa*

Les espèces *Pseudomonas aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif, ces bactéries finessont de 1.5 à 3 µm de long et 0.5 à 0.8 µm de large. Elles sont mobiles grâce à une ciliature de type polaire monotriche, ce type de bactéries possède un aspect de vol moucheron. *Pseudomonas aeruginosa* ne forme ni des spores ni sphéroplastes **(RICHARD et KIREDJIAN, 1995).** *Pseudomonas aeruginosa* est responsable de 16% des cas de pneumonie nosocomiale, 12% des infections urinaires, 8 % des infections suites aux blessures chirurgicales **(HARRAR ., 2012)**

I.6.2. *Staphylococcies aureus*

Les espèces *Staphylococcus aureus* sont des cocci à Gram positif, de forme sphérique, avec un diamètre de 0.8 à 1 µm. Elles sont regroupées en diplocoques ou en petits amas (grappe deraisin). Ce type de bactéries est immobile, asporulé, habituellement sans capsule. De nombreuses souches de *Staphylococcies aureus* produisent un pigment jaune doré **(BERCHE *et al*., 1988).** *Staphylococcies aureus* représente est la cause de méningite, ostéomyélite et diarrhée **(STEVEN *et al*., 2004).**

I.6.3.Escherichia Coli

Escherichia coli est un bacille à gram négatif **(BERCHE *et al*., 1988),** de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à6 µm, alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 µm **(STEVEN *et al*., 2004).** Cette dernière constitue la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et nombreux animaux. Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales **(BERCHE *et al*., 1988; ADOUANE .,2016)**

Deuxième partie
partie expérimentale

Chapitre I
Matériels et méthodes

Dans le présent chapitre, il est traité le principe adopté, les matériaux utilisés, la méthode d'étude des extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles et leurs activités biologiques. Chacune des parties, est structurée selon les objectifs recherchés

I.1.Principe adopté

Le présent travail est une contribution à l'étude de l'activité biologiques des polysaccharides issus d'une plante spontanée à caractère médicinal ; *Ferula communis L* de la famille des *Apiacées* récoltée au Sahara septentrional Est Algérien (région d'El Oued). L'étude porte sur l'extraction des polysaccharides hydrosoluble issus *Ferula communis L* , ainsi , le plus important vise a l`étude les propriétés biologiques dont les activités: antibactérienne, antioxydant , anti-inflammatoire des extraits bruts Polysaccharidiqes de *Ferula communis L* .

I.2.Matériel d'étude

Le matériel d'étude regroupe les appareillages de laboratoire, les solvants et les produits Chimiques, en plus du matériel biologique.

I.2.1. Matériel biologique

Il est présenté par l'espèce végétale choisie(*Ferula communis L*),du sang humain et des bactéries . blanc d'œuf .

I.2.1.1. Choix de l'espèce végétale

Ferula communis L est une plante méditerranéenne ,elle est utilisée dans le médecin traditionnel .**(CHIBANI ., 2017)**

Le choix de l'espèce d'étude est justifié d'un part, par l'utilisation de cette espèce en médecine traditionnelle qu'elle pourra, grâce à sa longue pratique des plantes médicinales, être un bon filon à exploiter par la médecine et la recherche. D'autre part, le choix est justifié par le fait que peu d'études ont été réalisées sur les polysaccharides et leurs activités biologiques de cette plante.

I.2.1.1.1- Préparation du matériel végétal

les feuilles de *Ferula* communis *L***(photo 1)** sont collectées le 03 janvier 2020 au niveau d'El djerf , commune d'El Hamraia ,Wilaya d'El Oued (Algérie).

Après la récupération de la plante, un séchage est effectué à l'abri de la lumière et à

température ambiante afin de préserver au maximum l'intégrité de sa composition chimique. Les feuilles *Ferula communis L* sont utilisées pour l'extraction et l'étude de l'activités anti-inflammatoire, antibactérienne et antioxydant des polysaccharides hydrosolubles.

Photo 1: Les feuilles de *Ferula communis L*

I.2.1.1.2.- Broyage

Après séchage, les feuilles ont été broyées pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des extraits **(DIALLO *et al* .,2004)**

I.3.- Extraction des polysaccharides

Les feuilles séchées sont écrasées et prétraitées par de l'éthanol 80% pendant 3 × 24 heures. **(DIALLO *et al*., 2004)**, à température ambiante et sous agitation douce puis filtrées pour éliminer les composés solubles dans l'éthanol, tels que les matériaux colorés , les oses simples et les acides aminés. **(WU *et al* .,2007) ,** Le résidu des feuilles prétraitées, est séché une seconde fois à l'abri de la lumière, sous ventilation à l'air libre et à la température ambiante (**BOUAL *et al* ., 2013),** Le marc obtenu est macéré dans 200ml d'eau distillée pendant 2 heures à 80°C**. (CHIDOUH *et al*., 2014)** Puis on fait une centrifugation à 4000rpm pendant 15mn **(CHEN *et al*., 2010)** Les surnageants récupérés sont précipités à l'aide de 3 volumes d'éthanol à 75%, pendant 24 heures à une température de 4°C(**BOUAL *et al*., 2015)** ,Après une centrifugation, les culots sont lavés par l'acétone, puis séchés à température ambiante **(TABARSA *et al*., 2017). (Figure 1)**

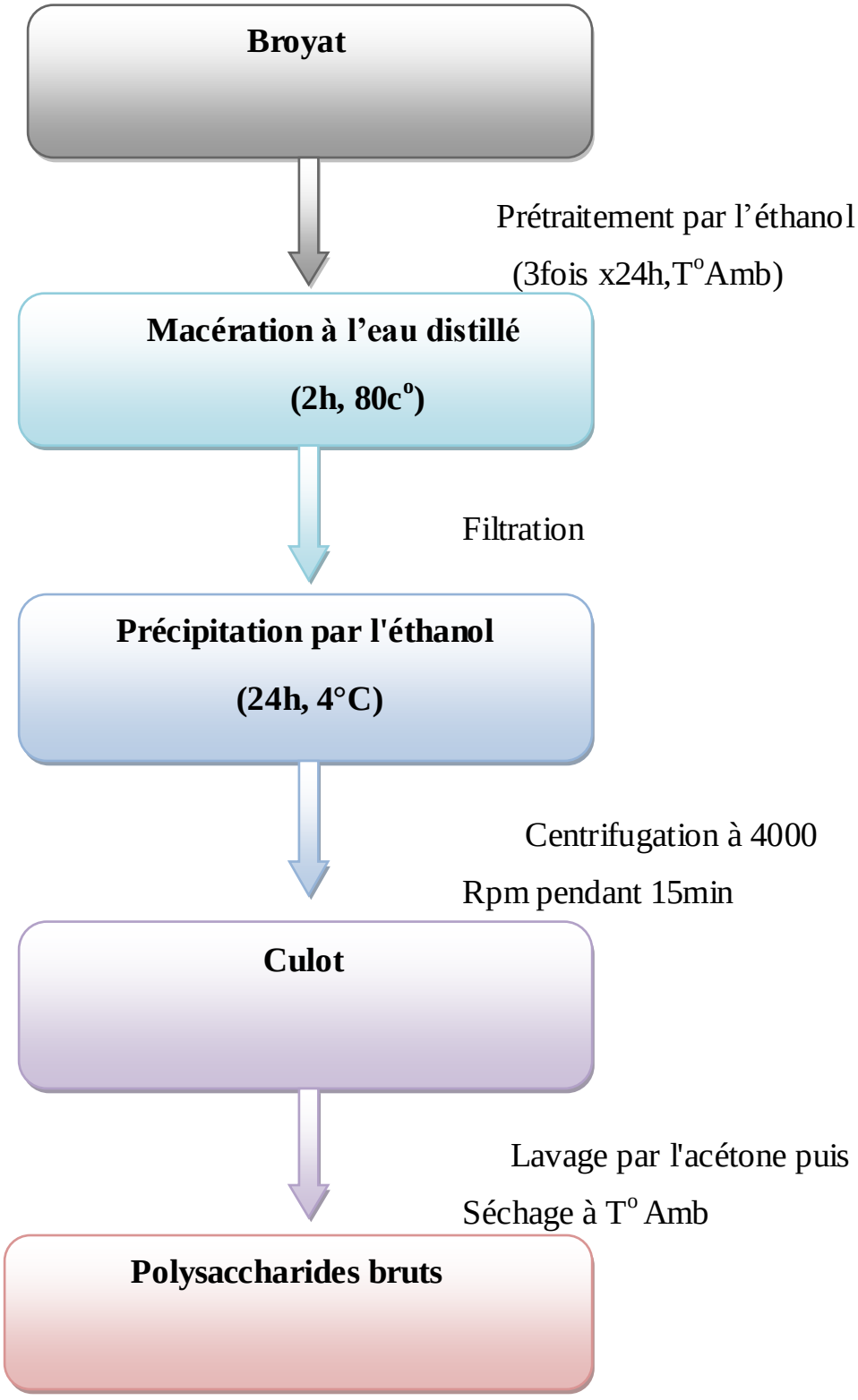


Figure 1: Protocole d'extraction des polysaccharides hydrosolubles

☒ **Calcul du rendement**

Le rendement en extrait brut est defini comme etant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé selon **SEDDIKI *et al*.(2017)** par la formule :

$$R(\%) = (M/M_0) \times 100$$

R : Rendement en %,

M : Poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles,

M_0: Poids de la matière végétal sec.

I.3.1.- Composition des extraits bruts de polysaccharides

La composition des extraits de polysaccharides hydrosolubles concerne le dosage des oses totaux, neutres, acides et les protéines. Les analyses sont répétées trois fois.

I.3.1.1.- Dosages des oses totaux

La quantification des sucres est réalisée par la méthode au phénol sulfurique **(DUBOIS, 1956)** pour les oses totaux.

A-Principe

En présence de l'acide sulfurique concentré, les oses sont déshydratés en composés de la famille de dérivés furfuriques. Ces produits se condensent avec le phénol pour donner des complexes jaune-orangés. L'apparition de ces complexes est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490nm **(LECHEB, 2010).**

B-Réactif

La solution de réactif de phénol à 5% est préparée par l'ajout de 100ml d'eau distillée à 5g de phénol. La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 0,1g de glucose dans 100ml d'eau distillée

C-Mode opératoire

Dans des tubes en verres placer un mélange de 200µl d'échantillon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation,1ml d'acide sulfurique H2SO4 (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 mn, puis ils sont

laissés 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 492 nm **(BRUDIEUX, 2007; RUIZ, 2005; GENESTIE, 2006)**

I.3.1.2.- Dosage des oses neutres

La teneur des oses neutres est dosée par la méthode de**(MONSIGNY *et al*. 1988).**

A-Principe

En milieu acide concentré, les glucides se transforment en dérivés furfuraux, qui en se complexant avec le résorcinol, donnent des composés de couleur orange. Leur absorbance est lue à la longueur d'onde 490 nm, au spectrophotomètre UV visible **(DUBOIS *et al*., 1956; MONSIGNY *et al*., 1988).**

B-Mode opératoire

Dans des tubes en verres, 200 µL de solutions à doser sont mélangés avec 200 µL de résorcinol et 1ml d'acide sulfurique (98%). Ensuite, les tubes sont placés durant 30 min dans un bain marie à 90°C, puis placés dans un bain de glace et à l'obscurité durant 30 min. L'absorbance est mesurée 490nm **(MONSIGNY *et al*., 1988).**

I.3.1.3.- Dosage des protéine

La concentration en protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles est déterminée par la méthode de **BRADFORD (1976).**

A-Principe

En milieu acide, le réactif de Coomassie se lie aux protéines provoquant la formation d'un complexe de coloration bleue qui absorbe entre 465 et 595 nm.

sérum d'albumine bovine (BSA) est utilisé comme référence **(LE ROUX, 2012).**

B- Mode opératoire

Dans des tubes en verre, il est additionné un volume 400ul de solution à doser, puis 2ml de réactif de coomassie. Le mélange est homogénéisé pendant 30 secondes. L'absorbance est mesurée à 595 nm après 2mn. La coloration est stable pendant une heure **(BRADFORD, 1976).**

I.4.-Activités biologique

L'évaluation des effets antibactérienne et anti-inflammatoire et antioxydant par l'extrait polysaccharidique de feuilles de *Ferula communis L*

I.4.1.- Activité antioxydante

A- Principe

Le test DPPH (diphenylpicrylhydrazyl) est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydant.

En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH• donne lieu à une coloration violette foncée de la solution. La réduction des radicaux DPPH• par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution. Le changement de couleur peut être suivie par spectrophotométrie à 517nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminée**(LARABA *et al* ., 2016)**

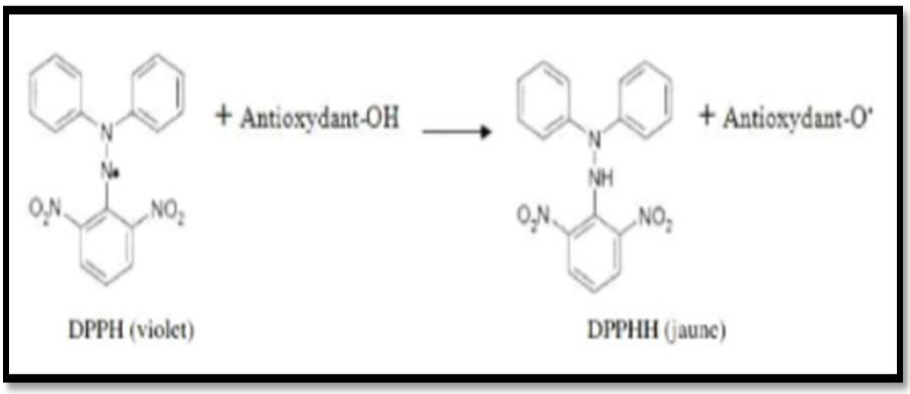


Figure 2: Structure chimique du radical libre DPPH• (2,2 Diphényle-1-Picryl-Hydrazyle) **(KHIAL., 2017)**

B- Mode opératoire

Dans notre étude, ce test a été évalué suivant le protocole appliqué en**(ELAABID , 2009)**. Brièvement, 800 µl d'une solution méthanolique de DPPH (4%) a été mélangé avec 200 µl de différentes dilutions des extraits de plante 0\1000µg\ml Le mélange obtenu est ensuite gardé à l'abri de la lumière à la température ambiante pendant 30 minutes .Puis

l'absorbance est mesurée à517nm contre un témoin composé de 800 µl de la solution de DPPH et de 200 µl de méthanol.

L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif **(HADDAD *et al*., 2016).** est représenté par une solution d'un antioxydant standard; dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque concentration, a été répétée trois fois (**BENE *et al* .,2017)**

C-Pourcentage d'inhibition

Le pourcentage d'inhibition (%I) du radical DPPH par l'extrait selon **LI *et al* (2010)** est calculé comme suit:

$$IP\% = [(AC - AE) / AC] \times 100$$

- AC : absorbance en absence de l'inhibiteur
- AE : absorbance en présence de l'inhibiteur (échantillon)

D- Calcul de la concentration inhibitrice de 50% (IC50)

La concentration inhibitrice à 50 % , est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH. Les IC50 sont calculées graphiquement par les régressions linéaires de graphe , dont les pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations de chacun des extraits testés **(KHIAL., 2017)**

E- L'indice de l'activité antioxydant (AAI)

L'indice de l'activité antioxydant AAI est calculé selon **BOUHADDOUDA (2016)**

$$\frac{\text{Concentration finale de DPPH(µg/ml)}}{IC_{50}\ (\mu g/ml)}$$

Les résultats d'AAI sont exprimés comme suit :

AAI < 0.5 → faible activité antioxydant ,2> AAI > 1 → forte activité antioxydant AAI AAI > 0.5 → activité antioxydant modérée , AAI> 2 → très forte activité antioxydant **.**

I.4.2.- Activités antibactériennes

- **Description des bactéries étudiées**

Les Trois (3) espèces bactériennes utilisées dans notre travail sont des souches de référence de type ATCC (American Type Culture Collection), et disponibles au sein de notre laboratoire dans l'université Echahid HAMMA LAKHDAR El-oued.

Tableau 2: Espèces bactériennes testées.

Espèces	Propriété
***Escherichia coli* ATCC 10536**	Gram négative
***Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27835**	Gram négative
***Staphylococcus aureus* ATCC 9144**	Gram positive.

Ces espèces bactériennes ont été choisi parce qu'elles représentent les espèces à Gram positif et à Gram négatif les plus communes, responsables d'infections nosocomiales et résistantes aux antibiotiques.

L'antibiogramme est un examen de laboratoire permettant d'apprécier la sensibilité d'une bactérie prélevée chez un malade vis-à-vis de divers antibiotiques **(CHIBANI.,2013)**

- **Antibiotique**

L'antibiotique utilisé dans notre étude est la gentamycine (GEN) à une charge de 50 µg/disque. Notre choix s'est porté sur GEN vu qu'il possède un large spectre d'action, à la fois actif sur les Gram positive et sur les Gram négative, permettant ainsi déterminer la sensibilité de toute la gamme de bactéries étudiées vis-à-vis de cet antibiotique.

Méthode utilisée

Cette test a été effectué selon la méthode de diffusion des puits décrite par Cooper et **WOODMAN (1946**), reprise par **SHRODER et MESSING (1949).** Cette méthode consiste découper des trous circulaires (puits) dans la gélose et y verser l'extrait de concentration connue. L'extrait diffuse radialement en donnant une zone d'inhibition circulaire a la surface de la gélose ensemencée avec la suspension bactérienne **(EYMARD, 2003).**

A. Les milieux de cultures utilises

*Gélose nutritive, * Gélose Mueller-Hinton

B- Repiquage des souches bactériennes

Les souches bactériennes à tester ont été repiquées par la méthode des stries dans des boites de pétri contenant de la gélose nutritive, puis incubées pendant 24 h à 37°C afin d'obtenir des colonies isolées.

C- Préparation de l'inoculum

Des colonies bien séparées des souches bactériennes étudiées ont été prélevées à l'aide d'une pipette pasteur et homogénéisées dans 5 ml d'eau physiologique.

D- Evaluation de l'activité antibactérienne

Cinq milligramme (5mg) des extraits polysaccharidiques est solubilisé dans 1 µl de diméthyle sulfoxide (DMSO) complété par 999 µl d'eau distillée (5mg/1ml).

Les dilutions sont préparées à des concentrations de2.5 mg/ml, 5 mg/ml, 7.5 mg/ml et 10 mg/ml dans du DMSO à partir la solution mère Elles sont filtrées avant toute autre utilisation sur des filtres millipores (0,2 µm). Des dilutions sont ensuite réalisées afin d'obtenir les concentrations choisies. Ces concentrations sont exprimées en mg/ml.

E- Préparation des milieux de culture

La gélose de Muller Hinton est coulée et répartie dans des boites de pétri stériles. Ces dernières sont séchées pendant 30 min à une température ambiante avant leur employ

F- Ensemencement et dépôt des disques

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage sur boites Pétri, un écouvillon est trempé dans la suspension bactérienne, puis l'essorer en pressant fermement sur la paroi interne du tube. L'écouvillon est Frotté sur la totalité de la surface gélosée, de haut en bas en stries serrées.

L'opération est répétée deux fois en tournant la boite de 60c^{o} à chaque fois. L'ensemencement est fini en passant l'écouvillon une dernière fois sur toute la surface gélosée. L'écouvillon est rechargé à chaque fois qu'on ensemence plusieurs boites de Pétri avec la même souche. Les disques imprégnés d'extraits sont déposés délicatement sur la surface de la gélose inoculée à l'aide d'une pince stérile.

De même les antibiogrammes réalisés avec des disques contenants des antibiotiques (témoin positif) appropriés prêts à l'emploi ont été utilisés pour la comparaison avec les résultats des extraits testés et les disques Wattman imprégnés de DMSO (témoin négatif). Finalement, les boites de Pétri sont incubées pendant 18 à 24 heures à 37°C .

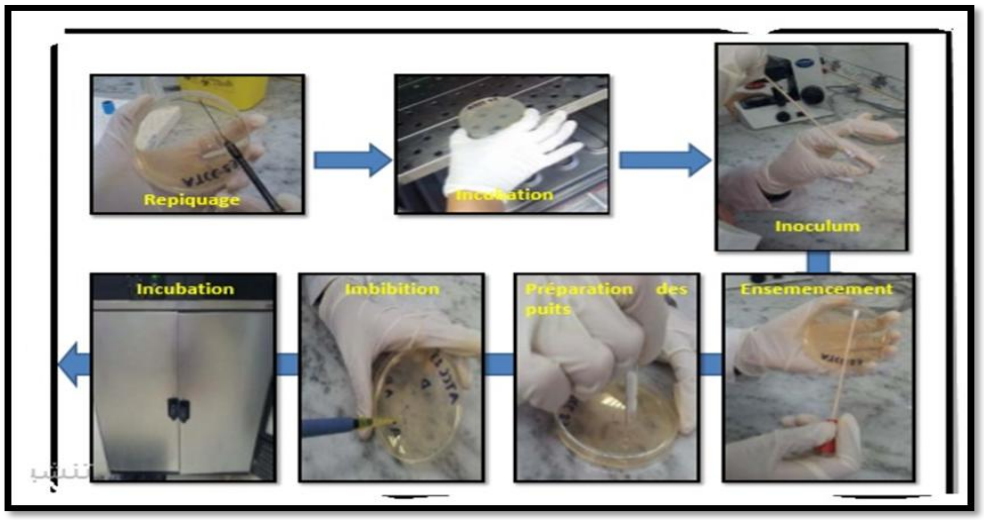


Photo 2: protocole de l`activités antibactériennes de *Ferula communis* L

E- Expression des résultats

L'activité antibactérienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibition de la croissance bactérienne autour des disques contenant la substance inhibitrice testée. **(BOUMAZA., 2011).** La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puits à l'aide d'une règle (mm). Le diamètre de la zone d'inhibition montre la sensibilité des souches vis-à-vis des extraits (**BENKIKI., 2006).**

• Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8mm;

• Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm;

• Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm;

• Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm.

I.4.3. Activité anti-inflammatoire *in vitro*

I.4.3.1.Préparation de la suspension des globules rouges humains

Le sang a été prélevé chez un donneur humain en bonne santé ne consommant aucun médicament stéroïdien depuis deux semaines. Le sang a été soumis à une centrifugation et la partie surnageant a été soigneusement pipetée avec des pipettes stériles. Les cellules emballées ont été remises en suspension avec un volume égal de sérum physiologique normal (pH 7,4) et centrifugés à nouveau. Le processus a été répété quatre fois jusqu'à ce que les surnageant clairs**(GADAMSETTY *et al*., 2013).**

I.4.3.1.1. Méthodes de la stabilisation de la membrane des érythrocytes humaine

A- Principe

Le principe de cette méthode est basé sur la capacité des extraits des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* à empêcher l'hémolyse des GRh, induite par l'hypotonie et la chaleur et donc prévenir la libération de l'hémoglobine. Ce test a été réalisé selon la méthode décrite par **GADAMSETTY *et al*(2013)**

B- Protocole

4,5 ml de mélange réactionnel constitué de 2 ml de solution saline hypotonique (0,25 % NaCl) , 1 ml de tampon phosphate de sodium (pH 7,4) et 1 ml d'extrait ont été dissous dans du sérum physiologique normal . Ensuite , 0.5 ml de HRBC a également été ajouté Le

mélange a été incubé à 56 C° pendant 30 minutes, Les tubes ont été refroidis sous courant de l'eau pendant 20 minutes et le mélange a été centrifugé à 3000 tr / min, les surnageant ont été séparés lus à 560 nm **(GADAMSETTY *et al*., 2013)** . Le diclofénac sodique a été utilisé comme médicament de référence. Dans la solution de contrôle au lieu de hyposaline , 2ml de distillée l'eau a été ajoutée . Le pourcentage de stabilisation de la membrane (HRBC) a été calculée par la formule suivante **(LATHA *et al* ., 2011):**

[(Abs contrôle - Abs échantillon) / Abs contrôle] × 100

I.4.3.1.-Evaluation de l'effet anti-dénaturation des protéines

Un test d'évaluation *in vitro* de la capacité de ce extrait à empêcher la dénaturation thermique d'ovalbumine extraite du blanc d'œuf par turbidimétrie a été utilisé. En effet, La chaleur provoque le changement réversible de la conformation tertiaires et même secondaires des protéines qui se traduisent par la diminution de leurs solubilités et la perte de leurs fonction **(ADASH VERMA *et al*., 2011)**

A-Extraction de l'ovalbumine

L'ovalbumine à été extraite à partir du blanc d'œuf de poule selon la méthode décrite par **DATTA *et al*., (2009).** Un œuf frais a été cassé et le jaune est séparé du blanc, le blanc d'œuf à été récupéré dans un bécher mis dans un bain de glace et mélangé à 50ml du tampon phosphate (0.1M, PH=6.6) puis homogénéisé sous agitation magnétique pendant 5mn, ensuite l'homogénat obtenu a été centrifugé à 3000 rpm (4 C°) pendant 5 mn, le surnageant obtenu a été filtré à travers une bande de gaze pour éliminer le précipitant. Enfin le filtrat obtenu, a été partagé dans des aliquotes de volume de 2 à 2,5ml puis stockés à -20C°

B-Mode opératoire

Le mélange réactionnel (2,5 ml) consistait en 0,1 ml d'albumine (provenant d'œufs frais de poule), 1,4 ml de solution tampon de phosphate saline (PBS, pH 6,4) et 1 ml de solution doser de l'extrait à concentration 1g/l . Un volume similaire d'eau distillée a servi de témoin. Ensuite, les mélanges sont reste dans une température ambiante pendant 20 min, puis chauffé à 70ºC pendant 5 min. Après refroidissement, les absorbances sont mesurées à 660 nm. Le

diclofénac de sodium aux concentrations finales de 125, 250, 500, 1250 et 2500 µg/ml, est utilisé comme médicament de référence **(CHANDRA *et al*., 2012)**

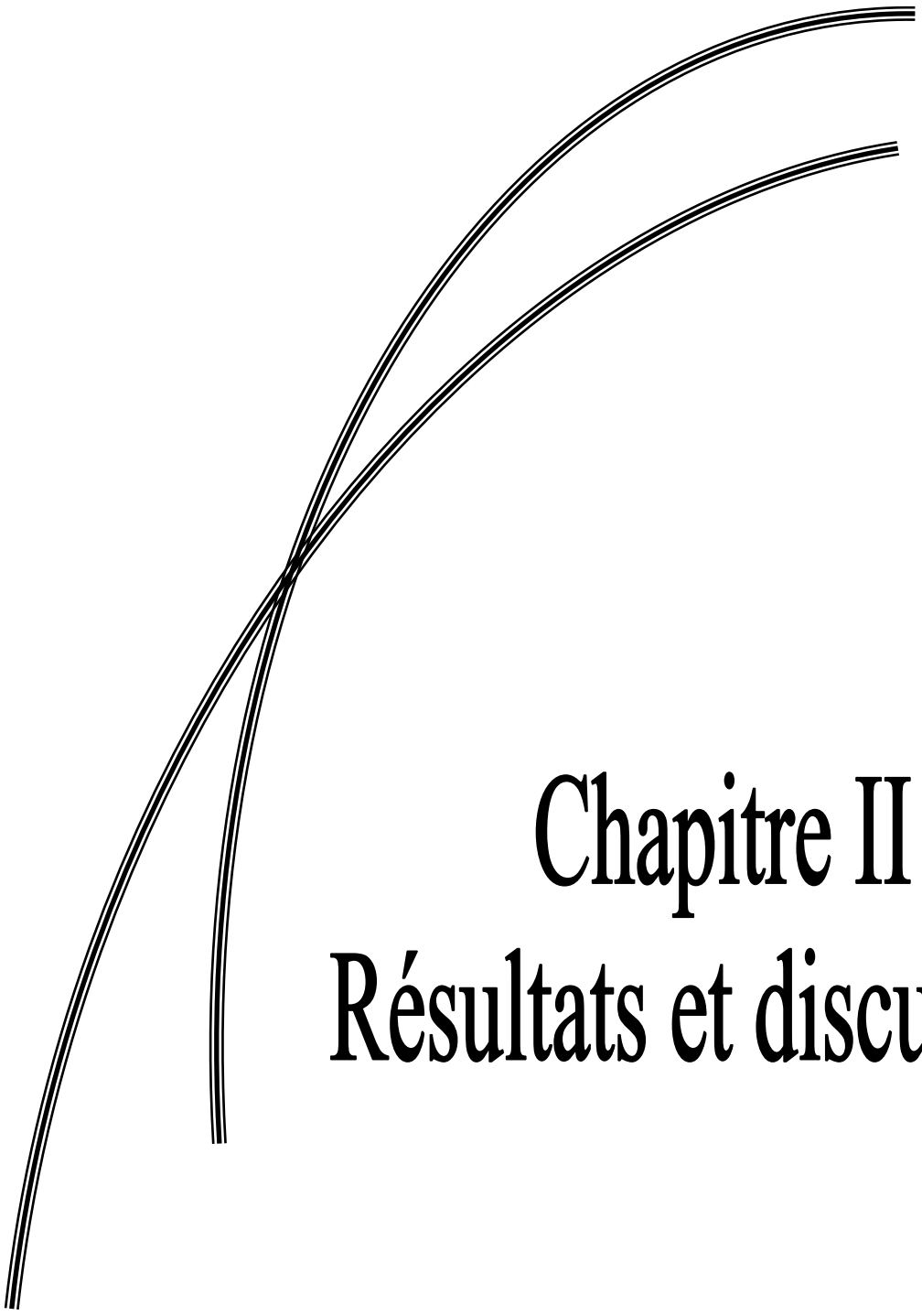
Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines est calculé selon **OSMAN *et al*. (2017)** en utilisant la formule suivante :

Pourcentage d'inhibition (IP%)

$$\% \text{ d'inhibition} = (V_t / V_c - 1) \times 100$$

V_t: absorbances moyenne de l'échantillon à tester

V_c: absorbance moyenne de control



Chapitre II
Résultats et discussion

Les résultats d'analyses et les activités biologiques testées des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *F. communis L* sont développés dans ce chapitre

II.1.Rendement et caractéristiques des polysaccarides hydrosolubles de *Ferula communis L*

Ce tableau montre les propriétés de extrait bruts de polysaccharides hydrosolubles *Ferula communis L*.

Tableau 3: Caractéristiques des polysaccarides hydrosolubles de feuilles de *Ferula communis L*

Caractiristique	*Ferula communis L*
Aspect	**Solide**
Couleur	**Brune**
Rendement	**6,18**

Les résultats de (tableau3) montre que les polysaccharides hydrosolubles *Ferula communis L* ont un aspect solide , et de couleur brune (Photo 3).

Photo 3: Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L*

Selon les résultats obtenus, le rendement massique de extrait brut de polysaccharides hydrosoluble a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante est de 6,18%

D'après le résultat noté, il apparaît que le rendement massique de l'extrait polysaccharidique des feuilles de *Ferula communis L* est de 6,18 %, ce rendement est plus élevé par rapport au rendement d'extraction des polysaccharides des feuilles de *Plonta gonotata*, soit=1,46 % observé par **KAKI et SAHBENE.(2008).** Tandis qu'il est inférieure à celui rapporté par **HANAIA et MESSAOUDI .(2019)**, qui ont trouvés que de feuilles *d'Oudneya africana (*famille des *Brassicacée*)sont ont un rendement polysaccharidique de 9.25%.Le rendement de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora L* obtenues par **BOUAL *et al*.(2012)**,est 1,46% il est inférieure que celle trouvé pour *Ferula communis L*. Le rendement massique d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des feuilles de *Plantagonotata Lagasca* (Plantaginaceae) par **BOUAL *et al.(*2015).**est 2%.il est inférieure à celui chez l'espèce étudiée.

Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des fruits d'*Ammodaucus leucotrichus* obtenues par **MAYOU, MEDJOUR.. (2018)** soit 3.5% . il est inférieure à celui trouvé chez la fraction de *Ferula communis L* **.**Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles varient suivant diverses conditions l'environnement climatique, la localisation, l'origine géographique et la période de récolte **(SAENZ *et al.*, 2004).** Aussi, Le pH et la température des milieux d'extraction influent sur le rendement massique d'extraction **(EBRINGEROVA *et al*., 2003)** De plus, les interactions entre ces paramètres ont également influencé le rendement d'extraction **(BREBION., 2013).**

II.1.1 .Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble

La détermination de la composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble issu des feuilles de *Ferula communis L,* est effectuée par des dosages colorimétriques en oses totaux, en oses neutres et en protéines**.**

La fraction de polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* renferme 13,15% d'oses totaux, 8,26%d'oses neutres ,et 0,93 % de protéines .Les teneurs en oses totaux de 68,18% , oses neutres de 44,96% sont signalé par **BOUAL *et al*,(2012).**pour une fraction

polysaccharidique des feuilles de *Malva parviflora L.*ils sont supérieur que celui trouvé chez la fraction des feuilles de *Ferula communis L.*les Taux de oses totaux de 33.03 % , oses neutres de 16.40%. sont signalé par **KAKI et SAHBENE.(2008).** pour une fraction polysaccharidique des feuilles de *Plontago notata,* ils sont plus supérieur que celui trouvé chez la fraction de feuilles de *Ferula communis L* . Les taux de oses totaux de 72.6% , oses neutres de 60.45%. et 2.67% de protéines sont signalé par **YOUMBAI *et al*, (2017**) pour une fraction polysaccharidique de Les gommes -résines de *Ferula communis L* Les teneurs en oses totaux d'extrait polysaccharidique de *Ferula Vesceritensis* (Famille de *Apiaceae)* obtenues par **KAFI,TAIEB (2018)** est 38,60 % . Il est remarqué que ce résultat est supérieur que celui trouvé chez la fraction de *Ferula communis L* .Les teneurs en oses totaux d'extrait polysaccharidique des fruits d' *Ammodaucus leucotrichus* (Famille de Apiaceae) est 9,72%. Il est remarqué que ce résultat est inférieur à celui trouvé chez la fraction de *Ferula communis L* . ainsi un taux de oses neutres de 4,75% Il est inférieur à celui trouvé chez la fraction de *Ferula communis L***MAYOU, MEDJOURI (2018).**Il est largement décrit dans la littérature que la composition chimique des polysaccharides hydrosolubles varient suivant diverses conditions telles que l'environnement climatique, la localisation, l'origine géographique, la période de récolte **(SAENZ *et al*., 2004)** et les méthodes d'analyse utilisées**(WANG et ZHU, 2019).** Le pH et la température des milieux d'extraction influent sur la teneur des protéines obtenues. Selon (**MILANI *et al*.,2007** ;**YOUMBAI.,2015).** l'augmentation de la température (90°C) et l'abaissement du pH (4) réduit la teneur en protéines dans les extraits des gommes de *F. gumosa* (3,8%), par contre à température (50°C) et à pH alcaline (10) la teneur en protéine est plus élevée (4,4%).

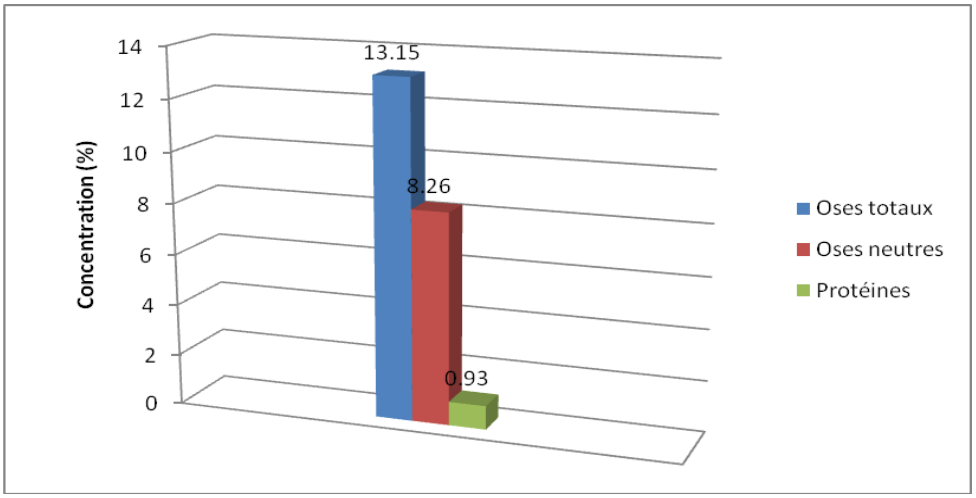


Figure 3: Composition des extraits bruts de polysaccharides de *F.communis L*

II .2.Activités biologiques de l'extrait brut polysaccharidique

II-2-1-Activité antioxydante

La méthode est utilisée pour étudier l'activité antioxydant **.** Les valeurs de l'activité antioxydant sont exprimées en (%) qui indique le pourcentage d'inhibition de radical libre DPPH• par les polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L*

Les résultats de mesure des pourcentages d'inhibition (IC_{50}) de polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L* et l'acide ascorbiques ont illustrés dans le tableau suivante:

Tableau 4: Activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L*

L' échantillon	**IC_{50} (mg/ml)**	**AAI**
Ferula communis L	0,03	25
Acide ascorbique	0,098	8,46

A partir des équations linéaires, on peut calculer les IC_{50} en mg/ml qui définit la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH.

Selon les résultats obtenus au **(tableau 4)** les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* exercent une activité antioxydant avec IC_{50} = 0.03 mg/ml et un AAI = 25 .Cependant, la capacité antioxydant de polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* est forte parce qu`elle supérieur que l'antioxydant synthétique de référence la vitamine C (IC_{50}=0.098 mg/ml) et proche que les polysaccharides hydrosolubles *d'Ammodaucus leucotrichus* (Famille deApiaceae) , est forte par rapport à les polysaccharides hydrosolubles de gommes-résines *Ferula communis L* de celui obtenu par **ABEKHTI , BEN AHMED (2019)**

LI *et al*. (2017) ont trouvé une valeur d'IC_{50} de 3.72 mg/ml en étudiant l'effet antioxydant des feuilles de *Lepidium meyenii*, ce qui est supérieur au pouvoir antioxydant de *Ferula communis L*.effet antioxydant de polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* est proche que huiles essentielles de *Ferula assafoetida* (Famille *d'Apiaceae*) (IC_{50} =0,02mg/ml) celui obtenu par **DEHPOUR *et al*. (2009).**

CHEN *et al*. (2014) ont trouvé une valeur d'IC_{50} de 0.38 mg/ml en étudiant l'effet antioxydant de pulpe de *Elaeagnus angustifolia L* cette résultat est supérieur le pouvoir antioxydant de feuilles *de Ferula communis L*

Le pourcentage d'inhibition (%) de DPPH• est 54,07 % et exercés par l'extrait brut de fraction polysaccharidique des feuilles de *F. communis L* à une concentration maximale de 1mg/ml Il est supérieur que la fraction polysaccharidique d'extrait des inflorescences d'*Ammodaucus leucotrichus Coss Dur* à un effet de piégeage de radical DPPH• est de 13,69 % pour une concentration de 100 µg/ml. **(YOUMBAI., 2015)**.

Il est rapporté que de nombreux facteurs influent sur l'activité antioxydant des polysaccharides, y compris la composition en monosaccharide, le poids moléculaire et la conformation de la chaîne. De ce fait, en raison de diverse caractéristiques structurelles, les polysaccharides de divers origines présentent une activité antioxydant différente **(LI *et al*., 2017)** . Les polysaccharides extraits ou isolés par des méthodes différente sont des activités Antioxydants différentes du fait de la différence dans la composition chimique, la masse moléculaire, la structure, ou la conformation **(CHEN *et al*., 2008; ZHANG *et al*., 2015)**

Des études antérieures rapportent que les activités antioxydants peuvent être étroitement liées aux caractéristiques structurales des polysaccharides. Cependant, ce n'est pas tous les

polysaccharides qui possèdent des activités anti-oxydantes. Il a été rapporté que les capacités antioxydants des polysaccharides dépendent généralement de l'unité d'oses, des liaisons glycosidiques , du degré de ramification et de la conformation du polysaccharide **(LI *et al*., 2013).** D'une manière générale, de nombreuses études ont confirmé les propriétés antioxydants de polysaccharide tel que la gomme Arabique. Plus récemment encore, un arabinogalactane protéine issus de gomme de *Lannea grandis* et un arabinogalactane issus de feuilles de *Lycium ruthenicum murra* **(LIU *et al*., 2016)** ont été décrits pour leur pouvoir antioxydant. Ainsi, tous ces arabinogalactanes constituent donc une source potentielle d'antioxydants naturels pouvant intéresser alimentaire Il est largement utilisé pour évaluer l'activité de piégeage de radicaux libres d'antioxydants **(LIU *et al*., 2015**). Le pouvoir réducteur peut être en relation dépendante avec la variabilité des compositions chimiques des plantes ; est due aux impacts des facteurs environnementaux, peut être influencé, par les températures utilisées durant l'extraction. En effet, ont rapporté que l'utilisation des hautes températures au cours de l'extraction augmente la libération des antioxydants. Le pouvoir antioxydant des plantes varie également selon la saison de récolte **(LAUSEUR ., 2017).**

II. 2.2. Activité antibactérienne

Les souches des bactéries: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27835 ,*Staphylococcus aureus* ATCC 9144 , *Escherichia coli* ATCC 10536, sont montré des sensibilités à l' antibiotique gentamicine (un antibiogramme est utilisé en générale comme référence(référence positif) pour comparer l'action d'antibiotique de référence contre les bactéries avec l'activité antibactérienne de polysaccharides hydrosolubles de feuille de *Ferula communis L* (référence négatif)étudies.

Les deux tableaux ci-dessous expriment le diamètre des zones inhibition d'antibiotique et le diamètre des zones inhibition de croissance des ces trios souches bactériennes en présence des différentes concentrations de polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L* en mm , respectivement

Tableau 5: Diamètre des zones d'inhibition en mm en présence de gentamicine .

L'antibiotique gentamicine	***Pseudomonas aeruginosa***	***Staphylococcus aureus***	***Escherichia coli***
Zones des inhibition en mm	36	20	34

Pseudomonas aeruginosa extrêmement sensible à la gentamicine avec de diamètre des zones d'inhibition 36mm par rapport à l'*Escherichia coli* leur diamètre est 34mm, Comme on a observé *Staphylococcus aureus* moins sensible à la gentamicine (20mm)que *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* .

Tableau 6: Diamètres des zones d'inhibition de croissance des trois souches bactériennes en présence des différentes concentrations de polysaccharide hydrosolubles de *Ferula communis L* en mm .

	diameters des zones d'inhibition de croissance microbienne			
	diameters des zones d'inhibition de croissance microbienne			
	2,5mg/ml	5mg/ml	7.5mg/ml	10mg /ml
Pseudomonas aeruginosa	0		0	0
Staphylococcus aureus	0		0	2,5
Escherichia coli	0	2,5	4	4

Nous avons noté que l'espèce *Escherichia coli* est sensible au différente concentrations des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* parce que on a enregistre de diamètre (diamètre d'inhibition de la croissance dans la concentration 5mg/ml ,7.5mg/ml, 10mg/ml est égal 2.5 mm, 4mm, 4mm respectivement) par rapport au bactérie *Staphylococcus*

aureus qui enregistre un diamètre d'inhibition de la croissance dans la concentration 10mg/ml est égal 2.5mm Comme on a observé pas à sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* à la polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L* . Pour plus de clarté, les résultats sont représentés graphiquement dans l'histogramme ci-dessous:

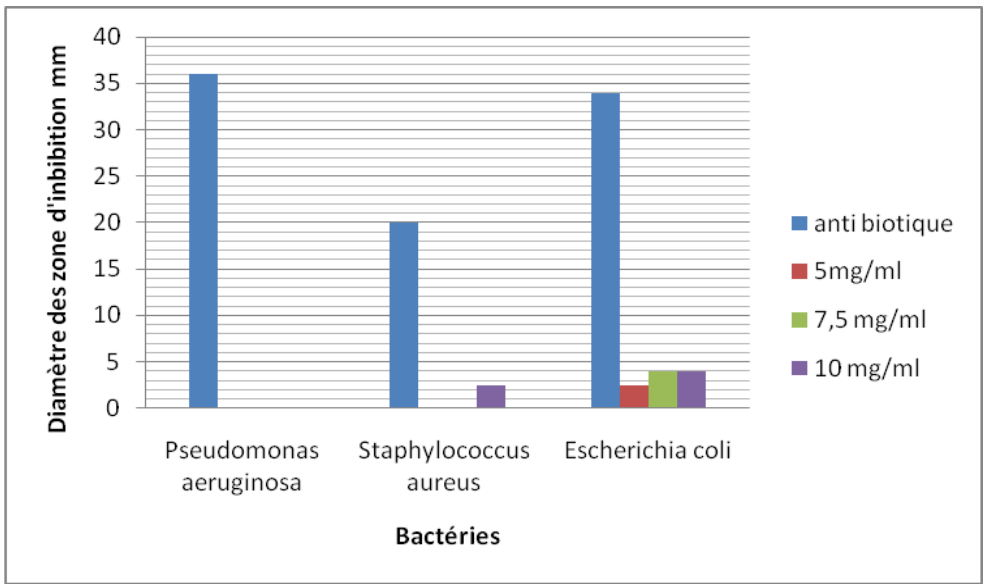


Figure 4: l'effet antibactérienne de *Ferula communis L* vis-à-vis les souche bactérienne pathogènes

WANG (2014) est évaluée l'activité antibactérienne de polysaccharides hydrosoluble extrait par les racines de *Taraxacum officinale* (famille d'Asteraceae); tandis que Le diamètre de la zone d'inhibition est 15,26 mm et 12,47 mm pour *Staphylococcus aureus et Escherichia coli* respectivement , Il est remarqué que ce résultat est plus supérieur que celui trouvé chez l'activité antibactérienne de polysaccharides de feuilles de *Ferula communis L*

Escherichia coli et *Staphylococcus aureus* sont les plus sensibles aux polysaccharides de feuilles de *Ferula communis L* , même résultat obtenues par **LI *et al* (2010)** avec les polysaccharide extrait par *Laminaria japonica.*

Les mécanismes impliqués dans l'activité antibactérienne des polysaccharides peuvent être causés par la perturbation de la paroi cellulaire bactérienne et de la membrane **(JIANG *et al* .,2020)** . **ZHANG *et al*. (2017)** ont révélé que le polysaccharide de *Cordyceps cigale* exerçait son activité bactéricide en endommageant la paroi cellulaire bactérienne et les

membranes cellulaires, augmentant la perméabilité cellulaire qui a entraîné des lésions structurelles et la libération de composants cellulaires, entraînant ainsi la mort cellulaire.

II. 2.3. Activité anti-inflammatoire *in vitro*

II. 2.3.1.Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la stabilisation de la membrane des érythrocytes

L'activité anti-hémolytique des polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L* est évaluée en provoquant l'hémolyse par une solution hyposaline qui induit la désorganisation de la membrane et la libération de l'hémoglobine donnant au sur nageant une légère coloration rouge en fonction de la proportion d'hémolyse . Les résultats sont représentés dans le tableau 7

Tableau 7: L'Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la stabilisation des globules rouges induit par solution hypotonique

Polysaccaride	Concentration(mg/ml)	Pourcentage de protection(%)
Ferula communis L	**0,1**	**82±0,072%**
	0,2	**82,25±0,071%**
	0,3	**85,25±0,059%**
	0,4	**86,25±0,055 %**
	1	**86,5±0,054 %**
Diclofénac	**1**	**95%**

D'après le **(tableau 7)** les pourcentages de stabilisation HRBC sont de 82±0,072; %82,25 ±0,071; %85,25 ±0,059 %; 86 ,25 ±0,055 %; et 86,5 ±0,054 % pour des concentrations 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; et 1 mg/ml respectivement . Cette stabilité augmente avec l'augmentation des concentrations, et de manière dépendante. Comme dans une étude a rapporté par **ABEKHTI et BEN AHMED (2019)** qui montre un effet anti-inflammatoire significatif des

polysaccharides extraits d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* avec des taux d'inhibition 95,53 ±1,52% et 95,78±1,67% à des concentrations15mg/ml et **BOUKEMARA (2017)** montrent un effet anti-inflammatoire significatif des polysaccharides extraits d'*Anvillea garcinii* et de *Zygophyllum gaetulum* avec taux d'inhibition de 61,21 ± 7,347 % et 45 ± 8,461%à 300 mg/kg respectivement.

Nos résultats montre que les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* possède une activité anti-inflammatoire en comparaison à l'élément référence le Diclofénac qui montre un pourcentage de stabilisation HRBC de 95%± 0,02.Cette stabilité a été augmente avec l'augmentation des concentrations et de manière dépendante.

Plusieurs études prouvent que les polysaccharides comme les arabinogalactanes présentés comme des agents anti-inflammatoires ou encore comme des agents de support de médicament **(BOVO *et al*., 2016).** Les polysaccharides de la racine séchée de la *Glycyrrhiza glabra* sont des stimulants de l'immunité innée, pro inflammatoires **(BACHELET., 2013).** La racine de *Panax ginseng* contient des oligosaccharides, des polysaccharides et des peptidoglycanes. Ces polysaccharides sont immunostimulants de l'immunité innée et pro-inflammatoires **(BACHELET., 2013).**L'effet anti-inflammatoire observé des polysaccharides explique en partie leur utilisation dans la médecine traditionnelle et fait d'eux une alternative intéressante des thérapies anti-inflammatoires actuelles.

II. 2.2.2.Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la dénaturation des protéines

Pour évaluer l'activité anti-inflammatoire *in vitro* d'extrait polysaccharidique des feuilles de *Ferula communis L,* il est utilisé le test de l'inhibition de la dénaturation des protéines de blanc d'œuf de poule. Les taux d'inhibition obtenus sont représentés dans le tableau suivante:

Tableau 8: Effet des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* sur la dénaturation des protéines

Polysaccharide	Concentration (mg/ml)	Pourcentage deinhibition%
Ferula communis*L*	**0,125**	**14,96±0,169%**
	0,250	**2,72±0,151%**
	0,500	**20,40±0,177%**
	1	**42,17±0,209%**
Diclofénac	**1**	**51,02±0,22%**

Nos résultats montre que les polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L* possède une activité anti-inflammatoire en comparaison à l'élément référence le Diclofénac qui montre un pourcentage de dénaturation des protéines51,02±0,22%, pour les concentrations de 0,125, 0,250 , 500 et 1 mg/ml avec pourcentages d'inhibition de la dénaturation des protéines de 14,96±0,169% , 2,72±0,151% ,20,40±0,177% ,20,40±0,177% , 42,17±0,209% respectivement. Pourcentage en dose1mg/ml est proche à celui de diclofénac de sodium mais il présente une activité très faible que l'anti-inflammatoire de l'extrait ce dernier atteint une concentration de 0.250 mg/ml avec un pourcentage d'inhibition de 2,72±0,151% Activité anti-inflammatoire de polysaccharide de feuille de *Ferula communis L* est très faible 20,06±0,17% à concentration 0,250 mg/ml par apport de activité de feuilles d'*Oudneya africana* est 88.22 ± 0.8% à concentration 1 mg/ml obtenus par **HANAIA et MESSAOUDI (2019)**

Les protéines dénaturées présentant un mauvais repliement lors d'un disfonctionnement de l'organisme, constitue l'une des causes d'induction de la réaction inflammatoire (**CHATTERJEE *et al*., 2012**). Les rapports de la littérature suggèrent que l'activité anti - dénaturante des extraits peut être due à l'interaction de certains composants avec deux sites (présents au niveau de certaines protéines comme l'albumine) de liaisons riches en Tyrosine, Thréonine et Lysine. Ils ont également signalé que des molécules thérapeutiques peut

réactiver le récepteur riche en motifs de Tyrosine, avec de la Thréonine, qui régulent les voies biologiques de la transduction du signal pour leur action biologique globale**(DUGANATH *et al*., 2010).**

Le test d'inhibition da la dénaturation des protéines est utilisée in vitro à un test d'évaluation de l'activité anti- inflammatoire, La dénaturation d'une protéine provoque l'induction de la réaction inflammatoire par la production des auto-antigènes, facteurs important pour développer une inflammation chronique. Ce teste dans le but de mesure le pouvoir inhibiteur de la dénaturation thermique de protéine par l'extrait méthanolique des graines de nigelle et l'albumine sérique humaine est la protéine utilisée comme

model pour ce test. Mais à cause de l'indisponibilité de cette protéine, nous avons utilisé l'ovalbumine extraite du blanc d'œuf, représente la fraction majoritaire des protéines de l'œuf (54%), elle est une source essentiel des nutriments et une importance dans les

études immunologiques. **(KARTHIK *et al*.,2013).**

Conclusion Et Perspective

L'étude des polysaccharides hydrosolubles à partir des feuilles, de plante spontanée de *Ferula communis L* de la famille des *Apiacées* récoltées dans la région d'El Oued, débute par une macération à chaud avec de l'eau distillée .

Le rendement d'extraction obtenu est de 6.18% par rapport à la matière sèche. L'étude montre que la composition totale des polysaccharides hydrosolubles contient 13.15 % d'oses totaux, 8.26 % d'oses neutres et 0.93 % de protéines.

Pour l'évaluation du pouvoir antioxydant de cette plante par la méthode de piégeage de radical libre DPPH, montre que l'extrait polysaccharidique présente un pouvoir antioxydant important comparable à celle de l'acide ascorbique avec un pourcentage d'inhibition 54.07 % significative et IC_{50} 0.03mg/ml .

Le test de l'activité antimicrobienne réalisés *in vitro* ont permis d'évaluer l'activité de Polysaccharide hydrosoluble extrait par les feuilles de *Ferula communis* sur des bactéries à Gram (+) *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et à Gram (-) *Escherichia coli* ATCC 10536, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27835; Les résultats, obtenus par la méthode de diffusion des disques, ont montré que la souche bactérienne *Escherichia coli* a été sensible vis-à-vis l'extrait de *Ferula communis* avec un diamètre d'inhibition 2.5mm,4mm ,4 mm en concentration 5mg/ml,7.5mg/ml et 10mg/ml est respectivement . *Staphylococcus aureus* est peu sensibilité avec un diamètre d'inhibition 2.5mm en concentration 10 mg/ml mais *Pseudomonas aeruginosa* est résistée au l'extrait de *Ferula communis L*.

Concernant la mesure de l'activité anti-inflammatoire *in vitro* des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Ferula communis L* par l'évaluation de l'effet anti-dénaturant des protéines**,** prouve une activité de protection des protéines contre la dénaturation thermique avec un pourcentage d'inhibition significative de 20.06 % en comparaison à celle de diclofénac sodique51.02% . Tandis que l'activité anti-inflammatoire évalué par la méthode de la stabilisation de la membrane des globules rouges avec un pourcentage d'inhibition significative 84,45% à une concentration1mg/ml , ces résultats suggèrent que cet extrait polysaccharidique a un effet anti-inflammatoire notable donc la possibilité de leur utilisation comme protecteur contre l'inflammation.

Perspective

Il est souhaitable pour augmenter le rendement d'extraction des polysaccharide d'agir au cours de l'extraction sur la température, le temps, le type et le pourcentage d'alcool-eau ajouté au cours de la précipitation des polysaccharides. Une utilisation des techniques de purification des polysaccharides pour l'étude de leurs propriétés biologiques diverses .

Il est aussi souhaitable, pour mieux connaitre les activités biologiques manifestées de refaire les tests avec des dilutions à fin d'identifier la cinétique et/ou la dose optimale pour un effet biologique précis .

Référence bibliographique

1. **ABEKHTICH .,BEN AHMED R.(2019)**-Activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles de deux plantes spontanées du sahara algérien-Théme de Master.université d'Eloued. 60 P
2. **ABOUGHE ANGONE S , ERIC NGUEMA O . 2010**.La thérapie par plantes en Afrique: activité immunostimulante des polysaccharides de la paroi végétale . DOI 10 - 1007
3. **ADRACH VERMA M., AJAY KUMAR P., KAVITHA D., AURAG KB. (2011).** Anti denaturation and antioxidant activity of Annon cherimola in vitro. International Journal of Pharma and Bio Science, 2 (2): 1-6
4. **ALBUQUERQUE P.B.S., BARROS W., SANTOS G.R.C., CORREIA M.T.S., MOURÃO P.A.S., TEIXEIRA J.A et CARNEIRO-DA-CUNHA M.G. 2014** - Characterization and rheological study of the galactomannan extracted from seeds of Cassia Grandis, Carbohydr. Polym, vol .104 :127–134.
5. **ALKHATIB R. (2010)-** Etude phytochimique et activité cytotoxique des métabolite secondaires de *Ferula elaeochytrisKorovin* et *Ferula lyciaBoiss* (Apiacees)., Chemical Sciences., Université du Droit et de la Santé Lille II France ., 233p
6. **BACHELET B. (2013)-** Impact de la phytothérapie sur le système immunitaire. Présentation des plantes médicinales agissant sur le système immunitaire., 1-31 p
7. **BEN HAMMA .KH,AITOUGUENI . S . 2015**.Optimisation de l'extraction et comportement de gélification des pectines hydrosolubles issues des raquettes de la figue de barbarie (*Opuntia ficus indica)thése de magister*- Bejaia.45p
8. **BENAOUN.F.2017.** Caractérisation Structurale et Potentiel Biologique des Polysaccharides issus de *Plantago notata* Lagasca (Plantaginaceae) et *Urginea noctiflora* Batt. et Trab. (Liliaceae)thése de doctorat Ouargla).209p
9. **BENASLA A.2012**, Production d'exopolysaccharides par des souches de lactobacilles . thése de magister .unéversité d'oran .80p
10. **BENCHAITA H .2014**. Etude de l'activité biologique des extraits polysaccharidiques issus *l'Astragalus gombo récoltée* au Sahara septentrional Est algérien. Thèse de doctorat université kasdi merbah ouargla 54P

11. **BENKIKI N.(2006)-** Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : Rutamontana ,Matricariapubescens et Hypericumperfoliatum. Thèse doctorat .Université el hadjlakhder Batna., (8)., 112-125p
12. **BENE K . CAMARA D . KANGA Y et ZIRIHI G**-N .**2017**. Potentiel antiradicalaire des extraits de feuilles de *Bersama abyssinica* Fresen. (Melianthaceae)
13. **BENKIKI N.(2006)-** Etude phytochimique des plantes medicinal algériennes : Ruta *montana ,Matricariapubescens et Hypericumperfoliatum*. Thèse doctorat .Université el hadj lakhder Batna., (8)., 112-125p
14. **BENMEDDOUR .Z, 2007** Etude de l'effet de la température sur la production de polysaccharides par des bactéries lactiques hermophiles**.** Mémoire de Magister Bejaia .65p
15. **BERCHE P., GAILLARD J.L. et SIMONE T.M., 1988** - Bactériologie : Les bactéries des infections humaines. Ed.Médecine sciences flammarion, Paris, 100-108-274 p.
16. **BERRI M, SLUGOCKI C,OLIVIER M ,HOLBERT S HELLOIN E .JACQUES I, SALMON H , NYVALLCOLLEN, LE GOFF M, et DEMAIS H. 2015**. L'activité antibactérienne et immunomodulatrice d'un extrait d'algue verte riche en polysaccharides sulfatés. Journées Recherche Porcine, Vol : 47. P : 309-310
17. **BOUAL Z . CHOUANA T · KEMASSI A . HAMID OUDJANA A . DADDI BOUHOUN M · Michaud P. OULD EL HADJ M.D. 2015** .Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de ***Plantago notata Lagasca (Plantaginaceae***) .vol 13:396-402
18. **BOUAL Z., KEMASSI A., HAMID A., MICHAUD P., OULD EL HADJ M .(2013)-** Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malvaparviflora L*. (Malvaceae) : activité prébiotique. Lebanese Science Journal., (14)., 41- 51 p.
19. **BOUAL Z., KEMASSI A., HAMID OUDJANA A., MICHAUD PH., DIDI OU.,2012-**caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *malvaparviflora l.* (malvaceae): activité prébiotique,Lebanese Science Journal, Vol. 14, No. 2, 2013
20. **BOUBAKEUR B . 2016.** Recherche d'un effet prébiotique des exo polysaccharides des bactéries lactique produit sous l'effet des polyphénoles de thymus fontanesii. Ese thèse de doctorat Université Moustapha Stambouli Mascara .133p

21. **BOUDJOUREF M. 2011**.Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. mémoire de magister Université Ferhat Abbes, Sétif . 64P
22. **BOUHADDOUDA N. (2016)-** Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes dusol local Origanumvulgare et Menthapulegium . thèse doctorat . Université Badji MokhtarAnnaba
23. **BOUKEMARA H. (2017)-** Effet de deux plantes médicinales *Anvilleagarciniiet**Zygophyllum gaetulum*sur le système immunitaire. université 8 mai 1945 guelma. Thèse dedoctorat. 74 p
24. **BOUMAZA D. (2011)-** Séparation et Caractérisation Chimique De quelques Biomolécule Actives De Deux Plentes Médicinales :*InulaViscosa* , *RosmarinusOfficinalis* de la Région D'oran. Diplôme De Magister En Chimie .Université D'oran. 56 p
25. **BOUSBA-BAZID S. 2015.** ETUDES SPECTRALE ET MICROSCOPIQUE DU SYSTEME GELATINE/CARBOXYMETHYLCELLULOSE SODIQUE EN ABSENCE ET EN PRESENCE DE NaCl, CaCl2 et DU GLUCOSE DANS LE DOMAINE ALIMENTAIRE .thèse de doctorat université ferhat abbas Setif -1-.145p
26. **BOUZABATA A. 2015**. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UNE PLANTE MÉDICINALE ET AROMATIQUE MYRTUS COMMUNIS L.thèse de doctorat Université Badji Mokhtar Annaba.199P
27. **BOVO B., NADAI C., VENDRAMINI C., JUNIOR W., CARLOT M., SKELIN A GIACOMINI A., CORICH V. (2016)-** Aptitude of Saccharomyces yeasts to ferment unripegrapesharvestedduring cluster thinning for reducingalcohol content of wine. International Journal of Food Microbiology., (236)., 56-64
28. **BRADFORD M.M., 1976** - A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding.. Analytical biochemistry, vol.72: 248-254.
29. **BRAHAM K., 2014.-** Perte de poids à l'officine: intérêts et limites du glucomannane et de l'acide linoléique conjugué. Thèse de doctorat de la faculté de pharmacie deGrenoble,119p
30. **BRAND-WILLIAMS W., CUVELIER M., BERSET C.(1995)-** Use of a free radical methode to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel- Wissenschaft and Technology.,vol (28)., 25-30 p

31. **BRUDIEUX V., 2007.-** Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. A lication de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 220p
32. **CHALABI .N, 2017.** Caractéristiques physico-chimiques de quelques extraits d'une plante : *Ferula communis* L., mémoire de master . Université Aboubaker Belkaïd– Tlemcen
33. **CHANDRA S., CHATTERJEE P., DEY P., BHATTACHARYA S. 2012**- Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine,vol. 2(1): 178–180
34. **CHANNI M**. étude comparative de composition chimique et de l'activité biologique de l'huiles essentielle de feuilles de pasilic (*ocimum pasilicum* L) extraite par hydro-distillation et par micro –onde .thèse de doctorat université d'Oran 1 .160p
35. **CHEN, Q., CHEN, J., DU, H., LI, Q., CHEN, J., ZHANG, G., ... & WANG, J. (2014).** Structural characterization and antioxidant activities of polysaccharides extracted from the pulp of Elaeagnus angustifolia L.*International journal of molecular sciences*,*15*(7), 11446-11455
36. **CHEN S , SHANG H , YANG J, LIA R , WU H**. **2018** .Effects of different extraction techniques on physicochemical properties and activities of polysaccharides from comfrey (*Symphytum officinale L.)* root.vol 121: 18–25
37. **CHEN F and HUANG G., 2019** -Antioxidant activity of polysaccharides from different sources of ginseng. International Journal of Biological Macromolecules, vol 125 : 906-908
38. **CHEN F., HUANG G**. **2018**- Antioxidant activity of polysaccharides from different sources of ginseng. International Journal of Biological Macromolecules.13p
39. **CHEN R., MENG F., LIU Z., CHEN R., et ZHANG M.(2008)-** Antitumoractivities of different fractions of polysaccharide purifiedfromOrnithogalumcaudatumAit. Carbohydrate Polymers., (80) 845–851p
40. **CHEN R., MENG F., LIU Z., CHEN R., et ZHANG M.2010,** Antitumor activities of different fractions of polysaccharide purified from *Ornithogalumcaudatum*Ait. Carbohydrate Polymers., (80) 845–851p**.**

41. **CHEN S.SHANG H.YANG J., LI R., WU H. 2018-**Effects of different extraction techniques on physicochemical properties and activities of polysaccharides from comfrey (Symphytum officinale L.) root. Industrial Crops and Products, vol.121:18-25.

42. **CHETOUANI . A . 2015** .Elaboration et Bioévaluation de nouvelles classes d'hydrogels à base de pectine avant et après son oxydation par le periodate et/ou par le chlore actif et étude de leurs effets sur les comportements physico-chimiques etbiologiques de la gélatine et du chitosane thése de doctorat SETIF . 121p
43. **CHIBANI. S. (2013)-** Etude phytochimique et biologique de six plantes medicinales de l'Est Algerien. Thèse de doctorat. de Constantine.199 p.
44. **CHIDOUH A., AOUADI S., HEYRAUD A. (2014)-** Extraction, fractionation and characterization of water-soluble polysaccharide fractions from myrtle (*Myrtus communis L.*) fruit. Food Hydrocolloids., (35)., 733-739 p.
45. **CHOUANA T.,2017**- Caractérisation structurale et activités biologiques des polysaccharides d'*Astragalus gombo* bunge. Thèse de doctorat, Universite Kasdi Merbah d'Ouargla,203p
46. **COMBO A . AGUEDO M . PAQUOT M ., 2010**. Les oligosaccharides pectiques : production et applications possibles vol **15**(1), 153-164
47. **DAHMANE D., DOB T., KRIMAT S., NOUASRI A., METIDJI H., KSOURI A. (2016)-**Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of medicinal plant *Ammodaucus leucotrichus* from Algeria .,Journal of Essential Oil Research., DOI: 10.1080/10412905.2016.1201015
48. **DATTA P., BATTACHARJEE S., NATH A., DAS R., BATCHARJEE C et DATTA S. (2009).** Separation of ovalbumine fromchickenegg white usingtwo-stage ultra filtration technique separation and purification technology, (66): 353-361
49. **DEHPOUR A., EBRAHIMZADEH M., SEYED FAZEL ,N ., SEYED MOHEMMAD N 2009**-Antioxidant activity of the methanol extractof Ferula assafoetidaand its essential oil compositionPharmaceutical SciencesResearch Center vol :405-412

50. **DIALLO, D., SANOGO, R., YASAMBOU, H., TRAORE, A., COULIBALY , K. et MAIGA, A., 2004.** Étude des constituants des feuilles de Ziziphus mauritiana Lam.

(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. Chimie , 7: 1073–1080

51. **DIMOPOULOU M.2013.** Les polysaccharides de la bactérie lactique *Oenococcus oeni*, de l'élucidation de leurs structures et voies de biosynthèse à leur valorisation technologique thèse de doctorat Université Bordeaux Segalen . 157P
52. **DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. D., REBERS P. A., SMITH F., 1956.-** Colorimetric method for determination of sugars and related substances . Anal .vol 28:350-356
53. **DUGANATH N., R. S. KUMAR., R. KUMANAN AND K. R. JAYAVEERA., (2010)-** Evaluation of antidenaturationproperty and anti-oxidant activity of traditionally used medicinal plants. Int. J. Pharma Bio Sci., IJPBS. Vol.1:1–7
54. **EBRINGEROVA A., KARDOSOVA A., HROMADKOVA Z., HRIBALOVA V.(2003**)-Mitogenic and comitogenicactivities of polysaccharides fromsomeEuropeanherbaceous plants. Fitoterapia., (74)., 52–61 p
55. **EDMOND GHANEM M , HAN R- M , CLASSEN B , QUETIN –LECLERQ J, MAHY G , RUAN CH –J , QIN P , PE F ,ALFOCEA R, LUTTS S .2010 .** Mucilage and polysaccharides in the halophyte plant species Kosteletzkya virginica: Localization and composition in relation to salt stress vol 167: 382–392
56. **ELALAOUI l –FARIS , F. E. & CAUWET –MARC , A- M .2006 .**Nombre chromosomique de quelques espèces de férules marocaines (*Ferula, Apiaceae*). Vol 16: 341-354.
57. **ELALAOUI l –FARIS , F. E. & CAUWET –MARC , A-M . 2004** . Etude du pollen de quatre espèces de férules (*Ferula, Apiaceae*) marocaines. vol 14.: 295-304.
58. **FILLIAT. p .2012** .Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs .thése de doctorat en pharmacie faculté de Grenoble 129p.
59. **GADAMSETTY G., MARU S., TYAGI A., CHAKRAVARTHULA S.2013** antiinflammatory, cytotoxic and antioxidant effects of methanolicextracts of drypetes sepiaria (euphorbiaceae)., afr j traditcomplementalternmed., vol 10(5).,274-282 p.
60. **GAIKWAD M Yogesh Pawar, Vinod Nagle and Santanu Dasgupta** ,**2020**, Marine red alga Porphyridium sp. as a source of sulfated polysaccharides (SPs) for combating against COVID-19

61. **GALLOWAY A , KNOX P and KIRSTEN K . 2019.** Sticky mucilages and exudates of plants: putative microenvironmental design elements with biotechnological value. new phytologist . Vol 225: 1461–1469
62. **GARON-LARDIERE . S . 2004** .Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales) , thése de doctorat université de bretagne occidentale . 211p
63. **GENESTIE B., 2006**.- Optimisation de la production d'arabinoxylo-oligosaccharides d'intérêtbiologique à partir de sons de céréales: rochesméthodologiques. Thèse de doctorat, 'université de Limoges: 30-50
64. **GUILLOUTY A . 2016** . Plantes médicinales et antioxydants .thése de doctorat . Université toulouse III paul sabatier .95p
65. **HADDAD M., ZEIN S., SHAHROUR H., HAMADEH K., KARAKI N and KANAAN H.2016**- Antioxidant activity of water-soluble polysaccharide extracted from Eucalyptus cultivated in Lebanon ,vol.7:157-160
66. **HADRICH . A. 2019**. Nouveaux hydrogels à base de polysaccharide obtenus par voie biomimétique ou par photo réticulation ,thése de doctorat Kasdi Merbah d'Ouargla,203p
67. **HAMEL T . SADOU S. SERIDI R . BOUKHDIR S . BOULEMTAFE S. 2018**. Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'edough (nord-est algérien). Vol 59:75.81
68. **HAMMAMI N . BEN GARA A , BARGOUGUI K , AYEDI H , BEN ABDALLEH F , BELGHITH K .2018** . Improved in vitro antioxidant and antimicrobial capacities of polysaccharides isolated from Salicornia arabica vol 120: 2123–2130
69. **HANAIA M ., MESSAOUDI CH . (2019)**Contribution à l'étude des activités biologiques des polysaccharides d' *Oudneya africana* R. Br. récoltée de la région d'El Oued.thèse de master universitéHammalakhaderEl- Oued 62 P.
70. **HARRAR A-N 2012** : Activités antioxydante et antimicrobienned'extraits de *Rhamnusalaternes L*.thése Magister. Biochimie et physiologie expérimentale. Université Ferhat Abbes, Sétif 66 p

71. **HUANG K. YUNRONQ L , SHENQCHANQ T .GANQ W .YUECHUN H DONQFENG C. CHENQFENG W ,** 2016 Purification, Characterization and Biological Activity of Polysaccharides from*Dendrobium officinale.vol **21**(6), 701

72. **KAFI M., TAIEB N. (2018)-** Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles de Ferula vesceritensis récoltée dans la région de Biskra (Sahara septentrional Algérien)., université kasdimerbahouargla. Thèse de master., 48 p
73. **KAKI M., SAHBENE M.2008.**Aperu sur les polysaccharides de la plante spontanée *Plantagonatata*à caractère médicinal dant la région de ouargla .Theme de fin d'études supérieures en biologie universitekasdimerbah ouargla.42 p.
74. **KANAAN H.2016**- Antioxidant activity of water-soluble polysaccharide extracted from Eucalyptus cultivated in Lebanon ,vol.7:157-160.
75. **KARA SLIMANE A,2010** , Préparation des copolymères hydrosolubles à base d'amidon, Modification et contrôle des propriétés. Mémoire de magister. Université abou-baker belkaid -tlemcen.99p
76. **KARTHIK , K., BHARATH , R.P., VENU PRIYA , R., SUNIL KUMAR, K., RANJITH SINGH, B., RATHORE . (2013).** Evaluation of anti-inflammatory activity of canthium parviflorum by in-vitro method. Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology 2320 – 3471.
77. **KARNJANAPRATUN S, YOU S-G . 2011.** Molecular characteristics of sulfated polysaccharides from Monostroma nitidum and their in vitro anticancer and immunomodulatory activities vol 48: 311–318
78. **KATSURAYA K., OKUYAMA K., HATANAKA K., OSHIMA R., SATO T., MATSUZAKI K., 2003.-** Constitution of konjacglucomannan: chemical analysis and^{13}C NMR spectroscopy. Carbohydrate Polymers, vol. 53(2): 183–189.
79. **LACHHEB F., 2010**-Extraction et Caractérisation Physic-Chimique et Biologique de La Matière Grasse du Noyau des Dates Essai D'incorporation dans Une Crème Cosmétique de Soin. Mémoir de Magister. Faculté des Sciences de L'ingénieur. Université de Boumerdes.112p
80. **LE ROUX K., 2012-**Purification de la chitine par hydrolyse enzymatique à partir de coproduits de crevette Penaeus vannamei. Caractérisations des produits et optimisation du procédé. Thème doctorat. Université de Nantes. 60p.

81. **LI L-Y . LI L-Q . and GUO CH-H .2010.**Evaluation of in vitro antioxidant and antibacterial activities of Laminaria japonica polysaccharides .Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(21):2194-2198
82. **LI J. E., NIE S. P., XIE M. Y., HUANG D. F., WANG Y. T., LI C., 2013.-** Chemical composition and antioxidant activities in immumosuressedmice of polysaccharides isolatedfromMoslachinensisMaxim cv. Jiangxiangru. International Immunopharmacology, vol.17: 267-274
83. **LI S., HAO L., KANG Q., CUI Y., JIANG H., LIU X & LU J., 2017**-Purification, characterization and biological activities of apolysaccharide from Lepidiummeyeniileaves.InternationalJournalofBiologicalMacromoecules. Vol.103:1302–1310.
84. **LIU, J., WILLFOR, S., & XU, C. 2015.** A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, *5*1, 31-61.
85. **LIU X., YANG X., WANG L., DUAN Q., HUANG D. (2016)-** Comparative analysisofmetabolites profile in spinach (Spinaciaoleracea L.) affected by different concentrations of gly and nitrate. ScientiaHorticulturae ., (204)., 8–15.doi: org/10.1016/j.scienta.2016.02.037
86. **LOUVET M-S, GAULT G . LEFEBVRE S , Florence POPOWYCZ F . BOULVEN M , BESSE S , Etienne BENOIT E . LATTARD V** . et al .**2015.** Comparative inhibitory effect of prenylated coumarins,ferulenol and ferprenin, contained in the poisonous chemotype' of Ferula communis on mammal liver microsomal VKORC1 activity.vol 10:124-130.
87. **MAYOU N., MEDJOURI M., (2018)-** Activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles d'Ammodaucusleucotrichus (Sahara septentrional algérien) .thèse de master universite kasdi merbah ouargla. 60 p
88. **MEHRNOUSH P. ŁUKASZ B. MARCIN P .RADOSŁAW P. MOHAMMAD R . 2018**. Taxonomy of the traditional medicinal plant genus *Ferula* (Apiaceae) is confounded by incongruence between nuclear rDNA and plastid DNA . Botanical Journal of the Linnean Society . vol XX: 1–17.

89. **MOINE CH . 2005 .**EXTRACTION, CARACTÉRISATION STRUCTURALE ET VALORISATION D'UNE FAMILLE D'HÉMICELLULOSES DU BOIS. Obtention de matériaux plastiques par modification des xylanes **.** thése de doctorat Universiré de limoges . 238p
90. **MONSIGNY M., PETIT C., et ROCHE A.C., 1988**.- Colorimetric determination of neutral sugars by a resorcinol sulfuric acids micromethod. Analytical biochemistry, vol. 175: 525-530.
91. **MILANI J. M., EMAM-DJOMEH Z., REZAEE K., SAFARI M., GANBARZADEH B. et GUNASEKARAN S., 2007**.- Extraction and PhysicochemicalProperties of Barijeh (Ferula galbaniflua) Gum. International Journal of Agriculture and Biology: 80–83
92. **NDIAYE M, SY GY , DIEYE AM, TOURÉ MT, FAYE B. (2006)**. Evaluation de l'activité antiinflammatoire de feuilles d'annona reticulata (annonaceae) sur l'oedème aigu de la patte de rat indidt par la carragénine. Pharm. Méd. Trad. Afr. Vol: 14. P. 179-186
93. **OUIBRAHIM A, (2015).** Evaluation de l'effet antimécrobien et antioxidant de trois plantes aromatique (Laurus nobilis L, ocimum basilicum L et Rosmarinus officinlis L.) de l'Est Algérien. Thèse de doctorat université Badji mokhtar- Annaba .
94. **OSMAN .T. A .A; IDREES A.S 2017.** In vitro anti inflammatory activity of extracts of *palaniterf , aegybtiaca* and *Tamarin duis* . Meenaimj .Fti Tethmen .vol .1(1)
95. **PEGGY B .1975,** les immun modulateur natureles utilisées en prophylaxie et lors du traitement des infections ORL à récidives . thèse de doctorat ,université de limoges , 167p
96. **PETERA .B,2016 ,** Extraction et caractérisations (structurale et physico-chimique) depolysaccharides hydrosolubles issus de cladodes de *Cereus triangularis* , thése de doctorat UNIVERSITE BLAISE PASCAL ,142p
97. **PRAJAPATI V.D., MAHERIYA P.M., JANI G.K and SOLANKI H.K., 2014**-. RETRACTED: Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications.*Carbohydrate polymers,105*, 97-112.
98. **QUEZEL P. and SANTA S., -1963**- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS Paris. vol. 1 et 2:1170 p.

99. RICHARD C. et KIREDJIAN M., 1995 - Méthodes de laboratoire pour l'identification des bacilles à gram négatif aérobies stricts: Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Acinetobacter, Brucelle, Bordetella. Ed.Institut.Pasteur,Paris, 42-43 p

100. RIJEIBI I . , HENTATI F . FERIANI A . HFAIEDH N, DELATTRE C, MICHAUD PH . and PIERRE G .2019. Novel Antioxidant, Anti-_-Amylase, Anti-Inflammatory and AntinociceptiveWater-Soluble Polysaccharides from the Aerial Part of Nitraria retusa.vol 28: 2-17

101. ROGER O . 2002 . Etude d'oligosaccharides bioactifs issus d'exopolysaccharides bactériens : obtention, caractérisation et relation structure/fonction**.** thèse de doctorat .Université Paris 13. 189p

102. RUDY C (2011) :synthèse de polysaccharides amphides à partir de dextrane applique a la stabulation d'émulsion directes et invers ,thèse doctorat Génie procèdes et production p1932

103. RUIZ G., 2005.- Extraction, détermination structurale et valorisation chimique de phycocolloïdesd'algues rouges. Thèse de doctorat, 'université de Limoges, 230p

104. SÁENZ C., SEPÚLVEDA E .,MATSUHIRO E.(2004)-Opuntia spp. Mucilages : Afunctional component withindustrial perspectives. Journal of AridEnvironment .,(57) ., 275 -290 p.

105. SAYED AHMED. B, 2018 , Etude de l'agroraffinage de graines d'Apiaceae, Lamiaceae et Chenopodiaceae pour la production de molécules biosourcées en vue d'application en industrie cosmétique , thèse de doctorat université de Toulouse , 177p

106. SEHIL . H,2017 .Elaboration de polymères naturels à base de polysaccharides pour application à la libération contrôlée. Thése de Doctorat de Rouen Normandie 183p

107. SEDDIKI, M., BOUAL, Z., MICHAUD, P., & OULD EL HADJ, M. D. 2017.EXTRACTION ET CARACTÉRISATION PARTIELLE DES POLYSACCHARIDES HYDROSOLUBLES DE FEUILLES DE L'ESPÈCE DE Zygophyllum album L. RÉCOLTÉE AU SAHARA ALGÉRIEN. Séminaire International.

108. SHI M .YANG Y . HU X . ZHANG Z .2014. Effect of ultrasonic extraction conditions on antioxidative and immunomodulatory activities of a Ganoderma lucidum polysaccharide originated from fermented soybean curd residue . Food Chemistry .vol 155: 50–56

109. SINQUIN C. COLLIEC-JOUAULT S.,2014. Les polysaccharides marines et leurs application dans le domaine de la santé. Vol : 50(9). P : 2964-2970

110. SONG X, YIN Z, LI L, CHENG A, JIA R, XU J, WANG Y, YAOX, L et ZHAO X. 2013 . Antiviral activity of sulfated Chuanminshen violaceum polysaccharide against duck enteritis virus in vitro. Antiviral Res. Vol: 92(2). P: 344-351.

111. SOUKOULIS C ., GAIANI C ., HOFFMANN l. 2018- plant seed mucilage as Plant seed mucilage as emerging biopolymer in food industry applications Current Opinion in Food Science, vol. 22, pp. 28-42,

112. SOUSA S G., OLIVEIRA L. A., DE AGUIAR MAGALHÃES D., DE BRITO T. V., BATISTA J. A., PEREIRA C. M. C and DOS REIS BARBOSA A. L., 2018- Chemical structure and anti-inflammatory effect of polysaccharide extracted from Morinda citrifolia Linn (Noni). Carbohydrate Polymers, vol.197: 515–523.

113. STEPHEN C. WILLIAM S. MORT , J. S. ROBERT R. GORDON A .*et al* . 1993. An un ambiguous nomenclature for xyloglucan-derived oligosaccharides vol 89:*003-3I7*

114. STEVEN P., RACHEL C., MARTHA E., PAUL H., JANE S. and PETER W.J., 2004 - Microbiology of WaterborneDiseases. Ed.ElsevierAcademicPress, 71-132 p

115. TARA A, 2005 ,Modification chimique de l'amidon par extrusion réactive, thèse de doctorat, université de reims champagne -Ardenne .201p

116. UBAID Y . IRSHAD A. 2016. Distribution and Taxonomy of Ferula L.: A Review vol 5: 2278-2222

117. WANG H-B .2014. Cellulase-assisted extraction and antibacterial activity of polysaccharides from the dandelion Taraxacum officinale vol 10:1016 - 2013

118. WANG, S., ZHU, F. (2019). Chemical composition and health effects of *maca (Lepidium meyenii*).Food chemistry,*288*, 422-443.

119. WU Y, CUI SW, TANG J, et al. 2007 Preparation, partial characterizationand bioactivity of water-soluble polysaccharides from boat-fruited Sterculia seeds. Carbohydrate Polymers 70: 437–43

120. YOUMBAI . A .2015. Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des Apiaceae récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien) . mémoire de magister(ouargla) .65p

121. YOUMBAI A, MEHELLOU Z BOUAL Z, MICHAUD Ph , et OULD EL HADJ M- D .2017. CARACTERISATION PARTIELLE POLYSACCHARIDESHYDROSOLUBLES DES GOMMES RESINES DE *Ferula communis* L. (APIACEAE): ACTIVITES BIOLOGIQUES

122. YU Y. SHEN M. , SONG Q . XIE J . 2018 .Biological activities and pharmaceutical applications of polysaccharide from natural resources: A review . Carbohydrate Polymersvol 183: 91–101

123. YUAN .X ZENG Y , NIE K , LUO D WANG Z .2015. Extraction Optimization, Characterization and Bioactivities of a Major Polysaccharide from Sargassum thunbergii vol 10(12): 10.1371

124. ZERVAKIS G a,*, NTOUGIAS S . GARGANO M-L . BESI M d, POLEMIS E . TYPAS M .VENTURELLA G .2014. A reappraisal of the Pleurotus eryngii complex e New species and taxonomic combinations based on the application of a polyphasic approach, and an identification key to Pleurotus taxa associated with Apiaceae plants .journal homepage . vol 118: 814 e834

125. ZHANG Y. WU Y-T . ZHENG W . HAN X-X . JIANG Y-H .HU P-L. TANG Z-X . SHI L-E .2017.The antibacterial activity and antibacterial mechanism of a polysaccharide from Cordyceps cicadae . Journal of Functional Foods vol 38: 273–279

126. ZHANG N., WANG Y., KANJ., WU X., ZHANG X., TANG S., SUN R., LIU J., QIAN C and JIN C., 2019-In vivo and in vitro anti-inflammatory effects of water soluble polysaccharide from Arctium lappa. International Journal of Biological Macromolecules. Vol.135:717-724.

127. ZHANG S., LI X-Z.(2015)-Inhibition of α-D-glucosidase by polysaccharides from the fruithull of Camellia oleifera Abel. Carbohydrate Polymers.,(115)., 38-43p

128. ZHENG L .WANG M. PENG Y .and LI X . 2017.Physicochemical Characterization of Polysaccharides with Macrophage Immunomodulatory Activities Isolated from Red Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Journal of Chemistry.8P

Annexes

Annexe 1 : Les produits chimiques et l'appareillages utilisé

Tableau 9: Origines et caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés au cours de l'expérimentation**.**

Produit	**Forme**	**Formule Chimique**	**Caractéristiques Masse molaire (g/mol)**	**Densité (g/cm3)**	**Pureté (%**
Méthanol	Liquide	CH3OH	32.04	0.79	**9.9**
Acétone	Liquide	C3H6O	58.08	0.792	**00**
Phénol	Liquide	C6 H6 O	94.11	/	**0**
SérumAlbumine Bovine (BSA)	Solide	/	/	/	**6**
DPPH (2,2 Diphenyl-1 Picrylhydrazy)	Poudre	C18H12N5 O6	394	/	**/**
DMSO(Diméthy leSulfoxide)	Liquide	C2H6OS	78,133	/	**/**
Eau physiologique	Liquide	Na Cl	58,443	/	**/**

Tableau 10: Origines et types d'appareils utilisés au cours de l'expérimentation

Appareil	Type	Lieu de fabrication
Autoclave	**TIMO**	/
Bain marie	/	/
Centrifugeuse	**SIGMA**	**Allemagne**
Balance	**RADWAG**	
Etuve	**MEMMERT**	**Allemagne**
Micropipette	/	/
Spectrophotomètre	**JENWAY**	**France**

Annexe 2 : Les composition chimiques des polysaccharides hydrosolubles de feuilles de *Ferula commus L*

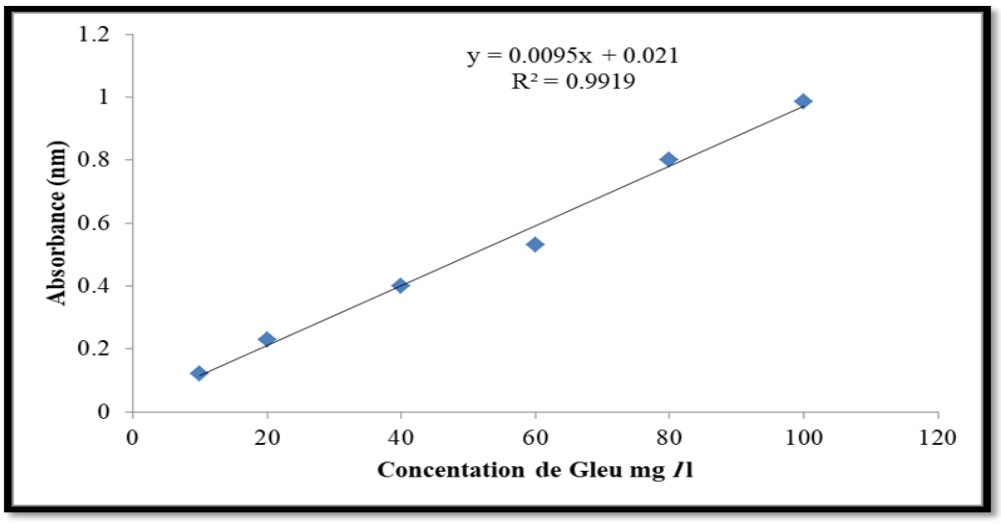


Figure 5: Courbe d'étalonnage d'oses totaux

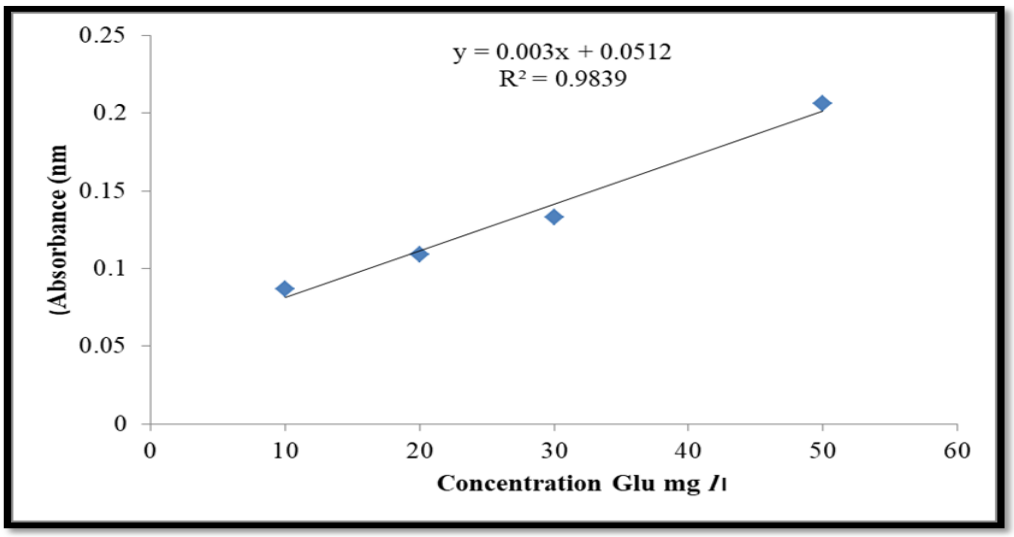


Figure 6: Courbe d'étalonnage d'oses neutre

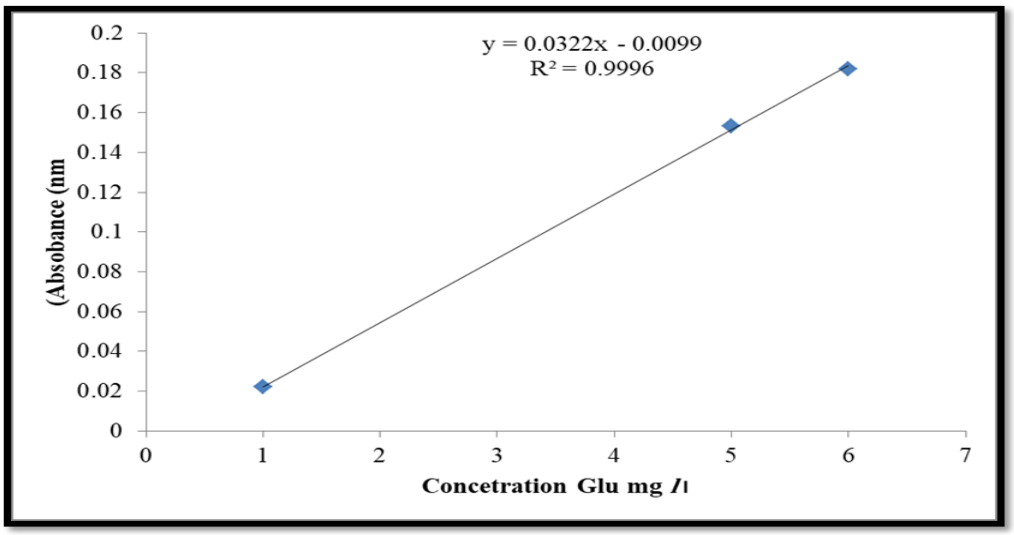


Figure 7: Courbe d'étalonnage des protéines

Annexe 3 : Antioxydants

Photo représentant les résultats de l'activité antioxydant de polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L*

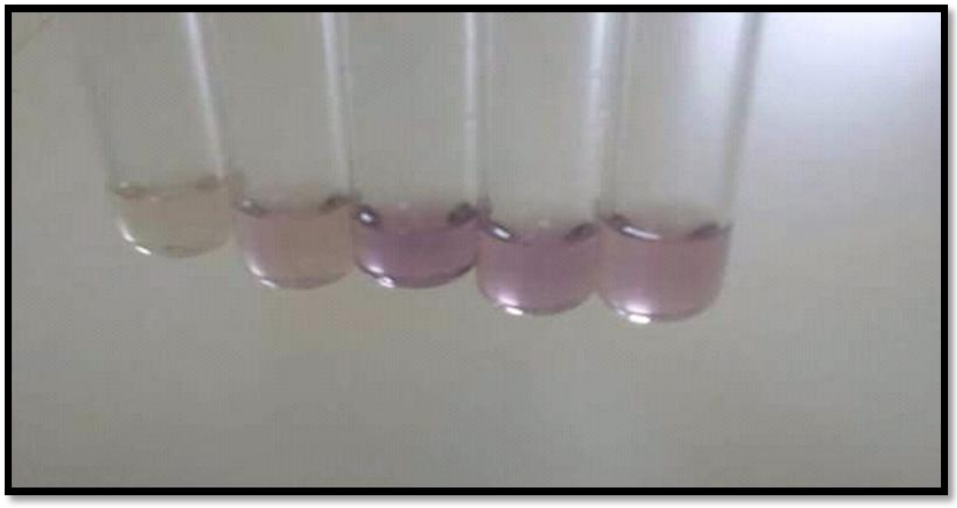


Photo 4 :Réduction de radical libre DPPH

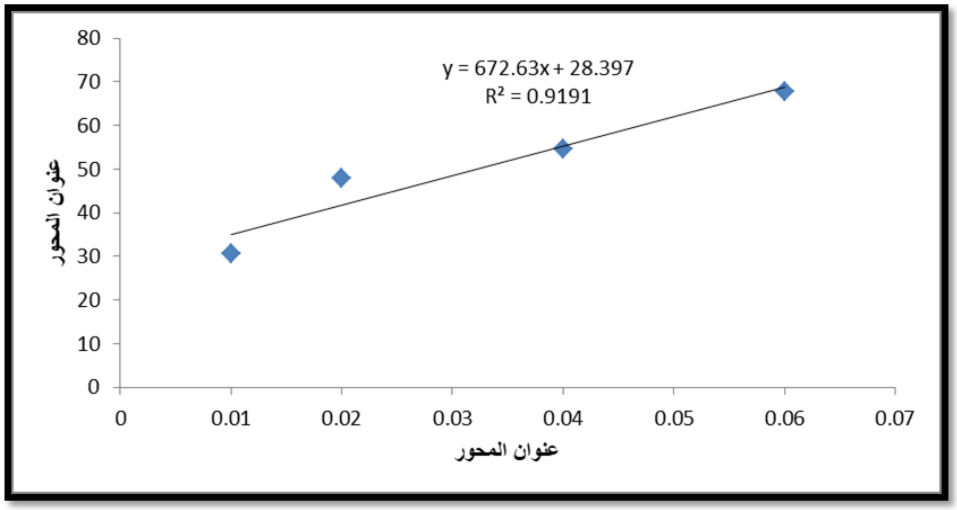


Figure 8: Courbe d'étalonnage de l'activité anti-oxydante (échantillon)

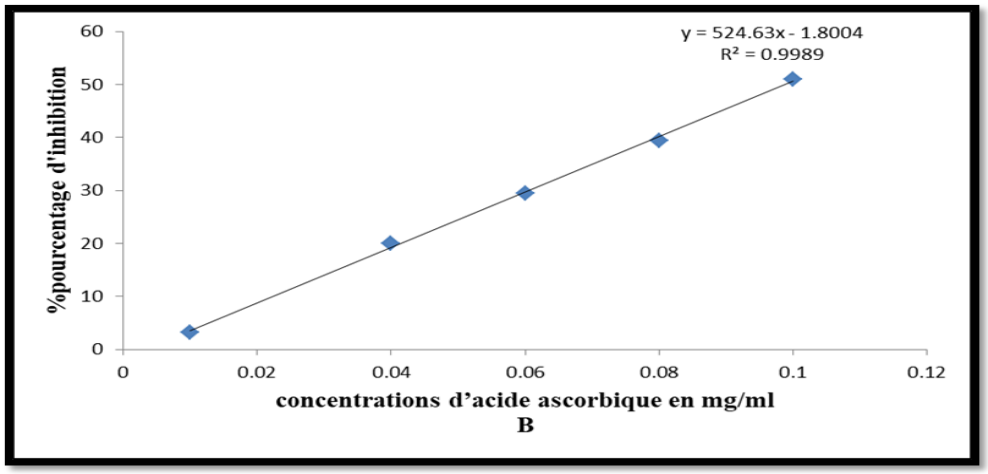
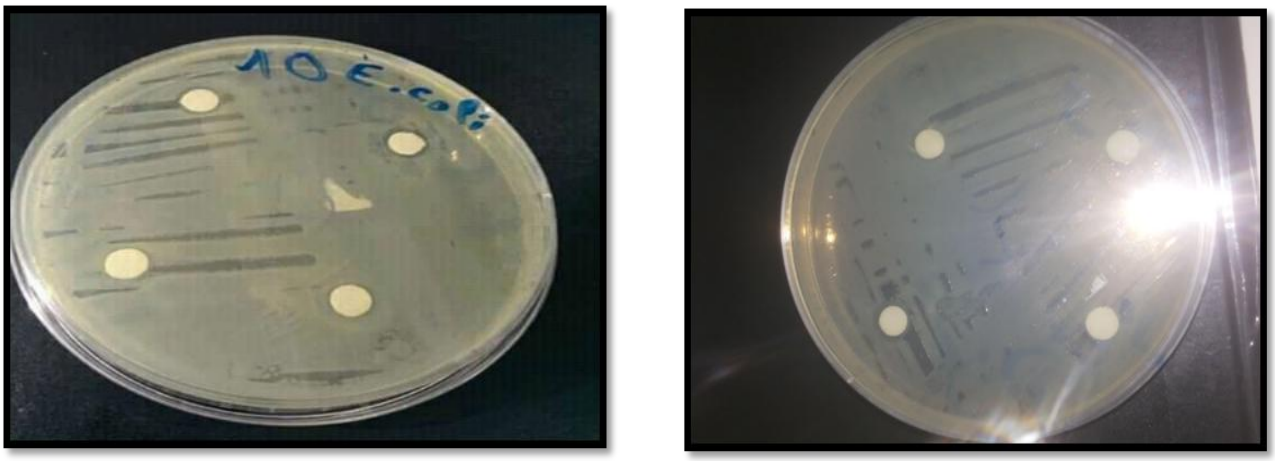


Figure 9 : Courbe d'étalonnage de l'activité anti-oxydante (acide ascorbique).

Annexe 4 : Antibactérienne



Staphylococcus aureus ATCC 9144 *Escherichia coli* ATCC 10536

Photo 5: Effet de polysaccharide extrait par les feuilles de *Ferula communis L* sur certaines bactéries étudiées