



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

N° série :.....

وزارة التعليم العالي و البحث 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 و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

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 : Biochimie appliquée

THEME

Activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles de deux plantes spontanées du sahara algérien

Présenté par

M^{elle} ABEKHTI Chaima

M^{me} BEN AHMED Romaissa

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} LOUAFI H M.A.A Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

Examineur : M^r KHELEF Y M.A.A Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

Encadreuse : M^{me} YOUMBAI A M.A.B Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

Année universitaire: 2018/2019

Dédicace

A mes parents

En témoignage de leur amour et soutien

Que dieu les préserve en bonne santé

Et leur accorde longue vie

A toute ma famille et mes amis

A tous ceux que j'aurais oublié de citer mais qui existent au

fond de mon cœur et de ma pensée.

Chaima , Romaiassa

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous ont permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

On exprime d'abord nos profonds remerciements à notre directrice Madame YOUMBAI Asma maître assistante B au Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued pour l'honneur qu'elle nous a fait de nous encadrer, pour sa soutien, son attention, ses bons conseils, ses qualités humaines, et aussi pour sa gentillesse . Pour tout cela on tient à lui exprimer toute notre gratitude.

Madame LAOUFI Hayat Maître assistante A à l'Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, nous le remercions de nous faire l'honneur d'avoir accepté de présider le jury de ce Master.

Monsieur KHELEF Yahya Maître assistant A à l'Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, Nous le remercions de nous faire l'honneur de juger ce travail.

Nous souhaitons également remercier madame TOUMI Ikram pour son aide, ses conseils et sa gentillesse.

nous remercions très sincèrement les membres de l'équipe du Clinique multidisciplinaire BACHIR BELAL, et les membres de l'équipe du pharmacie ABID.

. On tiens à remercier également Melle. BERNAOUI Yazza pour son aide continue et son encouragement durant ce travail.

Au responsables du laboratoire Sana, Bouchra, et Ibrahim, qui ont accepté de nous accueillir, et de faciliter notre intégration dans le milieu de la pratique, on exprime nos gratitude.

Nous adressons nos plus sincère remerciements à tous nos professeurs qui ont tout donné pour nous encouragés et aidés aux moments difficiles au cours de nos études. Merci à toutes et à tous.

Toutes nos salutations à tous nos collègues de la promotion de master Biochimie appliquée 2019.

Enfin, mes remerciements vont vers toutes les personnes qui, de près ou de loin m'ont apportés leur soutien, leur conseil et leur contribution dans l'édification de ce mémoire.

Résumé

Les objectifs de notre étude sont déterminer l'extraction et évaluer l'activité antibactérienne, antioxydant, et anti-inflammatoire des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* récoltée dans la région de Ghardaia et Bechar, située au Sahara Septentrional Algérien, sont obtenus par extraction à l'eau distillée, à chaud pendant 2 heures, puis leur précipitation est faite par l'éthanol. Le rendement de l'extrait de polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* est de 3%. L'activité antibactérienne des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*, vis-à-vis les cinq souches bactériennes pathogènes *E. coli* ATCC, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, *Klebsiella pneumonia* ATCC, *Listeria monocytogenes* ATCC, *Salmonella enteric* ATCC) a été réalisée par la méthode des disques; les résultats obtenus montrent que les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* présentent une activité antibactérienne remarquable, par contre l'extrait polysaccharidique d'*Ammodaucus leucotrichus* n'a aucun effet sur les souches testées. L'étude du pouvoir antioxydant des polysaccharides hydrosolubles a été effectuée par la méthode de DPPH, l'extrait d'*Ammodaucus leucotrichus* a une forte activité antioxydant par rapport à l'extrait de *Ferula communis L*, avec $IC_{50} = 0.97$ mg/ml et $IC_{50} = 5.08$ mg/ml respectivement. L'activité anti-inflammatoire *in vitro* des polysaccharides hydrosolubles a été réalisée par la méthode de la stabilisation de la membrane des érythrocytes humaine (HRBC), à des concentrations 1,10, 15 et 50 mg/ml. Les polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et de *Ferula communis L* ont une activité anti-inflammatoire par rapport au témoin (diclofénac 50 mg/ml) avec un pourcentage de stabilisation HRBC supérieur à 90 %.

Mots clés : polysaccharides, *Ammodaucus leucotrichus*, *Ferula communis L*, l'activité antibactérienne, Activité antioxydant, Activité anti-inflammatoire.

الهدف من دراستنا هو استخراج و تقييم الأنشطة البيولوجية: ، النشاط المضاد للبكتيريا ،
النشاط المضاد للالتهاب كريات القابلة للذوبان بته أم دريقة (*Ammodaucus*)
(*leucotrichus*) (*Ferula communis L*) . يبلغ متعدد السكريات القابل
للذوبان في الماء لنبتة أم دريقة 3 .

النشاط المضاد للبكتيريا مع مختلف التراكيز متغيرة من سلالة
(*Klebsiella pneumonia ATCC Pseudomonas aeruginosa ATCC E. coli ATCC*)
دريقة ليس (*Salmonella enteric ATCC Listeria monocytogenes ATCC*) .
ها تأثير على السلالات التي تم اختبارها.

لمتعدد السكريات القابلة للذوبان في الماء لنبتتي أم دريقة والكلخ بطريقة
DPPH حيث يحتوي مستخلص دريقة
 $IC_{50} = 0.97$ / $IC_{50} = 5.08$ / .

بالنسبة للنشاط المضاد للالتهاب بطريقة استقرار غشاء كريات الدم الحمراء (HRBC)
التراكيز 1 . 10 . 15 . 50 / . السكريات القابلة للذوبان في الماء تة أم دريقة و نبتة
ه نشاط مضاد للالتهابات مقارنة بالشاهد (ديكلوفيناك 50 ملغ / مل) مع نسبة تثبيت HRBC
. 90

الكلمات المفتاحية : السكريات، أم دريقة (*Ammodaucus leucotrichus*)
النشاط المضاد للبكتيريا النشاط المضاد للالتهاب.
Ferula communi L

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
résumés	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Abréviations	
Introduction	01

PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralités sur les polysaccharides.....	03
I. 1. 1. Les homopolysaccharides	03
I. 1. 2. Les hétéropolysaccharides	04
I. 2. Classification des polysaccharides Selon leurs sources.....	04
I. 2.1. Polysaccharides des végétaux.....	05
I. 2. 1. 1. Les polysaccharides de réserve.....	06
I. 2. 1. 2. Les polysaccharides de structure.....	06
I. 2. 1. 3. Exsudats et mucilages.....	08
I. 3. Les activités biologiques des polysaccharides extraits des plantes	08
I. 3. 1. Activité antibactérienne.....	09
I. 3. 2. Activité antioxydante	10
I. 3. 3. Activité anti-inflammatoire	11
I. 3. 4. Activité immunomodulatrice	11
I. 3. 5. Activité antiviral	13
I. 3. 6. Activité prébiotique	13
I. 4. Généralités sur la famille des Apiaceae	15
I. 4. 1. Description botanique de la famille des Apiaceae.....	15
I. 4. 2. <i>Ammodaucus leucotrichus</i>	15
I. 4. 2. 1. Classification botanique	15
I. 4. 2. 2. Aspect botanique.....	16
I. 4. 2. 3. Localisation géographique	16

I. 4. 2. 4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle	16
I. 4. 2. 5. Etudes chimiques antérieures	17
I. 4. 3. <i>Ferula communis</i> L	18
I. 4. 3. 1. Classification botanique.....	18
I. 4. 3. 2. Aspect botanique.....	18
I. 4. 3. 3. Localisation géographique.....	19
I. 4. 3. 4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle	19
I. 4. 3. 5. Etudes chimiques antérieures	19
I. 4. 4. Description des fractions polysaccharidiques hydrosolubles des inflorescences d' <i>A.leucotrichus</i> , et de la gomme résine de <i>Ferula communis</i>	21
I. 5. Bactéries étudiées	21

PARTIE II : PARTIE PRATIQUE

Chapitre I : Matériels et Méthodes	23
I. 1. Le principe adopté	23
I.2. Choix des plantes	24
I.3. Origine géographique et période de récolte des plantes	24
I. 4. Matériels biologiques utilisées	25
I.5. Extraction des polysaccharides	26
I. 6. Les activités biologiques testées	28
I. 6. 1. Activité antibactérienne.....	28
I. 6. 2. Activité antioxydante	31
I. 6. 3. Activité anti-inflammatoire.....	34
Chapitre II : Résultats et discussion	37
II.1. Rendement et caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles d' <i>Ammodaucus leucotrichus</i> et <i>Ferula communis</i> L	37
II. 2. Activités biologiques	38
II. 2. 1. Activité antibactérienne	38
II. 2. 2. Activité antioxydant	41
II. 2. 3. Activité antiinflammatoire	44
Conclusion et perspective	47
Références bibliographiques.....	49
Annexes	61

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	La structure chimique de l'amylose	06
Figure 02	La structure chimique de l'Amylopectine	06
Figure 03	La structure chimique de la cellulose	07
Figure 04	<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	16
Figure 05	Schéma global de différentes étapes expérimentales	23
Figure 06	Carte géographique de la région de Ghardaïa (Oued Nechou)	24
Figure 07	A. Gommés-résines séchées de <i>F. communis</i> L. B. Inflorescences séchées d' <i>A. leucotrichus</i> Coss et Dur	25
Figure 08	Différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles	27
Figure 09	Les étapes de l'activité antibactérienne	31
Figure 10	Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (RH)	33
Figure 11	Protocole de stabilisation membranaire érythrocytaires humains	36
Figure 12	Histogramme des l'effets antibactériens d' <i>Ammodaucus</i> <i>leucotrichus</i> vis-à-vis les souches bactériennes pathogènes	39
Figure 13	Histogramme des l'effets antibactériens d' <i>Ammodaucus</i> <i>leucotrichus</i> vis-à-vis les souches bactériennes pathogènes	39

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Origine des principaux polysaccharides	05
Tableau 02	Classification botanique d' <i>Ammodaucus leucotrichus</i>	15
Tableau 03	Classification botanique de <i>Ferula communis L</i>	18
Tableau 04	Espèces bactériennes testées	29
Tableau 05	Caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles d' <i>Ammodaucus leucotrichus</i> et <i>Ferula communis L</i>	37
Tableau 06	Activité antioxydant des polysaccharides hydrosolubles d' <i>Ammodaucus leucotrichus</i> et <i>Ferula communis L</i>	42
Tableau 07	L'Effet des polysaccharides hydrosolubles d' <i>Ammodaucus leucotrichus</i> et <i>Ferula communis L</i> sur la stabilisation des globules rouges induit par solution hypotonique et chaleur	45

ABREVIATIONS

AAI : Indice de l'Activité Antioxydant

Abs : Absorbance

ABTS : Sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique

AG : Arabinogalactanes

AL : *Ammodaucus leucotrichus*

ARP : Puissance anti-radicalaire

ATCC : American Type Culture Collection

C° : Degré Celsius

Cm : Centimètre

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

DPPH : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl

FC : *Ferula communis L*

FRAP : Paramètre Antioxydant Réducteur D'ion Ferrique

g : Gramme

GEN : Gentamicine

Gram+ : Gram positive

Gram - : Gram négative

GN : Gélose Nutritive

HCl : Acide Chlorhydrique

IC50 : Concentration Inhibitrice de 50 %

IL : Interleukine

I % : Pourcentage d'inhibition

m : Masse en grammes

m : Mètre

mg/ml : Milligramme/Millilitre

MH: Mueller Hinton

ml : Millilitre

mm : Millimètre

mn: Minute

mole/l : Mole par litre

N: Normal

NK : Cellules Cytotoxiques Naturelles

T° : Température

TBARS : Substances réactives à l'acide thiobarbiturique

Tr : Temps de rétention

tr/min : Tour/Minute

TRAP : Paramètre Antioxydant Total Piégeant les Radicaux

OMS : Organisation Mondiale de la santé

ORAC : Capacité d'absorption radicale de l'oxygène

HRBC : Méthode de la stabilisation de la membrane des érythrocytes humaine

R : Rendement

Rpm : Rotation par minute

UFC : Unité Formant Colonie

% : Pourcentage

µg : Microgramme

µl : Microlitre

Introduction général

Les plantes médicinales présentent une source de nombreux principes actifs, ces principes constituent encore la base de nombreuses thérapeutiques dans plusieurs pays.

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, il existe la famille des Apiaceae, ce dernier est largement distribué surtout dans les régions sahariennes. De nombreuses espèces de cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques, parmi les espèces les plus connues se trouve *Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L.* Ces plantes sont largement utilisées pour traiter plusieurs maladies. Ces deux espèces font l'objet de plusieurs études scientifiques à savoir la détermination de leurs compositions chimiques ainsi que de tester leurs propriétés biologiques.

De nombreuses études ont mis en évidence la présence de métabolites secondaires doués d'activités biologiques telles que les polyphénols, les alcaloïdes, les terpènes ...etc (BOUDJOUREF., 2011). Des métabolites primaires aussi peuvent jouer le rôle de principes actifs notamment dans le cas des polysaccharides végétaux qui sont largement utilisés en pharmacopée traditionnelle (BRUDIEUX., 2007; WAARAND., 2004).

Les polysaccharides sont les macromolécules les plus abondantes sur terre et dans les océans (WAARAND., 2004). Ces macromolécules sont les éléments structuraux majeurs de la paroi des végétaux et peuvent être impliquées dans des mécanismes de reconnaissance de type végétaux/environnement. (THEO *et al.*, 2008). Les polysaccharides forment un groupe diversifié de glucides et peuvent être classés selon : leur origine c'est-à-dire animale ou végétale, leur nature soit de réserve ou, leur solubilité dans l'eau ou leur digestion dans le système gastro-intestinal humain (PATTERSON., 2008).

Des membres académiques universitaires de la recherche et de l'industrie dans le réseau de polysaccharide européen d'excellence (EPNOE) sont convaincus que les polysaccharides seront au point central du monde de demain pour les combustibles durables, la nourriture, les matériaux et la production de médicaments. Une telle vision, soutenue par la plupart des forces politiques, sociales et économiques, est à l'origine de la relance de la recherche dans ce domaine au cours des dernières décennies (PERSIN *et al.*, 2011).

Face à ce constat la présente étude est orientée vers la recherche des effets biologiques de certains polysaccharides hydrosolubles issus de plantes spontanées à caractère médicinal connue dans le Sahara septentrional pour leurs effets officinaux. Il s'agit d' *Ammodaucus leucotrichus* et de *Ferula communis* L. L'étude porte sur les activités antibactériennes, antioxydantes, et anti-inflammatoires.

Le document est structuré en deux parties . Le premier partie porte sur la synthèse bibliographique, rappelant des généralités sur les polysaccharides, sur les activités biologiques des polysaccharides extraits des plantes, et des études antérieures sur les espèces végétales investies et leurs activités biologiques. Dans le second partie, la premier chapitre sur la méthodologie de travail est développée. Le deuxième chapitre porte les différents résultats obtenus et la discussion. Une conclusion et des perspectives achèvent ce travail.

Première partie

Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur les polysaccharides

Les polysaccharides sont appelés les polyosides ou les glucanes sont de longues chaînes polymères de monosaccharides liées entre eux par des liaisons glycosidique pour avoir la configuration α ou β , et sans taille moléculaire définit. Ces chaînes peuvent être linéaires ou ramifiées. Ils sont composés de plus de dix polysaccharides pouvant compter plusieurs milliers d'unités et avoir des poids moléculaires considérables (ROBYT., 1998). Les polysaccharides sont présents dans la plupart des organismes vivants, ils se trouvent dans les algues, les animaux et principalement dans les végétaux. Ils sont divisés selon leurs fonctions en deux groupes : les polysaccharides homogènes et les polysaccharides hétérogènes (MERGHEM., 2009 ; BRUNETON., 2009).

Les polysaccharides sont retrouvés dans les algues, les plantes ou synthétisés par des microorganismes qui produisent respectivement l'alginate, l'amidon et la gomme xanthane. Les B-glucanes sont une famille de polysaccharides retrouvées dans plusieurs sources différentes (plante, champignon, levure, etc.) qui sont largement étudiées. Ces derniers possèdent tous la même caractéristique structurale soit d'être majoritairement composés de 3-D-glucose mais le type de liaison glycosidique et leurs poids moléculaires diffèrent grandement (RIOUX., 2010).

Les polysaccharides peuvent être classés sur la base de leur composition en monomères. Il est habituel de distinguer les homopolysaccharides et les hétéropolysaccharides, selon qu'ils présentent, dans leurs structures, un ou plusieurs types d'unités monosaccharidiques.

I. 1. 1. Les homopolysaccharides

On classe les homopolysaccharides d'après la nature de l'unité osidique qui les compose. Les glucanes sont des polymères de D-glucose (on les appelle aussi parfois dextranes, de l'ancien nom du glucose, le dextrose). Les galactanes sont des polymères de D-galactose et les xylanes des polymères de D-xylose. Certains noms sont moins évocateurs : les chitosanes sont des polymères de D-glucosamine. Les homopolysaccharides peuvent être linéaires (amylose, cellulose, chitine) ou ramifiés (amylopectine, glycogène).

Les glucosanes (amidon, cellulose), ce sont des polysaccharides homogènes les plus importants, qui sont composés exclusivement d'enchaînement de molécules de glucose, et ils

représentent les sucres de réserve et de structure, sont constitués aussi d'un seul type de monosaccharides (VOET et VOET., 2005 ; MOUSSARD., 2006 ; HAMES *et al.*, 2006).

I. 1. 2. Les hétéropolysaccharides

Les hétéropolysaccharides comportent comme leur nom l'indique, plusieurs types d'oses et jouent un rôle important dans le tissu de soutien et la matrice extracellulaire de l'organisme. Ils constituent de longues chaînes d'oses indépendantes ou liées à un noyau protéique. Dans ce dernier cas, le volume de la chaîne osidiques est bien plus important que celui de la partie protéique (WIDMER *et al.*, 2000). Les hétéropolysaccharides sont des molécules de haut poids moléculaire contenant au moins deux per de monosaccharides formant un motif de base polymérisé (FABRE., 1989)

On classe les hétéropolysaccharides d'après la nature des principales unités osidiques qui les composent. Les araboxylanes sont des polymères mixtes d'arabinose et de xylose. Le même principe s'applique pour classer les galactoarabanes, les galactomannanes etc... Les hétéropolysaccharides ne sont généralement formés que de quelques types de monosaccharides qui se suivent en séquence selon un schéma répétitif. Les ramifications sont assez communes chez les hétéropolysaccharides, mais elles suivent des schémas simples.

Les hétéropolysaccharides sont généralement formés que de quelques types de monosaccharides qui alternent selon une séquence répétitive. Ces hétéroglycane renferment deux groupes différents sont : les polysaccharides neutres et polysaccharides acides (VOET et VOET., 2005).

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) (BRUNETON., 2009).

Il existe dans la nature de nombreuses variétés de polysaccharides répertoriées, auxquelles l'intérêt porté est proportionnel aux propriétés ou applications potentielles. Ces polysaccharides peuvent être d'origine végétale, c'est le cas de l'amidon, de la cellulose, des pectines ou des gommes. Ils peuvent également être issus des algues comme les alginates, les carraghénanes, l'agar ou les fucanes, ou encore être d'origine animale (héparine, chondroïtine), ou microbienne (dextranes, xanthanes) (ROBYT., 1998).

Tableau 01 : Origine des principaux polysaccharides (SANDRINE., 2004).

Origine des polysaccharides	Polysaccharides
Végétal	Agar, agarose Alginate Amidon Arabinogalactane Arabinogalactane Arabinoxylane -glucane Carraghénane Cellulose Galactomannane Glucomannane Pectine Ulvane Xylane (hémicellulose) Xyloglucane
Bactérienne	Curdlane Gellane Pullulane Xanthane
Animal	Chitine et chitosane Héparine Hyaluronane Sulfate de chondroïtine
Fongique	Krestine Lentinane Schizophyllane Scléroglucane

I. 2.1. Polysaccharides des végétaux

Les sources de polysaccharides végétaux sont multiples. Il se distingue les polysaccharides de réserve (amidon, caroube), les polysaccharides de structures (cellulose, hémicellulose, pectines), les polysaccharides exsudats (gomme arabique) et enfin les mucilages (WARRANT., 2004).

I. 2. 1. 1. Les polysaccharides de réserve

Les polysaccharides de réserve sont des ressources caloriques. Le plus connu d'entre eux est l'amidon (aussi appelé dans certains cas féculé), qui n'est synthétisé que par les plantes (YVES., 2008).

Amidon : L'amidon produit par les plantes est une combinaison de deux polysaccharides appelés amylopectine et α -amylose (RUFF., 2008). L'amylose est un polymère linéaire contenant entre 840 et 22 000 unités d' α -D-glucopyranosyl réunis par des liaisons α (1-4) (ROUABAH et BOULKANDOUL., 2015)(Figure01). L'amylopectine est la forme ramifiée ; la plupart des constituants de résidus de glucose sont unis par des liaisons linéaires α (1-4), mais des liaisons α (1-6) supplémentaires se produisent tous les 25 à 30 résidus, créant ainsi des points de ramifications (Figure 02) (MOUSSARD.,2006).

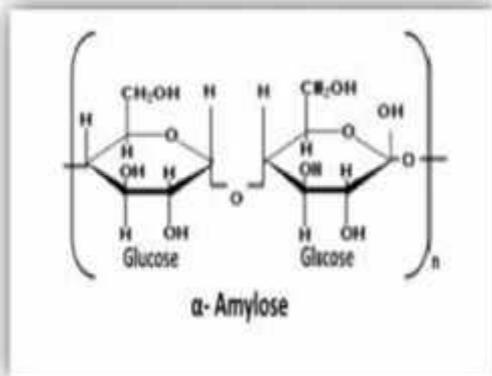


Figure 01 : La structure chimique de l'amylose (VOET et VOET., 2005).

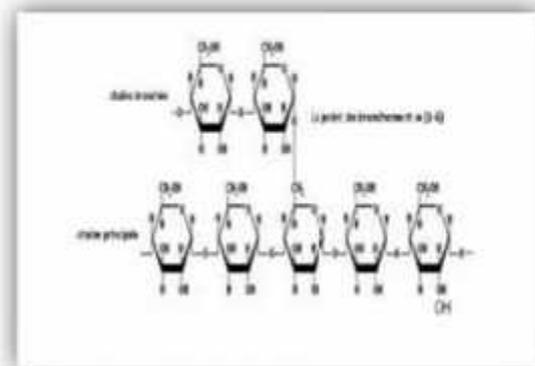


Figure 02: La structure chimique de l'Amylopectine (VOET et VOET., 2005).

I. 2. 1. 2. Les polysaccharides de structure

La cellulose : La cellulose est un homoglycane formé par l'enchaînement de résidus glucose relié en β (1 \rightarrow 4). Cette jonction rigide confère au polymère une structure secondaire en feuillet permettant l'établissement de réseaux de liaisons hydrogènes intra- et intermoléculaire. Ces liaisons hydrogènes combinées avec des forces de Van der Waals entraînent une cristallisation des chaînes de polymères pour former des fibres tridimensionnelles (RUFF., 2008). Du fait de cette cristallinité, la cellulose est extrêmement résistante et insoluble dans l'eau malgré le caractère hydrophile des monomères qui la

compose. Les molécules de cellulose peuvent contenir plus de 10 000 résidus glucose et atteindre un poids moléculaire de 200 000 Daltons pour une longueur de 6 à 8 μm . Il s'agit du constituant majeur de la paroi des cellules végétales et de la substance organique la plus abondante sur terre. Le coton est constitué de fibres de cellulose pratiquement pure. Associée à d'autres polymère comme la lignine et l'hémicellulose, la cellulose forme le bois (NISHIYAMA *et al.*, 2002).

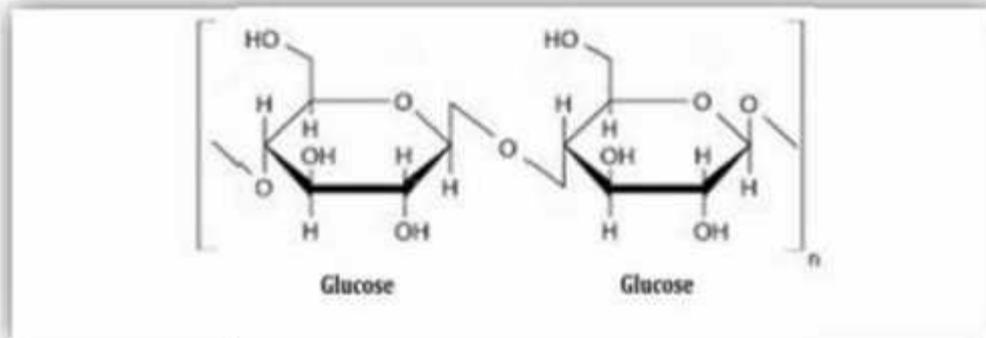


Figure 03 : La structure chimique de la cellulose (VOET et VOET., 2005).

Pectine : Les pectines sont des molécules ramifiées avec une chaîne principale composée d'acide galacturonique lie en α - (1, 4). Certaines fonctions carbonyles (C-6) peuvent être estérifiées par le méthanol ou amides. Les pectines possèdent des chaînes latérales constituées de galactose, d'arabinose et de xylose celles - ci sont partiellement dégradées par le procédé d'extraction industriel. Elles sont présentes dans la plupart des fruits, mais sont surtout industriellement extraites des citrons orange et pommes (RAPHAIL *et al.* , 2010).

Les pectines jouent un rôle capital dans l'architecture de la paroi ou elles assurent sa rigidité, permettent l'adhésion cellulaire et participent au métabolisme cellulaire (MKEDDER., 2012).

Les xylanes : Sont des hétéropolymères a courtes ramifications, le degré de polymérisation est faible, inférieur à 200 (MARLENE *et al.*, 2001). Les xylanes sont les hémicelluloses principales des parois secondaires, et regroupent ; les glucuronoxylanes où des résidus soit d'acide glucuronique soit de l'acide 4-O-méthylglucuronique sont greffés sur la xylose de la chaîne principale. Les arabinoxylanes où les résidus xylose sont substitués par des résidus arabinose, les Glucuronoarabinoxylanes qui ont un squelette de résidus xylose sur lequel se greffent Des résidus arabinose et acide glucuronique (TINAMRI et LAGMI., 2014).

I. 2. 1. 3. Exsudats et mucilages

Les polymères constitutifs des mucilages sont en général des xylanes ou des dérivés pectiques et renferment le plus souvent des oses neutres (xylose, arabinose, galactose, rhamnose,...) et des acides uroniques (acide galacturonique, acide glucuronique) (DELATTRE., 2005). Ce sont des constituants normaux des plantes. Ils ont un rôle protecteur (préviennent la déshydratation des graines et leur conservent leurs facultés germinatives) (VERCAITERE., 2011).

Notons que la différence entre gommes et mucilages reste aujourd'hui encore ambiguë puisque les premières sont plutôt collantes et proviennent de la surface des arbres alors que les seconds sont des hydrocolloïdes visqueux issus de graines ou de tissus souples (VORAGEN *et al.*, 1995). Les polysaccharides constituant ces mucilages sont souvent polaires et très hydrophiles, de très haute masse molaire, hautement ramifiés et composés de différents monosaccharides (PETERA., 2016). Le rôle physiologique du mucilage n'est pas négligeable puisqu'il permet à la plante d'absorber et stocker des quantités hydriques importantes. En cas de besoin, la libération progressive de l'eau vers d'autres tissus est possible en période de sécheresse. Inversement, en présence de quantités d'eau trop importantes, le gonflement du mucilage peut entraîner l'éclatement des tissus (FABRICE., 2008).

I. 3. Les activités biologiques des polysaccharides extraits des plantes

Les polysaccharides sont des macromolécules biologiques importantes, ils se trouvent dans les plantes, les animaux et les micro-organismes et sont de bonnes sources de fibres alimentaires et prébiotiques avec des activités antioxydantes et anti tumorales ainsi que autres avantages pour la santé (NIE *et al.*, 2018).

La diversité structurale des polysaccharides quelle que soit leur origine (animale, végétale ou microbienne) confère à ces macromolécules de nombreuses activités biologiques. Ainsi grâce à leurs propriétés interactives et régulatrices, les polysaccharides participent au contrôle de l'activité cellulaire (prolifération, différenciation, adhésion et migration) mais également de l'activité de nombreuses enzymes. De telles molécules aux multiples fonctions spécifiques peuvent être exploitées en thérapeutique (COLLIEC-JOUAULT *et al.*, 2004).

Dans l'étude de BERRI *et al* (2015), ont montré que les extraits bruts d'*Ulva armoricana* récoltée en Bretagne (France) contiennent dans leur cellule polysaccharides

sulfatés hydrosolubles ayant une activité biologique potentielle tels qu'anticoagulants, antiviraux, antibactériens et activités immunomodulatrices qui sont explorées pour être utilisées comme une alternative efficace aux antibiotiques.

Donc, dans ce partie, nous présentons de manière non exhaustive, les principales activités biologiques des polysaccharides telles que les activités antibactériennes, les activités antioxydantes, les activités anti-inflammatoires les activités immunomodulateurs, les activités antiviraux et les activités prébiotiques.

I. 3. 1. Activité antibactérienne

Le terme "agent antimicrobien" désigne toute substance utilisée pour détruire les micro-organismes ou empêcher leur croissance, y compris, agents antibactériens. Les agents antimicrobiens sont utilisés depuis des décennies pour traiter les maladies transmissibles et prévenir les infections (CCE., 2001). Le mode d'action de ces agents sur les bactéries, peuvent être : Bactériostatique, lorsque la substance inhibe la multiplication des bactéries ou bactéricides : lorsque la substance détruit totalement les bactéries. En général, bactérie GRAM - sont plus résistantes que les GRAM + grâce a la structure de leur membrane interne (OUIS ., 2015) .

Beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales, ils ont trouvé que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries (JURGEN *et al* ., 2009)

D'autres groupes de chercheurs ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié les métabolites responsables de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, cette étape constitue une plateforme pour plusieurs implications incluant l'industries pharmaceutique, la médecine alternative, et la thérapie naturelle (HUANG *et al.*, 2008).

Le test d'activité antibactérienne a confirmé les effets inhibiteurs de cinq phtalides sur *Mycobacterium bovis* et *Mycobacterium tuberculosis*, sans toutefois révéler de signification différence entre les composés (GUZMAN *et al.*, 2013). L'activité bactérienne des extraits et des huiles essentielles des phtalides présents dans plantes Apiaceae variait principalement l'espèce végétale, les parties soumises à l'extraction et la technique de processus (PANNEK *et al.*, 2018).

Aussi, les extraits de *Pistacia atlantica Desf* se sont caractérisées par un effet antimicrobien sur la plupart des souches bactériennes (BENABDALLAH *et al.*, 2015). Et les Arabinogalactane préviennent des infections microbiennes et de la déshydratation (PETERA., 2016).

Et concernant l'extrait d'*Ulva armoricana* 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. 3. 2. Activité antioxydante

Dans la littérature, plusieurs méthodes et techniques ont été trouvées pour évaluer l'activité antioxydante. La plupart de ces méthodes mesure un paramètre particulier en fonction du temps, d'autres méthodes enregistrent la vitesse d'oxydation. Pour simplifier le protocole expérimental et pour faciliter les études théoriques, des systèmes modèles ont été élaborés comme le β -carotène bleaching test (BOCCO *et al.*, 1998). Quelques analyses permet de mesurer la quantité du produit intermédiaire ou final généré par une oxydation (diènes conjugués, Thiobarbituric Acid Reactive Substances ,(TBARS). A cause de la propriété essentielle de l'antioxydant (piégeur des radicaux libres). Des méthodes ont été mises en place pour évaluer son efficacité à piéger des radicaux différents, comme les peroxydes ROO• par les méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) et TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter); les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Parameter); ou les radicaux ABTS• (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique), ainsi que la méthode utilisant le radical libre DPPH• (diphényl-picrylhydrazyle) (TABART *et al.*, 2009). Compte tenu de la complexité des processus d'oxydation et la nature diversifiée des antioxydants, avec des composants à la fois hydrophiles et hydrophobes, il n'y a pas une méthode universelle par laquelle l'activité antioxydante peut être mesurée quantitativement d'une façon bien précise. Le plus souvent il faut combiner les réponses de tests différents et complémentaires pour avoir une indication sur la capacité antioxydante de l'échantillon à tester (BENZID et LITIM., 2016).

I. 3. 3. Activité anti-inflammatoire

La réaction inflammatoire est un mode de réponse de l'organisme à une agression de type infectieuse, immunologique, tumorale, etc. Cette réaction est souvent bénéfique mais il arrive parfois qu'elle endommage les cellules et les tissus. On appelle système du complément, un groupe de protéines sériques impliqué dans la phagocytose et la lyse des bactéries (RIOUX., 2010).

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).

Les fucanes sont des polysaccharides sulfatés présents dans la matrice intercellulaire des algues brunes Phaeophyceae. In vitro, ces polysaccharides induisent l'agrégation plaquettaire. Certains fucanes sont anti-inflammatoire et plusieurs fucanes présentent également des potentialités anti-tumorales (BRUNETON., 2009).

Finalement, ces travaux ont permis de développer des procédés de dépolymérisations enzymatiques d'arabinogalactanes issus des gommages végétales afin de générer différentes fractions oligosaccharidiques présentant des propriétés prébiotiques plus importantes que le arabinogalactanes non traité enzymatiquement (GAVLIGHI *et al.*, 2013).

I. 3. 4. Activité immunomodulatrice

Un agent immunomodulateur permet de stimuler ou d'inhiber divers acteurs du système immunitaire et de prévenir des maladies infectieuses ou cancéreuses. L'une des nouvelles tendances de la recherche dans le développement d'agents immunomodulateurs est l'identification de produits naturels présentant une toxicité faible ou tolérable dans les applications cliniques (HUANG *et al.*, 2014).

Plusieurs polysaccharides d'origine fongique sont capables de stimuler simultanément les différentes composantes du système immunitaire, ce qui leur confère différentes propriétés thérapeutiques, notamment des propriétés antitumorales et anti-inflammatoires. Pour cette raison, ils sont appelés immunomodulateurs, immunostimulateurs ou modificateurs de la

réponse biologique (SANCHEZ., 2006). Puisque les polysaccharides, y compris les 3 glucanes, ne peuvent pénétrer dans les cellules en raison de leur grande taille moléculaire, Ils exercent leur action en se liant à des récepteurs spécifiques à la surface des cellules Immunes telles que les macrophages, les neutrophiles, les cellules cytotoxiques naturelles (NK) et les lymphocytes T (DJABALI *et al*, 2016).

Parmi ces récepteurs, le CR3, un des plus importants récepteurs membranaires chez les phagocytes impliqués dans la reconnaissance des pathogènes, a été identifié comme un des récepteurs des β -glucanes. L'affinité différentielle montrée par les récepteurs vis-à-vis les différents β -glucanes varie en fonction du poids moléculaire, de la conformation acquise en solution, ainsi que du degré de ramification de ces molécules. Cette affinité différentielle affecte de manière significative leur activité immunomodulatrice (SANCHEZ, 2006).

Les polysaccharides sulfatés, y compris ceux provenant d'algues, possèdent des activités immunomodulatrices qui peuvent être utiles pour stimuler la réponse immunitaire ou contrôler l'activité des cellules immunitaires pour atténuer les effets négatifs associés tels que l'inflammation. Les polysaccharides sulfatés peuvent affecter plusieurs cibles dans les systèmes immunitaire et inflammatoire qui peuvent avoir un impact sur la progression de la maladie et les résultats, y compris la progression tumorale et la métastase (JAIO *et al.*, 2011).

Biophytum petersianum Klotzsch est une plante médicinale du Mali utilisée pour plusieurs maladies telles que l'inflammation, la fièvre, le paludisme, les maux de tête et les blessures. Il y a deux polysaccharides de cette plante (AG-I et AG II) présentent une activité immunomodulatrice qui stimulerait les leucocytes, les macrophages et les cellules dendrites. Ces polysaccharides induisent aussi une légère activité sur les cellules T, B et les NK (ANGON *et al* ; 2010).

Dans l'étude de KIM *et al* (2017), il y a de polysaccharide immunostimulant (BLE-PI), qui possède une grande proportion d'arabinoxylane, a aussi été isolé à partir de feuilles de *Hordeum vulgare L.* L'activité stimulée des macrophages a montré que ce polysaccharide présentait un rôle dans l'expression de l'activité immunomodulatrice. Les auteurs soulignent d'ailleurs que l'activité immunomodulatrice est probablement liée à la complexité structurelle de l'arabinoxylane.

L'étude faite sur *l'Angelica sinensis* montre que les polysaccharides acides et neutres isolés à partir des racines de cette plante renferment présentant un effet immunomodulateur

sur les macrophages (YANG *et al.*, 2007). D'autre part, ce traitement augmente la sécrétion d'IL-12, IL-2, et le pourcentage des cellules TCD4+ (MINGLIANG *et al.*, 2012). En outre, les polysaccharides acides activent les LB et les cellules dendritiques (YANG *et al.*, 2007).

I. 3. 5. 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 (CHEN et HUGAN, 2018).

Les polysaccharides obtenus à partir d'*Azadirachta indica* agissent contre PV-1 en inhibant la phase initiale de la réplication virale. Fait important, les polysaccharides d'origine ont montré un meilleur effet virucide que leurs dérivés sulfatés à toutes les concentrations testées. Cette étude fournit une base scientifique pour les utilisations passées et présentes ethno médicales de cette plante (YAMAMOTO *et al.*, 2012).

Aussi le polysaccharide extrait de la feuille de *rhizophora apiculata* a été évaluée dans des systèmes de culture cellulaire, par son activité contre les virus de l'immunodéficience humaine et simienne Ce dernier est composé principalement de galactose, galactosamine et d'acide uronique (MARTINEZ *et al.*, 2005).

I. 3. 6. Activité prébiotique

Le terme prébiotique a été introduit par GIBSON et ROBERFROID (1995) qui ont défini un prébiotique « un ingrédient alimentaire non digestible qui améliorent la santé de l'hôte en stimulant sélectivement la croissance et/ou l'activité métabolique d'un ou d'un nombre limité de bactéries bénéfiques dans le côlon ». donc, Le concept de prébiotiques est défini par certains critères tels que la résistance à l'acidité gastrique, à l'hydrolyse par des enzymes des tractus digestifs de mammifères et à l'absorption gastro-intestinale (CANI., 2009). Ou comme l'a dit LAPARRA et SANZ (2010), trois critères ont été mentionnés comme nécessaires pour mesurer l'efficacité d'un prébiotique: (1) la résistance à l'acidité de l'estomac et aux activités enzymatiques du système digestif, (2) la possibilité d'être fermenté par les micro-organismes de la flore intestinale et, (3) la modulation et la stimulation de la croissance des bactéries bénéfiques au niveau de l'intestin.

Par exemple, *Malva parviflora* est une plante spontanée à caractère médicinal pousse dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérien). La chromatographie haute performance sur échangeurs d'anions des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* indique la présence de galactose (56,86%), d'acide glucuronique (20,57%), d'arabinose (9,04%), de rhamnose (8,46%) et de mannose (5,05%). L'effet prébiotique des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *malva parviflora L.* sur *Bifidobacterium longum* est notable (BOUAL *et al.*, 2013). Aussi, RAJAGOPALAN *et al.* (2017) ont rapporté une activité prébiotique sur les *Bifidobacteria* et *Lactobacilli* de xylo-oligosaccharides extraits à partir de bois dur (acajou notamment). Pour terminer, il est important de mettre également en lumière l'effet d'arabinoxylane non hydrosolubles, dérivés du blé, sur la modulation de la composition bactérienne intestinale au cours d'une fermentation en culture mixte (VARDAKOU *et al.*, 2008). Un indice prébiotique de 2,03 a été obtenu après addition de ces oligomères à 1% (m/v).

L'inuline, les fructo-oligosaccharides dérivés de la racine de chicorée, les arabinoxyloligosaccharides dérivés du son de blé, les xylo-oligosaccharides et les galactooligosaccharides se sont avérés présenter de très bonnes propriétés prébiotiques (SINGDEVSACHAN *et al.*, 2016).

L'étude de BENAOUN (2017) a consisté essentiellement en à explorer les activités biologiques comme l'activité prébiotique. L'analyse physico-chimique de polysaccharide extrait de *Plantago notata Lagasca* et *Urginea noctiflora Batt. et Trab* dans des régimes dilués et semi-dilués a montré que l'hétéroxylane présente un comportement rhéofluidifiant, ayant des propriétés de gel faible. La mise en œuvre de la digestibilité de cette hétéroxylane a conduit à l'obtention d'un polymère non digestible avec des propriétés prébiotiques.

I. 4. Généralités sur la famille des Apiaceae

I. 4. 1. Description botanique de la famille des Apiaceae

Les plantes de la famille des Apiaceae ou des ombellifères ont une grande importance surtout dans la flore Algérienne où elle est présentée par 55 genres. Les Apiaceae, sont généralement des plantes herbacées, dicotylédones, ont des tiges creuses, feuilles alternes divisées, pétioles élargis à leurs bases, ombelles simples ou composées, fleurs de type 5, sépales absents ou réduits et fruits constitués par un diakène couronné (QUEZEL et SANTA, 1963).

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*) (BRUNETON, 2009 ; YOUMBAL., 2015).

I. 4. 2. *Ammodaucus leucotrichus*

I. 4. 2. 1. Classification botanique d'*Ammodaucus leucotrichus*

D'après QUEZEL et SANTA (1963) ; GUIGNARD et DUPONT (2007), la classification d'*Ammodaucus leucotrichus* dans le tableau suivant :

Tableau 02: Classification botanique d'*Ammodaucus leucotrichus* (QUEZEL et SANTA.,1963; GUIGNARD et DUPONT ., 2007).

Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous Classe	Astéridées
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Ammodaucus</i>
Espèce	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss et Dur
Noms vernaculaires Arabe	- -
Noms vernaculaires Berbère	Akâman
Noms vernaculaires Français	Cumin velu, cumin du Sahara

I. 4. 2. 2. Aspect botanique d'*Ammodaucus leucotrichus*

Ammodaucus leucotrichus est un arbuste annuel à tige rameuse, ses fleurs blanches sont disposées selon une ombelle composée, elle a des feuilles pennatiséquées, fruits très odorant et ses côtés latéraux sont ailées (OZENDA *et al.*, 1977). *Ammodaucus leucotrichus* est une plante glabre, annuelle, à tiges dressées, rameuses, finement striées, feuilles très divisées, à lanières étroites, un peu charnues; ombelles à 2-4 rayons, involucre à bractées très divisées et petites; fruits très velus, portant de longs poils crépus, jaune-roux à la base, puis blancs, et longs de 8 à10 mm. Assez commun dans tout le Sahara (OZENDA., 1991).



Figure 04 : *Ammodaucus leucotrichus* (EL-HACI., 2015 ; BENAHMED., 2017).

I. 4. 2. 3. Localisation géographique d'*Ammodaucus leucotrichus*

Cette plante comprend deux sous espèces : *Ammodaucus leucotrichus* Cosson & Durieu subsp. *leucotrichus* pousse en Afrique du Nord principalement au Sahara Algérienne, Niger, Mauritanie, Libye et s'étend jusqu'à l'Afrique tropicale et l'Egypt. (BRAMWELL et BRANWELL., 2001), tandis que *Ammodaucus leucotrichus* Cosson & Durieu subsp. *Nanocarpus* E. Beltran pousse dans l'archipel micronésien (JOULAIN et KONIG., 1998).

I. 4. 2. 4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle d'*Ammodaucus leucotrichus*

A. leucotrichus est une plante à usage médicinale et culinaire par les populations indigènes. Ses principales utilisations sont contre : les maux d'estomac, l'indigestion, les diarrhées, les vomissements, les spasmes et coliques, les vers intestinaux et la constipation (OULD EL HADJ *et al.*, 2003).

Les fruits d'*Ammodaucus leucotrichus* ce croquent et parfument l'haleine, en parfume le troisième thé. En Afrique du nord, les fruits sont utilisés comme condiment et en médecine traditionnelle. Ils sont employés dans le traitement des coups du froid, fièvre et troubles digestifs particulièrement pour les enfants (ADAMS., 1995). La plante est utilisée aussi, sous forme de décoction de fruits, pour le traitement du diabète (ADAMS., 1995). Cette espèce est utilisée pour soigner les troubles gastro-intestinales (BELLAKHDAR., 1997). Les fruits en infusion ou sous forme de poudre sont utilisés contre les vomissements. Cette plante a des propriétés aphrodisiaques (HAMMICHE et MAIZA., 2006).

La plante est aussi utilisée pour le traitement des symptômes d'allergie (OULD EL HADJ *et al.*, 2003 ; HAMMICHE et MAIZA., 2006). Elle est utilisée aussi contre la toux, comme emménagogue et contre l'anorexie (HAMMICHE et MAIZA., 2006). Sous forme d'infusion, les fruits d'*A. leucotrichus* sont utilisés pour le traitement des palpitations cardiaques (JOUAD *et al.*, 2001). Une étude récente faite par KABBAJ *et al* (2012) rapporte que quelques populations indigènes, au Maroc, utilisent les fruits d'*A. leucotrichus* pour le traitement du cancer des poumons sous forme de poudre mélangée avec du miel et administrée par voie orale. Ou en association avec d'autres plantes, les graines d'*A. leucotrichus* découpées servent à traiter la lithiase rénale dans la région de Tan Tan au Maroc (GHOURRI *et al.*, 2013).

Des herboristes locaux nous ont affirmé que la plante est utilisée aussi pour le traitement de l'hypertension artérielle, en mettant le fruit sous la langue lors d'un pic de tension sentis par le patient. Cette utilisation traditionnelle est soutenue par une étude faite par TAKAGI *et al.*, (2005). Cette dernière a étudié l'effet vasodilatateur du périllaldehyde (composé contenu dans la plante) sur des rats, pour en conclure que ce composé exerce un effet vasodilatateur en bloquant les canaux Ca²⁺ des aortes isolés des rats expérimentaux. Le cumin velu est utilisé, surtout par les nomades, dans la préparation du thé, et est utilisé aussi comme épice dans le Sahara algérien (EL-HACI., 2015 ; YOUMBAL., 2015).

I. 4. 2. 5. Etudes chimiques antérieures sur d'*Ammodaucus leucotrichus*

Très peu d'études phytochimiques ont été rapportées sur l'espèce *A. leucotrichus*. En effet, l'étude faite par MUCKENSTURM *et al* (1997) sur la fraction éthérée des fruits de cette espèce a révélé la présence de plusieurs composés, à savoir : ammolactone, limonène, perillaldéhyde.....; La caractérisation chimique des huiles essentielles était faite par VELASCO-NEGUERUELA *et al.*, 2006 qui a mis en évidence la présence de 22 composés terpéniques. En 2008, BEGHALIA et ses collaborateurs ont détecté un effet protecteur contre la lithiase urinaire à partir de l'extrait aqueux des fruits. Une inhibition élevée a été rapportée ; Une étude sur les huiles essentielles de cette espèce, a révélé une forte activité antimicrobienne sur *Escherichia coli* (GHERRAF *et al.*, 2013).

Une autre étude a révélé l'effet protecteur de l'extrait aqueux des fruits d'*A. leucotrichus* contre la lithiase urinaire testé *in vitro*. Des pourcentages d'inhibition élevés ont été rapportés (BEGHALIA *et al.*, 2008).

I. 4. 3. *Ferula communis L*

I. 4. 3. 1. Classification botanique de *Ferula communis L*

Selon QUEZEL et SANTA (1963), la position systématique de *Ferula communis L.* est donnée comme suit (tableau 03) :

Tableau 03: Classification botanique de *Ferula communis L*(QUEZEL et SANTA ,1963).

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Ferula</i>
Espèce	<i>Ferula communis L</i>

I. 4. 3. 2. Aspect botanique de *Ferula communis L*

Le genre *Ferula* comporte près de 180 espèces poussant à travers le monde, principalement dans les régions arides. 130 espèces sont communes au bassin méditerranéen et à l'Asie centrale (PIMENOV et LEONOV., 2004).

F. communis est une plante méditerranéenne, un arbrisseau vivace pouvant atteindre deux mètres de haut, à croissance très rapide (quelques semaines) et caractérisée par une inflorescence très dense (QUEZEL et SANTA., 1963). La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines (FILIAT., 2012).

I. 4. 3. 3. Localisation géographique de *Ferula communis L*

Le genre *Ferula* comporte près de 180 espèces poussant à travers le Monde, principalement dans les régions arides. Cent trente espèces sont communes au bassin méditerranéen et en Asie centrale (PIMENOV *et al.*, 2004). Cette espèce pousse en Italie, en Iran et au Yémen. Dans le Nord d'Afrique, *Ferula communis* se trouve surtout au Maroc et en Algérie. Sa distribution en Algérie est très large. Elle se trouve sur les Monts de Tlemcen à Aïn Safra; à Naama, à Ghardaïa et à Bechar (BOUAZZA *et al.*, 2001; BATTANDIER et TRABUT., 1888).

I. 4. 3. 4. Ethnopharmacologie et utilisation traditionnelle de *Ferula communis* L

F. communis L est utilisée pour traiter l'hystérie et la dysenterie (HEYWOOD., 1971). Les tiges sèches sont utilisées pour la vannerie et la confection des ruches d'abeilles (TRABUT., 1935). *F. communis* connue au Yemen sous le nom «Chemer ou Chemar», est utilisée en médecine traditionnelle pour éliminer les sels des urines (AHMED *et al.*, 2007). LABBE (1950) signale qu'on en tire également une gomme résine. Il s'agit très probablement de cette résine désignée par VELU et GARDAS, (1924), sous le nom vernaculaire en arabe «fassoukh» et dont les pays musulmans, sont des gros consommateurs. Les jeunes feuilles du cœur encore blanche sont mangées par les indigènes. Les tiges sèches sont utilisées pour la vannerie et la confection des ruches d'abeilles (TRABUT, 1953).

I. 4. 3. 5. Etudes chimiques antérieures sur la *Ferula communis* L

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 (ERJON *et al.*, 2012 ; CHIBANI, 2013).

La coumarine prénylé (dérivée de coumarines) extraite de *F. communis* L, a une action toxique. La présence de cette molécule est une indication de toxicité (ERJON *et al.*, 2012).

Le fenouil géant est une espèce existante au Maroc et à la Sardaigne (Italie) qui contient un chimiotype toxique responsable d'un syndrome d'hémorragie connue par le férulisme chez les bétails. Les hydroxycoumarines ont une activité antivitamine K. Ce sont des molécules responsables de la toxicité (FLESH., 2005).

Certains esters-daucane sont extraits de *F. communis*. En Sardinia (Italie) possèdent une activité antiproliférative des cellules de cancer du colon inférieur chez l'homme (POLI *et al.*, 2005). 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).

ALKHATIB (2010) signale que certains composés isolés d'espèces de ce genre sont considérés comme agents chimiopréventifs, et servent à surmonter la résistance aux anticancéreux en agissant sur la pompe d'efflux de la glycoprotéine P. Il a été suggéré que l'acétophénone o-phénylé, acétophénone 2- (3-méthylbut-2- enyloxy), extrait des racines de

F. communis, induit l'activité analgésique et l'activité anti-inflammatoire (HOUGHTON et RAMAN., 1998).

La fibre de ferula pré-séchée a été utilisée pour la mesure de la densité par la méthode d'Archimède avec de l'éthanol, selon ASTM D 3800-99. La densité des fibres de *Ferula* a été déterminée comme égale à 1,24 g / cm³ (BENMEHDI., 2000).

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 (MERGHEM *et al.*, 1995).

Les huiles essentielles extraites à partir des feuilles, des fleurs, des racines et des fruits de *F. glauca* (sub-espèce de *F. communis*) ont une activité antimicrobienne (FILIPPO *et al.*, 2009). En 2012, POLYCARPOS étudiant la production de bioéthanol à partir des tiges et des feuilles, signale que cette espèce peut être considérée comme une usine de production d'énergie dans les régions arides. Les huiles essentielles de *Ferula communis* L sont constituées par 3 composants majoritaires: le myrcène (52.5%), l' - pinène : (20.90%) et le - phellandrène (7.70%) (CHIBANI., 2013).

I. 4. 4. Description des fractions polysaccharidiques hydrosolubles des inflorescences d'*A.leucotrichus* , et de la gomme résine de *Ferula communis*.

L'étude des polysaccharides hydrosolubles des gommés-résines de *Ferula communis* L. et des inflorescences d'*Ammodaucus leucotrichus* Coss et Dur., a permis s'isoler par macération trois fractions polysaccharidiques hydrosolubles. Elles se composent d'une fraction polysaccharidique des gommés-résines de *F. communis* (FC1), une des gommés-résines de *F. communis* (FC2) et une fraction polysaccharidique des inflorescences d'*A. leucotrichus*. Le rendement massique est de 43.08% pour FC1, de 0.549% pour FC2 et de 4.051% pour AL. L'étude de la composition chimique des extraits bruts, laisse apparaître des taux d'oses totaux de 72.60 % (FC1), de 42.67% (FC2) et de 48.31% (AL). Les oses neutres ont les teneurs les plus élevées avec 60.45% (FC1), 39.21% (FC2) et 31.74% (AL). Les teneurs en protéines sont de 2,675%, 3,072%, 6,636% pour les trois fractions FC1, FC2 et AL respectivement. L'analyse de la composition en monosaccharides par CCM après un

hydrolyse par TFA à 2 M durant 4 heures et 6 heures à 100 °C montre la présence de glucose, de galactose, d'arabinose, de xylose et d'acide glucuronique, la dominance d'arabinose et de xylose et la présence de glucose ou de galactose pour AL. Pour les fractions des gommés-résines de *F. communis*, il est noté la présence de galactose en dominance, et d'arabinose pour FC1 (YOUMBAI., 2015).

I. 5. bactéries étudiées

I. 5. 1. *Escherichia coli*

Escherichia coli est un bacille à gram négatif, de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6 µm, alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 µm (STEVEN *et al.*, 2004). Les bactéries appartenant à l'espèce *E. coli* constituent la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales. D'autres souches appartiennent à la flore commensale peuvent être responsables d'infections opportunistes variées, surtout chez les sujets aux défenses immunitaires affaiblies (PATRICK *et al.*, 1988).

I. 5. 2. *Pseudomonas aeruginosa*

Les espèces de *Pseudomonas aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif, ces bactéries fines sont 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». *P. aeruginosa* ne forme ni spores ni sphéropastes. Elle est responsable de 10 % de l'ensemble des infections nosocomiales, occupant le 3ème rang après *E. coli* et *S. aureus*, mais le premier rang pour les infections pulmonaires basses et le 3ème rang pour les infections urinaires (RICHARD *et al.*, 1995).

I. 5. 3. *Salmonella enteritidis*

Les *salmonella* sont des bactéries mésophiles, ayant une température optimale de croissance de 35/37°C, cependant les Salmonelles peuvent se multiplier de 5°C à 45/47°C avec une croissance nettement retardée par les températures inférieures à 10°C (ROBINSON *et al.*, 2000). Ils sont aéro-anaérobies, réduisent les nitrates en nitrites, peuvent utiliser le

citrate comme seule source de carbone, fermentent le glucose mais pas le lactose ni le sucrose et produisent du gaz à partir du glucose (sauf *Salmonella Typhi*). Du sulfure d'hydrogène est généralement produit à partir du milieu communément appelé « triple sucre ». La réaction au test à l'oxydase est toujours négative (KORSAK *et al.*, 2004).

I. 5. 4. *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes est un organisme très résistant. Cette bactérie résiste au sel, à l'acidité et jusqu'à un certain point à la chaleur beaucoup mieux que plusieurs autres agents infectieux (BUCHRIESER., 2003). Ce qui la caractérise particulièrement est sa capacité de résistance au froid où elle peut croître lentement. La bactérie peut croître à des températures entre -2°C et 45°C avec une croissance optimale entre 30°C et 39°C. Toutefois, la température des congélateurs qui est de -18°C arrête sa croissance (BORTOLUSSI., 2008) . Elle peut aussi croître à des zones étendues de Ph, soit entre 4,6 et 9,6 avec une croissance optimale à 7,1. Enfin, la bactérie a la capacité de produire un biofilm (sécrétion d'une matière adhésive et protectrice) (GERNER-SMIDT., 2007).

I. 5. 5. *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae est une espèce pathogène opportuniste (BRISSE, 2004). Elle est fréquemment rencontrée dans la nature : eaux de surface, du sol, du bois et des végétaux. Elle est présente dans le tube digestif de l'homme et des animaux, et elle est commensale des voies respiratoires (JOLY et REYNAUD, 2002). *Klebsiella pneumoniae* est un agent classique et majeur d'infections nosocomiales en général et néonatales particulièrement (BOUKADIDA *et al.*, 2002).

deuxième partie
partie expérimentale

Chapitre I

Matériels et méthodes

I. 1. Le principe adopté

Le présent travail c'est une investigation à tester des activités biologiques des polysaccharides issus d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*, plantes spontanées à caractère médicinal récoltée dans le Sahara Algérien. L'étude porte sur l'extraction des polysaccharides hydrosolubles issus d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*. Ainsi, le plus important vise à l'étude les propriétés biologiques dont les activités : antibactérienne, antioxydant, anti-inflammatoire des extraits bruts polysaccharidiques issu d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* (Figure 05).

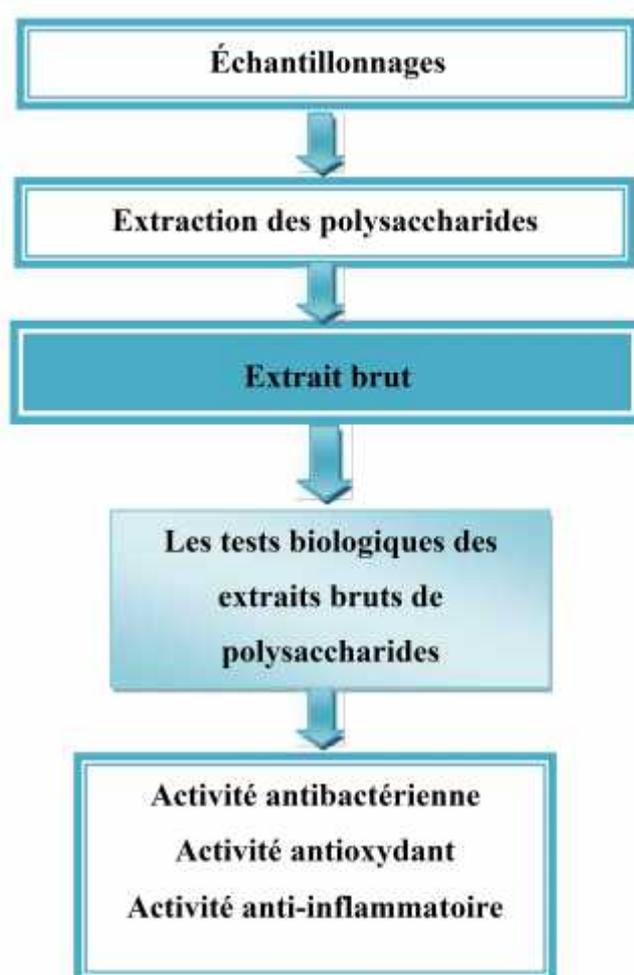


Figure 05 : Schéma global de différentes étapes expérimentales.

1.2. Choix des plantes

Le choix des plantes est effectué en fonction de critères botanique, chimiotaxonomique, utilisation des plantes en médecine traditionnelle et une origine géographique commune (HOUEL., 2011). Deux espèces de la famille des Apiaceae dont *Ferula communis* L., d'*Ammodaucus leucotrichus* Coss et Dur., sont retenues pour la présente étude.

1.3. Origine géographique et période de récolte des plantes

Pour la réalisation des objectifs de notre travail, les plantes ont été récoltées de la région du Sahara Algérien (Ghardaïa et Bechar).

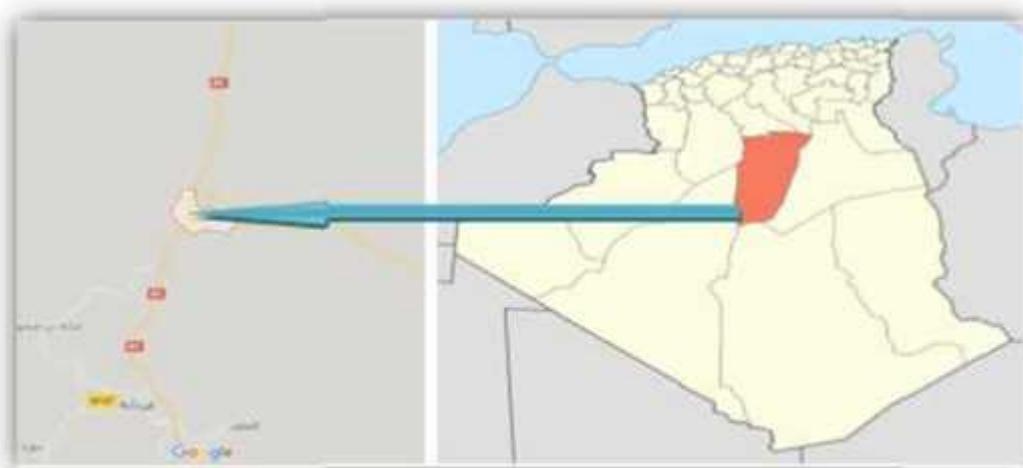


Figure 06 : Carte géographique de la région de Ghardaïa (Oued Nechou) (YOUMBAL., 2015)

1.3.1. Préparation du matériel végétal

Les gommés de *F. communis* sont collectées en été dans la région de Bechar, et les inflorescences d'*A leucotrichus* sont récoltées dans la région de Ghardaïa au printemps. Les plantes après la récolte sont transportées au laboratoire pour analyse dans des sacs en papier kraft où sont notées toutes les informations concernant les plantes (OZENDA., 1977). L'identification a été faite par Mr EDDOUD AMMAR (Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Ouargla).

La matière végétale est récolté à partir des zones caractérisées par un climat désertique (OULD EL HADJ *et al.*, 2003), et sèche a été placée dans des sacs en papier et une quantité de la partie aérienne a été nettoyée, séchée à température ambiante et à l'ombre puis

stockée à l'abri de la lumière ensuite conservées dans des flacons en verre, jusqu'à son utilisation (CHALABI., 2017).



Figure 07 : A. Gommés-résines séchées de *F. communis L.* B. Inflorescences séchées d'*A. leucotrichus Coss et Dur* (YOUMBAI., 2015).

I.3. 2. Broyage

Les gommés et les inflorescences sont broyées pour obtenir une poudre fine (ZHU *et al.*, 2014), puis séchées à l'étuve jusqu'à fixation du poids sec qui servira pour la préparation des extraits polysaccharidiques.

I. 4. Matériels biologiques utilisées

Le matériel d'étude regroupe le matériel biologique, les produits et l'appareillage.

I.4.1. Matériel biologique

Le matériel biologique regroupe deux espèces des plantes spontanées (*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L.*), du sang humain et des bactéries.

I.4.2. Produits chimiques et appareillages

Les produits chimiques et les appareillages utilisés au cours de l'expérimentation, sont consignés dans les tableaux 01 et 02 (Annexe 01).

I.5. Extraction des polysaccharides

Trente 30 g de poudre sont prétraitées 3 fois par 2 volumes d'éther de pétrole, pendant 24 heures sous agitation douce pour éliminer les composés lipidiques (WANG *et al.*, 2013). Après une filtration, le résidu est séché à la température ambiante à l'abri de la lumière. Le plante séché est macéré 2 fois dans d'eau distillée pendant 2 heures à 80°C sous agitation

(CHIDOUH *et al.*, 2014). Puis on fait une centrifugation à 3500 rpm pendant 15mn (CHEN *et al.*, 2010). Puis précipité à l'aide de 3 volumes d'éthanol pendant 24 heures à 4°C (BOUAL,2014). Après une centrifugation à 3500rpm pendant 15mn, le culot est récupéré puis lavé trois fois par l'acétone (YAN *et al.*, 2008) pour obtenir l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles.

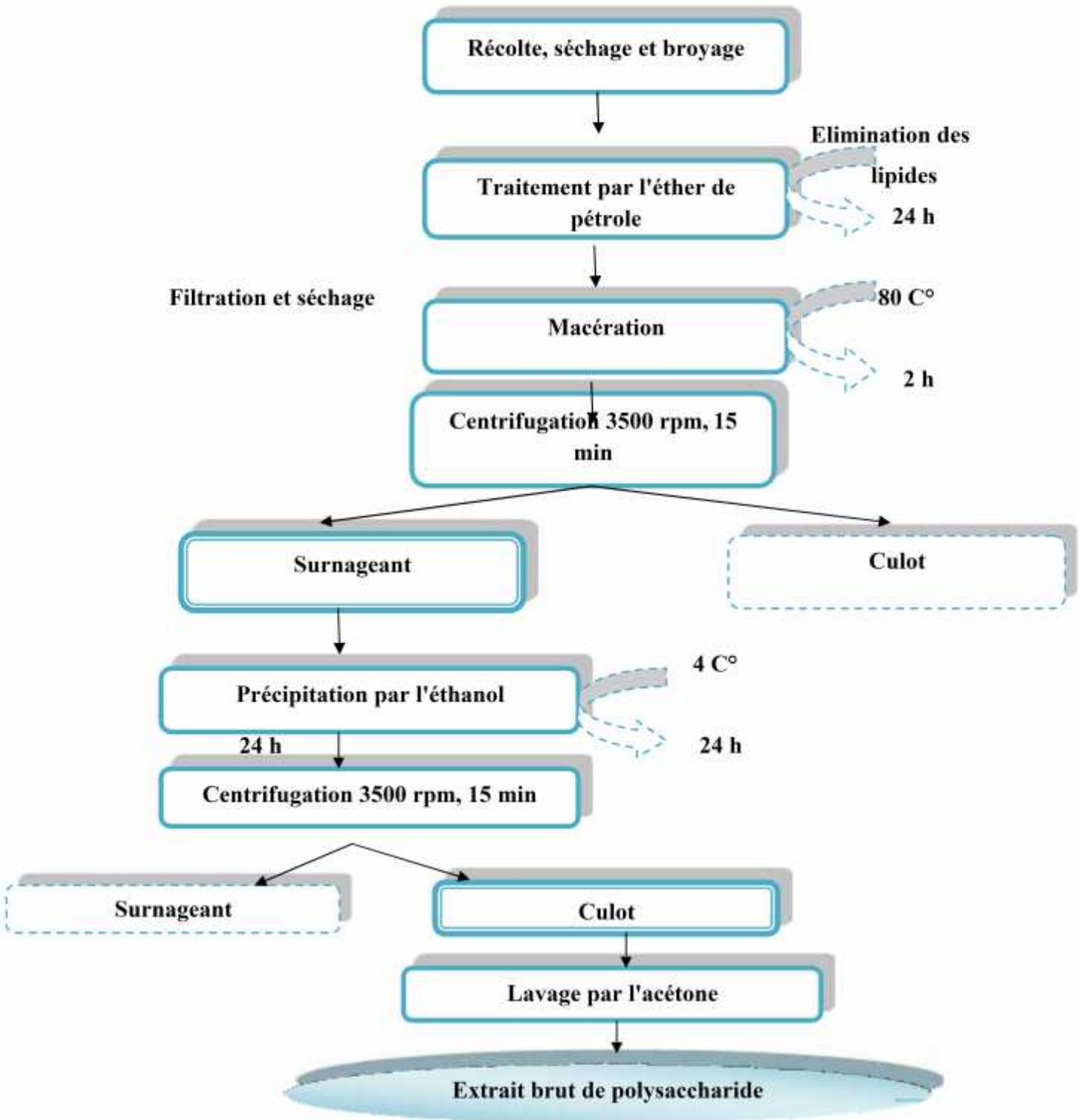


Figure 08 : Différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles (YAN *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2013; BOUAL, 2014; CHIDOUH *et al.*, 2014; HE *et al.*, 2014; ZHAUYNBAEVA *et al.*, 2010; ZHU *et al.*, 2014 ; YOUMBAL, 2015).

Calcul du rendement

Le rendement en extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé par la formule :

$$\mathbf{R(\%) = (M/M0) \times 100}$$

R : Rendement en %,

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

M0 : Poids de la matière végétal sec.

I. 6. Les activités biologiques testées

Les polysaccharides représentent de véritables auxiliaires indispensables au bon fonctionnement de la vie quotidienne. Un intérêt grandissant concerne leurs applications comme activateurs biologiques. Les oligosaccharides sont de véritables modulateurs biologiques qui participent à de nombreux phénomènes de signalisation dans l'organisme (BOUAL *et al.*, 2013).

Les activités biologiques concernent l'activité antibactérienne, l'activité antioxydante et l'activité anti-inflammatoire des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles des deux plantes (*F. communis* et *A. leucotrichus*).

I. 6. 1. Activité antibactérienne

I. 6. 1. 1. Description des bactéries étudiées

Les cinq (5) 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 HAMMA LAKHDAR El-oued (Tableau 04).

Tableau 04 : Espèces bactériennes testées.

Espèces	Propriétés
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Gram négatif -
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	Gram négatif -
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Gram négatif -
<i>Listeria monocytogenes</i>	Gram positif +
<i>Salmonella enteric</i>	Gram négatif -

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.

La revivification des différentes espèces bactériennes est faite par passage successif sur bouillon nutritif et sur gélose nutritive.

Un contrôle de qualité a été effectué par la réalisation d'un antibiogramme des souches bactériennes testées vis-à-vis d'un certain nombre d'antibiotiques. Cette opération a pour but de contrôler l'activité des disques d'antibiotiques utilisés et de vérifier la qualité de la manipulation effectuée. Les résultats sont interprétés par mesure du diamètre en mm de la zone d'inhibition autour du disque et comparés aux limites acceptables des diamètres d'inhibition de la société française de microbiologie (CA-SFM., 2013).

I. 6. 1. 2. 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 de déterminer la sensibilité de toute la gamme de bactéries étudiées vis-à-vis de cet antibiotique.

I. 6. 1. 3. Méthode utilisée

L'extrait diffus 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 utilisés

* 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 boîtes 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. Évaluation de l'activité antibactérienne

Cinq milligramme (5mg) des extraits polysaccharidiques est solubilisé dans 1 µl de diméthyle sulfoxyde (DMSO) complété par 999 µl d'eau distillée (5mg/1ml). Les dilutions sont préparées à des concentrations de 0.5 mg/ml, 1 mg/ml, 2.5 mg/ml et 5 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 boîtes de pétri stériles. Ces dernières sont séchées pendant 30 min à une température ambiante avant leur emploi.

F. Ensemencement

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage en stries serrées. En tournant la boîte d'environ 60°, l'ensemencement s'effectue de telle sorte à assurer une distribution homogène des bactéries sur les boîtes.

G. Méthode de diffusion des disques sur milieu solide

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage à partir d'un inoculum dilué au 1/10 (environ 107 UFC/ml) (CA-SFM., 2013). À l'aide d'un écouvillon stérile, introduit dans la suspension bactérienne et essoré contre la paroi interne du tube, réaliser des stries parallèles et aussi serrées que possible à la surface d'une boîte de Pétri préalablement coulée avec la gélose de Mueller- Hinton. Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte 60° et en tournant l'écouvillon sur lui-même.

Des disques de papier filtre, de 6 mm de diamètre, sont préparés et stérilisés. Ils sont ensuite imprégnés de 1 µl à différentes concentrations 0.5, 1, 2.5, et 5 mg/ml de chaque extrait testée, et déposés à la surface de la boîte de Pétri ensemencée. L'opération est répétée trois fois. Un disque témoin de gentamicine (10 µg) est déposé sur la même boîte. Les boîtes de Pétri sont laissées sur la paillasse au moins 15 min pour une pré-diffusion des extrait avant d'être incubées à 37°C pendant 24 h (BEDDOU., 2016).

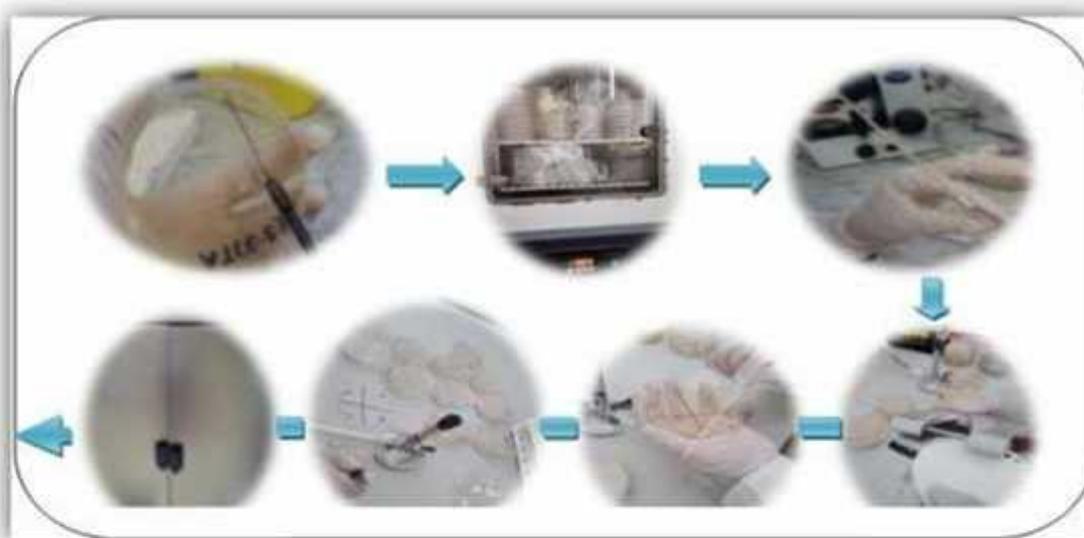


Figure 09 : Les étapes de l'activité antibactérienne.

H. 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. 6. 2. Activité antioxydante

Un antioxydant est toute substance qui lorsqu'elle est présente en faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manières significatives l'oxydation de ce substrat (TIMBO., 2003).

I. 6. 2. 1. La méthode de DPPH

A. Principe

Le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) est un radical libre stable. Le DPPH est caractérisé par une couleur violette (CHIKHI., 2014). La stabilité de la molécule est assurée par la délocalisation des électrons au sein de la molécule. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution. Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517 nm (LARABA *et al* ., 2016) ; L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (BOUDJOUREF., 2011) .

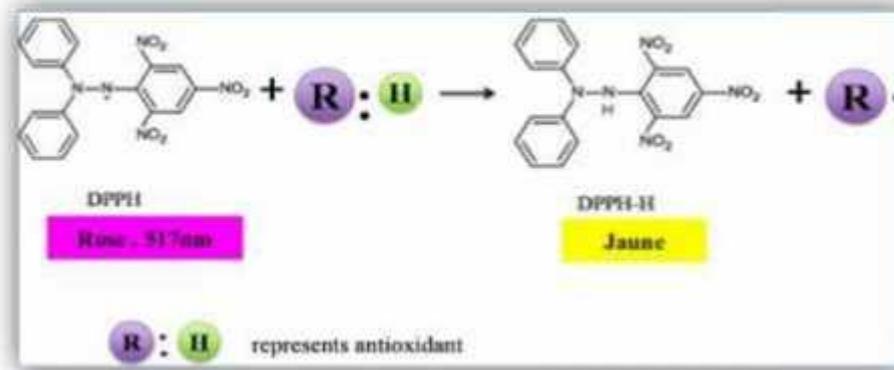


Figure 10 : Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (RH) (GOUDJIL., 2016).

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons (BOUGANDOURA et BENDIMERAD., 2013).

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (**I%**) :

$$I \% = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs test})}{\text{Abs contrôle}} \times 100$$

B. Réactif

Ethanol (Sigma-Aldrich, 32221). DPPH (Sigma-Aldrich, D132). Solution de DPPH 0,1 M dans l'éthanol. Échantillons à analyser (1 à 5 g/L selon l'analyse, avec dilutions si nécessaire). Eau distillée. Spectrophotomètre (Shimadzu, UV-Visible-1700- Pharma Spec).

C. Mode opératoire

Les échantillons sont solubilisés à des concentrations comprises entre (0 à 5 g/L) dans l'eau distillée. 1 ml de chaque échantillon ou de l'étalon, sont placés dans des tubes en verre avec 1 ml de réactif DPPH. Le mélange est agité et incubé à l'obscurité pendant 30mn. L'absorbance est lue à 515nm. Une courbe d'étalonnage est préparée à l'aide de l'acide ascorbique (0,01%) (BOUGANDOURA et BENDIMERAD., 2012).

Calcul de la concentration IC50

La concentration inhibitrice à 50% (IC50) est la concentration de l'échantillon testée nécessaire pour réduire 50 % des radicaux DPPH. Elle est calculée graphiquement par la régression linéaire des graphes tracés donnant le pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations (BENTABET). Les résultats peuvent être aussi exprimés en puissance anti-radicalaire (ARP) (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995).

$$\text{ARP} = 1 / \text{IC50}$$

ARP : Puissance anti radicalaire,

IC50 : Concentration de l'extrait nécessaire pour réduire à 50% la concentration initiale du radical DPPH.

L'indice de l'activité antioxydant (AAI)

L'indice de l'activité antioxydant est calculé selon l'équation suivante (BOUHADDOUDA ., 2016);

$$\text{AAI} = \frac{\text{Concentration finale de DPPH } (\mu\text{g/ml})}{\text{IC50 } (\mu\text{g/ml})}$$

Les résultats d'AAI sont exprimés comme suit :

AAI < 0.5 faible activité antioxydante , > AAI > 1 forte activité antioxydante
AAI > 0.5 activité antioxydante modérée , AAI > 2 très forte activité antioxydante .

I. 6. 3. Activité anti-inflammatoire

I. 6. 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.6.3.2. Méthodes de la stabilisation de la membrane des érythrocytes humaines

A. Principe

Le principe de cette méthode est basé sur la capacité des extraits des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *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):

$$\text{Pourcentage de stabilisation de la membrane} = \frac{\text{densité optique de l'échantillon traité ou de standard}}{\text{densité optique de contrôle}} \times 100$$

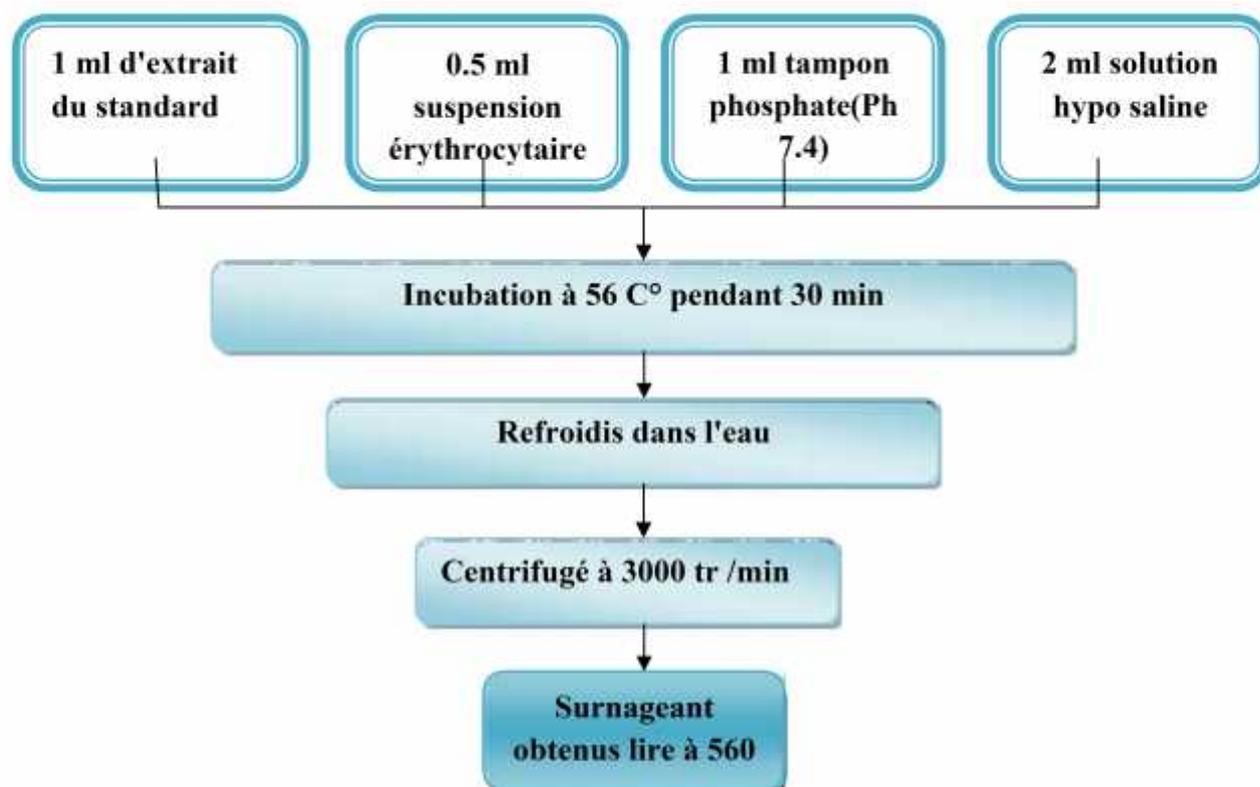


Figure 11 : Protocole de stabilisation membranaire érythrocytaires humains (GADAMSETTY *et al.*, 2013).

Chapitre II

Résultats et discussion

Les principaux résultats obtenus des différents tests biologiques des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* sont développés dans ce chapitre.

II.1. Rendement et caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et de *Ferula communis L*

Ce tableau montre les propriétés des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*.

Tableau 05: Caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*.

Caractéristiques	<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	<i>Ferula communis L</i>
Aspect	solide	Solide
Couleur	brune	Blanchâtre
Rendement	3 %	43.08 %

Les résultats de (tableau 05) montre que les polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* ont un aspect solide , et de couleur brune et blanchâtre respectivement.

Selon les résultats obtenus, le rendement massique des extraits bruts de polysaccharides hydrosoluble a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante est de 3%.

Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* est estimé à 3% , ce résultat est plus proche à celui reporté par MAYOU et MADJOURI (2018), qui trouvent le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des fruits d'*Ammodaucus leucotrichus*, est de 3.5 %. YOUMBAI (2015) révèle que le rendement (4.051%) des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences d'*A. leucotrichus*, ces valeurs des rendements sont supérieur à celui obtenu dans la présente étude.

Le rendement massique de la fraction *Ammodaucus leucotrichus* est proche des rendements de polysaccharides hydrosolubles extraits à partir de quelques espèces de la famille des Apiaceae. ZHAUYNBAEVA *et al.* (2010) rapportent un rendement pour d'*Albertia paleaceae* Rgl (3,68%). Le rendement de la fraction *Ammodaucus leucotrichus* est supérieur à celui des feuilles de *Plantago notata* Lagasca est 2% (BOUAL *et al.*, 2016). Toutefois ce rendement est inférieur à celui des inflorescences de *Ferula vesceritensis* (4,15 %) (KAFI *et al.*, 2018).

Les inflorescences sont plus riches en matière grasse par apport aux gommés-résines, pour cela l'étape de la dépigmentation est répétées quatre fois pour les inflorescences par contre pour les gommés-résines de *F. communis* la délipidation est faite une seule fois (YOUUMBAI., 2015).

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. 2. Activités biologiques

II. 2. 1. Activité antibactérienne des polysaccharides hydrosolubles

L'activité antimicrobienne des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et de *Ferula communis* L a été évaluée sur un panel de cinq microorganismes et leur puissance a été évaluée qualitativement et quantitativement en mesurant la zone d'inhibition diamètres. Les résultats de l'activité antibactériens a été insérées dans les figures (12- 13).

II.2.1.1. L'effets antibactériens des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus*

Les résultats des tests antibactériennes (figure 12) révèlent que les cinq souches *E. coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginasa*, *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enteric* sont résistantes à l'extrait polysaccharidiques d'*Ammodaucus leucotrichus*, ces souches bactériennes sont extrêmement sensible à la gentamicine, avec des zones d'inhibitions remarquables 34mm, 36mm, 30mm, 26mm, 35mm.

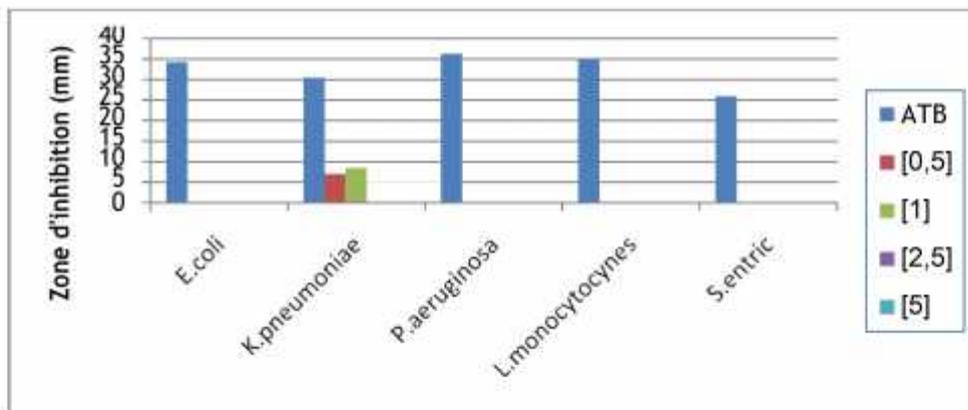


Figure 12 : Histogramme de l'effet antibactérien d'*Ammodaucus leucotrichus* vis-à-vis les souches bactériennes pathogènes.

II.2.1.2. L'effet antibactérien des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L*

Selon nos résultats (figure 13) on note que, les souches bactériennes testées sont sensibles à l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L*, notamment vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Salmonella enteric*, les diamètres des zones d'inhibition sont loin a ceux du gentamycine 36 mm pour *Pseudomonas aeruginosa* et 26 mm pour *Salmonella enteric*. Les germes *E. coli* et *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603

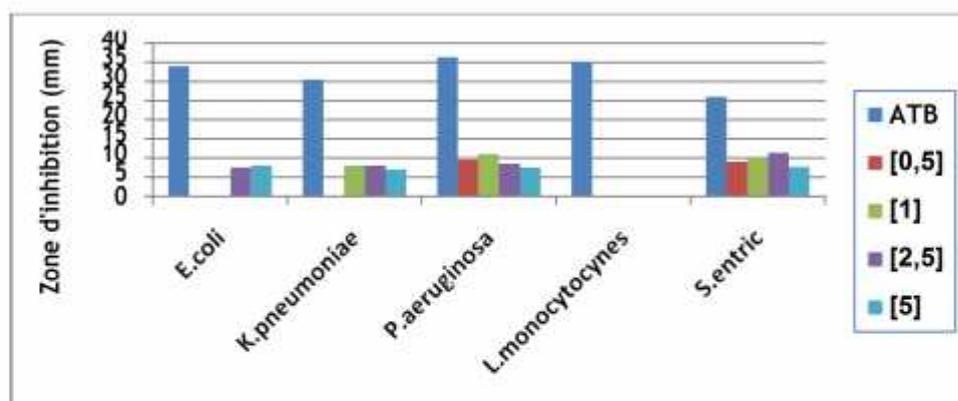


Figure 13: Histogramme de l'effet antibactérien de *F. communis* vis-à-vis les souches bactériennes pathogènes.

sont résistantes à cet extrait à une concentration de 5mg/ml avec une zone d'inhibition 7.5 mm , 7 mm respectivement. Pour *Listeria monocytogenes* aucun effet est observé dans toutes les concentrations (0.5, 1, 2.5, 5). En concerne la gentamycine, toutes les bactéries sont extrêmement sensibles.

Les résultats d'*Ammodaucus leucotrichus* L contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella typhi* (ABU ZARGA *et al.*, 2013) sont assez similaires à ceux de notre étude de sorte qu'aucun activité a été observée contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Des études antérieurs comme KHEMAKHEM *et al* (2017) montré que les polysaccharides des feuilles d'olivier a été criblée pour son effet antimicrobien s'est avéré actif contre *S.enterica* et *M.luteus* avec des zones d'inhibition de 23,5 et 21,5 mm, respectivement. QIAN en 2014, trouve les polysaccharides hydrosolubles issus de la citrouille *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae), sont isolés par la cellulase. Ce polysaccharide a une activité antibactérienne élevée contre *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* à concentration de 100 mg/ml. Et comme DAHMANE *et al* (2016) qui signalent que les huiles essentielles d'*Ammodaucus leucotrichus* exerce une activité antibactériennes contre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 , *Escherichia coli* ATCC 4157 , *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352 avec zones d'inhibition 9.66 , 11 et 25 mm respectivement. Aussi, ABU ZARGA *et al* (2013) ont rapporté l'huile essentielle de plante recueillie dans la région de Ghardaïa a exercé une activité antimicrobienne significative sur *Micrococcus luteus* avec zone d'inhibition de 20 mm et activité modérée contre *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus* (zone d'inhibition étaient de 20 mm, 14 mm, respectivement).

MEBARKI *et al* (2013) ont montré que les polysaccharides extraits *Anvillea radiata* ont un effet antimicrobien. Les propriétés antimicrobiennes de polysaccharides naturels sont dues à leur structure chimique où la présence d'un groupe carbonyle hautement réactif a été détectée. Le groupe carbonyle est capable de lier des amines primaires pour produire une combinaison stable entre les polysaccharides et des protéines (glycoconjugués) (BOUKMARA., 2017).

L'étude de GHERRAF *et al* (2013) montré que l'huile essentielle de plante recueillie à Ouergla région pratiquait une activité antibactérienne modérée contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* (dont le diamètre de la zone d'inhibition est de 14,66, 15,5, 12,66 mm) à une concentration de 8 mg./ml. Et dit aussi : les résultats des tests

antimicrobiens justifiés et soutenus en partie l'utilisation populaire de tous les organes en particulier les fruits comme remèdes traditionnels pour certaines infections. Il était intéressant de noter que la forte activité antimicrobienne d'*Ammodaucus leucotrichus* .

L'étude d'EL-HACI *et al* (2014) ont enregistré, L'effet antimicrobien de l'huile essentielle a été évalué contre les bactéries. Une activité antibactérienne élevée a été observée contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus cereus* et *Salmonella typhimurium*, avec des valeurs de CMI comprises entre 0,5 et 1,0 μL / mL.

D'autre part , MAGGI *et al* (2008) ont montré que l'huile essentielle de *Ferula communis L* de Marche (Italie centrale), a une activité inhibitrice moyenne a été mis en évidence contre le Gram positif *S. mutans*, *E. faecalis* ATCC 29212 et *E. coli* ATCC 13706. Aussi on observe une grande activité antibactérienne contre *B. subtilis* ATCC 6633. Et aucune activité remarquable n'a été observée contre *S. aureus* ATCC 25923 à Gram positif qui a donné les résultats la plus résistante souche. L'étude de PAVLOVIC *et al* (2012) déterminer l'activité antibactériens de l'huile essentielle des parties souterraines de *Ferula heuffelii* contre la croissance de *Candida albicans* ATCC 10259 , *Micrococcus luteus* ATCC 3341, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, et *Bacillus subtilis* ATCC 6633, ces résultats montrent que l'huile de *Ferula heuffelii* possède une forte activité antimicrobienne par rapport à l'antibiotique .En revanche nos résultats montrent que *Klebsiella pneumoniae* et *Listeria monocytogenes* étaient sensible à polysaccharide hydrosoluble de *Ferula communis L*.

Nous avons penser que l'activité antibactérienne des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et de *Ferula communis L* probablement due aux compositions chimiques majeures. Ces composés peuvent provoquer l'altération de la paroi cellulaire et des protéines membranaire ou provoquent la dégradation de la membrane plasmique bactérienne. Ainsi, en perturbant le métabolisme cellulaire elles vont affecter les fonctions vitales de la bactérie telles que la respiration ou encore l'équilibre ionique de la cellule bactérienne.

II. 2. 2. Activité antioxydant des polysaccharides hydrosolubles

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant en raison de sa stabilité sous forme radicalaire et de la simplicité de cette analyse. le tableau 04 montre le pouvoir antioxydant des extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* par rapport

à celui du contrôle positif utilisé (acide ascorbique) en ce qui concerne le balayage du radical libre DPPH.

Les résultats de mesure des pourcentages d'inhibition (IC₅₀) des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* et l'acide ascorbique sont illustrés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Activité antioxydant des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L*.

Les échantillons	IC ₅₀ (mg/ml)	AAI
<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	0.97	0.041
<i>Ferula communis L</i>	5.08	0.007
Acide ascorbique	0.03	1.333

Selon les résultats obtenus au (tableau 06) les polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* exercent une activité antioxydante avec IC₅₀ = 0.97 mg/ml et un AAI de 0.041 et pour les polysaccharides hydrosolubles *Ferula communis L* IC₅₀ = 5.08 mg/ml et un AAI de 0.007. Cependant, la capacité antioxydant de polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* reste forte par rapport à les polysaccharides hydrosolubles *Ferula communis L* et proche que l'antioxydant synthétique de référence, la vitamine C (IC₅₀ =0.03 mg/ml).

Nos résultats révèle que l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles de d'*Ammodaucus leucotrichus* plus grande que l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles *Ferula communis L*. Des études précédents ont rapporté une grande variation dans l'activité antioxydant des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus*, les résultats de MAYOU et MADJOURI (2015) ont montré le grand pouvoir antioxydant avec pourcentage d'inhibition de DPPH en présence de polysaccharides est de 93,31% pour une concentration de 0,5% de l'extrait polysaccharidique. Cette valeur est très élevée.

Mais cependant YOUMBAI (2015) ont rapporté une activité antioxydant remarquable mais elle est faible en comparaison avec le résultat obtenu dans la présente étude des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus*. Donc, *Ammodaucus leuchotricus Coss* et *Dur*, est une plante connue pour sa richesse en métabolites secondaires dont les polyphénols et les huiles essentielles. Le rendement de cette plante en polysaccharides est très

faible et moins pur. Il semble qu'il existe des composés phénoliques qui sont responsables ou qui renforcent cette activité (LI *et al.*, 2014).

En comparaison nos résultats aux études antérieurs, les polysaccharides hydrosolubles de l'espèce étudiée, *Ferula communis* L développe une activité antioxydante basse. Une étude menée par YOUMBAI (2015) ont rapporté les extraits bruts des fractions polysaccharidiques hydrosolubles obtenues, se composent d'une fraction polysaccharidique issue des gommés résines de *F. communis* (FC1), une fraction des gommés-résines de *F. communis* (FC2) Ils ont une activité antioxydante très faible en comparaison avec l'acide ascorbique.

L'activité antiradicalaire des différents extraits a été évaluée par le test de DPPH, celui-ci est souvent utilisé pour la rapidité des résultats comme il est employé pour le criblage des molécules douées d'activités antioxydantes présentes dans les extraits des végétaux (YI *et al.*, 2008). Où trouvé dans une étude de BOUDJOUREF en 2011 que les extraits des végétaux comme *Artemisia campestris* L qui contiennent des molécules polaires montrent une activité antiradicalaire élevée.

Concernant l'activité antioxydant de l'arabinogalactane de *Cereus triangularis*, même si des activités anti-radicalaires ont clairement été identifiées notamment contre le DPPH, celles-ci se sont révélées assez faibles contre les radicaux superoxydes et hydroxyles même à des fortes concentrations de polysaccharides (PETERA., 2017).

Les xylanes provenant de sources naturelles forment une classe importante de composés polysaccharidiques bioactifs. Ils sont connus pour leurs activités anti-oxydantes (WANG *et al.*, 2017).

D'une manière générale, de nombreuses études ont confirmé les propriétés antioxydantes 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 l'industrie alimentaire.

En fait, comme décrit précédemment dans la littérature (DELATTRE *et al.*, 2014), Il a été confirmé l'augmentation des propriétés anti-DPPH avec des polysaccharides oxydés. Ensuite, les groupes carboxylate ont été décrits pour leur capacité à activer l'atome

d'hydrogène de l'atome de carbone anomère conduisant ainsi à augmenter leur capacité de donneur d'hydrogène (PETERA., 2010).

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) .

Les polysaccharides extraits ou isolés par des méthodes différentes ont 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).

Le mécanisme d'action de l'antioxydant sur le DPPH dépend de la conformation structurale de l'antioxydant dont certains de ces composés réagissent très rapidement avec le DPPH, ainsi que la réduction d'un nombre de molécules de DPPH est équivalent au nombre des groupes hydroxyles libres, en particulier 3- OH.

MENG *et al* (2015) ont déclaré que les activités de piégeage des radicaux ont montré une corrélation significative avec la teneur en mannose et en glucose. La teneur en galactose n'a pas été corrélée à l'activité antioxydante. Et le contenu de mannose a eu une influence positive sur l'activité, tandis que l'influence du glucose était négative (LO *et al.*, 2011).

Des preuves croissantes montrent que la composition de polysaccharides en monosaccharides et les rapports de monosaccharide pourrait exercer un effet apparent sur la capacité antioxydante (LIU *et al.*, 2015; JIANG *et al.*, 2015). En fait, il existe une corrélation entre la teneur en composés polysaccharidiques et la capacité antioxydante des extraits de plantes.

II. 2. 3. Effet des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L sur la stabilisation de la membrane des érythrocytes

L'activité anti-hémolytique des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *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 surnageant une légère coloration rouge en fonction de la proportion d'hémolyse .Les résultats sont représentés dans le tableau (05).

Tableau 07 : L'Effet des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis L* sur la stabilisation des globules rouges induit par solution hypotonique et chaleur.

Polysaccharides	Concentration (mg/ml)	Pourcentage de protection (%)
<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	1	96.89±1.295 %
	10	96.09±1.075 %
	15	95.82±1.549 %
	50	93.35±2.18 %
<i>Ferula communis L</i>	1	96.98±0.789 %
	10	96.66±1.368 %
	15	94.71±1.673 %
	50	94.79±2.85 %
Diclofénac	50	98.55±0.01%

Les résultats révèlent que le polysaccharide hydrosoluble d'*Ammodaucus leucotrichus* possède une activité anti-inflammatoire aucune différence significative ($p > 0,05$) par rapport l'activité anti-inflammatoire de témoin (tous les concentration des polysaccharides hydrosolubles ont été comparés à 50 mg/ml de diclofénac), à la concentration 1 , 10, 15, et 50 mg/ml des polysaccharides hydrosolubles ont montré les pourcentages de stabilisation de la membrane des globules rouges sont 96.89±1.295 % , 96.09±1.075 % , 95.82±1.549 % , et 93.35±2.18 % respectivement. Cette stabilité a été diminuée avec l'augmentation des concentrations et de manière dépendante.

Nos résultats montre que les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis L* possède une activité anti-inflammatoire par apport l'activité de témoin (98.55±0.01%) , pour les concentrations 1, 10, 15, et 50 mg/ml avec pourcentages de stabilisation HRBC sont 96.98±0.789 % , 96.66±1.368 % , 94.71±1.673 % , et 94.79±2.85 % respectivement .

Donc, les polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L exercent une activité anti-inflammatoire , mais elle augmente avec l'augmentation des concentrations des extraits polysaccharidiques. Une étude a rapporté par (BOUKEMARA., 2017) montrent un effet anti-inflammatoire significatif des polysaccharides extraits d'*Anvillea garcinii* et de *Zygophyllum gaetulum* avec taux d'inhibition est respectivement de $61,21 \pm 7,347$ % et $45 \pm 8,461$ %. Des études effectuées in vitro et in vivo ont révélé des propriétés anti-inflammatoires de plusieurs types de polysaccharides d'origine végétale. Le mécanisme de base d'action de ces macromolécules est supposé se produire par l'intermédiaire de la stimulation des macrophages et de la modulation du système du complément. La modulation de l'immunité innée a un impact important sur la capacité de l'hôte à répondre rapidement et puissamment à un large éventail d'agents pathogènes (WANG *et al.*, 2013). Des polysaccharides d'origine naturelle diminuent significativement l'expression des cytokines pro-inflammatoires, comme IL-1 , IL-6 et INF- γ , et peuvent aussi augmenter les cytokines anti-inflammatoires, comme IL-10 et MIP-1 (BOUKEMARA., 2017).

Plusieurs études prouvent que les polysaccharides comme les arabinogalactanes sont 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 proinflammatoires (BACHELET., 2013).

Conclusion et Perspective

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Notre travail dirigé sur la mise en évidence des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, et anti-inflammatoires de deux plantes contiennent des polysaccharides comme composé majeurs ou dominant; ces des plantes appartenant à la famille des Apiaceae, utilisées en médecine traditionnelle en Algérie grâce à ses propriétés thérapeutiques. L'étude des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L des plantes spontanées récoltées dans la région de Ghardaïa et Bechar, débute par une macération à chaud avec de l'eau distillée à 80°C, puis la précipitation des polysaccharides par l'éthanol. L'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* obtenus, présente un rendement massique soit de 3%. L'activité antimicrobienne a été exprimée par le diamètre de la zone d'inhibition, les résultats obtenus montrent que l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis* L possède des activités antibactériennes contre des souches testés avec des zones d'inhibition remarquables. Les souches sensibles aux polysaccharides hydrosolubles de *Ferula L communis* L sont : *Pseudomonas aeruginosa*, et *Salmonella enteric* et les souches sont résistantes *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Listeria monocytogenes*. Mais pour l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* toutes les souches testées sont résistantes. L'étude des effets antioxydante révèle que l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* est plus grande que l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis* L les IC50 sont 0.97 et 5.08 respectivement.

L'ensemble des résultats montrent que les polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L sont doués d'activités anti-inflammatoire et elle est augmenté avec les concentrations croissantes. En effet, la stabilisation de la membrane des globules rouges suggère leur possible utilisation comme protecteur contre l'inflammation.

Des études complémentaires approfondies sont envisagées pour mieux comprendre les extraits polysaccharidiques impliquées dans chacune des activités observées et les mécanismes par lesquels ces composés agissent. Ces investigations peuvent être résumées dans les points suivants :

- Tester d'autres méthodes d'extraction pour un extrait très pur et leur influence sur la

composition chimique et leur capacité biologique.

- Compléter cette étude par d'autres tests afin d'envisager d'autres activités biologiques.
- Etudes de la pharmacocinétique des principes actifs pour la détermination des doses préventives et thérapeutiques.

Références bibliographies

ABU ZARGA M., AL-JABER I., BABA AMER Z., SAKHRIB L., AL-QUDAH M., ALHUMAIDI J., ABAZA I., AFIFI F. (2013)- Chemical Composition, Antimicrobial and Antitumor Activities of Essential Oil of *Ammodaucus leucotrichus* Growing in Algeria. *Journal of Biologically Active Products from Nature.*, (3)., 224-231 p.

ADAMS R. (1995)- Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy., Allured Publ., Illinois IL.

AHMED A., HEGAZY M., ZELLAGUI A., RHOUATI S., MOHAMED T., SAYED A., ABDELLA M., OHTA S., HIRATA T. (2007)- Ferulsinaic acid, a sesquiterpenecoumarin with a rare carbon skeleton from *Ferula species*. *Phytochemistry.*, (68)., 680–686 p.

ALKHATIB R. (2010)- Etude phytochimique et activité cytotoxique des métabolites secondaires de *Ferula elaeochytris* Korovin et *Ferula lycia* Boiss (Apiacees)., *Chemical Sciences.*, Université du Droit et de la Santé Lille II France ., 233p.

ANGONE S A., NGUEMA E., DRIOUICI A.(2010)- La thérapie par les plantes en Afrique: activités immunostimulantes des polysaccharides de la paroi végétale. *Pharmacognosie.*, Springer., 8 p.

BACHELET B. (2013)- Impact de la phytothérapie sur le système immunitaire. Présentation des plantes médicinales agissant sur le système immunitaire., 1-31 p.

BEDDOU S- (2016)- Étude de l'activité antibactérienne d'extraits de plantes médicinales sur des espèces bactériennes multi-résistantes aux antibiotiques. diplôme de Master. université aboubekr belkaïd – tlemcen. 42p.

BELLAKHDAR J. (1997)- Médecine arabe ancienne et savoir populaires La pharmacopée marocaine traditionnelle., Ibris Press., p224.

BENABDALLAH F., KOUAME M., EL BENTCHIKOU A., ZELLAGUI N., GHERRAF (2015)- Études ethnobotanique, phytochimique et valorisation de l'activité antimicrobienne des feuilles et de l'oléorésine du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf).

BENAHMED I . (2017)- Activité antioxydante de l'extrait hydroéthanolique et ses fraction des racines de *l'Arbutus unedo*. Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen. 35 p.

BENAOUN F.(2017)- Caractérisation Structurale et Potentiel Biologique des Polysaccharides issus de *Plantago notata* Lagasca (Plantaginaceae) et *Urginea noctiflora* Batt. et Trab. (Liliaceae). thèse doctorat . Université Kasdi Merbah Ouargla. 208 p.

BENKIKI N.(2006)- Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : *Ruta montana* ,*Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse doctorat .Université el hadj lakhder Batna., (8)., 112-125p.

BENTABET N., BOUCHERIT Z., BOUCHERIT K. (2014)- Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *fedolia avetioides* de la région de Béchar en Algérie.

BENZID A., LITIM N. (2016)- Etude comparative de l'activité antioxydante de deux variétés d'*Ocimum basilicum* L. cultivées dans plusieurs régions d'Algérie. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah Ouargla. 46 p.

BORTOLUSSI R. (2008)- Listeriosis : a primer. CMAJ ., 179(8)., 795-7 p.

BOUAL Z.(2014)- Caractérisation physico-chimique des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Est algérien): Activité biologique. Thèse de doctorat en Biologie. Université Kasdi Merbah Ouargla. 159p.

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.

BOUAL Z., PIERRE G., DELATTRE C., BENAOUN F., PETIT E., GARDARIN C., MICHAUD P., OULD ELHADJ M . (2015)- Mediterranean semi-arid plant *Astragalus armatus* as a source of bioactive galactomannan. Bioactive Carbohydrate and Dietary Fibre., (5)., 10- 18 p.

BOUAZZA M., MAHBOUBI A., LOISEL R., BENABADJI N.(2001)- Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). Foret méditerranéenne T.XXII., (2).,130- 136.

BOUDJOUREF M. (2011)- Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L., mémoire de magister .,Université Ferhat Abbes Sétif .

BOUGANDOURA N., BENDIMERAD N. (2013)- Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq.*, Nat. Technol.,(9), 14 -19 p.

BOUHADDOUDA N. (2016)- Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium* . thèse doctorat . Université Badji Mokhtar Annaba.

BOUKADIDA J., SALEM N., HANNACHI N., MONASTIRI K., SNOUSSI N. (2002)- Exploration génotypique d'une bouffée épidémique nosocomiale néonatale à *Klebsiella pneumoniae* productrice de bêta lactamase à spectre étendu. Arch Pédiatr.,(9), 463-8 p.

BOUKEMARA H. (2017)- Effet de deux plantes médicinales *Anvillea garcinii* et *Zygophyllum gaetulum* sur le système immunitaire. université 8 mai 1945 guelma. Thèse de doctorat. 74 p.

BOUMAZA D. (2011)- Séparation et Caractérisation Chimique De quelques Biomolécule Actives De Deux Plantes Médicinales : *Inula Viscosa* , *Rosmarinus Officinalis* de la Région D'oran. Diplôme De Magister En Chimie .Université D'oran. 56 p.

BOVO B., NADAI C., VENDRAMINI C., JUNIOR W., CARLOT M., SKELIN A., GIACOMINI A., CORICH V. (2016)- Aptitude of *Saccharomyces* yeasts to ferment unripe grapes harvested during cluster thinning for reducing alcohol content of wine. International Journal of Food Microbiology., (236), 56-64.

BRAMWEL D., BRANWELL Z.(2001)- Flores Silvestres de *las Islas Canarias*.,Madrid.

BRAND-WILLIAMS W., CUVELIER M., BERSET C.(1995)- Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel- Wissenschaft and Technology., (28), 25-30 p.

BREBION J. (2013)- Statistical analysis of the influence of extraction parameters on the extraction yields, extract and polysaccharide compositions and prebiotic activities of seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum* .these de doctorate .98-100 p.

BRISSE S., DUIJKEREN E .(2004)- Identification and antimicrobial susceptibility of 100 *Klebsiella* animal clinical isolates. Veterinary Microbiology., 105(2005), 307-312 p.

BRUDIEUX V.(2007)- Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. Application de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat. Université de Limoges. 220p.

BRUNETON J., 2009- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4 ed. Lavoisier, 1268p

BUCHRIESER C., RUSNIOK C., KUNST F., COSSART P., GLASER P., Comparison of the genome sequences of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* : clues for evolution and pathogenicity. FEMS Immunol Med Microbiol., (35) ., 7-13 p.

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.

CHIBANI S. (2013)- Etude phytochimique et biologique de six plantes médicinales de l'Est Algerien. Thèse de doctorat. de Constantine.199 p.

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.

CHIKHI I.(2014)-composition chimique et activités biologiques des extraits de cinq plantes aromatiques et médicinales de l'ouest d'Algérie. thèse doctorat .Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

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

DELATTRE C., 2005.- Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes. Thèse de doctorat, université de Picardie jules verne, Valois Santerre, 172p.

DJABALI I., ABABSA H., KAIBI F. (2016)- Les activités biologiques des Polysaccharides. Mémoire de master. Université des Frères Mentouri Constanine . 47 p.

EBRINGEROVA A., KARDOSOVA A., HROMADKOVA Z., HRIBALOVA V.(2003)- Mitogenic and comitogenic activities of polysaccharides from some European herbaceous plants. *Fitoterapia.*, (74)., 52–61 p.

EL-HACI I. (2015)- Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales : *Ammodaucus leucotrichus* Coss. & Dur., *Anabasis aretioides* Moq. & Coss. et *Limoniastrum feei* (Girard). thèse de doctorat . université aboubekr belkaid tlemcen.154 p.

EYMARD S. (2003)- Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus trachurus*) : choix des procédés. Thèse de doctorat . Génie des procédés ; Spécialité biochimie. Université de NANTES. 179p.

FABREGUES B.(1989)- le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue Elev. Médit. Vét. Pays trop.*, 42 (1)., 127-132 p.

FILIAT P. (2012)- les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat en pharmacie faculté de Grenoble., 129p.

FILIAT P.(2012)- les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat en pharmacie . faculté de Grenoble . 129 p.

GADAMSETTY G., MARU S., TYAGI A., CHAKRAVARTHULA S.(2013)- antiinflammatory, cytotoxic and antioxidant effects of methanolic extracts of *drypetes sepiaria* (euphorbiaceae)., *afr j tradit complement altern med.*, 10(5).,274-282 p.

GHERRAF N., ZELLAGUI A., KABOUCHE A., LAHOUEL M., SALHI R., RHOUATI S. (2013)- Chemical constituents and antimicrobial activity of essential oils of *Ammodaucus leucotricus.*, *Arabian Journal of Chemistry.*, 1-3p.

GHOURLI M., ZIDANE L., DOUIRA A. (2013)- Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement de la lithiase rénale dans la province de Tan-Tan (Maroc saharien)., Université Ibn Tofaïl, Maroc. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(4)., 1688-1700 p.

GOUDJIL M. (2016)- Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. thèse doctorat . Université kasdi marbah Ouargla.

GUIGNARD J., DUPONT F . (2007)- Botanique systématique moléculaire. 14 éd, Elsevier Masson., 285p.

- GUZMAN J., EVANGELOPOULOS D., GUPTA A., PRIETO J., GIBBONS S., BHAKTA S. (2013)- Antimycobacterials from Lovage root (*Ligusticum officinale* Koch). *Phytotherapy Research.*, 27(7)., 993–998 p.
- HAMES B., HOOPER M., HOUGHTON J. (2006)- Chapitre J : Métabolisme d'un glucide. *L'essentiel en Biochimie*. Ed, Berti. Paris. 249-287p.
- HAMMICHE V., MAIZA K. (2006)- Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J. Ethnopharmacol.*, (105)., 358–367 p.
- HEYWOOD V. (1971)- The biology and chemistry of the Umbelliferae. Academic Press, London., (11)., 438p.
- HOUEL E. (2011)- Etude des substances bioactives issues de la flore Amazonienne. Analyse de préparations phyto thérapeutiques à base de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae) et *Psidiumacutangulum* DC. (Myrtaceae) utilisées en Guyane Française pour une indication antipaludique. Identification et analyse métabolique d'huiles essentielles à activité antifongique. Thèse de doctorat à Cayenne, Guyane française. 285p.
- HUANG H., SHIH Y., CHANG Y., HUNG C., WANG C. (2008)- Chemoinhibitory effect of mulberry anthocyanins on melanoma metastasis involved in the Ras/PI3K pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, (56) ., 9286–9293 p.
- JALALI H T., EBRAHIMIANB Z., EVTUGUINB D., NETO C. (2011)- Chemical composition of oleo-gum-resin from *Ferula gummosa*. *Industrial Crops and Products.*, (33) 549–553 p.
- JIANG P., YUAN L., CAI D., JIAO L., ZHANG L. (2015)- Characterization and antioxidant activities of the polysaccharides from mycelium of *Phellinus pini* and *culturemedium*, *Carbohydr. Polym.*, (117)., 600–604 p.
- JIAO G., Yu G., Zhang J., EWART H. (2011)- Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae. *Mar Drugs.*, 9(2)., 196–223 p.
- JOLY B., REYNAUD A. (2002)- Entérobactéries. *Systématique et méthodes de diagnostic.*, 79-83 p.
- JOUAD H., HALOUI M., RHIOUANI H., EL HILALY J., EDDOUKS M. (2001)- Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and

renal diseases in the North center region of Morocco (Fez-Boulemane). J. Ethnopharmacol. 77(2-3)., 175-182 p.

JOULAIN D., KÖNIG A. (1998)- The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpe Hydrocarbons, E. B. - Verlag, Hamburg.

KAFI M., TAIEB N. (2018)- Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula vesceritensis* récoltée dans la région de Biskra (Sahara septentrional Algérien)., université kasdi merbah ouargla. Thèse de master., 48 p.

KHEMAKHEM I., ABDELHEDI O., TRIGUI I., AYADI M., BOUAZIZ M. (2017)- Structural, antioxidant and antimicrobial activities of polysaccharides extracted from olive. International Journal of Biological Macromolecules <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.037>.

LABBE A. (1950)- Plantes spontanées de Tunisie à floraison estivale Bull. Serv. Bot. et agron. de Tunisie., 20-26.

LANSEUR R. (2017)- Evaluation in-vitro des activités anti-oxydante et antiinflammatoire des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* et *Rosmarinus officinalis* seules et en combinaison . mémoire de master. Université Abderrahmane Mira de Bejaia.

LARABA M ., SERRAT A., OUASSAA G. (2016)-Etude in vitro de l'activité antioxydante des polyphénols isolés à partir d'une plante médicinale. Université des Frères Mentouri Constantine.

LI J., NIE S., XIE M., LI C. (2014)- Isolation and partial characterization of a neutral polysaccharide from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru and its antioxidant and immunomodulatory activities. Journal of Functional Foods., (6)., 410- 418p.

LIU J., WEN X ., ZHANG X ., PU H ., KAN J., JIN C. (2015)- Extraction, characterization and in vitro antioxidant activity of polysaccharides from black soybean. Int. J. Biol. Macromol., (72)., 1182–1190 p.

LIU X., YANG X., WANG L., DUAN Q., HUANG D. (2016)- Comparative analysis of metabolites profile in spinach (*Spinacia oleracea* L.) affected by different concentrations of gly and nitrate. Scientia Horticulturae ., (204)., 8–15. doi: [org/10.1016/j.scienta.2016.02.037](http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.037).

LO T., CHANG C., CHIU K., TSAY P., JEN J.(2011)- Correlation evaluation of antioxidant properties on the monosaccharide components and glycosyl link-ages of polysaccharide with different measuring methods. *Carbohydr. Polym.*, (86), 320–327.

MAGGI F., CECCHINI C., CRESCI A., COMAN M., TIRILLINI B., SAGRATINI G. (2009)- Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Ferula glauca* L. (*Ferula communis* L. *subsp glauca*) growing in Marche (central Italy). *Fitoterapia* ., 80(1), 68–72 p .

MARGHAM R. (2009)- Chapitre 1 : Les glucides des végétaux. *Éléments de la biochimie végétale*. Ed, Bahaeddine. Constantine.13-40 p.

MAYOU N., MEDJOURI M., (2018)- Activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* (Sahara septentrional algérien) .thèse de master. universite kasdi merbah ouargla. 60 p.

MEBARKI L., KAID H., BENLARBI L., RAHMANI A., SARHANI A. (2013)- *Anvillea radiata* as a source of natural antifungal compounds. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*., 7(46), 2947-2952 p.

MENG L., SUN S., LI R., SHEN Z., WANG P., JIANG X. (2015)- Antioxidant activity of polysaccharides produced by *Hirsutella* sp. and relation with their chemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*., (117), 452-457 p.

MOHAMMADZADEH MILANI J., EMAM-DJOMEH Z., SAFARI M., MOUSAVI M., GANBARZADEH B., PHILIPS GLYN O. (2007)- Physicochemical and Emulsifying Properties of Barijeh (*Ferula gumosa*) Gum. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*, 26 (3), 81-88 p.

MOUSSARD C. (2006)- *Biochimie structurale et métabolique* ., 3 éd de Boeck ., université paris., 57-60 p.

NIE C., ZHU P., MA S., WANG M., HU Y. (2018)- Purification, characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from stem lettuce. *Carbohydrate polymers*., (18), 8617 p.

OUIS N.(2015)-Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre ,de fenouil ,et de persil . thèse doctorat . Université Oran1.

OUIS N.(2015)-Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre ,de fenouil ,et de persil .thèse doctorat .Université Oran1.

OULD EL HADJ M. D., HADJ-MAHAMMED M. et ZABEIROU H. (2003)- Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est).Courrier du savoir., (3) ., 47-51 p.

OZENDA P. (1991) - Flore et végétation du Sahara (3ème édition mise à jour et augmentée). Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 250-278p.

OZENDA P. (1977)- Flore du Sahara. Ed. Centre national de la recherche scientifique, 15, quai Anatole-France, Paris., 360-361p.

PANNEK J., JOANNA G ., FILIP B .,TERESA O.(2018) -Antimicrobial activity of extracts and phthalides occurring in Apiaceae plants, Poland .,1–29p.

PATRICK B., JEAN L., MICHEL S.(1988)- Bactériologie : Les Bactéries Des Infections Humaines. 1 ed Médecine –Sciences Flammarion. Paris.100- 274 p.

PATTERSON C. (2008)- Polysaccharide (d'origine végétale) pour la santé de l'intestin. A. Agriculture et Agroalimentaire Canada., 1-3 p.

PAVLOVIC I ., SILVANA P ., MIRJANA R ., MARINA M., MARIA C ., SUZANA B.,MILICA P., MARJAN N. (2012)- Composition, antimicrobial, antiradical and spasmolytic activity of *Ferula heuffelii* Griseb. ex Heuffel (Apiaceae) essential oil.,310–315p.

PETERA B .(2010)- Option : Nutrition et sciences des aliments valorisation de plantes succulantes au service du developement rurale : cas du genre *cereustriangularis* .thèse doctorale.

PIMENOV M., LEONOV M. (2004)- The Asian Apiaceae biodiversity database (ASIUM) with particular reference to south-west Asian taxa Turk. J. Bot., (28). , 139-145 p.

POLYCARPOS P.(201) - Ethanol production from *Ferula communis*.Biomass and Bioenergy .,(36)., 289–292p.

QIAN Z. G., 2014- Cellulase–assisted extraction of polysaccharides from *Cucurbita moschata* and their antibacterial activity. Carbohydrate Polymers., (101)., 432-434 p.

QUEZEL P., SANTA S.(1963)- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Centre national de la recherche scientifique. Paris. 670p.

ROBYT J-F.(1998)-Separation and detection of sugars and alditols on thin layer chromatograms. Carbohydrate Research., (313) .,135-137p.

RUFF Y.(2008)- Biopolymers dynamiques: oligo-et polysaccharides. Thèse de doctorat. université Louis Pasteur Strasbourg. 308 p.

SÁENZ C., SEPÚLVEDA E .,MATSUHIRO E.(2004)-Opuntia spp. Mucilages : A functional component with industrial perspectives. Journal of Arid Environment .,(57) ., 275-290 p.

SANCHEZ M-P.(2006)-Polysaccharides ayant une activite immunomodulatrice chez les champignons indigènes du québec. Thèse de doctorat à la Faculté des Études Supérieures de l'Université Laval. 11-13p.

SANDRINE L.(2004)-Diversité structurale et d'activité biologique des Albumines entomotoxiques de type 1b des graines de légumineuses. Thèse de Doctorat. Université de Lyon. Paris

STEVENS L.A., DJURDJEV O., CARDEW S.(2004)- Calcium, phosphate, and parathyroid hormone levels in combination and as a function of dialysis duration predict mortality : evidence for the complexity of the association between mineral metabolism and outcomes. J Am Soc Nephrol., (15) ., 770 p.

SWAMINATHAN B., GERNER-SMIDT P .(2007)- The epidemiology of human listeriosis. Microbes Infect .,(9),1236- 43p.

THEO E., CHRISTIAN N.(2008)-Article Analyse des polysaccharides ., 3326p.

TIMBO B .(2003)- Etude photochimique et des activités biologiques de Trichiliaaemetica VAHL. thèse de doctorat .Faculté de Médecine, de Pharmacie.15p.

TINAMRI M., LAGMI I.(2014)-Optimisation des conditions d'extraction des polysaccharides issus d'Astragalus gombo bunge (Fabaceae) récolté au Sahara septentrional Est algérien. Diplôme d'Ingénieur d'Etat. universite kasdi merbah ouargla. 37 p.

TRABUT L. (1935)- Flore du nord de l'Afrique Répertoire des Noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. Alger. Imprimeries «La Typo-Litho» et Jules Carbonel Reunies., 355p.

VOET.D., VOET. J.G.(2005)-Chapitre 11: Sucre de polysaccharides. Biochimie 2^éme ed, Paris . 356-380p.

WANG M., JIANG C., MA L., ZHANG Z., CAO L., LIU J., ZENG X. (2013)- Preparation, preliminary characterization and immunostimulatory activity of polysaccharide fractions from the peduncles of *Hovenia dulcis*. Food Chemistry., 138 (1) ., 41–47p.

WARRANT J.(2004) - Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs de mucilage de lin (*Linum usitatissimum*). Thèse de Doctorat. Université de Picardie Jules Verne, 238 p.

YAMAMOTO KA., FACCIN-GALHARDI LC., RAY S., RAY B., CARVALHO LINHARES RE., NOZAWA C. (2012)-La propriété antivirale in vitro de *Azadirachta indica* polysaccharides pour le poliovirus., (142) ., 86-90p.

YAN H., ZHU D., XU D., WU J., BIAN X. (2008)- A study on *Cordyceps militaris* polysaccharide purification, composition and activity analysis. African Journal of Biotechnology., (7) ., 4004-4009p.

YI Z., YAN Y., LIANG Y., ZENG B. (2008)- In vitro antioxidant and antimicrobial activities of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new Citrus Cultivar and its main flavonoid. LWT., (41) ., 597- 603 p.

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). Thèse de Magister. université d'Ouargla. 77 p.

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

ZHAUYNBAEVA K. S., RAKHIMOV D. A., NIGMATULLAEV A. A.(2010)- Polysaccharides from seeds of higher plants. Water soluble polysaccharides from plant seeds of family Apiaceae. Chemistry of Natural Compounds., 46(5) ., 783-784p.

ZHU Y., LI Q., MAO G., ZOU Y., FENG W., ZHENG D., WANG W., ZHOU L., ZHANG T., YANG J., YANG L., WU X.(2014)- Optimization of enzymeassisted extraction and characterization of polysaccharides from *Hericium erinaceus*. *Carbohydrate Polymers.*, (101)., 606- 613p.

ANNEXE 01 :

Tableau 01 : 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 (%)
Acétone	Liquide	C ₃ H ₆ O	58.08	0.792	100
Acide acétique	Liquide	CH ₃ COOH	60,05	1.048- 1.051	99.5
Méthanol	Liquide	CH ₃ OH	32.04	0.79	99.9
Ethanol	Liquide	C ₂ H ₆ O	46.07	/	99.5
Ether de pétrole	Liquide	/	/	/	95
DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)	Poudre	C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆	394	/	/
DMSO (Diméthyle sulfoxide)	Liquide	C ₂ H ₆ OS	78,133	/	/
Eau physiologique	Liquide	Na Cl	58,443	/	/

Tableau 02 : Origines et types d'appareils utilisés au cours de l'expérimentation.

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

ANNEXE 02 : Photos et tableaux représentant les résultats de l'activité antibactérienne des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L.

Tableau 01 :Préparation de Solution mère et les dilutions des différentes concentrations de polysaccharides.

Concentration mg/ml	5 mg/ml (Solution mère)	2.5 mg/ml (Dilution 1)	1 mg/ml (Dilution 2)	0.5 mg/ml (Dilution 3)
Echantillon	5 mg	0.5 ml de solution mère	0.4 ml de Dilution 1	0.5 ml de Dilution 2
DMSO	1 ml	0.5 ml	0.6ml	0.5 ml

Tableau 02 : Effets antibactériens des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* vis-à-vis les souches bactériennes.

	5	2.5	1	0.5	Gentamicine
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	0	0	0	0	34 ± 0.93
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	0	0	8.5 ± 1.11	7 ± 0	30.5 ± 1.5
<i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> ATCC 27853	0	0	0	0	36.33 ±1.24
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	0	35 ± 0
<i>Salmonella</i> <i>enteric</i>	0	0	0	0	26 ± 0.81

Tableau 03 : Effets antibactériens des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula communis* L vis-à-vis les souches bactériennes.

	5	2.5	1	0.5	Gentamicine
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	8 ± 0	7.5 ± 0.5	0	0	34 ± 0.93
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	7 ± 0	8 ± 0	8 ± 0	0	30.5 ± 1.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	7.5 ± 0.5	8.5 ± 1.11	11 ± 1	9.5 ± 0.5	36.33 ± 1.24
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	0	35 ± 0
<i>Salmonella enteric</i>	7.66 ± 0.46	11.33 ± 1.69	10 ± 1.63	9 ± 0.81	26 ± 0.81

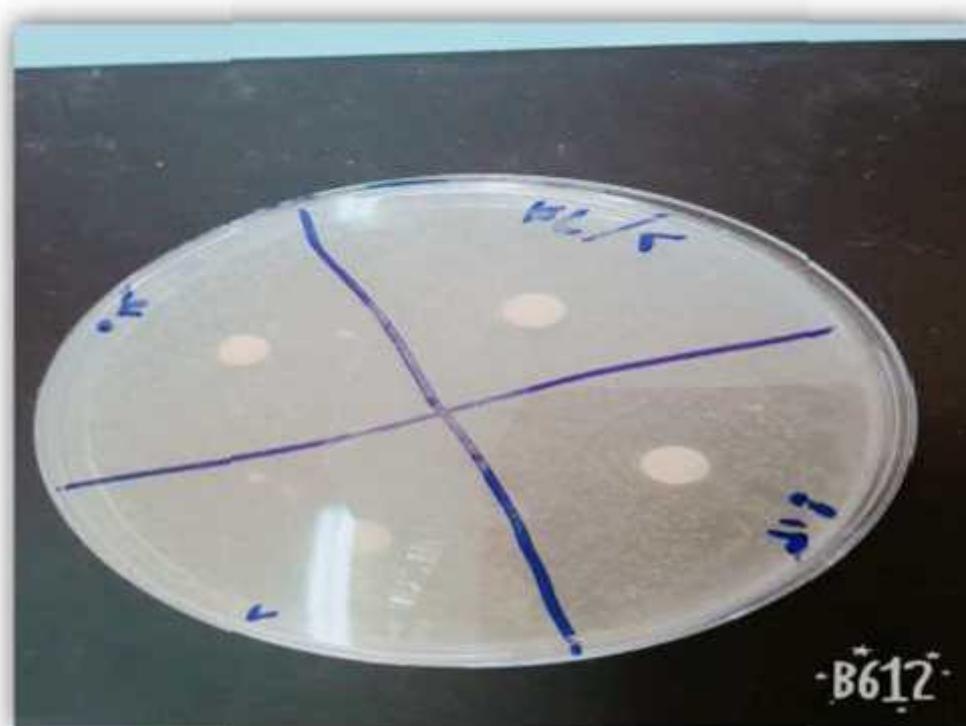


Photo 01 :représentants la sensibilité *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 à l'extrait polysaccharidique

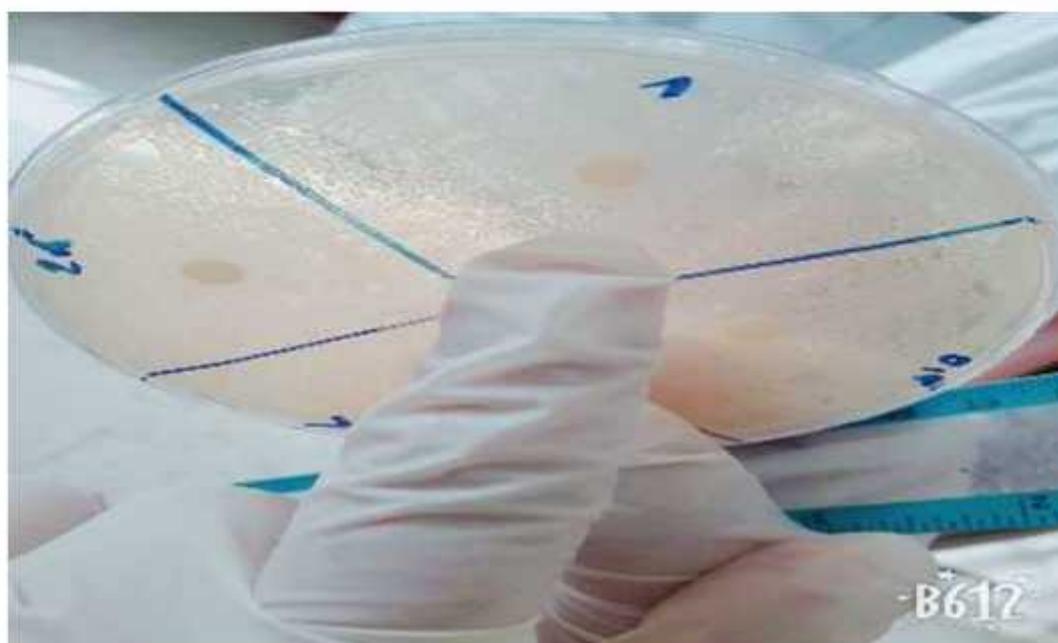


Photo 02 : représentants la sensibilité *Listeria monocytogenes* à l'extrait polysaccharidique.

ANNEXE 03 :

Photos représentants les résultats de l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles d'*Ammodaucus leucotrichus* et *Ferula communis* L.



Figure 01: Réduction de radical libre DPPH

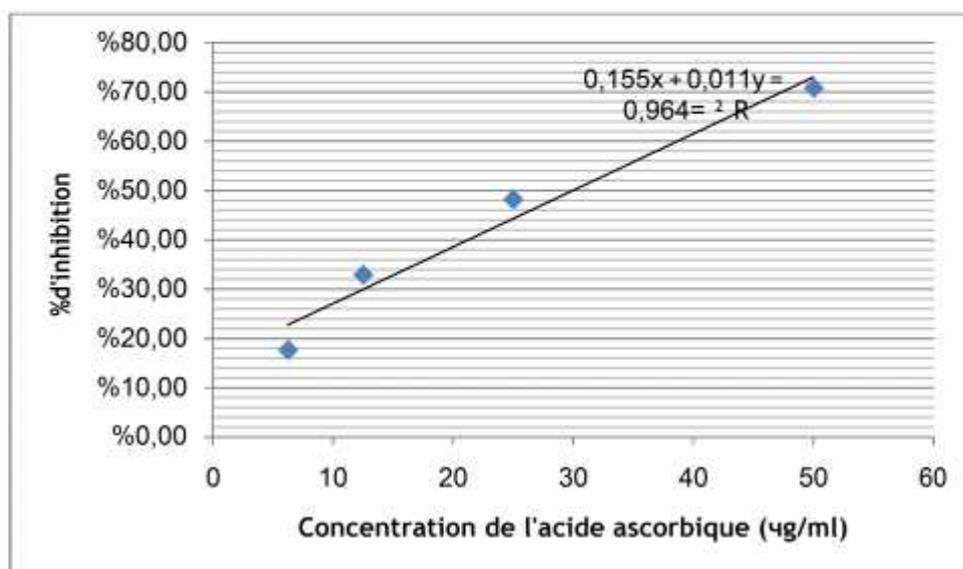


Figure 02 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de Vitamine C