



UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Biologiques



MEMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Biologie

Spécialité: Biochimie appliquée

Présenté par

M<sup>elle</sup> ABOUB farida

Thème

**Caractérisation partielle et activités biologiques de  
polysaccharides des extraits hydrosolubles de  
*Marrubium deserti* De Noé**

Soutenu publiquement

Le : 19/ 06/ 2022

Devant le jury:

Président	BENAOUN Fatima	MCB	Univ. Ouargla
Examineur	MATALLAH Ahlem	MCB	Univ. Ouargla
Encadreur	OULD EL HADJ Med Didi	Professeur	Univ. Ouargla
Co- encadreur	BENYAHKEM Meriem	Doctorante	Univ. Ouargla

Année Universitaire: 2021/2022



# Remerciement



*Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** tout Puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail.*

*Nous exprimons nos plus vives reconnaissances à Monsieur **OULD EL HADJ Mohamed Didi**, professeur au département des sciences biologiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Kasdi Merbah-Ouargla, de bien vouloir accepter de diriger ce travail.*

*Nous vous remercions aussi pour votre présence et vos conseils précieux,*

*Nous présentons nos remerciements les plus sincères à Madame **BENYAHKEM Meriem** doctorante au département des sciences biologiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Kasdi Merbah-Ouargla pour votre aide, votre ouverture d'esprit, vos conseils précieux et votre vision de la recherche scientifique. Nous vous remercions vivement pour vos efforts, votre guide, votre disponibilité au cours de ce travail et pour votre esprit critique en matière de rédaction de ce travail.*

*Nous souhaitons adresser mes remerciements Mademoiselle **BENAOUN Fatima**, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Nous remercions également madame **MATALLAH Ahlem**, pour le temps qu'elle nous accorde en acceptant d'examiner ce modeste travail.*

*Enfin, je remercie mes parents bien sûr pour leur soutien et encouragement tout le long de mes études et ma vie, mes sœurs et mes frères, toute ma famille encouragements permanents.*



# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à*

*Mes parents, Aboub Ahmed et Fatma qui m'ont soutenu et encouragé durant mes années d'études et qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite*

*A mes frères et mes sœurs pour leur affection, compréhension et patience tous simplement je voudrais leur dire je les aime de tout mon cœur.*

*A ma grande famille, du grand au petit*

*A tous mes amis, surtout Samiha, Rekia, Hafsa, Latifa, Aïcha, Assia, Rebiha, Marwa, Messaouda, Saida, qui me donnent de l'amour et de la vivacité*

*A tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université*

*A tous ceux que j'aim*



## LISTE DES ABREVIATIONS

A. Glc	Acide glucuronique
AG	Acide gallique
BSA	Sérum albumine bovine
CCM	Chromatographie sur couche mince
ERO	Espèces réactives d'oxygène
GAG	Glycosaminoglycane
GC	Chromatographie en phase gazeuse
Glc	Glucose
GSH-Px	Glutathion peroxydase
HG	Homogalacturonan
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
IL	Interleukine
m-HDP	Méta-hydroxydiphényle
min	Minute
NaOH	Hydroxide de sodium
nm	Nanomètre
NO	Monoxyde d'azote
OA	Ose Acide
PBS	Phosphate buffre saline (tampon phosphate saline)
Rf	Facteur de rétention
RG	rhamnogalacturonan
rpm	Rotation par minute
SOD	Superoxyde dismutase
TFA	Acide trifluoroacétique
TNF	Facteur de nécrose tumoral

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Structure chimique de l'amylose .....	5
Figure 2: Structure chimique de l'amylopectine .....	5
Figure 3: Représentation de la chaîne de cellulose.....	6
Figure 4: Structure du glycogène .....	7
Figure 5: Structure de chitosane .....	8
Figure 6: Structure chimique de l'héparine .....	8
Figure 7: Représentation schématique de la structure générale du dextrane synthétisé à l'aide de la bactérie <i>Leuconostoc Mésentéroïdes</i> et constitué d'un enchaînement d'unité $\alpha$ -D-glucopyranose lié par des liaisons chimiques en $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6) et d'une ramification en $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3) .....	9
Figure 8: Structure répétitive de la gomme de xanthane .....	10
Figure 9: Structure de la chitine .....	10
Figure 10 :Schéma global de différents étapes expérimentales .....	13
Figure 11: Schéma général des différents étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles. ....	17
Figure 12 :Composition biochimique de l'extrait polysaccharidique de <i>Marrubium deserti de Noé</i> ...	30
Figure 13:Chromatogramme du système (I).....	32
Figure 14:Chromatogramme du système (II).....	32
Figure 15: Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de BSA par l'extrait des polysaccharides de feuilles <i>Marrubium deserti de Noé</i> et par le d'éclofinac.....	33

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo 1:</b> <i>Marrubium deserti</i> De Noé.....	15
<b>Photo 2:</b> Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de <i>Marrubium deserti</i> de Noé.....	29

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Gamme étalon de glucose .....	18
Tableau 2: Gamme étalon de glucose .....	19
Tableau 3: Gamme étalon d'acide glucuronique .....	20
Tableau 4: Gamme étalon de l'acide gallique.....	21
Tableau 5: Gamme d'étalonnage de sérum albumine bovin .....	23
Tableau 6: Dilutions de l'extrait et de décofinac .....	27

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Caractéristiques physicochimiques et origine des produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation.....	48
Annexe 2: Origine et type des appareils utilisées au cours de l'expérimentation .....	49
Annexe 3: Courbe d'étalonnage des oses totaux .....	49
Annexe 4: Courbe d'étalonnage des oses neutres .....	50
Annexe 5: Courbe d'étalonnage des oses acides .....	50
Annexe 6: Courbe d'étalonnage des polyphénols.....	50
Annexe 7: Courbe d'étalonnage des protéines .....	51
Annexe 8: Rapport frontaux ( $R_f$ ) des oses étalons dans les deux systèmes de CCM .....	51
Annexe 9: Composition de PBS .....	51



## Table de matières

REMERCIEMENT.....	I
DEDICACE .....	II
LISTE DES ABREVIATIONS.....	III
LISTE DES FIGURES .....	IV
LISTE DES PHOTOS.....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES ANNEXES .....	VI
Introduction.....	1

### *Chapitre I: Synthèse bibliographique*

I.1 Généralités sur les polysaccharides : .....	3
I.2 Classification des polysaccharides .....	3
I.2.1 Selon la composition chimique:.....	3
I.2.1.1 Homopolysaccharides ou des homoglycans:.....	3
I.2.2 Selon l'origine :.....	4
I.2.2.1 Polysaccharides végétaux :.....	4
I.2.2.1.1 Polysaccharides de réserve .....	4
I.2.2.1.1.1 Amidon: .....	4
I.2.2.1.1.2 Fructane: .....	5
I.2.2.1.2 Polysaccharides de structure :.....	5
I.2.2.1.2.1 Cellulose .....	5
I.2.2.1.2.2 Pectine:.....	6
I.2.2.1.2.3 Hémicellulose: .....	6
I.2.2.2 Polysaccharides animaux .....	7
I.2.2.2.1 Glycogène:.....	7
I.2.2.2.2 Chitosane .....	8
I.2.2.2.3 Héparine.....	8
I.2.2.3 Polysaccharides des algues.....	8
I.2.2.3.1 Carraghenanes.....	8
I.2.2.3.2 Ulvanes .....	9
I.2.2.4 Polysaccharides microbienne .....	9



I.2.2.4.1 Dextrane .....	9
I.2.2.4.2 Xanthan.....	10
I.2.2.5 Polysaccharides fongiques .....	10
I.2.2.5.1 Chitine.....	10
I.3 Les Activités biologiques des polysaccharides .....	11
I.3.1 Activité anti-inflammatoire.....	11
I.3.2 Activités antioxydant .....	11
I.3.3. Activités antidiabétiques:.....	12

## *Chapitre II: Matériel et méthodes*

II.1 Principe de l'étude .....	13
II.2 Choix de la plante.....	13
II.3 Matériel d'étude .....	14
II.3.1 Description botanique de <i>Marrubium deserti</i> .....	14
II.3.2 Position systématique .....	14
II.3.3 Répartition géographique .....	15
II.3.4 Récolte et parties étudiées .....	15
II.4 Etude des polysaccharides.....	15
II.4.1 Méthodes d'études .....	15
II.4.2 Extraction des polysaccharides de <i>Marrubium deserti de Noé</i> .....	16
II.4.3 Composition de l'extrait des polysaccharides .....	18
II.4.3.1 Dosage des oses totaux .....	18
II.4.3.1.1 Principe.....	18
II.4.3.1.2 Mode opératoire .....	19
II.4.3.2 Dosage des oses neutres .....	19
II.4.3.2.2 Mode opératoire .....	20
II.4.3.3 Dosage des oses acides .....	20
II.4.3.3.1 Principe.....	20
II.4.3.3.2 Mode opératoire .....	21
II.4.3.4 Dosage des polyphénols totaux.....	21
II.4.3.4.1 Principe.....	21
II.4.3.4.2 Mode opératoire .....	22
II.4.3.5 Dosage des protéines par la méthode de Bradford.....	22
II.4.3.5.1 Principe .....	22

II.4.3.5.2 Mode opératoire .....	23
II.4.4 Caractérisation des résidus glycosidiques .....	23
II.4.4.1 Hydrolyse acide des liaisons glycosidiques .....	23
II.4.4.1.1 Principe.....	23
II.4.4.1.2 Mode opératoire .....	23
II.4.4.2 Chromatographie sur couche mince.....	24
II.4.4.2.2 Mode opératoire : .....	24
II.4.5.1 Activité anti-inflammatoire .....	26
II.4.5.1 Principe.....	26
II.4.5.1.2 Mode opératoire .....	27

### ***Chapitre III Résultats et discussion***

III.1 Rendement d'extraction des polysaccharide .....	29
III.2 Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble .....	30
III.3 Caractérisation par chromatographie sur couche mince des polysaccharides .....	31
III.4 Activité anti inflammatoire .....	33
Conclusion .....	34
Références bibliographiques .....	35
Annexe	
Résumé	

# INTRODUCTION

Le Sahara est un vaste écosystème, caractérisé par des conditions climatiques très rudes, peuplé par des animaux et des végétaux bien adaptés à ce contexte (Slimani, 2015). Il est le plus vaste et le plus chaud des déserts du monde, possède dans sa partie Nord, le Sahara septentrional, une végétation diffuse et clairsemée (Ould El Hadj *et al.*, 2003). L'état de la flore spontanée dans cette zone ainsi que les relations entre l'homme et les espèces végétales, méritent une attention particulière. Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médicinal. Les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales ont été pendant longtemps le principal, voir l'unique recours de la tradition orale pour soigner les pathologies, en même temps que la matière première pour la médecine moderne (Ould El Hadj *et al.*, 2003). De nombreux travaux notoires ont pu démontrés l'activité biologique et les modes d'action thérapeutiques des métabolites extraites à partir des plantes. Ces composés présentent une nouvelle source des molécules bioactives (Kemassi *et al.*, 2014).

Les polysaccharides sont des macromolécules complexes que l'on retrouve dans tous les règnes (végétal, animal et bactérien). Ils sont composés d'enchaînements d'unités osidiques reliées par des liaisons glycosidiques (Sinquin et colliec-jouault, 2014; Bruneton, 2009). Ils sont les plus abondantes sur Terre et dans les océans. 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). Ils sont des substrats solides qui se présentent sous la forme de fibres, de granules ou de gels dont les propriétés physico-chimiques et structurales sont intimement liées à leurs structures chimiques et, par conséquent, à leurs biosynthèses (Theo *et al.*, 2008).

Les propriétés physico-chimiques des polysaccharides dépendent à la fois de leur masse molaire, de leur composition chimique, et enfin de la structure: linéaire, ramifiée, avec la présence ou non de substituants, de leur position et des branchements. Grâce à leur diversité de structures quasi infinie, chaque polysaccharide caractérisé par son unité répétitive est unique et offre ainsi des propriétés fonctionnelles qui lui sont spécifiques: propriétés épaississantes, stabilisantes ou gélifiantes déjà largement exploitées dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique (Sinquin et Colliec-Jouault, 2014).

Les études sur les activités biologiques des polysaccharides ont suscité beaucoup l'attention des scientifiques dans les dernières décades. En effet les polysaccharides ont été signalés à présenter une multitude d'activités biologiques, une activité anti-inflammatoire (Wang *et al.*, 2017; Gloaguen et Krausz, 2008; Jaio *et al.*, 2011).

Il serait intéressant d'identifier, de caractériser et d'évaluer de nouveaux polysaccharides des plantes médicinales africaines (Angone *et al.*, 2010). Face à ce constat, le présent travail s'oriente sur l'étude des polysaccharides issus de *Marrubium deserti* de Noé (Lamiaceae), une plante spontanée à caractère médicinal récoltée dans la région de Ghardaïa. L'étude porte sur la caractérisation partielle et activités biologiques des polysaccharides des extraits hydrosolubles de *Marrubium deserti* de Noé.

L'objectif de la présente étude est d'identifier de nouvelles sources de polysaccharides et de fournir des nouvelles connaissances au sujet de leurs activités biologiques. Il aussi une contribution à la valorisation des plantes spontanées à caractère médicinal du Sahara septentrional Est algérien et une justification de leurs utilisations en médecine traditionnelle. Ce travail est structuré en trois parties, dont la première est consacrée à une synthèse bibliographique qui décrit une généralités sur les polysaccharide et activités biologiques des polysaccharides.

La deuxième partie porte sur les techniques expérimentales d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir de *Marrubium deserti* de Noé; en déterminant leur composition globale et en caractérisant les résidus glycosidiques par chromatographie sur couche mince. Une étude biologique de l'extrait polysaccharidique concernant l'activité anti inflammatoire

Le troisième chapitre expose les principaux résultats obtenus, suivi d'une discussion. Enfin, une conclusion générale qui portera sur une lecture attentive des différents résultats obtenus et des perspectives qui sont un ensemble de réflexions qui achèvent ce travail.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## I.1 Généralités sur les polysaccharides

Les polysaccharides sont des macromolécules glucidiques naturelles avec des unités répétitives de monosaccharide reliés par des liaisons glycosidiques (**Farzad *et al.*, 2017**). Ce sont des homopolymères ou hétéropolymères, d'oses neutres et/ou d'oses acides; de structure plus ou moins ramifiée. Chaque polysaccharide est caractérisé par un degré de polymérisation bien déterminé et un type de liaison entre les monomères (**Chen et Huang, 2018a**).

Les polysaccharides peuvent être classés sur la base de leur composition en monomères en deux types, c'est-à-dire les homo-polysaccharides ou les homoglycans, qui sont composé d'un seul type de monosaccharide, comme la cellulose et le glycogène qui sont constitués de glucose (**Naseri-Nosar et Ziora, 2018**); Les hétéro-polysaccharides ou les hétéroglycans, qui se composent en plus d'un type de monosaccharide, tel que arabinoxylanne (**Rosickakaczmarek *et al.*, 2018**).

Les polysaccharides sont présents chez tous les êtres vivants, dans les végétaux comme l'amidon, la cellulose et les pectines; dans les animaux comme le glycogène et l'acide hyaluronique (**Chen et Huang, 2018b**). La chitine chez les insectes et les crustacés et dans les microorganismes comme le xanthane chez les bactéries (**Salehizadeh *et al.*, 2018**).

## I.2 Classification des polysaccharides

### I.2.1 Selon la composition chimique:

Les polysaccharides sont classés en deux types:

#### I.2.1.1 Homopolysaccharides ou des homoglycans:

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. 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.2.1.2 Hétéro polysaccharides ou des hétéroglycanes**

Les hétéro polysaccharides sont des molécules de haut poids moléculaire contenant au moins deux paires 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 araboxylyanes 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 hétéroglycanes renferment deux groupes différents sont: les polysaccharides neutres et polysaccharides acides (Voet et Voet., 2005).

## **I.2.2 Selon l'origine**

### **I.2.2.1 Polysaccharides végétaux**

Il se distingue :

#### **I.2.2.1.1 Polysaccharides de réserve**

##### **I.2.2.1.1.1 Amidon**

L'amidon est un mélange de glucanes que les plantes synthétisent comme réserve nutritive principale. On le trouve dans le cytoplasme sous forme de granules insolubles constitués d' $\alpha$ -amylose et de amylopectine (Voet *et al.*, 2007).

L'amylose est essentiellement un polymère linéaire des unités de glucopyranose liées par  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4), son poids moléculaire est d'environ 1.106g. mol<sup>-1</sup>(Vanier *et al.*, 2017) (Fig. 1).

L'amylopectine est la forme ramifiée; la plupart des constituants de résidus de glucose sont unis par des liaisons linéaires  $\alpha$ -(1-4), mais des liaisons  $\alpha$ -(1-6) supplémentaires se



produisent tous les 25 à 30 résidus, créant ainsi des points de ramifications (fig. 2) (Moussaard,2006).

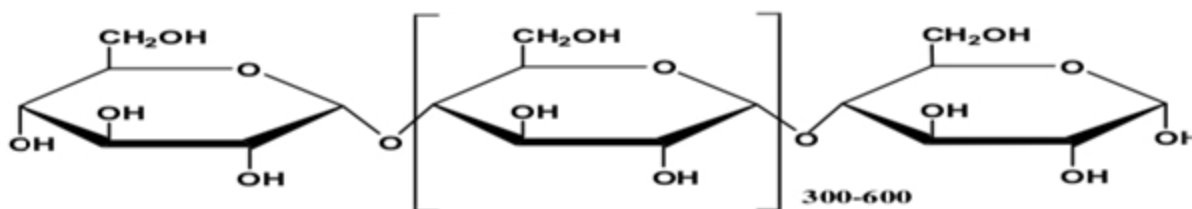


Figure 1: Structure chimique de l'amylose (Bemiller, 2009).

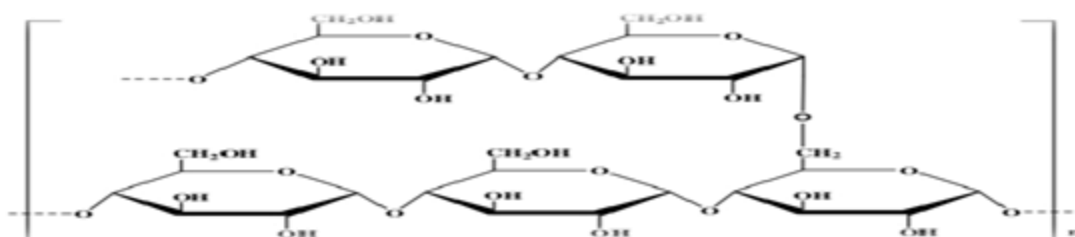


Figure 2: Structure chimique de l'amylopectine (Bemiller, 2009).

#### I.2.2.1.2 Fructane

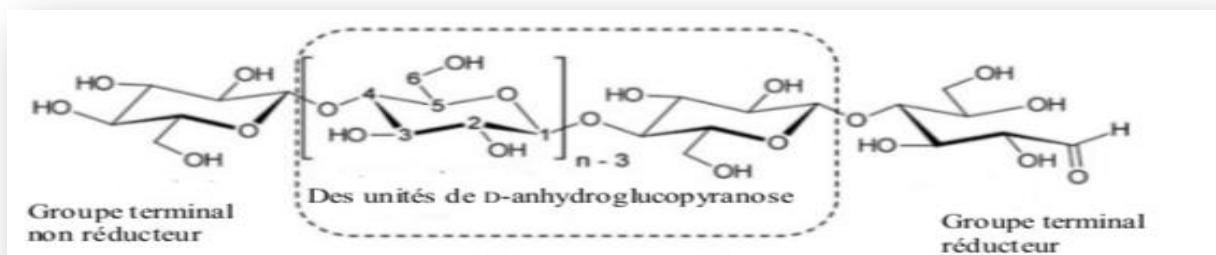
Les fructanes sont des polymères de fructose naturels dérivés du saccharose qui sont produits par certaines plantes et certains micro-organismes. Ils sont surtout connus pour leurs propriétés prébiotiques et d'amélioration de la santé dans les aliments fonctionnels chez les plantes (Peshev et Van Den Ende, 2014), les fructanes sont des polymères qui se composent principalement ou exclusivement de fructose liés par une liaison  $\beta$ -(2→1) ou  $\beta$ -(2→6) à une molécule de glucose terminal (Sims, 2003) .

#### I.2.2.1.2 Polysaccharides de structure

##### I.2.2.1.2.1 Cellulose

La cellulose est un polymère naturel considéré comme le plus abondant sur terre il est le constituant principal de la paroi cellulaire des végétaux (Saxena et Brown ,2005 ). C'est un homopolysaccharide linéaire constitué d'unités D-glucopyranose reliées par des liaisons  $\beta$  (1-4), l'unité répétitive, composée de l'association de deux glucoses, est appelée cellobiose. Ce dernier est constitué de deux motifs de glucose relié par la liaison glycosidique  $\beta$  (1→4) ( $\beta$ -

Dglucopyranosyl-(1→4)- $\alpha$ -D-glucopyranose) (Weinman et Mehul, 2004). La cellulose joue un rôle de soutien chez les plantes (fig. 03) (Bardelletti *et al.*, 2014; Mazeau *et al.*, 2000).



**Figure 3:** Représentation de la chaîne de cellulose (Wondraczek et Heinze, 2015).

#### I.2.2.1.2.2 Pectine

La pectine est un polysaccharide anionique complexe contenu dans les parois cellulaires primaires des plantes, c'est un polysaccharide linéaire composé d'unités d'acide poly  $\alpha$ -1,4- galacturonique (environ 70 %). interrompues par des résidus de L-rhamnose avec des chaînes latérales constituées de sucres neutres, principalement L-rhamnose, L-arabinose et D-galactose (Akhtar *et al.*, 2002). Le réseau de pectine dans les parois cellulaires des plantes est principalement construit à partir de régions de rhamnogalacturonan (RG)-I et d'homogalacturonan (HG) qui sont souvent décrites comme les "cheveux" (les régions "velues" et "lisses", respectivement). Elle est commercialement extraite des pelures d'agrumes, du marc de pommes (Sriamornsak, 2003), elle est soluble dans l'eau et présente une viscosité et une capacité de gélification qui dépendent de sa structure (Srivastata et Milviya, 2011).

#### I.2.2.1.2.3 Hémicellulose

Les hémicelluloses représentent, après la cellulose, les polysaccharides les plus abondants dans la nature. Ce sont des polysaccharides amorphes constitués de monosaccharides neutres (xylose, arabinose, galactose, glucose et mannose) et d'acides uroniques (acides glucuronique et acide 4-O-méthyl-glucuronique). Elles sont définies comme des polysaccharides végétaux solubilisables à pH alcalin (Selvendran *et al.*, 1985). Elles sont des hétéro polysaccharides (D-glucose, Dmannose, D-galactose, D-xylopyranose)

(Mhenni ;2017). La structure des hémicelluloses consiste en un squelette de base de monosaccharides liés en  $\beta$ -(1,4) et de type D-pyranoses, où l'O-4 est en position équatoriale (O'Neill et York, 2003). Les xylanes sont les principales hémicelluloses de la paroi secondaire detrachéides des angiospermes (cellules clarifiées formant les capillaires de conduction de la sève brute) et des fibres des dicotylédones ligneuses. Ils peuvent représenter jusqu'à 25 à 35 % de la biomasse sèche chez ces espèces. Chez les monocotylédones et notamment les Poacées (céréales), ils représentent jusqu'à 50% de la masse sèche (Ebringerova et Heinze, 2000).

### I.2.2.2 Polysaccharides animaux

Les polysaccharides animaux appartiennent a la famille des glycosaminoglycane (GAG) et sont issus des protéoglycanes (Liu *et al.* , 2015).

Ces polymères sont soit impliqués dans la structure des tissus conjonctifs soit dans des mécanismes de communication cellulaires via leurs propriétés fonctionnelles (héparine et héparane sulfate) (Delattre; 2005).

#### I.2.2.2.1 Glycogène

Le Glycogène est un homopolysaccharide de réserve utilisé comme source de carbone et d'énergie par les animaux et les bactéries (Jérôme *et al.* , 2004). Le glycogène est disponible sur les hépatocytes et les myocytes, c'est un polymère de résidus D glucose avec des liaisons  $\alpha$  (1→4) et des liaisons  $\alpha$  (1→6) à l'origine de ramifications (fig. 04) (Weinman et Mehul; 2004).

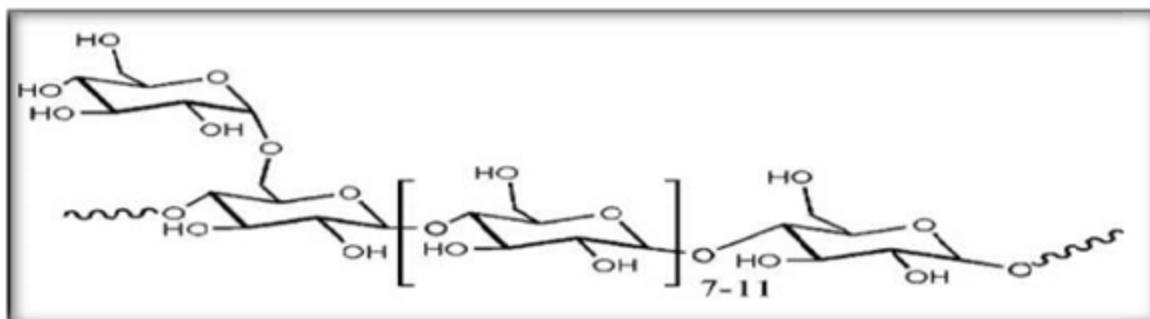


Figure 4: Structure du glycogène (Pal *et al.*, 2015).

### I.2.2.2.2 Chitosane

Le chitosane est le deuxième polymère le plus abondant dans la nature après la cellulose. N-désacétylation de la chitine en présence d'un alcali chaud (Tharanathan et Kittur, 2003). Le chitosane est un polysaccharide linéaire constitué de résidus  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)-D-glucosamine avec un nombre variable de groupes N-acétyl-glucosamine distribués de manière aléatoire (fig. 5). Il est trouvé dans les exosquelettes des arthropodes (Francis Suh et Matthew, 2000).



Figure 5: Structure de chitosane (Francis Suh et Matthew, 2000)

### I.2.2.2.3 Héparine

L'héparine est un polymère fortement lié aux protéines formant ainsi un protéoglycane à l'état natif (Boual, 2009 et Murray *et al.*, 1999). C'est de D-glucuronate 2-sulfate et de N-sulfo-D-glucosamine-6-sulfate réunis par liaison  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4), leur distribution est plus restreinte et abondante dans les poumons le foie et la peau (Hennen, 2006).

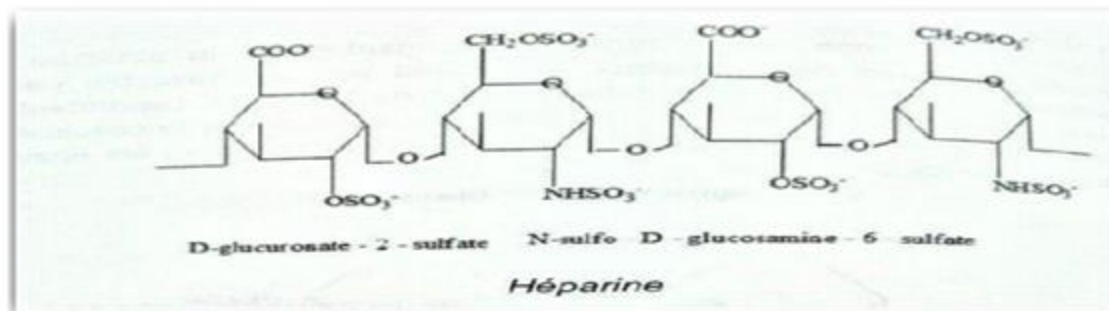


Figure 6: Structure chimique de l'héparine (Hons, 2012).

### I.2.2.3 Polysaccharides des algues

#### I.2.2.3.1 Carraghénanes

Les carraghénanes sont D-galactanes sulfatés de masse moléculaires élevés, composés d'unités disaccharidiques répétitives avec une alternance de 3- $\beta$ -D-galactopyranose et 4- $\alpha$ -galactopyranose ou 3,6-anhydro- $\alpha$ -galactopyranose (Jiao *et al.*, 2011). Selon la quantité et la

position du groupe de  $\text{SO}_3^-$ . Les carraghénanes sont classés en différentes familles. On distingue ainsi les carraghénanes de type  $\lambda$  (Lambda),  $\kappa$  (Kappa),  $\iota$  (Iota),  $\nu$  (Nu),  $\mu$  (Mu),  $\theta$  (Thêta) et  $\xi$  (Ksi), tous contenant environ 22 à 35% des groupes sulfates (**Prajapati et al., 2014**).

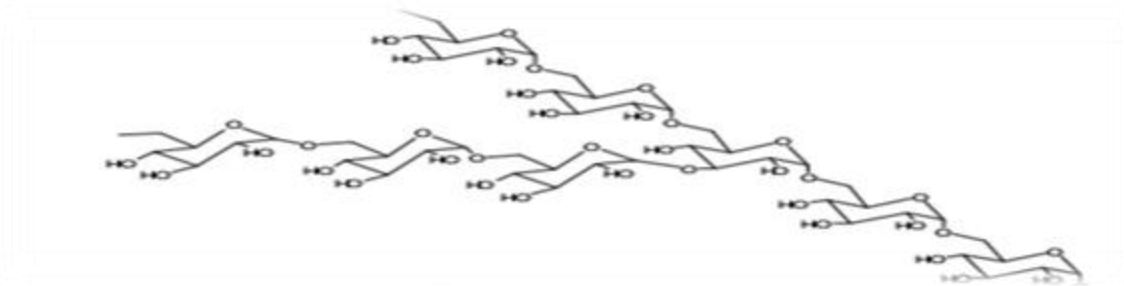
#### I.2.2.3.2 Ulvanes

Les ulvanes sont des hétéropolysaccharides hydrosolubles hautement sulfatés, il se trouve des algues vertes appartenant au genre *Ulva*. Ils sont constitués de rhamnose, de xylose, d'acides iduroniques et glucuroniques et de groupes sulfates. Ces polysaccharides sulfatés sont de structure complexe et hétérogène (**Jiao et al., 2011**).

#### I.2.2.4 Polysaccharides microbienne

##### I.2.2.4.1 Dextrane

Les dextrans sont des polymères de glucose de longues chaînes. Ils sont composés de chaînes principales qui ne contiennent que des unités D-glucopyranose répétées avec des liens  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6), ils peuvent avoir des branches de chaînes latérales qui impliquent d'autres liens différents  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 2);  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 3) ou  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4) (fig. 7). Ces polymères sont produits par des souches appartenant aux genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* et *Weissella* (**Nacher-Vazquez et al., 2015**)



**Figure 7:** Représentation schématique de la structure générale du dextrane synthétisé à l'aide de la bactérie *Leuconostoc Mésentéroïdes* et constitué d'un enchaînement d'unité  $\alpha$ -D-glucopyranose lié par des liaisons chimiques en  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  6) et d'une ramification en  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  3) (**Clovis, 2011**)

### I.2.2.4.2 Xanthan

Le xanthan est un polysaccharide de masse moléculaire élevée produit par fermentation de glucides par *Xanthomonas campestris* (Bruneton, 2009).

La gomme xanthan est un Hétéropolysaccharides ramifié, dont l'unité de répétition est un pentasaccharide constitué d'une chaîne principale cellulosique avec une alternance au C-3 de chaque résidu glucose, une chaîne latérale formée d'un trisaccharide comportant des résidus  $\alpha$ -mannose, acide glucuronique et  $\beta$ -mannose (Delattre, 2005).

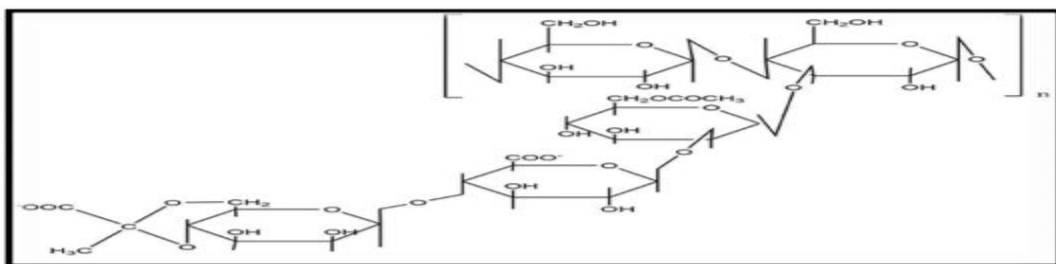


Figure 8: Structure répétitive de la gomme de xanthane (Shekarforous *et al.*, 2017).

### I.2.2.5 Polysaccharides fongiques

#### I.2.2.5.1 Chitine

La chitine est un haut polymère linéaire  $\beta$ -1,4 de la N-acétyl-D-glucosamine, est largement utilisée dans le règne animal comme tranche organique de structures exosquelettiques et cuticulaires (Jeniaux, 1982). C'est un polysaccharide azoté blanc, dur, inélastique. C'est le deuxième biopolymère le plus abondant après la cellulose, on le trouve dans l'exosquelette des arthropodes (Suh et Matthew, 2000). Il s'agit d'un polymère linéaire de résidus N-acétyl-glucosamines et de résidus glucosamines liés en  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4). La chitine existe sous en trois isoformes  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $\gamma$ . L' $\alpha$ -chitine est la plus abondante (Khoushab et Yamabhai, 2010).



Figure 9: Structure de la chitine (Ravi, 2000).

### I.3 Activités biologiques des polysaccharides

#### I.3.1 Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est un mécanisme de défense contre les agressions externes qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique (réponse immunitaire) ou infectieuse et qui induisent la libération des médiateurs du système immunitaire au site de l'inflammation (**Espinoza et al ., 2019**). Ses marques classiques sont la rougeur, l'enflure, la chaleur, la douleur et la perte de fonction (**Zeng et al ., 2018**).

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

( **Zhang et al., 2019b**) ont signalé que les polysaccharides isolés du *Arctium lappa* possèdent une activité anti-inflammatoire importante. Ils entraînent une augmentation des cytokines anti-inflammatoires (interleukin-10) et une diminution des cytokines pro-inflammatoires (interleukin-1 $\beta$ , interleukine-6 et facteur de nécrose tumorale- $\alpha$ ), de même, la fraction polysaccharidique extraite de *Morinda citrifolia* Linn montre une efficacité anti-inflammatoire, ils servent à réduire la migration de leucocytes au site d'inflammation et inhibé la production des cytokines pro-inflammatoire (**Sousa et al., 2018**).

L'effet anti-inflammatoire des polysaccharides pourrait par l'un de ces mécanismes, par exemple, l'activité anti-inflammatoire des polysaccharides est principalement due à l'inhibition de l'expression du facteur chimiotactique et du facteur d'adhérence, ainsi qu'aux activités d'enzymes clés dans le processus d'inflammation (**Chen et al ., 2016**). D'autres polysaccharides ont un effet inhibiteur sur les médiateurs liés à l'inflammation, tels que les cytokines (IL-1b, IL-6, TNF-a) et NO (monoxyde d'azote), et ont diminué l'infiltration des cellules inflammatoires (**Aiman et al., 2021**).

#### I.3.2 Activités antioxydant

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif (**Ouibrahim ,2015**). Les espèces réactives d'oxygène (ERO) sont des

molécules chimiquement actives formées en tant que sous-produits naturels du métabolisme normal des rôles importants de l'oxygène (Liu *et al.*, 2013).

Les antioxydants peuvent être divisés en deux types; à savoir les antioxydants synthétisés chimiquement et les antioxydants naturels (Wu et Huang, 2017). Le stress oxydatif est une condition caractérisée par un déséquilibre entre les molécules pro-oxydantes et les défenses antioxydantes (Ahmed *et al.*, 2016).

Les activités antioxydants *in vitro* signifient principalement le piégeage des radicaux libres hydroxyles, l'élimination de l'anion super oxygène, la puissance réductrice. L'antioxydation *in vivo* est principalement déterminée par la capacité antioxydante totale, tel que l'activité de la superoxyde dismutase (SOD) et de la glutathion peroxydase (GSH-Px) du sérum, du foie, du coeur et des reins des rats (Liu *et al.*, 2018).

### I.3.3 Activités antidiabétiques

Le diabète sucré est considéré comme un trouble métabolique chronique, caractérisé par une hyperglycémie et des perturbations métaboliques des protéines, des glucides et des graisses. Il provoque l'échec de la production d'insuline ou de l'action de l'insuline ou les deux (Madhusudhan et Kirankumar, 2015). Plus de 422 millions de personnes souffrent de diabète dans le monde (Oms, 2016). C'est une maladie qui menace sérieusement la santé humaine avec une morbidité et une mortalité élevées après les maladies cardiovasculaires et le cancer. Le diabète est un trouble métabolique chronique du système endocrinien, qui se caractérise par une hyperglycémie persistante associée à des anomalies du métabolisme des glucides, des lipides et des protéines et qui entraîne des complications chroniques (Bisht *et al.*, 2013). Le diabète peut être classés en deux types: le diabète sucré de type 1, le diabète sucré de type 2 et le diabète de gestation (Apostlodos *et al.*, 2011). L'étude *in vitro* a commencé par l'évaluation de l'activité inhibitrice des deux enzymes  $\alpha$ -glucosidase et  $\alpha$ -amylase qui sont impliqués dans la digestion humaine. Conséquemment dans l'équilibre du glucose sanguin. Par conséquent, leur inhibition peut être une stratégie importante dans la gestion de la glycémie. Les inhibiteurs naturels de l' $\alpha$ -glucosidase et de l' $\alpha$ -amylase provenant de sources végétales est une approche attrayante pour le contrôle de l'hyperglycémie postprandiale (Subramanian *et al.*, 2008).

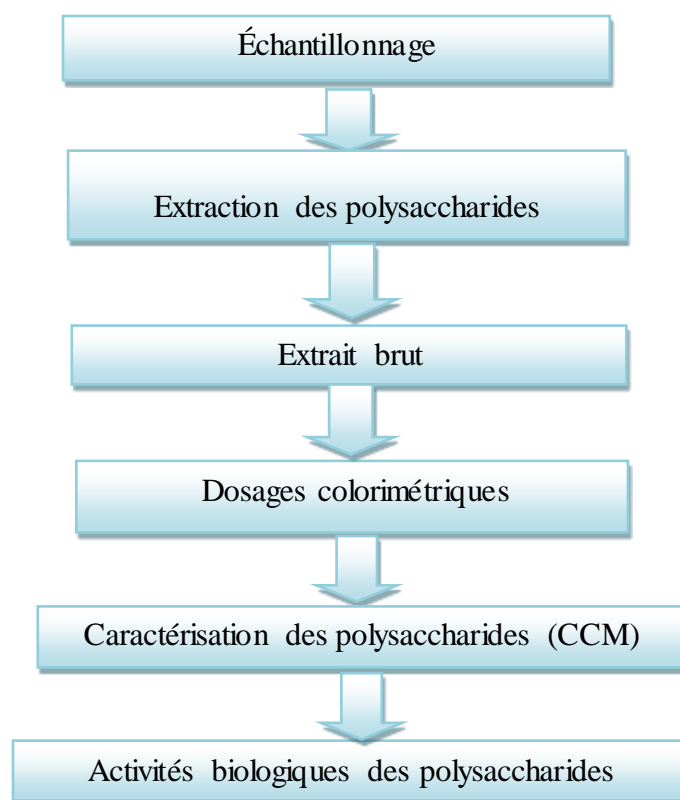


## *Chapitre II*

### *Matériel et méthodes*

## II.1 Principe de l'étude

L'étude porte sur l'extraction des polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles de *Marrubium deserti* De Noé et une détermination de la composition biochimique de l'extrait polysaccharidique par des méthodes colorimétriques, à savoir la détermination des teneurs en oses totaux, neutres, acides uroniques, protéines et en polyphénols. La caractérisation des polysaccharides est réalisée par une chromatographie sur couche mince (CCM) après une hydrolyse acide de l'extrait brut. Cette étude vise aussi vers l'évaluation de l'activité. Dans cette partie, il est développé les étapes d'extraction, les dosages colorimétriques. La caractérisation des polysaccharides et les tests biologiques effectués.



**Figure 10** : Schéma global de différentes étapes expérimentales

## II.2 Choix de la plante

Les Labiées ou Lamiacées constituent une importante famille de plantes angiospermes dicotylédones herbacées ou légèrement ligneuses et comprennent, selon les auteurs, de 233 à 263 genres (Heywood *et al.*, 2007) et de 6900 à 7200 espèces (Heywood *et al.*, 2007 ; Grayer *et al.*, 2003)

Le genre *Marrubium*, communément appelé marronniers, appartient à la famille des Lamiaceae, comporte environ 97 espèces (Popoola *et al.* , 2013). En Algérie, il existe 7 espèces du genre *Marrubium* (Quezel; 1963).

L'espèce *Marrubium deserti* De Noé est largement utilisée en médecine traditionnelle en Algérie. L'infusion, la macération et la poudre des feuilles et rameaux servent de remède contre la toux, les dysménorrhées, les troubles digestifs (coliques, helminthiase). En usage externe, la plante est utilisée contre les piqûres de scorpions et les allergies (Maiza, 1993). Les feuilles, seules, sont employées sous forme d'infusion en usage interne contre la fièvre et les problèmes respiratoires (Hammiche et Maiza, 2006)

### **II.3 Matériel d'étude**

Le matériel d'étude regroupe les produits chimiques et l'appareillage (annexe 01 et 02), ainsi que le matériel biologique présenté par les feuilles de *marrubium deserti* De Noé.

#### **II.3.1 Description botanique de *Marrubium deserti***

*Marrubium deserti* De Noé est une espèce endémique saharienne trouvée en Algérie et au Maroc, sous forme d'arbrisseau blanchâtre très rameux à poils laineux (Benhammou, 2012), est un arbrisseau ou arbuste vivace qui atteint jusqu'à 20 à 30 cm de hauteur. Les tiges sont très rameuses, couvertes des poils laineux blanchâtres. Les feuilles sont petites en coin à base et portant quelques dents de forme variable au sommet, opposées, blanchâtres, et à pilosité opprimée très courte (Sahki et Sahki, 2004; Iucn, 2005; Benhammou *et al.*, 2009). Les fleurs roses dégagent une forte odeur et sont généralement réunies en glomérules compacts espacés sur la tige. Les pétales sont petits et de couleur violette pâle. Le calice est vert clair (Ghedadba; 2018).

#### **II.3.2 Position systématique**

- **Embranchement:** Phanérogames ou Spermaphytes
- **Sous embranchement:** Angiospermes
- **Classe:** Endicots
- **Sous classe:** Astéridées
- **Ordre:** Lamiales
- **Famille:** Lamiacées ou Labiées

- **Genre:** Marrubium
- **Espèce:** *Marrubium deserti* De Noé.
- **Noms vernaculaires:** Djaïdi (Quezel et Santa, 1963).

### II.3.3 Répartition géographique

C'est une espèce endémique saharienne trouvée en Algérie et au Maroc. Elle est commune dans le nord du Sahara et le Sahara central, où on la trouve surtout dans les pâturages désertiques (Quezel et Santa, 1963).

### II.3.4 Récolte et parties étudiées

La région de la récolte de *Marrubium deserti* De Noé, est la wilaya de Ghardaïa. Elle est située à environ 600 km au sud de la capitale Alger, et s'intègre dans la partie septentrionale de la Plate forme saharienne à 32°30' de latitude Nord et à 3°45' de longitude (Kemassi *et al.*, 2014). Pour le présent travail, les feuilles de *marrubium deserti* De Noé (Photo1), sont utilisées pour l'extraction et l'étude des polysaccharides hydrosolubles.



**Photo 1:** *Marrubium deserti* De Noé

## II.4 Etude des polysaccharides

### II.4.1 Méthodes d'études

Le matériel végétal est constitué des feuilles de *Marrubium deserti de Noé*, la récolte a été effectuée au Sahara Algérien dans la région de Ghardaïa. Le matériel végétal collecté a été lavé puis séché à l'ombre (à température ambiante), dans un endroit sec et aéré pendant 15 jours. Après séchage, les feuilles sont broyées en poudre.

#### II.4.2 Extraction des polysaccharides de *Marrubium deserti* De Noé

Une quantité de 10 g du broyat séché est prétraitée 3 fois par 100 ml d'éthanol à 96%, en mettant à reflux pendant 3 h sous agitation et à 80°C, afin d'éliminer les composés lipophiles et les pigments, les polyphénols, les oligosaccharides, les oses simples et les acides aminés (Guo *et al.* ., 2016) . Après filtration, on ajoute 100 ml d'acétone pendant une nuit. Après une filtration, le résidu est séché à la température ambiante à l'abri de la lumière. La poudre séchée a été macérée dans 600 ml d'eau distillée pendant 2 heures à 80°C sous agitation (Chidouh *et al.* ., 2014). Après une centrifugation à 4000 rpm pendant 15min (Chen *et al.*, 2010). Le surnageant a été concentrée au tiers du volume initial sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif pendant 2 h à une température de 65°C, a été en suite précipité par trois volumes d'éthanol à 96% pendant 24h à 4°C (Wang *et al.*, 2017). Le culot obtenu, après une centrifugation à 4000 rpm pendant 15 min (Zhang *et al.*, 2010), a été lavé trois fois par l'acétone et séché à l'air (Li *et al.*, 2018). A la fin, le culot est récupéré puis lyophilisé (Cai *et al.*, 2016), pour obtenir l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles.

#### Calcul du rendement

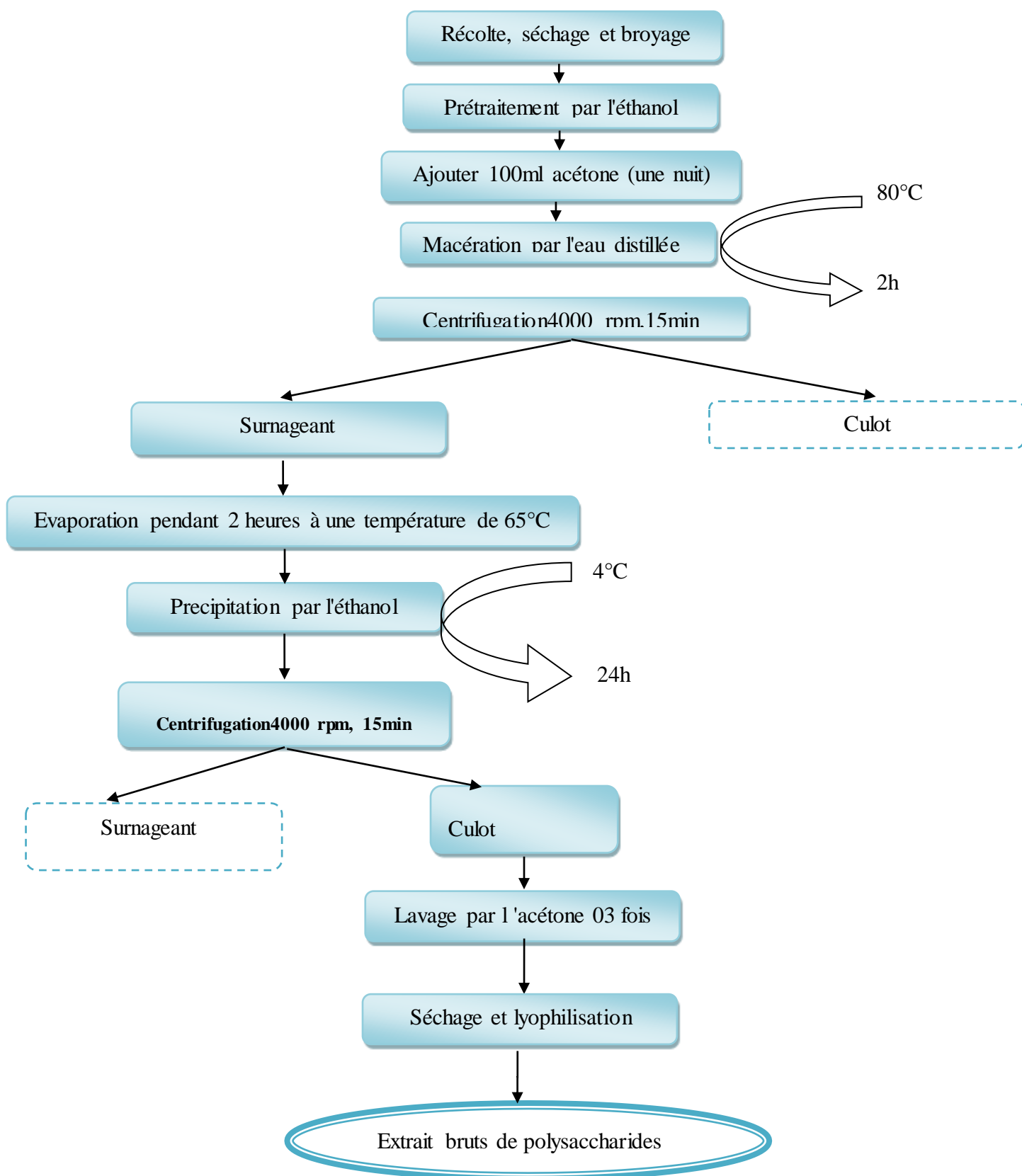
Le rendement de l'extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé selon (Yumbai *et al.*, 2015) par la formule :

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

**R:** Rendement en pourcentage (%)

**M:** Poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles (en gramme)

**M0:** Poids de la matière végétal sec (en gramme)



**Figure 11:** Schéma général des différentes étapes d'extraction de polysaccharides hydrosoluble

### II.4.3 Composition de l'extrait des polysaccharides

Les teneurs en oses totaux, oses neutres, oses acides, polyphénol et protéines des polysaccharides de *Marrubium deserti* De Noé ont été déterminées par des méthodes colorimétriques.

#### II.4.3.1 Dosage des oses totaux

##### II.4.3.1.1 Principe

La teneur des oses totaux dans l'extrait polysaccharidique brut de *Marrubium deserti* De Noé est déterminée selon la méthode phénol- acide sulfurique décrite selon **Dubois et al. (1956)**. En présence de l'acide sulfurique concentré et à chaud, les liaisons glycosidiques sont hydrolysées. Une tétradéshydratation suivie d'une cyclisation des monosaccharides libérés donne des dérivés furfuraliques et des dérivés d'acide 5-formylfuroïque. Ces produits se condensent avec le phénol pour donner des complexes jaune-orangé. L'apparition de ces complexes est suivie par une mesure de l'absorbance à 490 nm qui permet de déterminer la concentration en oses totaux de l'échantillon analysé (**Brudieux, 2007; Boual et al., 2013; Brian-Jaisson, 2014**).

##### - Préparation des solutions et réactifs

-Solution mère de l'extrait (0.01%): est préparée par l'ajoute de 0,01g d'extrait brut de *Marrubium deserti* de Noé à 100ml d'eau distillée.

- Solution mère de glucose (0.01 %): est préparée par l'ajoute de 0,01g de glucose dans 100ml d'eau distillée.

- Réactif de phénol à 5%: est préparée par l'ajout de 2g de phénol à 40 ml l'eau distillée.

- **Préparation de la gamme étalon de glucose 0,001% à 0,01% (DUBOIS et al., 1956)**

**Tableau 1:** Gamme étalon de glucose

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau distillée(μL)	1000	900	800	500	200	0
Glc 0,01%( μL )	0	100	200	500	800	1000
Concentration ( mg.l <sup>-1</sup> )	0	10	20	50	80	100

### II.4.3.1.2 Mode opératoire

Dans des tubes en verres placer un mélange de 200µl d'échantillon ou d'étalon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation, 1ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 min, puis ils sont laissés 30 min à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 490 nm (**Brudieux, 2007; Ruiz, 2005; Genestie, 2006**).

### II.4.3.2 Dosage des oses neutres

Le dosage des oses neutres est réalisé par la méthode de **Monsigny *et al.* (1988)**.

#### II.4.3.2.1 Principe

Le dosage des oses neutres se repose sur la réaction des dérivés furfuriques obtenus par action à chaud d'un acide concentré comme l'acide sulfurique (**Dubois *et al.*, 1956**), en présence d'un composé aromatique tel que le résorcinol (1,3-dihydroxybenzène). Ces dérivés furfuriques se condensent et donnent des composés de couleur orangée. L'utilisation d'acide sulfurique concentré génère une hydrolyse des liaisons osidique, ainsi qu'une déshydratation des monosaccharides en dérivés furfural, substances chromogènes (**Monsigny *et al.*, 1988; Dubois *et al.*, 1956**).

#### - Préparation des solutions et réactifs

Préparation de la solution du résorcinol 0,6%

- Le réactif de résorcinol (0.6%): est préparée avec 0,3g du résorcinol dans 50ml d'eau distillée.

#### • Préparation de la Gamme étalon du glucose 0,001% à 0,01% (Warrand, 2004)

Tableau 2: Gamme étalon de glucose

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau distillée(µL)	1000	900	800	500	200	0
Glc 0,01%( µL )	0	100	200	500	800	1000
Concentration ( mg.l <sup>-1</sup> )	0	10	20	50	80	100



### II.4.3.2.2 Mode opératoire

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette, 200  $\mu\text{L}$  de l'échantillon ou d'étalon sont mélangés avec 200  $\mu\text{L}$  de résorcinol et 1ml d'acide sulfurique. Les tubes sont agités puis chauffés à 90°C dans un bain marie pendant 30 min et ensuite placés dans l'obscurité pendant 30 min à l'absorbance est mesurée à 480 nm (Monsigny *et al.*, 1988).

### II.4.3.3 Dosage des oses acides

#### II.4.3.3.1 Principe

La teneur en oses acides constitutifs des polysaccharides extraits de *Marrubium deserti* De Noé est déterminée par la méthode de **Blumenkrantz et Asboe (1973)**. Lors du dosage des oses acides (acides uroniques), les dérivés de furfurals générés par l'hydrolyse des polysaccharides par l'acide sulfurique se condensent avec le méta-hydroxydiphényle (m-HDP) pour donner un complexe rose dont l'absorbance est mesurée à 520 nm.

- **Préparation des solutions et réactifs**
- **Solutions A**

Une solution acide (solution A) est préparée dans un bain de glace en dissolvant 0.095 g de tétraborate de sodium ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) à 0,0125% est ajoutée 20ml acide sulfurique. Cette solution est conservée à 4°C à l'abri de la lumière.

- **Solution B**

Une quantité de 40mg de NaOH est dissous dans 8ml d'eau distillée, puis 12 mg de m-HDP est ajouté. Cette solution est conservée à 4°C

#### Préparation de la solution mère d'acide glucuronique 0,01%

La préparation est effectuée par 10 mg d'acide glucuronique dans 100 ml d'eau distillée.

- **Préparation de la gamme étalon de l'acide glucuronique de 0,001% à 0,01%**

**Tableau 3:** Gamme étalon d'acide glucuronique

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau distillée( $\mu\text{L}$ )	1000	900	800	500	200	0
A.Glc 0,01%( $\mu\text{L}$ )	0	100	200	500	800	1000
Concentration( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	0	10	20	50	80	100

### II.4.3.3.2 Mode opératoire

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette, 200 $\mu$ L de l'échantillon est mélangé avec 1,2 ml tétra borate de sodium à 0,0125M (solution A). Après agitation, incubé les tubes dans un bain de glace pendant 5 min, avant d'être placés dans un bain Marie à 100°C pendant 5 min. Ajouter 20  $\mu$ l de m-HDP (métahydroxydiphényle). Après agitation, une coloration rose se développe et l'absorbance est mesurée à 520 nm.

### II.4.3.4 Dosage des polyphénols totaux

#### II.4.3.4.1 Principe

Le dosage des polyphénols totaux par la méthode du Folin-Ciocalteu décrite par **Singleton et Rossi (1965)**. Depuis, son utilisation s'est largement répandue pour caractériser les extraits végétaux. Le réactif de Folin- Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Ribereau-Gayon, 1968**). L'intensité de la couleur est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (**Boizot et Charpentier, 2006**).

#### Préparation des réactifs et des solutions

- Solution mère d'acide gallique: 10mg d'acide gallique dans 100 ml.
- Réactif de Folin-Ciocalteu dilué 1/10
- Solution carbonate de sodium à 20%: 12g de carbonate de sodium dans 60ml.
- **Préparation de la gamme d'étalon d'acide gallique 0,001% à 0,01%**

Tableau 4: Gamme étalon de l'acide gallique

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau distillée( $\mu$ L)	1000	900	800	500	200	0
AG 0,01%( $\mu$ L)	0	100	200	500	800	1000
Concentration (mg.l <sup>-1</sup> )	0	10	20	50	80	100

#### II.4.3.4.2 Mode opératoire

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette, 100µL de l'échantillon sont mélangés avec 500µL du réactif de folin -ciocalteu dilué 1/10. Les tubes sont agités et incubés durant 2 min, ajouter 2ml de carbonate de sodium à 20%. Les polyphénols totaux sont déterminés après 30 min d'incubation du mélange réactionnel à température ambiante par mesure de l'absorbance à 765 nm (Spectrophotomètre UV/visible)

#### II.4.3.5 Dosage des protéines par la méthode de Bradford

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

##### II.4.3.5.1.- Principe

La méthode de **Bradford (1976)** est un dosage colorimétrique très sensible pour déterminer la concentration des protéines dans un échantillon. Elle repose sur la formation d'un complexe entre le bleu de Coomassie et les protéines en solution. Ce complexe est quantifiable au spectrophotomètre à 595 nm. Le bleu de Coomassie se lie surtout aux résidus arginine, tryptophane, tyrosine, histidine, et phénylalanine des protéines.

- **Préparation des réactifs et des solutions**
- **Préparation de la solution de bleu de Coomassie**

Dissoudre 25mg du Bleu de Coomassie dans 12,5 ml d'éthanol.

Ajouter 25ml d'acide phosphorique.

Diluer la solution obtenue à un volume finale de 250ml.

- **Préparation de la solution mère de (BSA) 0,01%**

La solution est préparée avec 0,01g de BSA dans 100 ml d'eau distillée.

- **Préparation de la gamme étalon de BSA 0,001% à 0,01% (Bradford, 1976)**

Tableau 5: Gamme d'étalonnage de sérum albumine bovin

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau distillée(μL)	1000	900	800	500	200	0
BSA 0,01%( μL )	0	100	200	500	800	1000
Concentration( mg.l <sup>-1</sup> )	0	10	20	50	80	100

#### II.4.3.5.2 Mode opératoire

Dans un tube en verre, propre et sec, 200 μL de l'échantillon ou de l'étalon sont mélangés à 2 ml de bleu de Coomassie. Après agitation, faire chauffer les échantillons au bain Marie à 37°C pendant 30 min; après refroidissement à température ambiante pendant 20min, lire la densité optique à 595nm (spectrophotomètre UV-Visible).

#### II.4.4 Caractérisation des résidus glycosidiques

L'identification des monosaccharides constitutifs des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques (**Ruiz, 2005**) et les monosaccharides libérés sont analysés par chromatographie sur couche mince (CCM).

##### II.4.4.1 Hydrolyse acide des liaisons glycosidiques

###### II.4.4.1.1 Principe

L'hydrolyse des polysaccharides par le TFA permet l'analyse de la composition en monosaccharides par CCM. Le TFA hydrolyse les liaisons glycosidiques sans causer des destructions massives des composants de monosaccharides résultants (**Morrison, 1988**).

###### II.4.4.1.2 Mode opératoire

20mg de l'extrait polysaccharidique obtenu est hydrolysé dans un boîte de pétri de par 1ml d'acide trifluoroacétique (TFA) 2M pendant 4h à 100°C (**Athukorala et al ., 2006**). Après refroidissement, quelques gouttes de méthanol sont ajoutées. Après évaporation et séchage total, les hydrolysats sont dissous dans 1 ml d'eau distillée et conservés pour l'analyse par CCM (**Xu et al., 2008**).

#### II.4.4.2 Chromatographie sur couche mince

C'est une technique chromatographique dont la phase mobile est un liquide. Elle est sensible et de faible coût (**Rouessac et Rouessac, 2004**).

##### II.4.4.2.1 Principe

Elle se déroule en deux étapes essentielles qui sont le dépôt de l'échantillon et la migration sur la plaque. Son efficacité est due à la possibilité d'agir de manière précise sur la sélectivité entre les composés par le choix de la plaque et de la composition du système, c'est-à-dire en exploitant les interactions soluté / phase mobile / phase stationnaire (**Rouessac et Rouessac, 2004**).

##### II.4.4.2.2 Mode opératoire

Deux systèmes sont utilisés pour des plaques en gel de silice (**Hoton-Dorge, 1976; Cheng et al., 2010**). Le choix du système est en fonction de la nature des oses à séparer et les rapports frontaux obtenus. Le Nigrum est utilisé comme révélateur pour les systèmes en gel de silice (**Ghebregzabeier et al., 1976**).

- **Phases mobiles**

L'analyse chromatographique est réalisée avec deux phases mobiles représentées par deux systèmes différents.

Pour le système 1, la phase mobile est constituée d'acétate d'éthyle, pyridine, eau, n butanol, acide acétique dans les proportions 5-4-4-10-2 (**Hoton-Dorge, 1976**).

Pour le système 2, la phase mobile est constituée de: Chloroforme, n-butanol, méthanol, acide acétique, eau (4,5-12,5-5-1,5-1,5) (**Cheng et al., 2010**).

##### **Phase stationnaire**

Des plaques en gel de silice prêtes à l'emploi, sont utilisées comme phase stationnaire, sont de type Silica gel 60 F 254 de 0,25 mm d'épaisseur, sur feuille d'aluminium (**Wang et Fang, 2004**).

- **Préparation des cuves chromatographique**

La préparation des cuves est réalisée selon la méthode **Audigie et al. (1995)**, modifiée. La phase mobile (système I et II) est versée dans les deux cuves à une hauteur de 0,5 cm d'environ. Les cuves sont fermées hermétiquement pendant 24h pour assurer une saturation maximale en vapeur de la phase mobile. Cette saturation a pour but de limiter l'évaporation de la phase mobile depuis la cuve chromatographique.

- **Préparation des plaques chromatographiques**

Une ligne de dépôt est tracée à 1,5 cm du bord inférieur des plaques, puis sont activées dans l'étuve à 100°C pendant 10 min. Une fois activées, les plaques sont prêtes pour le dépôt des échantillons (**Boual, 2011**).

- **Dépôt des hydrolysats et étalons**

A chaque 10 mg de glucide étalon (xylose, rhamnose, mannose, glucose, galactose, arabinose, acide glucuronique, acide galacturonique) est ajouté 1ml d'eau distillée (**Boual et al., 2013**).

Les solutions sont déposées à l'aide d'un applicateur, en utilisant une micropipette de 10µl (**Audigie et al., 1995**).

- **Préparation du NIGRUM**

Comme révélateur des spots spécifiques des glucides, le réactif du Nigrum est utilisé (**Paulsen et al., 2002**). La préparation de la solution se fait selon **Ghebrezabeier et al. (1975)**:

- Tous d'abord la préparation de deux solutions A et B :
- A: 2g de diphénylamine dans 50 ml d'acétone dans l'agitateur.  
B: 48 ml d'acétone complété jusqu'à 50 ml par l'aniline.
- Après que les deux solutions A et B sont mélangées, 10 ml d'acide orthophosphorique à 85% est ajouté à la solution obtenue.
- **Développement des plaques**

Les plaques sont placées dans les cuves de sorte que la ligne de dépôt soit au-dessus de la phase mobile. La cuve est ensuite fermée pour laisser les plaques se développer

avec le temps, en évitant tout déplacement ou vibration des cuves pendant l'élution. Quand le solvant arrivera à 1cm du bord supérieur, les plaques sont retirées doucement et le front du solvant est marqué avec un crayon (Delattre, 2005).

Elles sont ensuite séchées à l'air libre et révélées par le Nigrum à l'aide d'un pulvérisateur. Les plaques sont incubées à l'étuve à 105°C jusqu'à l'apparition des spots colorés (Boual, 2011).

- **Calcul des facteurs de rétention**

Le facteur de rétention ( $R_f$ ) est calculé pour chaque spot obtenu. Ceci permet la détermination de la composition des extraits en monosaccharides (David et Hazel, 1998).

$$R_f = \frac{\text{La distance parcourue par la substance}}{\text{La distance parcourue par le solvant}}$$

#### II.4.5 Activités biologiques de l'extrait polysaccharidique

L'étude des activités biologiques porte sur les polysaccharides bioactifs constitutifs de *Marrubium deserti* De Noé utilisée traditionnellement pour ses propriétés pharmacologique et phytothérapie.

La présente étude, s'intéresse particulièrement à l'activité anti-inflammatoire des polysaccharides issus de *Marrubium deserti* De Noé.

##### II.4.5.1.- Activité anti-inflammatoire

L'activité anti-inflammatoire in vitro d'extrait polysaccharidique de *Marrubium deserti* De Noé est effectuée selon la méthode d'inhibition de la dénaturation des protéines (Chandra *et al.* , 2012).

###### II.4.5.1.1 Principe

Le principe de cette technique est basé sur la capacité de l'extrait à empêcher la dénaturation thermique des protéines (Chandra *et al.* , 2012).

#### Préparation des solutions et réactifs

- **Préparation de la solution mère de l'extrait polysaccharidique (1%).**

La solution est préparée avec 20 mg de l'extrait brut polysaccharidique dans 2ml d'eau distillée.

- **Préparation de la solution mère de Diclofenac (1%).**

La solution est préparée avec 20 mg de Diclofenac dans 2ml d'eau distillée.

#### **Préparation de la solution de BSA (0.5%)**

La solution est préparée avec 200 mg de BSA dans 40ml d'eau distillée.

**Tableau 6 :** Dilutions de l'extrait et de Diclofenac

	<b>0.1%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.8%</b>	<b>1%</b>
<b>Eau distillée(μL)</b>	45	40	30	10	0
<b>Déclofinac et extrait (1%)</b>	5	10	20	40	50
<b>Concentration ( mg.ml<sup>-1</sup>)</b>	1	2	4	8	10

#### **II.4.5.1.2 Mode opératoire**

Le test anti- inflammatoire a été réalisé en suivant (**Chakou *et al* ., 2021**). L'extrait de polysaccharides et Diclofenac (contrôle positif) ont été préparés aux concentrations suivantes de 0,1, 0,2, 0,4, 0,8 et 1%.

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette 50 μL de l'extrait ou Diclofenac est ajouté à 450 μL de BSA (0.5%). Le mélange a été incubé à 37°C pendant 20 minutes, puis chauffé à 70°C pendant 10 minutes. Après refroidissement 2,5 ml de solution tampon phosphate (pH 7,4) ont été ajoutés au mélange réactionnel, leur absorbance est mesurée à 660 nm par spectrophotomètre UV/visible.

- **Pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines**

Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines est calculé selon (**TATTI *et al.*, 2012**) comme suit:



$$\text{Pourcentage d'inhibition} = (A_c - A_t / A_c) \times 100$$

$A_c$  = l'absorbance du contrôle négatif

$A_t$  = l'absorbance du test (extrait ou contrôle positif)

## *Chapitre III*

### *Résultats et discussion*

Les principaux résultats de l'étude de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles de *Marrubium deserti* De Noé sont développés dans ce chapitre.

### III.1.- Rendement d'extraction des polysaccharides

L'extrait obtenu après prétraitement, macération, précipitation et lavage par l'acétone est séché, puis pesé pour déterminer le rendement. Ce rendement relatif est calculé par rapport au poids de la matière sèche ayant servi à l'extraction.

D'après le résultat noté, il apparaît que le rendement massique de l'extrait polysaccharidique des feuilles de *Marrubium deserti de Noé* est de 4,4%. Ce rendement est supérieur à celui obtenu par **Boual et al. (2013)** soit de 1,46% de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora*, par contre il est inférieur à celui trouvé par **Khalid et al. (2008)** soit de 9.83%, le rendement d'extraction de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Piper sarmentosum*.

Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles varient suivant diverses conditions d'environnement climatique, la localisation, l'origine géographique et la période de récolte (**Saenz et al ., 2004**). Par ailleurs, le type de polysaccharide et la procédure d'extraction comme la décoction, la macération, le type et la quantité de solvant, agissent sur le rendement massique de polysaccharides hydrosolubles (**Ebringerova et al., 2003**).

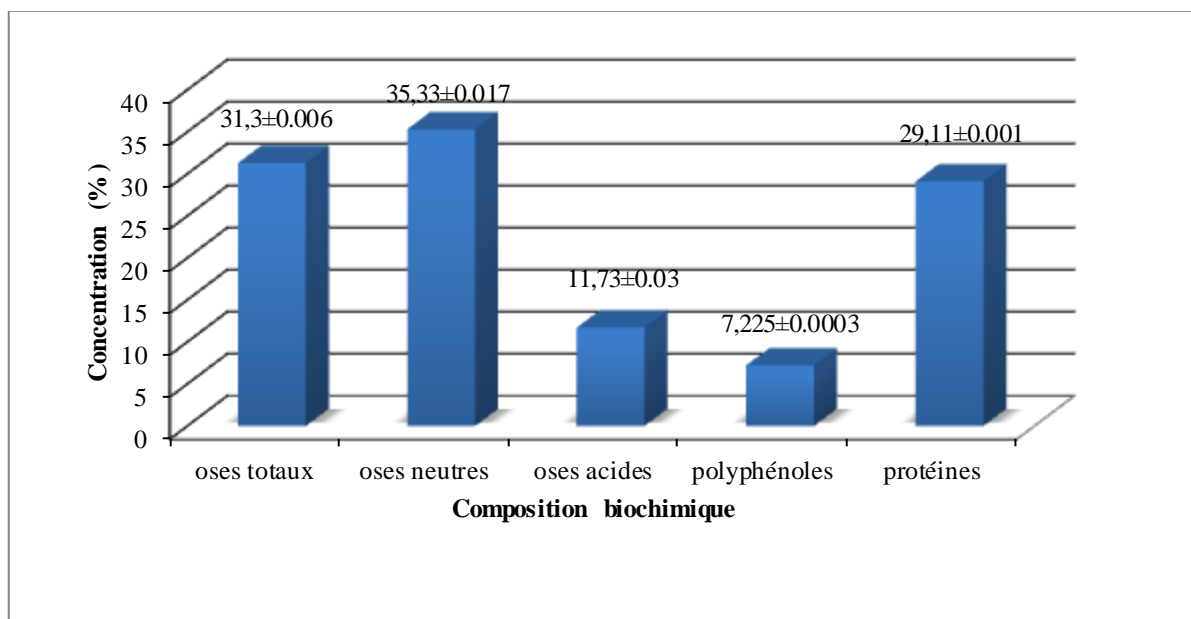
**Kaushik et al. (2017)** ont été signalé que la température d'extraction est également une variable importante qui influence sur le rendement d'extraction. Ainsi, le temps représente l'un des facteurs affectant le rendement de l'extraction (**Wang et al., 2016a**).



**Photo 2:** Extrait brut de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Marrubium deserti* De Noé

### III.2.- Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble

La composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble de *Marrubium deserti* de Noé est montrée dans la figure 12. Les teneurs en oses totaux, en oses neutres, en oses acides, polyphénols et en protéines de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble de la plante étudiée sont de  $31,3 \pm 0,006\%$ ,  $35,33 \pm 0,017\%$ ,  $11,73 \pm 0,03\%$ ,  $7,225 \pm 0,0003\%$  et  $29,11 \pm 0,001\%$  respectivement.



**Figure 12 :** Composition biochimique de l'extrait polysaccharidique de *Marrubium deserti* De Noé

Les oses neutres sont les composants majeurs de l'extrait polysaccharidique. Elle représente  $35,33 \pm 0,017\%$  de l'extrait polysaccharidique de *Marrubium deserti* De Noé. L'extrait contient une faible teneur en acides uroniques  $11,73 \pm 0,03\%$  par rapport à la teneur en oses totaux soit,  $31,3 \pm 0,006\%$ .

**Femenia et al. (1999)** ont trouvé  $79,95 \pm 2,12\%$  d'oses totaux dans l'extrait polysaccharidique des feuilles d'*Aloe barbadensis* (Liliaceae) cette valeur plus élevée que celui des feuilles de *Marrubium deserti*. Alors que cette teneur moyenne de l'extrait des polysaccharides des feuilles d'*A. tenuifolius* en oses totaux est de  $28,96 \pm 1,12\%$  (**Zakaria et al., 2011**), il est remarqué que ce résultat est inférieure par rapport la teneur moyenne trouvée pour l'extrait des feuilles de *Marrubium deserti*.

La teneur en oses neutres obtenue de l'extrait polysaccharidique des feuilles de *Malva parviflora* par **Boual et al. (2013)** est de  $55 \pm 0,62\%$  semble supérieur à celui obtenu pour notre extrait, tandis que celui de l'extrait d'*A. tenuifolius* soit de  $15,50 \pm 0,62\%$  (**Zakaria et al., 2011**) qu' il est inférieure par rapport à celui de notre extrait.

Pour la teneur en oses acides, **Boual et al. (2012)** notent des valeurs de  $20,34 \pm 0,38$  et  $44,96 \pm 0,42\%$  dans l'extrait des feuilles de *P. notata* et *Malva parviflora* respectivement, elles sont supérieurs à celle de notre résultat obtenu.

**Lukova et al. (2020)** distinguent des teneurs de  $0,34 \pm 0,03 \%$  de polyphénols pour les polysaccharides des feuilles de l'espèce végétale *Plantago major* L. Il est remarqué que ce résultat est supérieur à celui obtenu pour l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Marrubium deserti*.

**Sepulveda et al. (2007)**, notent une teneur de 14,2% des protéines dans l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles des cladodes d'*Opuntia ficus indica* (Liliaceae), paraît inférieur à celle de la teneur moyenne en protéines de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Marrubium deserti*.

### III.3 Caractérisation par chromatographie sur couche mince des polysaccharides

La détermination des  $R_f$  d'oses étalons permet d'identifier partiellement les principaux oses constitutifs de l'extrait des polysaccharides hydrosolubles de *Marrubium deserti* De Noé, ceci par comparaison des rapports frontaux des taches apparues avec ceux des étalons. La lecture de chromatogramme de système I, révèle la présence de deux spots d'ose de  $R_f$ : 0,554 et 0,522, tandis que le système II donne deux spots d'ose de  $R_f$ : 0,266 et 0,393.

Dans le système I et II les résultats obtenus approximativement pour le glucose et le mannose, l'acide glucuronique et l'acide galacturonique montrent une faible migration avec des  $R_f$  de 0,09 et de 0,129 dans le système II et des  $R_f$  de 0,062 et 0,0810 pour le système II. Alors que, le rhamannose et le xylose, la migration plus fort dans le système I avec des  $R_f$  de 0,774 et de 0,709 et dans le système II avec des  $R_f$  de 0,687 et de 0,562, l'arabinose et le galactose ont des  $R_f$  plus proches de 0,451 et 0,483 dans le système I, alors que ces  $R_f$  sont loin dans le système II avec des valeurs de 0,406 et 0,218.

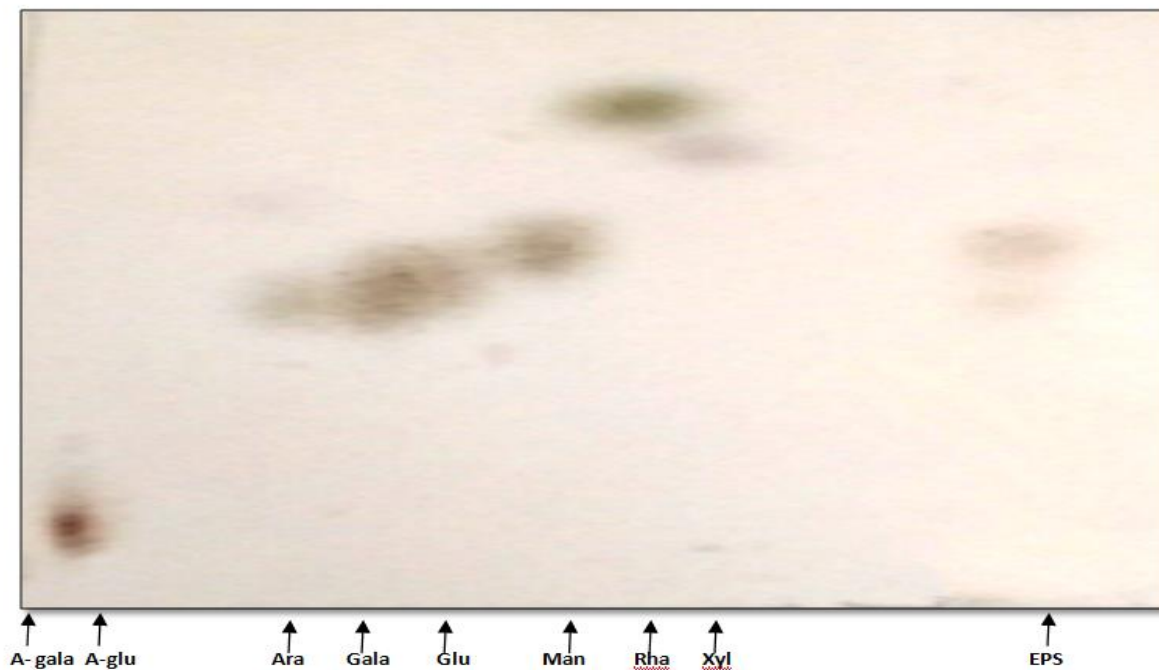


Figure 13: Chromatogramme du système (I)

EPS: fraction polysaccharidique /A-gala.: acide D-galacturonique/ A-glu.: acide D-glucuronique/Ara: L-arabinose/ Gal: D-galactose/Glc: D-glucose/Man: D-mannose/

Rha: L-rhamnose

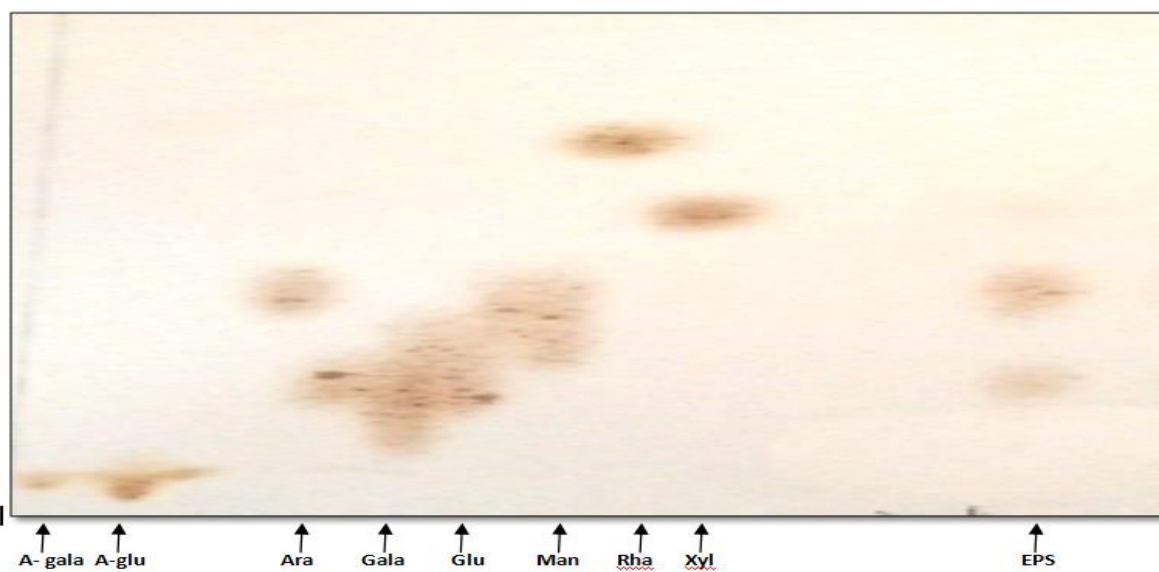


Figure 14: Chromatogramme du système (II)

EPS: fraction polysaccharidique /A-gala.: acide D-galacturonique/ A-glu.: acide D-glucuronique/Ara: L-arabinose/ Gal: D-galactose/Glc: D-glucose/Man: D-mannose

Rha: L-rhamnose

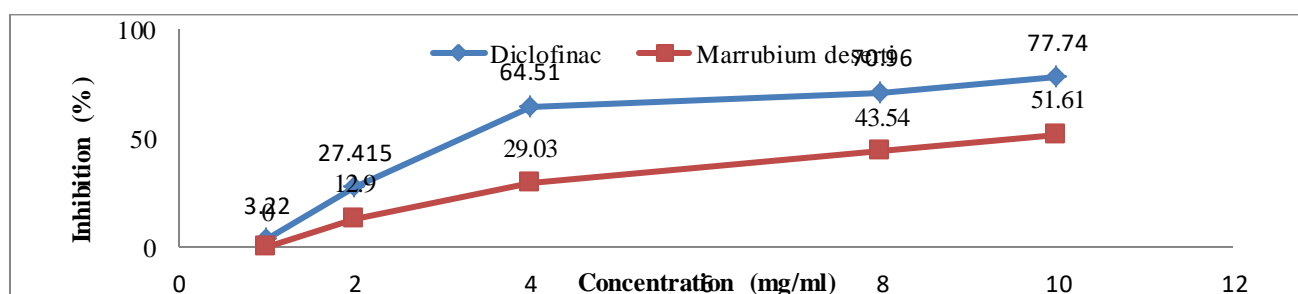
Donc, l'extrait brut des polysaccharides de *Marrubium deserti* De Noé, renferme un diopolysaccharide, constitué majoritairement de glucose et de mannose (glucomanane).

Selon **Paulsen et al. (2002)**, l'extrait des feuilles de *M. mavritana*, renferme de rhamnose, d'arabinose, de galactose, de mannose, de glucose et d'acide uronique. Les polysaccharides des *Malvaceae* présentent une chaîne Rhamnogalacturonique et des ramifications par des acides uroniques et du galactose.

D'après **Zakaria et al. (2013)** l'extrait de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva. parviflora* est constitué principalement de galactose, de rhamnose, d'arabinose, de mannose, et d'acide glucuronique.

#### III.4 Activité anti inflammatoire

La figure 15 présente les pourcentages d'inhibition (%) de la dénaturation de BSA par l'extrait polysaccharidiques des feuilles *Marrubium deserti*. Le pourcentage d'inhibition des polysaccharides est de 51,61% pour une concentration maximale de 10 mg/l et de 0% pour une concentration minimale de 1mg/l. Tandis que le Diclofenac a un forte inhibition, cette inhibition est de 77,74% à partir de la concentration maximale de 10 mg/l et de 3,22% pour une concentration minimale de 1mg/l. Il est remarqué que pour le Diclofenac et l'extrait des polysaccharides les pourcentages d'inhibitions augmentent proportionnellement avec l'augmentation des concentrations



**Figure 15:** Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de BSA par l'extrait des polysaccharides de feuilles *Marrubium deserti* de Noé et par le Diclofenac

Vu les résultats obtenus de la courbe nous constatons que avec les faibles concentrations de l'extrait polysaccharidiques a un faible pourcentage d'inhibition ceci s'explique une activité d'inhibition de la dénaturation de BSA. Cependant ce pourcentage s'augmente avec la concentration.

Selon le résultat obtenu l'extrait présente une moyenne inhibition en comparaison avec le Diclofenac. Le pourcentage d'inhibition de l'extrait est inférieur au pourcentage d'inhibition de l'extrait des feuilles *d'Aloe Vera* signalé, soit de 71% (**Lefsih et al., 2018**).

Les composants des plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle, exercent leurs effets pharmaceutiques grâce à leur capacité de se lier aux protéines plasmatiques (**Lu et al., 2008 in Duganath et al., 2010**).



*Conclusion et perspectives*

### Conclusion

La présente étude des polysaccharides hydrosolubles issus de *Marrubium deserti* de Noé, récolté dans la région de Ghardaïa située au Sahara septentrional Est algérien, débute par une macération, une précipitation, puis un séchage suivi par une lyophilisation. L'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles obtenus, se compose d'une seule fraction avec un rendement massique de 4,4%.

Après réalisation des dosages colorimétriques, l'étude de la composition globale de l'extrait isolé donne des valeurs moyennes allant de  $31,3 \pm 0,006\%$  pour les oses totaux,  $35,33 \pm 0,01\%$  pour les oses neutres,  $11,73 \pm 0,03\%$  pour les oses acides,  $7,22 \pm 0,0003\%$  pour les polyphénol et  $29,11 \pm 0,001\%$  pour les protéines .

Après l'hydrolyse acide de l'extrait polysaccharidique par l'acide trifluoroacétique, l'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince est réalisée afin de caractériser l'hydrolysate de polysaccharides bruts isolés de *Marrubium deserti* de Noé. Il fait appel à deux systèmes différents de séparation. Pour le système I, il est noté deux spots d'oses avec des  $R_f$  de 0,554 et 0,522. Les taches semblent homologues respectivement au glucose (0,516), et mannose (0,548). Le système II donne deux spots d'oses avec des  $R_f$  de 0,266 et 0,393. Elles correspondent respectivement au glucose (0,25) et mannose (0,375).

L'analyse a montré la présence de glucose et mannose, ceci semble indiqué la présence d'un glucomannane.

Le test de l'activité anti-inflammatoires révélé par la mesure du pouvoir inhibiteur de la dénaturation thermique de BSA, montre que l'extrait des polysaccharides présente une capacité moyenne d'inhibition de 51,61 % pour une concentration maximale de 10 mg/ml. Il est remarqué que les pourcentages d'inhibitions augmentent proportionnellement avec l'augmentation de concentrations.

Il est souhaitable d'optimiser les conditions d'extraction, à savoir la température, le temps d'extraction pour augmenter le rendement d'extraction des polysaccharides. L'utilisation de la méthode de chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) et la chromatographie en phase gazeuse (GC) d'autres techniques plus avancées pour

caractériser la composition en oses constitutifs et la caractérisation structurelle de l'extrait polysaccharidiques hydrosolubles isolé.

Pour l'activité anti-inflammatoire des polysaccharides, il faut purifier l'extrait polysaccharidique, pour préciser les parties responsables des effets remarqués. Il est aussi préférable de faire les analyses structurales par spectrométrie de masse et par résonance magnétique nucléaire pour connaître la relation structure fonction entre l'extrait et ses activités étudiées.

*REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

Ahmed A. A., Fedail J. S., Musa H. H., Musa T. H And Sifaldin A. Z., 2016. Gum Arabic supplementation improved antioxidant status and alters expression of oxidative stress gene in ovary of mice fed high fat diet. Middle East Fertility Society Journal, vol. 21:101–108.

Aiman Saleh, A., Mohammed, Muhammad, N. & Norbert J., 2021 . Polysaccharides; Classification, Chemical Properties, and Future Perspective Applications in Fields of Pharmacology and Biological Medicine (A Review of Current Applications and Upcoming Potentialities). Journal of Polymers and the Environment. Doi.org/10.1007/s10924-021-02052-2.

Akhtar , M., Dickinson , E., Mazoyer , J., Langendorff, V., 2002. Emulsion stabilizing properties of depolymerized pectin, Food Hydrocoll , 16: 249–256.

Angonem. S, A., Nguema Ona E. Et Driouich , A., 2010. La thérapie par les plantes en Afrique: activités immunostimulantes des polysaccharides de la paroi végétal. Phytothérapie, vol. 8: 223–30.

Apostolidis , E., Karayannakidis, P. D., Kwon, Y. L, Lee, C. M., &Seeram, N. P. 2011. Seasonal variation of phenolic antioxidant-mediated alpha-glycosidase inhibition of *Ascophyllum nodosum*. Plant Foods for Human Nutrition, Vol , 66(4), 313-319.

Athukorala, Y., Jung W. K., Vasanthan T. And Jeon Y. J., 2006. An anticoagulative polysaccharide from an enzymatic hydrolysate of *Ecklonia cava*. Carbohydrate Polymers, vol. 66: 184-191.

Audigie, C., Dupont, G. Et Zonszain, F., 1995. Principe des methods d'analyse biochimique, 2ème Edition. Ed. Biosciences et Technique, Paris. 44-56p

Bemiller, J., Whistler R, 2009. «Starch, Chemistry and Technology». Food science and technology, international series. USA, pp. 151.

Benhammou, N., Atik Bekkara F. Et Coustard J. M., 2009. Antioxidant activity of methanolic and water extracts from *Marrubium deserti* (de Noé) and *Thymelaea microphylla* from Algerian Sahara. Adv. Food Sci., 31: 194-201.

- Benhammou, N., 2012. Activités antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen, Algérie: Thèse de Doctorat, 30.
- Bisht, S., Kant, R, & Kumar, V., 2013. A-D-Glycosidase inhibitory activity of polysaccharide isolated from *Acacia tortilis* gum exudate. *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol (59), 214-220.
- Bleicher-Bardeletti F, Duclos B, Et Vamecq, J., 2014. *Biochimie tous le cours en fibres hience. PAcés- UE1 –CARES. Dunod. P: 30-33.*
- Blumenkrantz, N. And Asboe-Hansen, G., 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*, 54 (2), 484-489.
- Boizot, N. Et Charpentier J. P., 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cah. Tech. L'Inra*, numéro spécial: 79-82.
- Boual , Z., Kemassi , A., Hamid Oudjana A., Michaud P, Ould El Hadj M. D., 2013a. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* L. (Malvaceae): activité périodique. *Lebanese Science Journal*, Vol. 14 (2): 41-51.
- Boual ,Z.,Kemassi , A., Michaud P., Ould El Hadj M. D., 2011. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*Asphodelus tenuifolius* L. (Liliaceae): effet prébiotique des oligosaccharides issus de l'hydrolyse des polysaccharides. *Algerian journal of arid environment*, Vol. 1: 52-60.
- Boual, Z., 2009. Contribution à l'étude des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérien), these de doctorat en biologie 1p.
- Boual, Z., Kemassi, A., Bouhoun, M. D., Michaud, P., & El Hadj, M. D. O. ,2012. Isolation and partial characterization of water soluble polysaccharides from one saharian medicinal plant: *Plantago notata* Lagasca. In *Int. Conf. Environ. Chem. Biol* Vol. 49, pp. 61-65.

- Boual, Z., Kemassi, A., Hamid Oudjana, A., Michaud, P., & Ould, E. H. M. ,2013. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* L.(Malvaceae): activité prébiotique. *Lebanese Science Journal*, 14(2), 41-51.
- Bradford, M.M., 1976. - A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72 (1-2), 248-254.
- Brudieux V., 2007. Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. Application de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thème doctorat. Université de Limoges. 193p.
- Bruneton, J., 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4<sup>ème</sup> Ed: Lavoisier. P: 45.
- Cai, Z., Fan, Q., Feris, R. S., & Vasconcelos, N., 2016. October. A unified multi-scale deep convolutional neural network for fast object detection. In *European conference on computer vision* (pp. 354-370). Springer, Cham
- Chandra, S., Chatterjee, P., Dey, P., Bhattacharya, S. 2012. Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* ,vol. 2(1): 178–180
- Chakou, F. Z., Boual, Z., Hadj, M. D. O. E., Belkhalifa, H., Bachari, K., Alaoui-Talibi, E., & Michaud, P., 2021, Pharmacological Investigations in Traditional Utilization of *Alhagi maurorum* Medik. In *Saharan Algeria: In Vitro Study of Anti-Inflammatory and Anti hyperglycemic Activities of Water-Soluble Polysaccharides Extracted from the Seeds*. *Plants*, 10(12), 2658.
- Chen, F., Huang, G., 2018a. Preparation and immunological activity of polysaccharides and their derivatives. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol.112: 211–216.
- Chen, F., Huang G., 2018b. Antioxidant activity of polysaccharides from different sources of ginseng. *International Journal of Biological Macromolecules*.13p

Chen, R., Meng, F., Liu, Z., Chen R., Et Zhang, M. 2010. Antitumor activities of different fractions of polysaccharide purified from *Ornithogalum caudatum* Ait. *Carbohydrate Polymers*, (80) 845–851p.

Chen ,Y.F., Jiang W.W., Zhang S.Q., Kan J.Q And Liang , Y., 2016. Antioxidant Activity and Characterization of One New Polysaccharide Obtained from Perigord Truffle (*Tuber huihongense*). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol.2016:7p.

Cheng , Y., Jia , G., Jiang-Sheng , Z., Shao-Ping , L., 2010. Use of HPTLC to Differentiate Among the Crude Polysaccharides in Six Traditional Chinese Medicines. *Journal of Planar Chromatography*, Vol 23: 46-49.

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.

Covis, Rudy. 2011. Synthèse de polysaccharides amphiphiles à partir de dextrane et application à la stabilisation d'émulsions directes et inverses, Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.

David, J. H., Et Hazel, P., 1998. *Analytical biochemistry*, 3ème Edition. Ed. Prentice Hall, Angleterre: 336.

Delattre, C., 2005. stratégie d'obtention d' oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de gluconate pdf. 4-11.

Dubois , M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Pebers P. A., And Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, vol. 28: 350-356.

Dupont, F. Et Guignard, J. L., 2007. *Abrégé botanique systématique moléculaire*. 14ème Edition Elsevier Masson, Paris, 285 p

Ebringerova, A., Heinze, T., 2000. Xylan and xylan derivatives - Biopolymers with valuable properties 1: naturally occurring xylans structures, isolation procedures and properties. *Macromolecular Rapid Communications* 21: 542-556.



- Ebringerova, A., Kardosova, A., H Romadkova Z And Hribalova V., 2003. Mitogenic and comitogenic activities of polysaccharides from some European herbaceous plants. *Phytothérapie*, vol.74: 52-61.
- Espinoza L. C., Silva-Abreu M., Calpena A. C., Rodríguez-Lagunas M. Fábrega M.-J., Garduño -Ramírez M. L & Clares B., 2019. Nanoemulsion strategy of pioglitazone for the treatment of skin inflammatory diseases. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*.
- Fabregues, B., 1989. Le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue Elev. Médit. Vét. Pays trop.*, 42 (1), 127-132 p
- Farzad, S., Mandegari, M. A., Guo, M., Haigh, K. F., Shah, N., & Görgens, J. F., 2017. - Multi-product biorefineries from lignocelluloses: a pathway to revitalisation of the sugar industry?. *Biotechnology for biofuels*, 10(1), 1-24.
- Francis Suh, J. K., Et Matthew, H. W. T., 2000. Application of chitosanbased polysaccharide biomaterials in cartilage tissue engineering: a review. *Biomaterials*, vol. 21: 2589-2598p.
- Ghebregzabeier, M., Rufini S., Monaldi B. And Lato M., 1976. Thin-layer chromatography of carbohydrates. *Journal of Chromatography*, vol. 127: 133-162
- Ghebregzabeier, M., Rufini, S., Monaldi, B., Et Lato, M., 1975. Thin-layer chromatography of carbohydrates. *Chromatography*, Vol. 127: 133-162.
- Ghedadba, N., 2018. Contribution à l'étude de l'activité biologique des deux espèces de *Marrubium vulgare* L ET *Marrubium deserti* de Noé in vitro et in vivo (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- Gloaguen, V., Krausz, P., 2008. Propriétés anti inflammatoires du polysaccharide capsulaire produit par la cyanobactérie thermophile *mastigocladus laminosus*. *Press Therm Climat*. P: 135-141
- Grayer , R. J., Eckert M. R., Veitch N. C., Kite G. C., 2003 .The chemotaxonomic significance of two bioactive caffeic acid esters, Nepetoidins A and B, in the Lamiaceae . *Phytochemistry*, 64, 519-528.

- Guo , R., Cao N., Wu , Y., Wu J., 2016.Optimized extraction and molecular characterization of polysaccharides from *Sophora alopecuroides* L. seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol.82:231-242.67.-
- 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. *Journal of Ethnopharmacology*, 105(3), 58
- Hennen, G. 2006. *Biochimie approche bioénergétique et médicale*. 4<sup>ème</sup> Ed: Dunod. P: 17-18.
- Heywood , V. H., Brumitt R. K., Culham, A., Seberg O. 2007. *Flowering plant families of the world*. Royal botanic Gardens, Kew.
- Hons. 2012 .une introduction à la Biochimie. Céfal. P: 108-109
- Hoton-Dorge, M., 1976. Séparation des aldoses et des polysaccharides par chromatographie sur couche mince de cellulose et nouveau réactif de pulvérisation permettant leur révélation sensible. *Chromatography*, Vol. 116: 417-423.
- Iucn: International Union for Conservation of Nature. . 2005. *A guide to medicinal plants in North Africa*. Edition Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, 256 p.
- Jeuniaux, C. 1982. La chitine dans le regne animal. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 107(3), 363-386.
- Jiao, G., Yu, G., Zhang, J. And H. Stephen Ewart., 2011.Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae. *Mar Drugs*. Vol: 9(2). P: 196–223
- Kaushik, P., Dowling, K., Adhikari, R., Barrow, C. J & Adhikari, B., 2017.Effect of extraction temperature on composition, structure and functional properties of flaxseed gum. *Food Chemistry*. Vol.215:333–340.
- Kemassi , A., Darem S., Cherif , R., Boual , Z., Sadine S.E., Aggoune M.S., Ould El Hadj-Khelil A And Ould Elhadj M.D.,2014. Recherché et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des

communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, vol. 1: 1-5.

Khalid, H., Zhari, I., Amirin, S. And Pazilah, I., 2008. Analysis of proteins, polysaccharides, glycosaponins contents of *Piper sarmentosum* Roxb. And anti-TB evaluation for bio-enhancing/interaction effects of leaf extracts with Isoniazid (INH). *Natural product radiance*, 7: 402-408.

Khoushab F, Yamabhai M 2010. Chitin research revisited. *Mar Drugs* 8:1988–2012.

Komisarczyk, A., Nebesny, E., 2018. Heteropolysaccharide preparations from rye and wheat bran as sources of antioxidants. *Journal of Cereal Science*, vol.81: 37–

Lefsih, K., Iboukhoulef, L., Petit, E., Benouatas, H., Pierre, G. et. Delattre, C., 2018. Anti-inflammatory and Antioxidant Effect of a D-galactose-rich Polysaccharide Extracted from Aloe vera Leaves. *Adv Appl Chem Biochem*, vol .1: 18- 26.

Li, Q., Niu, Y., Xing, P., Wang, C., 2018. Bioactive polysaccharides from natural resources including Chinese medicinal herbs on tissue repair. *Chinese Médecine*, vol.13(1):11p

Liu, D., Sheng, J., Li, Z., Qi, H., Sun, S., Duan, Y. And Zhang, W., 2013. Antioxidant activity of polysaccharide fractions extracted from *Athyrium multidentatum* (Doll.) Ching. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 56: 1-5.

Liu, M., Li, S., Wang, X., Zhu, Y., Zhang, J., Liu, H & Jia, L., 2018. Characterization, anti-oxidation and anti-inflammation of polysaccharides by *Hypsizygus marmoreus* against LPS-induced toxicity on lung. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol.111:121–128

Liu, J., Willfo, S., et Xu , C., 2015. A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, vol. 5: 31 – 61p.

Lu et Al., 2008. In Duganath N., Rubesh Kumar, S., Kumanan, R Et Jayaveera K.N., 2010. Evaluation of Anti-Denaturation Property and Anti-Oxidant Activity of Traditionally Used Medicinal Plants. *International Journal of Parma and Bio*

Sciences,1(2):1-7

Lukova, P., Nikolova, M., Petit, E., Elboutachfaiti, R., Vasileva, T., Katsarov, P., Delattre, C., 2020. Prebiotic Activity of Poly- and Oligosaccharides Obtained from *Plantago major* L. Leaves. *Applied Sciences*, 10(8), 2648. doi:10.3390/app10082648

Maiza ,K., De La Perriere , R. A., Hammiche , V., 1993. Pharmacopée traditionnelle saharienne: Sahara septentrional. Médicaments et aliments: l' approche et hnopharmacologie, 169.

Matsuhiro, B., 2004. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*, 57(3), 275–290

Mazeau, K., Vietor, R. J., Lakin, M., Perez, S., 2000. «A priori crystal structure prediction of native celluloses». *Biopolymers*, 54, 342-354.

Mhenni, P. É. M. F., 2017. Exploitation des déchets agricoles dans des applications textiles.

Monsigny, M., Claire, P. Roche, A., 1988. Calorimetric Determination of Neutral Sugars by a Resorcinol Sulfuric Acid Micromethod. *Analytical Biochemistry*, Vol. 175: 525-530

Morrison I. M. And Stewart D., 1998. Plant Cell Wall Fragments Released On Solubilisation In Trifluoroacetic Acid. *Phytochemistry*, Vol. 49: 1555-1563

Moussard C.,2006. Biochimie structurale et métabolique ., 3 éd de Boeck ., université paris., 57-60 p.

Nacher-Vazquez M., Ballesteros N., Canales A., Rodriguez Naseri-Nosar, M., Ziora, Z. M. 2018. Wound dressings from naturally-occurring polymers. A review on homopolysaccharide-based composites. *Carbohydrate Polymers*, vol.189:379–398. ROSICKA-KACZMAREK J.,

Ndiaye, M, Sy Gy, Dièye Am, Touré Mt, Faye B. 2006. Evaluation de l'activité anti-inflammatoires de feuilles d'*annona reticulata* (annonaceae) sur l'œdème aigu de la patte de rat indit par la carragénine. *Pharm. Méd. Trad. Afr.* Vol: 14. P. 179-186.

O'Neill M., York W., 2003. The composition and structure of plant primary walls. In Rose JKC (Ed) the plant cell wall. Blackwell, Oxford :1-54

Oms, 2016. RAPPORT MONDIAL sur le diabete

Ouibrahim, A., 2015. Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatique (*Laurus nobilis* L, *ocimum basilicum* L et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse de doctorat université Badji mokhtar- Annaba

Ould El Hadj, M., Hadj-Mahammed, M., & Zabeirou, H. 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional EST).

Pal, A., Das, D., Kumar Sarkar A., Ghorai S., Das R. And Pal S., 2015. Synthesis of glycogen and poly (acrylic acid)-based graft copolymers via ATRP and its application for selective removal of Pb<sup>2+</sup> ions from aqueous solution. *European Polymer Journal*, vol. 66: 33-46

Paulsen, B. S., Olafsdottir E. S., Ingolfsdottir K., 2002. Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens. *Journal of Chromatography A*, Vol.967:163–171.

Peshev, D., & Van Den Ende, W., 2014. Fructanes: Prebiotics and immunomodulators. *Journal of Functional Foods*, 8, 348-357.

Popoola O. K., Elbagory A. M., Ameer F. Et Hussein A. A., 2013. *Marrubium*. *Molecules*, 18: 9049-9060.

Prajapati V. D., Maheriya P. M., Jani G. K. And Solanki H. K., 2014. Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. *Carbohydrate Polymers*, vol. 105: 97-112.

Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, Edition du centre de la recherche scientifique, Paris, 1165 p

. Ravi Kumar M.N.V 2000. A review of chitin and chitosan applications. *React Funct Polym* 46:1–27

- R.N. Tharanathan, F.S. Kittur, 2003. Chitin--the undisputed biomolecule of great potential, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 43 , 61–87.
- Ribereau-Gayon P. (1968). *Les composés phénoliques des végétaux*, Edition Dunod, Paris, 254 p.
- ROUESSAC, F. ET ROUESSAC, A., 2004. - *ANALYSE CHIMIQUE. Méthodes et techniques instrumentales modernes*. 6ème édition. Ed DUNOD. 481p.
- Ruiz , G., (2005). *Extraction, Détermination Structurale et Valorisation Chimique de Phycocolloïdes d'Algues Rouge* ( Doctoral dissertation., Limoges).
- Sáenz, C., Sepúlveda E., Matsuhira E., 2004. *Opuntia* spp. Mucilages: Afunctional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environment*. (57). 275-290 p.
- Sahki, A. et Sahki, R., 2004. , *Le Hoggar, promenade botanique*, Edition Esopé, Tamanrasset, 310p.
- Saintjean S., Perez-Prieto S. I., Prieto A., Aznar R. And Lopez P., 2015. Dextrans produced by lactic acid bacteria exhibit antiviral and immunomodulatory activity against salmonid viruses. *Carbohydrate Polymers*, vol. 124: 292-30
- Salehizadeh, H., Yan N., Farnood, R. 2018. Recent advances in polysaccharide bio-based flocculants. *Biotechnology Advances*, vol.36 (1):92–119.
- Saxena, I. M., & Brown Jr, R. M. 2005. Cellulose biosynthesis: current views and evolving concepts. *Annals of botany*, 96(1), 9-21
- Selvendran R.R., Stevens B.J.H., O'neil M.A., 1985. Developpements in the isolation and analys of cell walls from edible plants. *Biochemistry of plant cell walls* 28: 39-78.
- Sepulvera ,E., Saenz , C., Aliaga , E., Et Aceituna , C., 2007. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *Journal of arid environments*, vol. 68: 534-545.
- Shekarforoush, E .,Faralli, A ., Ndoni , S ., Mendes , A ., Et Chronakis , I ., 2017. Electrospinning of Xanthan Polysaccharide. *Macromolecular Materials and Engineering* .vol: 302(8).

- Sims, I. M., 2003. Structural diversity of fructans from members of the order Asparagales in New Zealand. *Phytochemistry*, vol,63: 351-359p
- Singleton, V.L., Ross, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent, *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol.16 (3): 144-158
- city of an aqueous extract of the leaves of *Herniaria glabra* in rodents. *J. Ethnopharm.*
- Sinquin, C Et Collic-Jouault, S., 2014. Les polysaccharides marines et leur application dans le domaine de la santé. Vol: 50(9). P: 2964-2970.
- Slimani, N., (2015). Impact du comportement alimentaire du dromadaire sur la préservation des parcours du Sahara septentrional algérien. cas de la région d'Ouargla et Ghardaïa . (Doctoral dissertation , Université kasdi Merbah ).
- Sousa , S. G., Oliveira, L. A., De Aguiar Magalhães D., De Brito T. V., Batista J. A., Pereira C. M. C And Dos Reis Barbosa, A. L., 2018 .- Chemical structure and anti-inflammatory effect of polysaccharide extracted from *Morinda citrifolia* Linn (Noni). *Carbohydrate Polymers*. Vol.197:515–523.
- Srivastava, P., & Malviya, R ., 2011 . Sources of pectin, extraction and its applications in pharmaceutical industry– An overview
- Subramanion, J., Zuraini, Z., Yeng, C., Yee Ling, L., Lachimanan, Yoga Latha Sreenivasan, S., 2011. Acute Oral Toxicity of Methanolic Seed Extract of *Cassia fistula* in Mice. *Molecules* 16, 5268–5282
- Suh, J. K. F., & Matthew, H. W. 2000. Application of chitosan-based polysaccharide biomaterials in cartilage tissue engineering: a review. *Biomaterials*, 21(24), 2589-2598..
- Tatti, P N., Anitha, S, Shashidhara, S, Deepak, M., Bidari, S .2012. evaluation of in-vitro anti-denaturation activity of isolated compound of *butea monosperma* bark. *Pharma science monitor*. Vol.3 (4): 2314-2320.
- Theo Efstathiou, Christian Nio; 2008. Analyse des polysaccharides: 3326.
- Vanier, N.L., Elhalal S.L.M., Dias A.R.G And Zavareze E.D.R., 2017. Molecular structure, functionality and applications of oxidized starches: A review. *Food Chemistry*, vol. 221:1546–1559.

- Voet, D Et Voet, J. G. 2007. Biochimie 2ème Ed: Boeck. P: 362-36
- Voet, D., Voet. J.G., 2005. CHapitre 11: Sucre de polysaccharides. Biochimie 2 é me Ed, Paris. 356-380p
- Wang , D ., Zhao , Y., Jiao, Y ., Yu, L ., Yang, S ., Et Yang ., X. 2012 . Antioxidative and hepatoprotective effects of the polysaccharides from *Zizyphus jujube* cv. Shaanbeitanzao. Carbohydrate polymers. Vol 88(4). P: 1453-1459.
- Wang, H., Xu, Z., Li, X., Sun, J., Yao, D., Jiang H And Yue R., 2017. Extraction, preliminary characterization and antioxidant properties of polysaccharides from the testa of *Salicornia herbacea*. Carbohydrate Polymers. Vol.176: 99–10
- Wang, Q., Fang, Y., 2004. Analysis of sugars in traditional Chinese drugs. Journal of Chromatography b, vol. 812: 309–324.
- Wang, S And Zhu, F., 2019. Chemical composition and health effects of maca (*Lepidium meyenii*). Food Chemistry
- Wang, W., Wang, X., Ye H., Hu, B., Zhou, L., Jabbar, S And Shen, W., 2016a. Optimization of extraction, characterization and antioxidant activity of polysaccharides from *Brassica rapa* L. International Journal of Biological Macromolecules. Vol.82:979–988
- Warrand, J., 2004. Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs du mucilage de lin (*Linum usitatissimum*).Thèse Doctorat de l'Université Picardie Jules Verne, Amien cedex: 79-80p.
- Weinman, S. Et Mehul, P., 2004. TOUTE LA BIOCHIMIE. Ed. DUNOD. 466p.
- Wondraczek H. And Heinze, T. (2015). Cellulosic Biomaterials. In In Kishan Gopal Ramawat, K. G. and Mérillon, J-M. Polysaccharides Bioactivity and Biotechnology. 299-322
- WU, S And HUANG, X., 2017. Preparation and antioxidant activities of oligosaccharides from *Crassostrea gigas*. Food Chemistry, vol. 216: 243-246.



- Xu, D. J., Xia, Q., Wang J. J. And Wang, P. P., 2008. Molecular Weight and Monosaccharide Composition of Astragalus Polysaccharides. *Molecules*, vol. 13: 2408-2415
- Yang, C., Guan, J., Zhang, J. S. And Li, S. P., 2010. Use of HPTLC to Differentiate Among the Crude Polysaccharides in Six Traditional Chinese Medicines. *Journal of Planar Chromatography*, vol. 23: 46-49.
- Youmbai, A., .2015. Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des Apiaceae récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien). mémoire de magister(ouargla) .65p
- Zakaria, B., Abdellah, K., & Didi, O. E. H. M., 2011. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*Asphodelus tenuifolius* Cavan (Liliaceae): effet prébiotique des oligosaccharides issus de l'hydrolyse des polysaccharides. *Algerian Journal of Arid Environment "AJAE"*, 1(2).
- Zeng , W. J., Tan , Z., Lai X. F., Xu, Y.N., Mai C. L., Zhang, J. And Zhou, L.J., 2018. Topical delivery of l -theanine ameliorates TPA-induced acute skin inflammation via downregulating endothelial PECAM-1 and neutrophil infiltration and activation. *Chemico-Biological Interactions.*, 284:69–79.
- Zhang, H., Ye, L And Wang, K., 2010. Structural characterization and antiinflammatory activity of two water-soluble polysaccharides from *Bellamyia purificata*. *Carbohydrate Polymers*. Vol.81 (4):953–960.
- Zhang , N., Wang , Y., Kanj., Wu , X., Zhang , X., Tang , S., Sun , R., Liu ,J., Qian , C And Jin , C., 2019. In vivo and in vitro anti-inflammatory effects of water-soluble polysaccharide from *Arctium lappa*. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol.135:717-724

**ANNEXE**

## Annexes

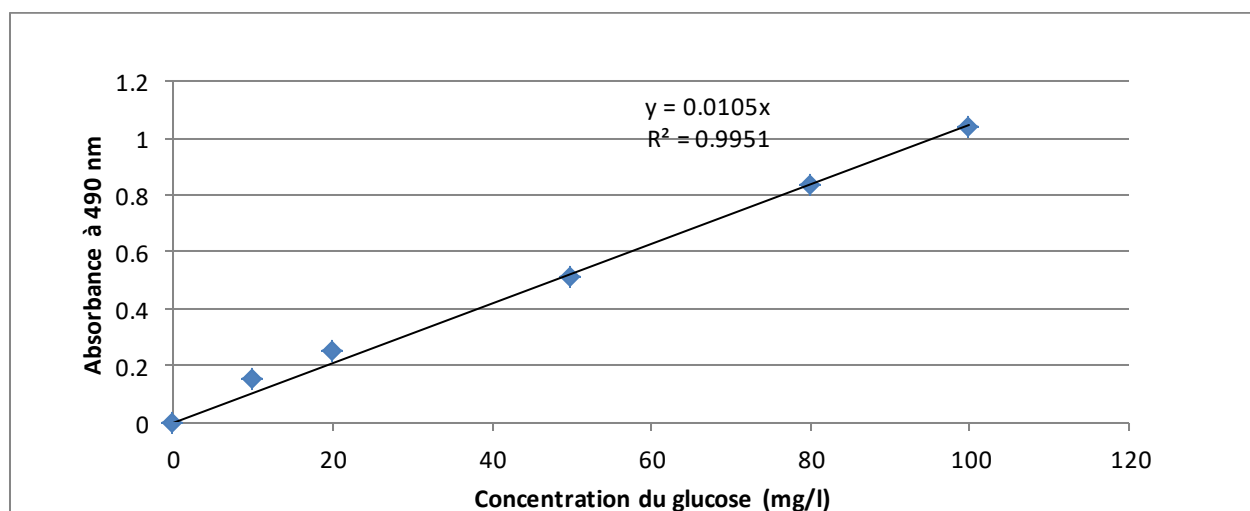
Annexe 1: Caractéristiques physicochimiques et origine des produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation

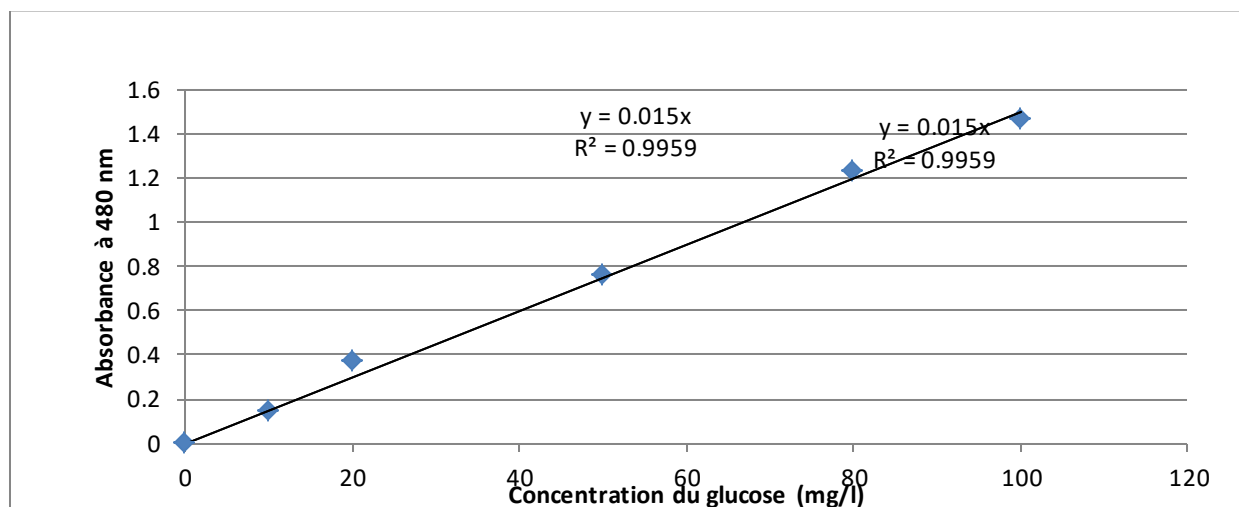
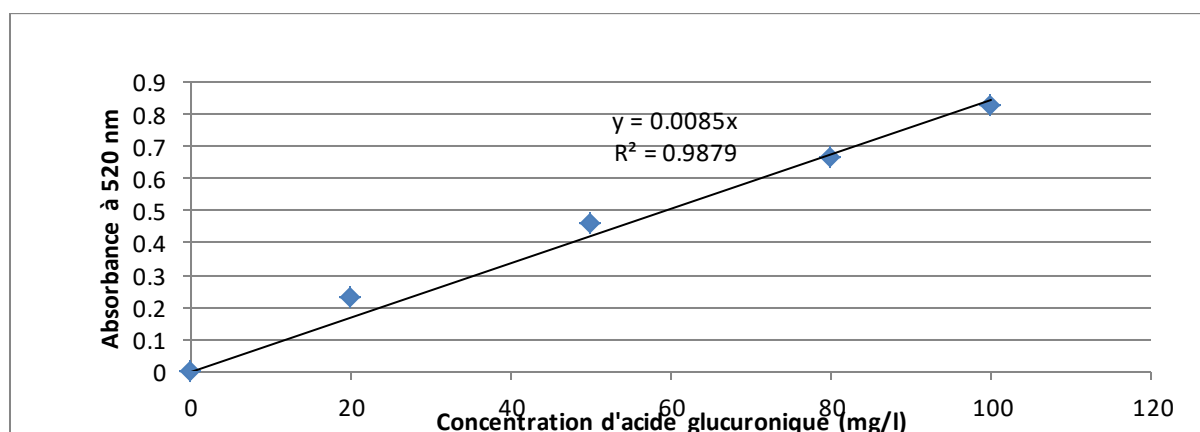
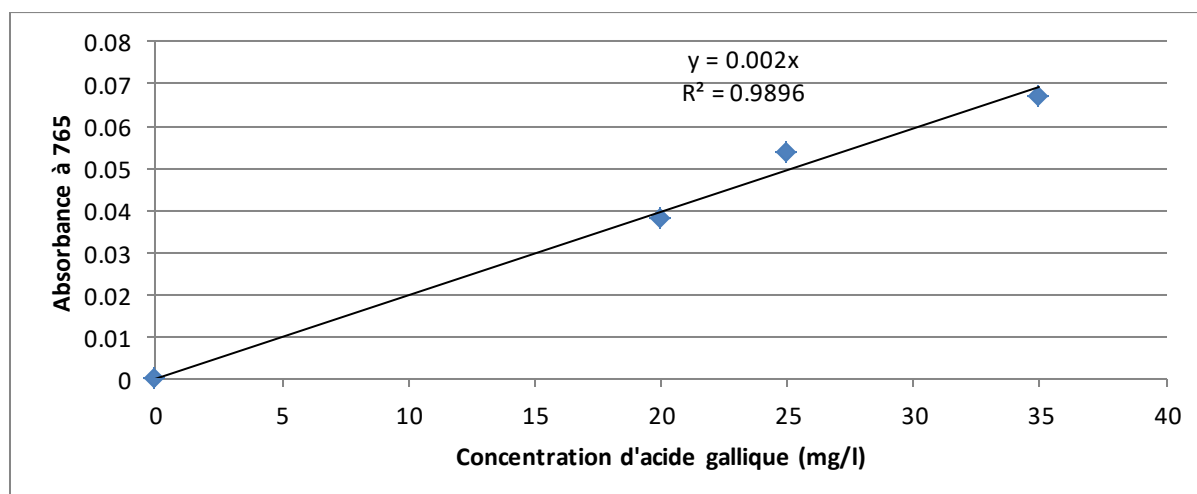
Produit	Fournisseur	Forme	Formule chimique	Masse molaire g/mol	Densité g/cm <sup>3</sup>	Pureté %
Acétate d'éthyle	BIOCHEM	Liquide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88,11	/	/
Acétone	GPR RECTAPUR	Liquide	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,08	0,792	100
Acide acétique	EDEN-LABO	Liquide	CH <sub>3</sub> COOH	60,05	1,048- 1.051	99,5
Acide ortho-phosphorique	SIGMA- ALDRICH	Liquide	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	1,69	85-88
Acide trifluoroacétique	SIGMA- ALDRICH	Liquide	CF <sub>3</sub> COOH	114,02	1,49	99,8
Acide sulfurique	BIOCHEM CHEMOPHAR MA	Liquide	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,07	/	98
Aniline	RECTAPUR	Liquide	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93,13	1,02- 1.03	98,5
Bleue de Coomassie	BIOCHEM CHEMOPHAR MA	poudre	C <sub>45</sub> H <sub>44</sub> N <sub>3</sub> Na O <sub>7</sub> S <sub>2</sub>	/	/	/
Ethanol	SIGMA- ALDRICH	Liquide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46,07	0,803 - 0,805	99,5
Méthanol	BIOCHEM CHEMOPHAR MA	Liquide	CH <sub>4</sub> O	32.04	/	99
Phénol	FLUKA CHEMIK	Poudre	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	4,11	/	90,0
Résorcinol	BIOCHEM CHEMOPHAR MA	Poudre	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	110,1	/	99,5
Butanol	SIGMA ALDRICH	Liquide	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74,12	81	99,9
Sérum Albumine Bovine (BSA)	BIOCHEM CHEMOPHAR MA	Poudre	/	/	/	

## Annexe 2: Origine et type des appareils utilisés au cours de l'expérimentation

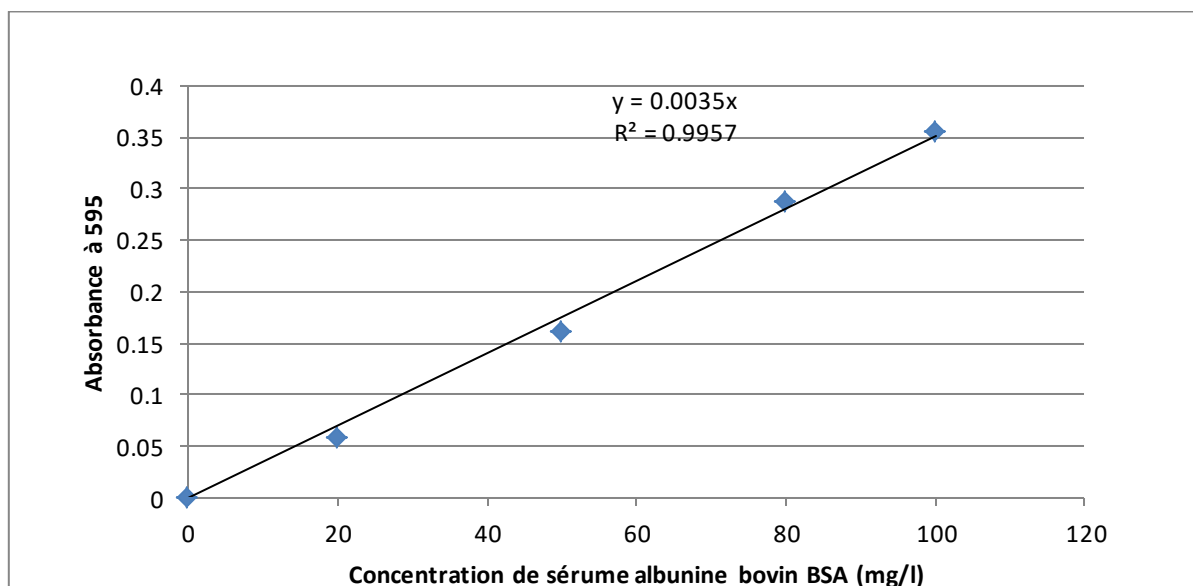
Appareil	Fournisseur	Type Lieu de	Fabrication
Agitateur magnétique	VELP CSIENTIFICA	F20520162	EUROPE
Bain marie	MEMMERT	MEMMERTGMBH. WB 7. NENNTEMP ; 100 OC	GERMANY
Balance	OHAUS	DISCOVERY DV 215CD OHAUS.	USA.
Centrifugeuse	SIGMA	SIGMA. 15PK, 14000 RPM.	GERMANY
Étuve	MELAG	MELAG815.220V, 50HZ, 12.3A, 2700w.	GERMANY
Micropipette	SOCOREX	ACURA 821. 200-1000ML SWIS	SWIS
Spectrophotomètre	SHIMADZU	UV-MINI-1240.UV-VIS SPECTROPHOTOMETRE	CHINA
Rotavapor	HEYDOLPH INSTRUMENTS	LABOROTA 4002	GERMANY

## Annexe 3: Courbe d'étalonnage des oses totaux



**Annexe 4:** Courbe d'étalonnage des oses neutres**Annexe 5:** Courbe d'étalonnage des oses acides**Annexe 6:** Courbe d'étalonnage des polyphénols

## Annexe 7: Courbe d'étalonnage des protéines

Annexe 8 : Rapports frantaux ( $R_f$ ) des oses étalons dans les deux systèmes de CCM

Type d'ose	Système I	Système II
Acide D-glucuronique	0,09	0,062
Acide D-galacturonique	0,129	0,081
L-arabinose	0,451	0,406
D-galactose	0,483	0,218
D-glucose	0,516	0,25
D-mannose	0,548	0,375
L-rhamnose	0,774	0,687
D-xylose	0,709	0,562
EPS	0,554	0,266
	0,522	0,393

Annexe 9: Composition de PBS selon BURNAT *et al.* (2013)

Composants	Quantité ( $g.l^{-1}$ )
NaCl	8,0
KCl	0,2
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O	2,9
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,2



**Résumé**

## Caractérisation partielle et activités biologiques des polysaccharides des extraits hydrosolubles de *Marrubium deserti de Noé* (Lamiaceae).

### Résumé

Le présent travail est porté sur l'étude des polysaccharides issus de *Marrubium deserti de Noé*, une plante spontanée à caractère médicinal récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérien). L'étude consiste à l'extraction des constituants polysaccharidiques. Les feuilles de la plante sont prétraitées par l'éthanol, suivi par une macération, puis une précipitation avant d'être séchées, et lyophilisées. Le rendement massique d'extraction des polysaccharides hydrosolubles est de 4,4%. La détermination de la composition globale de l'extrait polysaccharidique obtenu, par des dosages colorimétriques, montre des taux de  $31,3 \pm 0,006\%$  en oses totaux, de  $35,33 \pm 0,01\%$  en oses neutres, de  $11,7 \pm 0,03\%$  en oses acides, en polyphénol, de  $7,22 \pm 0,0003$  et un taux de  $29,11 \pm 0,001\%$  en protéines. L'analyse par chromatographie sur couche mince révèle que l'extrait brut des polysaccharides de *Marrubium deserti de Noé* renferme un hétéropolysaccharide dont les constituants majeurs sont du glucose et du mannose. Cela indique la présence probable de glucomannane. L'étude de l'activité anti inflammatoire montre que l'extrait des polysaccharides a un pourcentage moyen d'inhibition soit de 51.61% pour une concentration maximale de 10 mg/ml, en comparaison au Diclofenac comme contrôle positif qui a une forte inhibition soit de 77,74% à partir de la concentration 10 mg/ml.

**Mots clés:** Polysaccharides, *Marrubium deserti de Noé*, Activité anti -inflammatoire, Sahara

## Partial characterisation and biological activities of polysaccharides from water-soluble extracts of *Noah's Marrubium deserti* (Lamiaceae).

### Abstract

The present work is focused on the study of polysaccharides from *Marrubium deserti de Noé*, a spontaneous plant with medicinal character collected in the region of Ghardaïa (Algerian northern Sahara). The study consists of the extraction of polysaccharide constituents. The mass yield of extraction of water-soluble polysaccharides is 4.4%. Determination of the overall composition of the polysaccharide extract obtained, by colorimetric assays, shows levels of  $31.3 \pm 0.0063\%$  in total oses,  $35.33 \pm 0.01\%$  in The analysis by chromatography on the basis of the results obtained by colorimetric assays shows a total oses content of  $31.3 \pm 0.0063\%$ , a neutral oses content of  $35.33 \pm 0.01\%$ , an acidic oses content of  $11.7 \pm 0.03\%$ , a polyphenol content of  $7.22 \pm 0.0003$  and a protein content of  $29.11 \pm 0.001\%$ . Thin layer chromatography analysis reveals that the crude polysaccharide extract of Noah's *Marrubium deserti* contains a heteropolysaccharide whose major constituents are glucose and mannose. constituents are glucose and mannose. This indicates the probable presence of glucomannan. The study of anti inflammatory activity shows that the polysaccharide extract has an average temperature inhibitory power of 51.61% for a maximum concentration of 10 mg/ml, compared to Declofenac as a positive control which has a high inhibitory power of 77.74% from 10 mg/l concentration.

**Key words:** Polysaccharides, Noah's *Marrubium deserti*., Ant-inflammatory activity, Sahara

## التوصيف الجزئي والأنشطة البيولوجية لعديد السكريات للمستخلصات القابلة للذوبان في الماء من *Marrubium deserti de Noé* (Lamiaceae)

### ملخص

يركز العمل الحالي على دراسة السكريات من *Marrubium deserti de Noé*، وهو نبات طبي تلقائي يتم حصاده في منطقة غرداية (شرق الجزائر شمال الصحراء) تتكون الدراسة من استخلاص مكونات عديدة السكريات الماروبيوم المعالج مسبقاً بالإيثانول ثم تم نقيه في الماء المقطر و المترسب بالإيثانول و أخيراً تجفيفه. العائد الكلي لاستخراج السكريات القابلة للذوبان في الماء هو 4.4%. يُظهر تحديد التركيب العام لمستخلص السكريات الذي تم الحصول عليه، عن طريق المقاييس اللونية، مستويات  $31.3 \pm 0.0063\%$  في إجمالي الجرعات،  $35.33 \pm 0.01\%$  في الجرعات،  $11.7 \pm 0.03\%$  في الجرعات الحمضية، في البوليفينول،  $7.22 \pm 0.0003$  ومعدل  $29.11 \pm 0.001$  في البروتينات. يكشف التحليل بواسطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة أن المستخلص الخام من عديدات السكريات من *Marrubium deserti de Noé* يحتوي على عديد السكريات غير المتجانسة مكوناته أهمها الجلوكوز والمانوز. يشير هذا إلى الوجود المحتمل للجلوكومانان. أظهرت دراسة النشاط المضاد للالتهابات أن مستخلص عديد السكريات له قوة تثبيط درجة حرارة متوسطة تبلغ 51.61% لتركيز أقصى قدره 10 مجم / مل، مقارنة بالديكلوفيناك كعنصر تحكم إيجابي له قوة تثبيط قوية. تركيز 10 مجم / لتر.

**الكلمات الدالة:** السكريات المتعددة، *Marrubium deserti de Noé*، نشاط مضاد للالتهابات، الصحراء.