

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



*Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de*  
**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière:** Sciences Biologiques  
**Spécialité:** Qualité des produits et sécurité alimentaire

Réalisé par : M<sup>elle</sup> HADJAM Sabrina  
M<sup>elle</sup> MEDBOUB Hind

**Thème**

*Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles  
issus des graines d'Alhagi maurorum Boiss*

Soutenu publiquement

Le : 24/06/2018

Devant le jury :

OULD EL HADJ-KHLIL Aminata	Prof.	Président	U.K.M Ouargla
BOUAL Zakaria	M.C.A	Encadreur	U.K.M Ouargla
KEDDAR Mohamed Nadir	M.A.A	Examineur	U.K.M Ouargla
CHAKOU Fatma Zohra	Assistante	Co-encadreur	U.K.M Ouargla

Année universitaire 2017/2018



## *Remerciements*

*En tout premier lieu, nous remercions Allah, tout miséricordieux de nous avoir illuminées le chemin vers le savoir et la science et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier très chaleureusement notre plus profonde gratitude notre plus grand respect à notre Encadreur Monsieur Boual Zakaria Maître de conférences au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, qui nous assistées et guidées, nous vous remercions d'avoir été toujours présent et nous avoir suivi régulièrement pour la réalisation de ce travail, pour sa gentillesse, ces conseils précieux et ces encouragements.*

*Nous présentons notre plus grand respect à notre Co-encadreur M<sup>elle</sup> CHAKOU F.Z assistante au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla pour ses efforts, son guide, ses conseils, sa disponibilité et sa patience au cours de ce travail.*

*Nous exprimons nos profondes reconnaissances à Madame OULD EL HADJ-KHLIL Aminata, Professeur au Département des Sciences biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, qui nous fait l'honneur de présider ce jury.*

*Nous présentons nos remerciements les plus sincères à Monsieur KEDDAR Mohamed Nadir, Maître assistant au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*



# Dédicace

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que Je dédie ce mémoire.*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Votre générosité et votre bonté ont toujours été un exemple pour moi.*

*Merci pout tout*

*A ma chère sœur Hind et mes chers frères Tarek et bilal pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, je vous souhaite une vie pleine de joie et de réussite.*

*A ma nièce Ilhem et mon neveu Ilyes que dieu vous protège et vous garde pour nous.*

*A mes cousines et mes amies*

*A tous les membres de ma famille, petits et grands.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*Sabrina*

# *Dédicace*



*À mes très chers parents. Que Dieu les  
protèges.*

*À mes chers frères et ma chère sœur.*

*À ma grande famille.*

*Et à toutes mes amies.*

*Merci*



*Hind*

## TABLE DE MATIERE

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des annexes	
Introduction	1
<b>Chapitre I : Généralité sur les polysaccharides</b>	
I.1.Polysaccharides des végétaux	3
I.1.1. Polysaccharides de structure	4
I.1.1.1.Cellulose	4
I.1.1.2.Hémicellulose	4
I.1.1.3.Xylanes	4
I.1.2. Polysaccharides de réserve	6
I.1.2.1. Mannanes et glucomannanes	6
I.1.2.1.1.Mannanes	6
I.1.2.1.2.Galactomannanes (GM)	7
I.1.2.1.2.1.Structures et propriétés des GM	7
I.1.2.1.2.2. Applications industrielles des galactomannanes	8
I.2. Fonctions et applications des principaux polysaccharides utilisés dans l'industrie Agroalimentaire	8
I.3. Activités biologiques des polysaccharides	9
<b>Chapitre II : Présentation d'Alhagi maurorum Boiss</b>	
II.1 Famille des fabaceae	10
II.2 Genre d'Alhagi	10
II.2.1. Descriptions	10

II.2.2. utilisations médicinales d'Alhagi	11
II.3. Alhagi maurorum Boiss	11
II.3.1. Classification botanique	11
II.3.2. Description botanique	12
II.3.3. Utilisation traditionnelles	12
II.3.4. Phytochimie	12
II.3.5. Études pharmacologiques	13

### **Chapitre III : Matériel et Méthodes**

III.1. Principe d'étude	15
III.2. Extraction des polysaccharides hydrosolubles	15
III.2.1. rendement de l'extrait polysaccharidique	17
III.2.2. Analyse de composition biochimique de l'extrait polysaccharidique	17
III.2.2.1. Dosage des oses totaux	17
III.2.2.2. Dosage des oses neutres	18
III.2.2.3. Dosage des oses acides	19
III.2.2.4. Dosage des oses réducteurs	20
III.2.2.5. Dosage des polyphénols	21
III.2.2.6. Dosage des protéines	22
III.2.3. Identification des résidus glycosidiques	23
III.2.3.1. Chromatographie sur couche mince (CCM)	24
III.4. Etude de l'activité antidiabétique	25

### **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

IV.1. Rendement polysaccharidique	29
IV.2. Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble	29
IV.2.1. Composition biochimique	30
IV.2.2. Caractérisation des résidus glycosidiques de l'extrait polysaccharidique	30
IV.4. Activité antidiabétique	33
Conclusion et Perspective	34
Référence bibliographique	35
Annexes	46

## Liste des abréviations

Abréviation	Signification
Arb	Arabinose
AX	Arabinoxylane
CCM	Chromatographie sur Couche Mince
G/M	Rapport entre les glucomannanes et les mannanes
Gal	Galactose
GAX	L-arabino-4-O- méthyl-D-glucurono—D-xylane
Gal A	Acide galacturonique
Glu	Glucose
GM	Galactomannanes
HM	Pectines hautement méthylé
HPAEC-PAD	Chromatographie ionique avec détecteur par ampérométrie pulsée
LM	Pectine faiblement méthylé
M	Molaire
Man	Manose
MGX	4-O-méthyl-D-glucurono-D-xylane
m-HDP	Méta-hydroxydiphényl
nm	Nanomètre
P-NP	p-Nitrophénol
P-NPGP	$\alpha$ -D-glucoopyranoside et p-Nitrophénol
Rf	Rapport frontal
Rham	Rhamnose
Rib	Ribose
RPM	Rotation par minute



BSA	Bovine Sérum Albumine
SM	Spectrométrie de masse
TFA	Acide trifluoroacétique
Xyl	Xylose
ug	Microgramme

## Liste des figures

<b>Figure1.</b> Structure de cellulose selon Yves(2008)	4
<b>Figure2.</b> Structure des MGX et GAX(Johansson et Samuelson,1977; Anderson et al.,1983; Pena et al.,2007)	5
<b>Figure 3.</b> Structure de 4-O-méthyl-D-glucorono-D-xylan (Nicolas, 2009)	6
<b>Figure 4.</b> Plante d'Alhagi maurorum Boiss (Chakou et al., 2017)	15
<b>Figure 5.</b> Différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles des graines d'Alhagi maurorum Boiss (Guo et al., 2016 ; Zhu et al., 2016 ; Diallo et al., 2004; Ebringerova et al.,2003)	16
<b>Figure 6.</b> Aspect de lyophilisat des graines d' <i>Alhagi maurorum</i>	29
<b>Figure 7.</b> Chromatographie du système 1 30	
<b>Figure 8.</b> Chromatographie su système 2 30	
<b>Figure 9.</b> Chromatographie du système 3	30
<b>Figure 10.</b> Pourcentages d'inhibition (%) de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose et de l'extrait polysaccharidique des graines d'Alhagi maurorum	33

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.</b> Principales fonctions et applications des principaux polysaccharides utilisés dans l'industrie alimentaire (Stepen et churms, 1995)	8
<b>Tableau II.</b> Gamme d'étalonnage de glucose	18
<b>Tableau III.</b> Gamme d'étalonnage de glucose	19
<b>Tableau IV.</b> Gamme d'étalonnage d'acide glucuronique	20
<b>Tableau V.</b> Composition de la solution A	20
<b>Tableau VI.</b> Composition de la solution B	21
<b>Tableau VII.</b> Gamme d'étalonnage de glucose	21
<b>Tableau VIII.</b> Gamme d'étalonnage avec l'acide gallique	22
<b>Tableau IX.</b> Gamme d'étalonnage de BSA	23
<b>Tableau X.</b> Composition des trois systèmes utilisés	24
<b>Tableau XI.</b> Dilutions de solution mère de l'extrait polysaccharidique	27
<b>Tableau XII.</b> Test de l'activité anti diabétique	28
<b>Tableau XIV.</b> Rapports frontaux (Rf) des oses étalons et les hydrolysats pour les trois systèmes utilisés de CCM	30
<b>Tableau XIII.</b> Composition globale d'extrait polysaccharidique hydrosoluble des graines	31



---

---

## Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme n'a pas cessé de chercher les différentes sources de la nature qui lui assurent ses besoins nutritionnels, vestimentaires et également médicamenteux (Mahbubur et Ismot, 2014). Au cours du temps, les connaissances expérimentales accumulées ont permis aux différentes civilisations de prendre les plantes comme source essentielle de médicaments.

De nos jours, malgré les progrès réalisés en médecine, plusieurs populations, notamment celle des pays en voie de développement, ont recours aux plantes pour se soigner, soit par inaccessibilité aux médicaments prescrits par la médecine moderne, soit par ce que ces plantes ont donné des résultats thérapeutiques très encourageants lors de leur utilisation (Carillon, 2009 ; Mentreddy, 2007). Ces plantes médicinales sont devenues par la suite une source principale de découverte de nouveaux principes, dont environ 170 000 molécules bioactives ont été identifiées à partir des plantes réparties dans différents biomes terrestres (Boutaghane, 2013). Actuellement, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés aux produits des métabolites secondaires qui sont largement utilisés dans la phytothérapie en tant que des agents préventifs, anti-inflammatoires, antimicrobien, antiseptiques, diurétiques, antidiabétiques etc. Parmi ces biomolécules, tels que les flavonoïdes, glycosides triterpènes, acides aminés, minéraux et des glucides (Bourgand et *al.*, 2001; Kar, 2007). De ces derniers, on trouve les polysaccharides, qui sont des macromolécules connus par leurs propriétés bénéfiques; leur large utilisation comme matière première dans les industries papetière et agroalimentaire et comme des agents gélifiants et texturants. Cependant, leur intérêt ne se limite pas à leurs propriétés rhéologiques, le rôle biologique de certains d'entre eux les désigne comme des molécules à activité immunomodulatrice ou prébiotique (Zhang et *al.*, 2013).

Certaines plantes faisant partie de la famille des *Fabaceae*, ont fait l'objet de plusieurs études pour identifier des polysaccharides à potentiel biologique important et d'élargir le spectre de ces biomolécules. A titre d'exemple: les galactomannanes isolés des graines d'*Astragalus gombo* ont été détectés la présence des galactomannanes aux effets prébiotiques et antioxydants significatif, ces deux derniers effets ont été marqué pour les galactomannanes isolés des graines d'*Astragalus armatus* de plus de l'activité anti-complément (Chouana, 2017; Boual, 2014). Alors que les arabinogalactanes issus de la gomme d'*Acacia tortilis*(*Fabaceae*) ont montré un effet hypoglycémiant (*in vivo*) en inhibant l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase (Bisht et *al.*, 2013).

*Alhagi maurorum* Boiss (appelée communément Aqool, Shook El Jamel), c'est une plante qu'appartient de la famille des *Fabaceae* (Al Snafi, 2015). Elle est connue depuis plusieurs siècles par ses vertus thérapeutiques multiples aux traitements des douleurs rhumatismales, troubles hépatiques et certains troubles gastro-intestinaux (Shaker et al., 2010). Des études précédentes ont montré qu'*Alhagi maurorum* contenait un large éventail de molécules bioactives notamment des flavonoïdes, tanins, acides gras, coumarines, glycosides, stérols, stéroïdes, résines, vitamines, alcaloïdes, glucides et des triterpènes, qui ont exercé des effets antibactériens, anti-inflammatoires, antipyrétiques, analgésiques, gastro-intestinaux, cardiovasculaires, diurétiques, dermatologiques et bien d'autres (Al Snafi, 2015).

Cependant, aucune étude n'a été signalée sur les polysaccharides des graines d'*Alhagi maurorum*. A cette fin nous avons choisis les graines de cette espèce pour caractériser les polysaccharides contenants à travers la mesure de quelques paramètres biochimiques à savoir la teneur en, protéines, polyphénols, les oses totaux, les oses neutres, les oses acides, les oses réducteurs et la caractérisation des oses constitutifs de l'extrait polysaccharidique par la chromatographie sur couche mince (CCM). De même, étudier l'activité antidiabétique des polysaccharides issus basant sur leur capacité à inhiber l'activité enzymatique d' $\alpha$ -D-glucosidase.

Ce travail est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre est adressé à une synthèse bibliographique, représente une généralité sur les polysaccharides et leurs utilisations dans le domaine agroalimentaire et médicinale.

Ainsi, dans un deuxième chapitre, une présentation générale de l'espèce d'*Alhagi maurorum* et leur utilisation médicinale.

La deuxième partie ensuite aborde l'étape expérimentale, en citant l'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des graines d'*Alhagi maurorum* 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 antidiabétique, alors que le troisième chapitre renferme les résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale qui portera sur une lecture attentive des différents résultats obtenus et des perspectives qui sont un ensemble de réflexions achève ce travail

Les polysaccharides sont les macromolécules les plus abondants sur terre et dans les océans, ils 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 (Théo et *al.*, 2008). Ces macromolécules sont plusieurs sources, tels que les champignons, les algues, les animaux et les végétaux supérieurs (Yang et Zhang, 2009), et peuvent être linéaires (cellulose), substitués (galactomannanes), ou ramifiés (gomme arabique). Les polysaccharides ramifiés peuvent posséder différents degrés de ramification, c'est-à-dire peu branchés, avec des ramifications régulièrement ou irrégulièrement espacées, courtes ou longues (Di Donato, 2015). En se basant sur la composition chimique, les polysaccharides sont classés en deux types, des homopolysaccharides (homoglycans) composant d'un seul type de monosaccharide par exemple : la cellulose et le glycogène, et les hétéropolysaccharides (hétéroglycans), contenant de plus d'un type de monosaccharides. Selon la nature des molécules liées au glycane, les polysaccharides peuvent également être classés comme des protéoglycans, des glycoprotéines et des glycolipides (Liu et *al.*, 2015).

Dans l'organisme, les polysaccharides jouent des rôles importants se représentant dans le stockage de l'énergie (l'amidon et le glycogène), et de fournir un soutien structurel (la cellulose ou la chitine), et même pour assurer de nombreuses fonctions biologiques (Yang et Zhang, 2009) telles que, immunostimulantes, antitumorales, antivirales, anticoagulantes, anti-complémentaires, anti-ulcéreuses et anti-inflammatoires. Ainsi, ils agissent sur le diabète, sur le cancer et aussi sur les virus et les bactéries (Rudy, 2011).

### **I.1. Polysaccharides végétaux**

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

### I.1.1. Polysaccharides de structure

#### I.1.1.1. Cellulose

La cellulose est un homoglycane formé par l'enchaînement de résidus du glucose reliés en  $\beta(1\rightarrow4)$ . Cette jonction rigide confère au polymère une structure secondaire en feuillet permettant l'établissement de réseaux de liaisons hydrogènes intraet intermoléculaire (Yves R, 2008).

La cellulose, est la molécule organique la plus abondante, synthétisée sur la planète hors de la photosynthèse, qu'elle joue un rôle essentiel dans la structure des plantes et le constituant majeur des fibres végétales (Fig.1) (Marouf et *al.*, 2009).

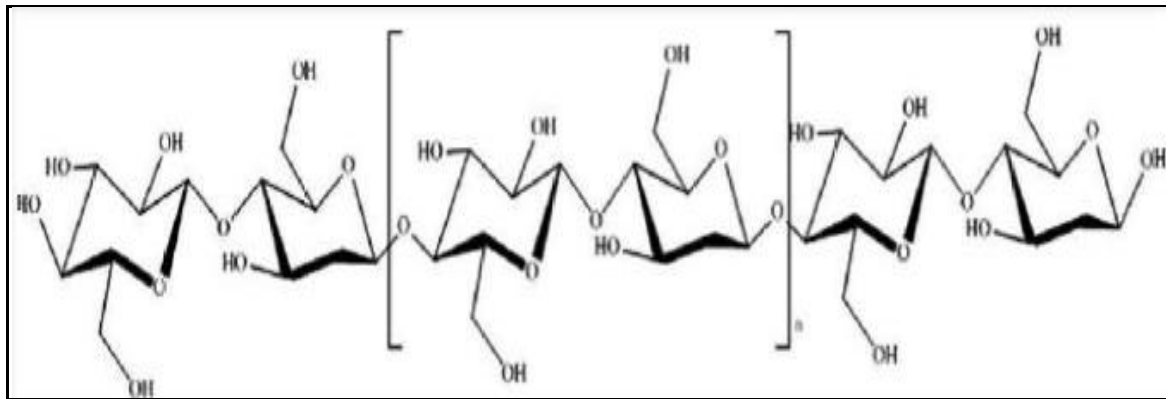


Figure 1. Structure de la cellulose selon Yves R(2008).

#### I.1.1.2. Hémicellulose

Les hémicelluloses constituent un groupe diversifié de polysaccharides pariétaux insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solutions alcalines (Cosgrove, 1997). Elles s'associent avec les microfibrilles de cellulose pour former un réseau cohésif dans l'architecture de la paroi végétale. Ils sont classés en trois familles principales :

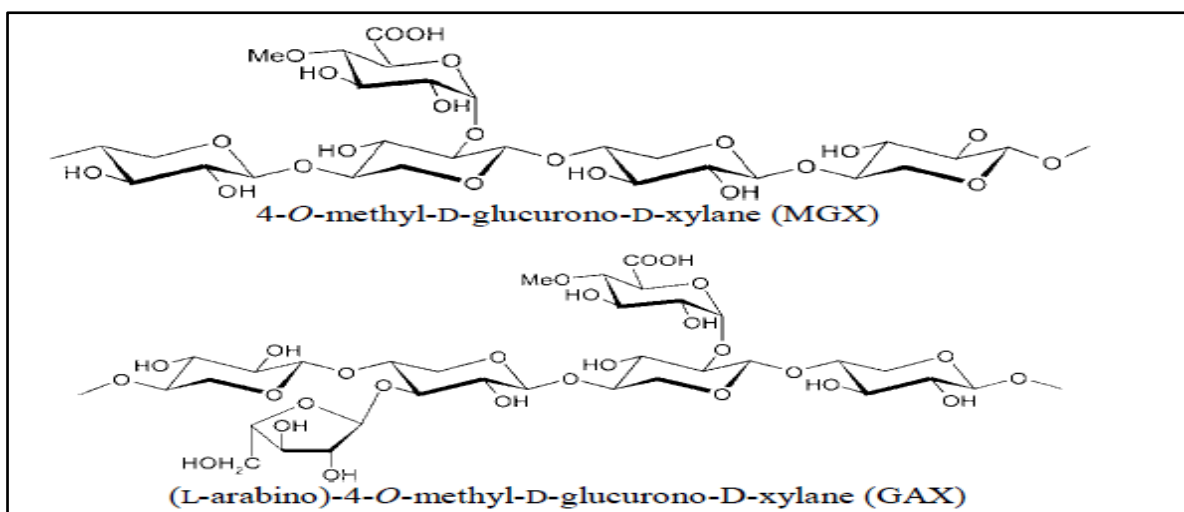
- les xylanes
- les mannanes
- les glucanes possédant des liaisons glycosidiques de type  $\beta(1\rightarrow3)$  et  $\beta(1\rightarrow4)$ .

##### I.1.1.2.1. Xylanes

Les xylanes sont les hétéropolysaccharides les plus abondants au sein des hémicelluloses. On les trouve dans les parois cellulaires primaires et secondaires des monocotylédones et les parois cellulaires secondaires des dicotylédones (Ebingerrova et *al.*,



2005). Après la cellulose et la chitine, les xylanes représentent le troisième polymère le plus abondant de la biosphère. Dans les parois cellulaires, les xylanes contribuent à la réticulation des microfibrilles de la cellulose et de la lignine (Imamura *et al.*, 1994 ; Balakshin *et al.*, 2011) En raison de leur réticulation importante, les xylanes ont un impact majeur sur l'intégrité de la paroi cellulaire et la résistance de la biomasse végétale à la digestion enzymatique (Faik, 2013). Tous les xylanes ont un squelette commun de résidus D-Xyl liés en  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4), et moins fréquemment en  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) (surtout chez les xylanes d'algues). Ce squelette peut être substitué en position C-2 par l'acide glucuronique (GlcA) ou l'acide 4-O-méthylglucuronique (Me-GlcA) et/ou par des résidus Araf et Xyl en position C-2 et/ou C-3

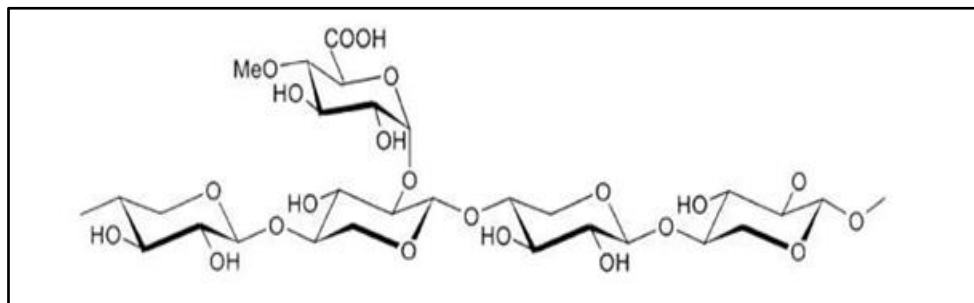


**Figure 2.** Structure des MGX et GAX (Johansson et Samuelson, 1977 ; Anderson *et al.*, 1983 ; Pena *et al.*, 2007).

Selon la nature de ces substitutions, les xylanes peuvent être classés en trois catégories ou sous familles (Ebingerrova *et al.*, 2005) : Les méthylglucuronoxylanes (MGX) qui ont un rapport moyen Xyl:MeGlcA de 10:1 et qui se trouvent principalement dans les feuilles ; les arabinoxylanes neutres (AX), qui ont un rapport Ara: Xyl variant de 1:2 à 1:1 et qui sont surtout rencontrés dans les parois des endospermes des céréales ; les glucuronoarabinoxylanes (GAX) qui contiennent des chaînes latérales GlcA, MeGlcA et Araf avec un rapport moyen Xyl:Ara:GlcA de 8:3:1. Les arabinoxylanes représentent le type de xylane le plus étudié à ce jour (Warrand, 2004). Ils peuvent être extraits de différentes sources. Les arabinoxylanes sont présents dans de nombreux tissus des principales céréales commercialisées. Ils constituent une part importante des parois cellulaires des végétaux. Un grand nombre ne peut pas être extrait des parois cellulaires à l'eau. Cette différence de solubilité, est liée au type de substitution ou à

la présence de liaisons covalentes (ester) entre des acides uroniques et les groupements hydroxyles des arabinoxylanes.

Les arabinoxylanes où les résidus de xylose sont substitués par des résidus arabinose, les Glucuronoarabinoxylanes qui ont un squelette de résidus xylose sur lequel se greffent des résidus arabinose et acide glucuronique (Whistler et *al.*, 1991).



**Figure 3.** Structure de 4-O-méthyl-D-glucurono-D-xylan (Nicolas, 2009).

#### I.1.1.4. Pectines

Les pectines sont des molécules ramifiées avec une chaîne principale composée de molécules d'acide galacturonique lie en  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). Certaines fonctions carbonyles (C-6) peuvent être estérifiées par le méthanol ou amides. Les pectines possèdent des chaînes latérales constituées de galactose, d'arabinose et de xylose celles – ci sont partiellement dégradées par le procédé d'extraction industriel. Elles sont présentes dans la plupart des fruits, mais sont surtout industriellement extraites des citrons, orange et pommes (Raphail et Jurg, 2010). En raison de leur capacité de s'associer par l'intermédiaire des ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), les pectines jouent un rôle capital dans l'architecture de la paroi où elles assurent sa rigidité, permettent l'adhésion cellulaire ( Mkedder, 2012).

### I.1.2. Polysaccharides de réserve

#### I.1.2.1. Mannanes et glucomannanes

##### I.1.2.1.1. Mannanes

Les mannanes, sont des polysaccharides qui sont à la fois décrits comme des hémicelluloses et des polysaccharides de stockage dans la paroi cellulaire des graines des plantes (Buckeridge et *al.*, 2000b). Ils sont divisés en plusieurs groupes incluant des galactomannanes (GM), des glucomannanes et des galactoglucomannanes. Les

galactomannanes sont constitués d'une chaîne principale de type  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)-D-mannane substituée variablement en C-6 par des résidus galactose. Le rapport M/G d'un galactomannane ainsi que la taille des chaînes macromoléculaires peuvent varier au sein d'une même espèce végétale en fonction des conditions climatiques, de la composition du sol, et de l'espèce (Bouzouita et *al.*, 2007 ; Dakia, 2005 ; McCleary, 1980 ; Moreira et *al.*, 2008)

Les glucomannanes sont constitués d'une alternance de résidus D- mannopyranoses et D-glucopyranoses liés en  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4). Le rapport G/M varie ici encore en fonction des espèces. Les galactoglucomannanes se trouvent principalement dans l'endosperme des graines, comme polysaccharides de stockage chez de nombreuses plantes, telles que les légumineuses et les palmiers (Buckeridge et *al.*, 2000b ; Dhugga et *al.*, 2004).

#### **I.1.2.1.2. Galactomannanes (GM)**

Les GM sont des polysaccharides de masse moléculaire élevée issus d'endosperme de graines de certaines Légumineuse (appartenant à la famille des *Fabaceae*) où ils servent de réserve de carbone et d'énergie lors de la germination (Prajapati et *al.*, 2013). De par leurs nombreuses propriétés physico-chimiques, ils sont abondamment utilisés pour diverses applications. Parmi les galactomannanes les plus connus et les plus commercialisés, on peut citer la gomme de caroube (*Ceratonia siliqua* L.), la gomme de guar (*Cyamopsistetragonolobus* (L.) Taub.), la gomme de tara (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze), la gomme de fenugrec (*Trigonella foenum-graecum* L.)

##### **I.1.2.1.2.1. Structures et propriétés des GM**

D'après Buckeridge et *al.* (2000b), qui ont avaient signalés la première publication sur la structure des GM est celle de Nadelman et *al.* (1890), qui signalent la présence de galactose et de mannose dans plusieurs espèces de légumineuses. Ils avaient également rapportés pour la première fois le caractère visqueux des polymères hydrosolubles issus de ces plantes. Les structures des GM provenant de plusieurs sources ont été déterminées. Il est maintenant clair que la majorité de ces macromolécules, lorsqu'elles sont d'origines végétales ont une structure polymérique ramifiée constituée d'un squelette de  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4)-D-mannane avec des unités latérales de galactose liées au mannose par des liaisons glycosidiques  $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 6). Le rapport moyen G/M varie d'environ 1 à 10, selon les espèces végétales.

### I.1.2.1.2.2. Applications industrielles des galactomannanes

Les GMs sont essentiellement utilisés dans les industries alimentaire et pharmaceutique (Mathur, 2011). Les applications industrielles croissantes de ces gommages dans le domaine du papier, du textile, du pétrole. Comme matériaux naturels, ils ont des avantages par rapport aux produits synthétiques, car ils sont chimiquement inertes, non toxiques, moins coûteux, biodégradables et largement disponibles (Prajapati et al., 2013).

## I.2. Fonctions et applications des principaux polysaccharides utilisés dans l'industrie alimentaire

Le présent tableau (I), représente les différents polysaccharides utilisés dans le domaine agroalimentaire, leurs fonctions et ainsi leurs applications.

**Tableau I.** Principales fonctions et applications des principaux polysaccharides utilisés dans l'industrie alimentaire (Stephen et Churms, 1995).

Polymères	Sources principales	Fonctions	Applications
<b>Agar</b>	Algues rouges ( <i>Gelidium ssp.</i> ).	Agent gélifiant	Produits laitiers Produits carnés
<b>Gomme arabique</b>	Extrait de sève d' <i>Acacia senegal</i>	Agent stabilisant Texturant Emulsifiant Encapsulation	Confiseries Boulangeries Pâtisseries Boisson Sauces
<b>Galactomannane</b>	Gomme de guar et de locusie Gomme de graines de caroube	Agent stabilisant rétention de l'eau	Produits laitiers Crèmes glacés Desserts Boulangeries Pâtisseries.
<b>Pectine</b>	Pomme, citrons et autres fruits.	Agents gélifiants Stabilisant Texturant Emulsifiant	Confitures Agents de conservation Boissons Boulangeries Pâtisseries Confiseries

Produits laitiers.

<b>Gomme de tragacathe</b>	<i>Astragalus ssp</i>	Agents stabilisants texturant gélifiant	Produits laitiers Assaisonnement Sauce Confiseries.
<b>Gomme de Xanthane</b>	<i>Xanthomonas campestris</i>	Agent stabilisant et gélifiant	Assaisonnements Boissons Produits laitiers.

### I.3. Activités biologiques des polysaccharides

D'après Iphametra et *al.* (2010), que les polysaccharides issus des plantes médicinales (africaines) ont des activités immunostimulantes pour le système immunitaire dans le cas d'une fragilité de ce système. Les poly- et oligosaccharides représentent de véritables auxiliaires indispensables au bon fonctionnement de la vie quotidienne. Un intérêt grandissant concerne leurs applications comme activateurs biologiques. Les oligosaccharides sont de véritables modulateurs biologiques qui participent à de nombreux phénomènes de signalisation dans l'organisme. Ainsi, les oligosaccharides provenant de la dégradation des polysaccharides des plantes (xyloglucane et pectine) ou de champignons ( $\beta$ -glucane et chitine) sont largement décrits comme des régulateurs biologiques actifs, sur des mécanismes tels que la croissance, le développement cellulaire, la symbiose et les réactions de défense (Boual et *al.*, 2011).

Les pectines sont des fibres solubles dans l'eau, elles ont été associées à diverses activités biologiques telles que des activités immunostimulante, anti-métastatique, anti-ulcère et antinéphrotique (Yu et *al.*, 2001). Au niveau du côlon, les pectines comme toutes les fibres ont un rôle de prébiotique. Laure et *al.* (2013) ont montré que la présence de pectines LM (pectine faiblement méthylé) et HM (pectine hautement méthylé) (6.5 % dans une diète) augmentait la production d'acides gras à courtes chaînes par les bactéries du côlon, particulièrement avec les pectines LM. Ces résultats suggèrent l'impact des pectines sur la croissance et le développement du microbiote colique (Laure et *al.*, 2013).

## II.1. Famille des *Fabaceae*

C'est une famille des plantes fleuries, qui contient plus de 19 400 espèces regroupées en 730 genres, se divisent entre les herbes, les plantes, les arbustes et les herbacées, et se distinguent entre eux par leurs feuilles, fruits et leurs composés (Judd et *al.*, 2002; Stevens , 2006).

L'Amérique du centre et du sud sont les principaux centres de la diversité des Fabacées et également les continents d'Afrique et d'Asie. Généralement, les Fabacées sont répartis dans tous les biomes terrestres, ils sont distribués selon la sous-famille. Les *Faboidées* se retrouvent presque dans tous les milieux du globe terrestre. La sous-famille de *Cesalpinioideae* occupe surtout les régions tropicales et subtropicales de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie. Les *Mimosoideae* dominent les régions tropicales et subtropicales en plus des zones arides et semi-arides (Ndayishimiye, 2011).

Plusieurs espèces de *Fabaceae* servent à la nourriture humaine telle que *Phaseolus* (haricots), *Pisum sativum* (pois), *Glycine max* (soja), *Arachis hypogaea* (arachides) etc (Sprent, 2009; Wojciechowski et al 2004), ainsi à la nourriture de bétails comme la luzerne (Henborne et *al.*, 1971). En outre, un grand nombre d'espèces contribuent dans l'industrie médicinale et chimique pour la fabrication des poisons, les colorants, aussi leurs troncs sont utilisés pour fabriquer du bois luxe de construction (Sprent, 2009; Wojciechowski et al., 2004).

## II.2. Genre d'*Alhagi*

### II.2.1. Description

Ce genre est connu par plusieurs nominations parmi lesquelles, camel thorn bush, Alagool, aqool, Shook El Jamal, Shprim, Lehlah, Caspian manna et Persian manna. C'est un arbuste vivace, épineux, avec des branches très ramifiées. L'espèce d'alhagi a une couleur vert- grisâtre de 1 à 2 m d'hauteur. Leur système racinaire sous forme d'un rhizome très profond peut atteindre jusqu'à 15 m de longueur pour profiter au maximum de l'eau souterraine. Ce genre se multiplie rapidement par une propagation clonale à partir des racines horizontales. L'arbuste a des feuilles simples qui ont une forme ovale avec 7 à 20 mm de longueur, sont disposées alternativement d'une façon éparpillée. 2 à 6 fleurs ressemblant à des pois sont portées sur une courte branche dorsale. Les gousses sont de couleur pourpre rosée à

marron avec une longueur de 1 à 3 cm renfermant 5 à 8 graines de couleur brune verdâtre. Les fruits sont brun rougeâtre à gris avec un bec étroit de longueur 8 à 9 mm se situe entre les graines (Ali, 1977; Abi faraj, 2005). Le genre d'*Alhagi* se répartit dans le centre d'Asie, l'Amérique du nord, l'Europe, la Méditerranée, l'Afrique du sud et la Chine nord-ouest. Les *Alhagi* poussent dans les sols arides avec de faibles précipitations et d'un taux élevé de salinité et d'alcalinité (Towhidi, 2007). Parmi les différentes espèces d'*Alhagi* citant, *A. pseudalhagi* M. Mieb. Desv., *A. graecorum* Boiss., *A. sparsifolia* Shap., *A. kirgisorumb* Schrenk, *A. maurorum* Medik., *A. camelorum* Fisch., *A. persarum* Boiss., *A. canescens* Regel, *A. alhagi* Huth. et *A. nepalensis* D. Don & Shap. (Khan, 2009; Badshah et Hussain, 2011; Burasheva et al., 1975; Hassanein et Mazen, 2001; Islambekov et al., 1982; Kurban et al., 1999; Mikaili et al., 2012; Xue et al., 2012).

### **II.2.2. Utilisations médicinales d'*Alhagi***

Le genre d'*Alhagi* est considéré comme une source très importante de composés médicinaux avec des applications pharmacologiques différentes. Dans certains pays, l'extrait des différentes parties d'*Alhagi* des racines, feuilles, écorces et fleurs, sont utilisés depuis long temps dans la médecine traditionnelle, afin de guérir des maladies sévères tels que les douleurs, perturbation respiratoire et d'estomac, les maladies sexuelles et les blessures (Rahmatullah et al., 2010a, 2010b; Badshah et Hussain, 2011). D'après Bolus (1983), les différentes parties de la plante *A. graecorum*, sont employées comme un agent laxatif et vermifuge pour des bilharzias, comme elle est utilisée pour réduire les douleurs rhumatismales et perturbation du foie, l'infection des voies urinaires et les diverses maladies gastro-intestinales (Boulos, 1983; Awaad Amani et al., 2006; Al-Douri et Al-Essa, 2010; Zain et al., 2012; Harvey, 1999). Pour la partie aérienne d'*A. persarum*, Amiri et al. (2010) lui trouvent des effets anti-diarrhéique et diurétique. Le bouillon d'*A. sparsifolia* est utilisé pour traiter les maladies d'estomac (Malik et al., 1997), relaxer les muscles, et considéré comme un agent calmant des dents et anticancéreux (Zou et al., 2012).

### **II.3. *Alhagi maurorum* Boiss**

#### **II.3.1. Classification botanique**

Selon Abi Faraj (2005), la position botanique d'*Alhagi maurorum* est comme suivant:

**Règne:** Plantae

**Embranchement:** Spermatophyta

**Sous-embranchement:** Angiospermes

**Classe:** Dicotyledonae

**Ordre:** Fabales

**Famille:** Fabaceae

**Genre:** *Alhagi*

**Espèce:** *Alhagi maurorum*

### **II.3.2. Description botanique**

*Alhagi maurorum*, est un arbuste épineux, très ramifié et complexe, d'hauteur qui peut atteindre jusqu'à 4 pieds, avec un système racinaire proportionnellement le plus profond de toute les plantes de la famille des *Fabaceae*. Un arbuste de 1 m de hauteur, peut avoir une racine principale plus de 15 m de longueur en raison de leur système racinaire profond la plante utilise l'eau souterraine, en s'adaptant de cette façon parfaitement à l'environnement hyperaride ses fleurs sont solitaires ou en paires à l'aisselle et le long des rameaux ; avec des pétales qui de couleur rouge foncé à violet. Ces feuilles sont petites, caduques, simples, présentes à la base de chaque branche latérale, obovale à oblongue, peu pétiolée, à extrémité arrondie. Les fruits brun rougeâtre se trouvent entre les graines, avec un bec étroit court à la fin (Abi Faraj, 2005).

### **II.3.3. Utilisations traditionnelles**

Les métabolites secondaires issus d'*A. maurorum* ont de grands intérêts pour traiter plusieurs maladies. Elle agit comme un agent laxatif et diurétique (Uphof, 1959;Marashdah et Farraj, 2010). L'huile des feuilles est utilisée dans le traitement du rhumatisme (Brown, 1995). Ses fleurs sont utilisées pour traiter les hémorroïdes et la migraine. Les graines et la poudre des racines sont utilisées pour enlever les pierres rénales (Marashdah et Farraj, 2010). L'extrait des feuilles et des branches d'*A. maurorum* est peut être utilisé une fois par jour pour purifier le sang et comme un expectorant (Badshah et Humain, 2011).

### **II.3.4. Phytochimie**

*Alhagi maurorum* est une plante médicinale utilisée depuis long temps pour guérir des différentes maladies, grâce à sa richesse par un large spectre de métabolites secondaires biologiquement actifs. Parmi ces dernières, sont des minéraux, huiles, graisses (Laghari *et al.*, 2010), flavonoïdes, acides gras, glycosides, stéroles, stéroïdes, résines, vitamines, alcaloïdes, glucides (Kamil *et al.*, 2001), saponines, terpenoïdes et tanins (Lü *et al.*, 2004).

L'extrait méthanolique de la partie aérienne de la plante a permis d'isoler et d'identifier plusieurs molécules, telles que :  $\beta$ -sitosérol , acide trans-cinnamique , acide p-coumarique ,



acide 4-hydroxy benzoïque, 3-O-méthylorobol ,  $\beta$ -sitostérol-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside et quercetin-3-O- $\beta$ -Dglucopyranoside (Ahmed et al., 2009), isorhamnétin-3-O-[- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- $\beta$ -D glucopyranoside, 3 -Ométhylorobol et quercetin 3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside (Ahmad et al. 2010) .

Des acides gras saturés et insaturés constitutifs (22-25%) des graines d'*A. maurorum*. (Awaad et al., 2006) qui sont isolés à partir de l'extrait éthanolique de la plante avec six hétérosides de flavonoïdes, qui sont : kaempférol, Chrysoériol, isorhamnétine, chrysoériol-7-Oxylosides, kaempférol-3-galactorhamnoside et isorhamnétin 3-Ob-D-apio-furanosyl (1-2) b-D-galactopyranoside (Awaad Amani et al., 2006). Ainsi, six flavonoïdes de types flavonol ont été détecté avec l'extraction des herbes séchées de camel thorne en utilisant le butanol , les quels:kaempferol, querectin, quercetin 3-O- $\alpha$ -rhamnoside, kaempferol-3-O- $\beta$ -glucoside, querectin 3-O- $\beta$ -glucoside et isorhamnetine 3-O- $\beta$ -rutinoside kaempferol (Sairam et al., 2002). Le fractionnement des polysaccharides de la manne, a donné une composition de différents types d'unités monomériques constituées principalement de galactose, arabinose et d'acides uroniques (Goncharov et al, 2001).

Des études sur les tiges d'*A. maurorum*, rapportent leurs richesses en huiles essentielles, inclus: néophytadiène comme composant majeur (39,3%), trans- $\beta$ -ionone (5,4%), 6,10,14-triméthyl-2-pentadécane (5,2%), actinidiolide (4,9%) et nonacosane (4,3%) (Samejo et al., 2012). En outre, les racines de la même espèce, montrent la présence de triglycérides, ester aliphatique, cétone aliphatique, dérivé de thiophène et des glycosides triterpéniques de type oléane (Hameda et al., 2012 ), et un triterpénoïde de type lupéol, a été identifié à partir d'écorces des racines (Laghari et al., 2011).

### **II.3.5. Études pharmacologiques**

L'analyse de la littérature a permis de compter plusieurs activités pharmaceutiques et biologiques, ont également été obtenues avec des extraits alcooliques pour les différentes parties d'*A. maurorum*:

In vivo, un effet hépato-protective significatif, a été obtenu avec l'extrait éthanolique de la plante, qui est probablement dû à la présence des flavonoïdes et des tannins, qui sont également considérés utiles dans l'activité antidiarrhéique. Encore, l'extrait méthanolique des racines a donné une activité antidiarrhéique remarquable (in vivo), dont l'extrait inhibe la diarrhée dans 4 heures. Cependant le traitement standard (diphénoxylate) l'inhibe dans 3 heures (Jalil et al., 2014).

Un test sur les rats montre que l'extrait aqueux de la partie verte de la plante possède une activité anti-inflammatoire et analgésique forte. Une autre étude exhibée que l'*A.maurorum* peut réduire l'œdème de la patte provoqué par le formaline. Après 4 heures, le pourcentage d'inhibition maximale de l'extrait injecté est 64.65%, tandis que le traitement référence de Diclofenac de sodium a un pourcentage d'inhibition de 78.13%. Ainsi l'extrait aqueux des racines testé sur les rats (2% aqueux) a une activité antipyrétique ; la température rectale démunie dépendante de la dose indépendante de temps (Marashdah et Farraj, 2010).

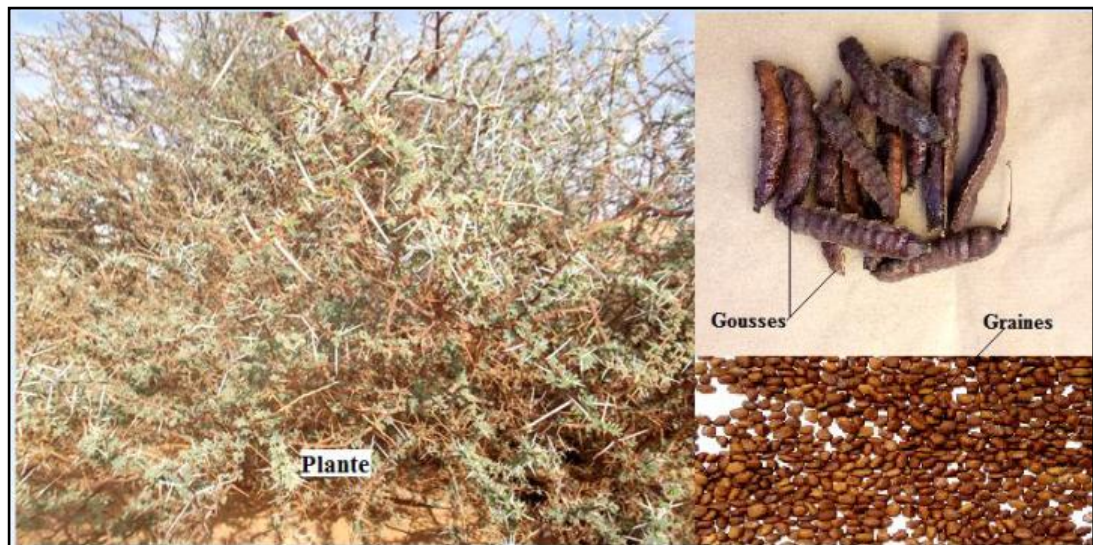
Il est prouvé que la plante peut traiter l'inflammation vu son effet inhibiteur des médiateurs pro-inflammatoires comme l'histamine et les prostaglandines (Ghannadi et *al.*, 2005). L'extrait méthanolique d'*A. maurorum* a montré des activités antibactériennes significatifs contre les Gram (-), Gram (+), ainsi contre les champignons unicellulaires et filamenteux (Rahman et *al.*, 2011)

### III.1.Principe de l'étude

La présente étude porte sur la caractérisation des polysaccharides hydrosolubles extraits des graines d'*Alhagi maurorum* Boiss, par la détermination de quelques paramètres biochimiques de la teneur en polyphénols, protéines, oses totaux, oses neutres, oses acides et oses réducteurs. Aussi, une caractérisation qualitative sur la composition osidique des polysaccharides issus sera effectuée par la méthode de la Chromatographie sur Couche Mince (CCM), et enfin d'étudier leur activité antidiabétique.

#### ➤ Préparation du matériel biologique

Notre étude est faite sur les graines d'*Alhagi maurorum* Boiss, c'est une plante spontanée à caractère médicinale. Les graines ont été récoltées dans la wilaya d'Illizi en (Avril 2017), puis séchées et conservées jusqu'à leurs utilisations.



**Figure 4.** *Alhagi maurorum* Boiss (Chakou et al., 2017).

### III.2.Extraction des polysaccharides hydrosolubles

L'extraction des polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum*, est débutée par le prétraitement de 20 g de broyat de graines par trois volumes d'éthanol (96%), afin d'éliminer les contaminants de lipides, de pigments et de mono-oligosaccharides (Guo et al., 2016). Après la filtration, le marc obtenu est macéré dans 3 volumes d'eau distillée à 80°C/2 h et sous agitation douce (Zhu et al., 2016). Les surnageants obtenus, sont additionnés par trois volumes d'isopropanol (99.6%) durant 72h et à température ambiante (Diallo et al.,

2004), pour précipiter les polysaccharides contenant. Le culot récupéré après la centrifugation à 4000g/15 min est lavé par l'acétone plusieurs fois (Diallo et al.,2004). Après l'évaporation de l'acétone, le culot est lyophilisé à l'aide d'un lyophilisateur, le lyophilisat représente l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles d'*Alhagi maurorum* Boiss (Ebringerova et al.,2003).

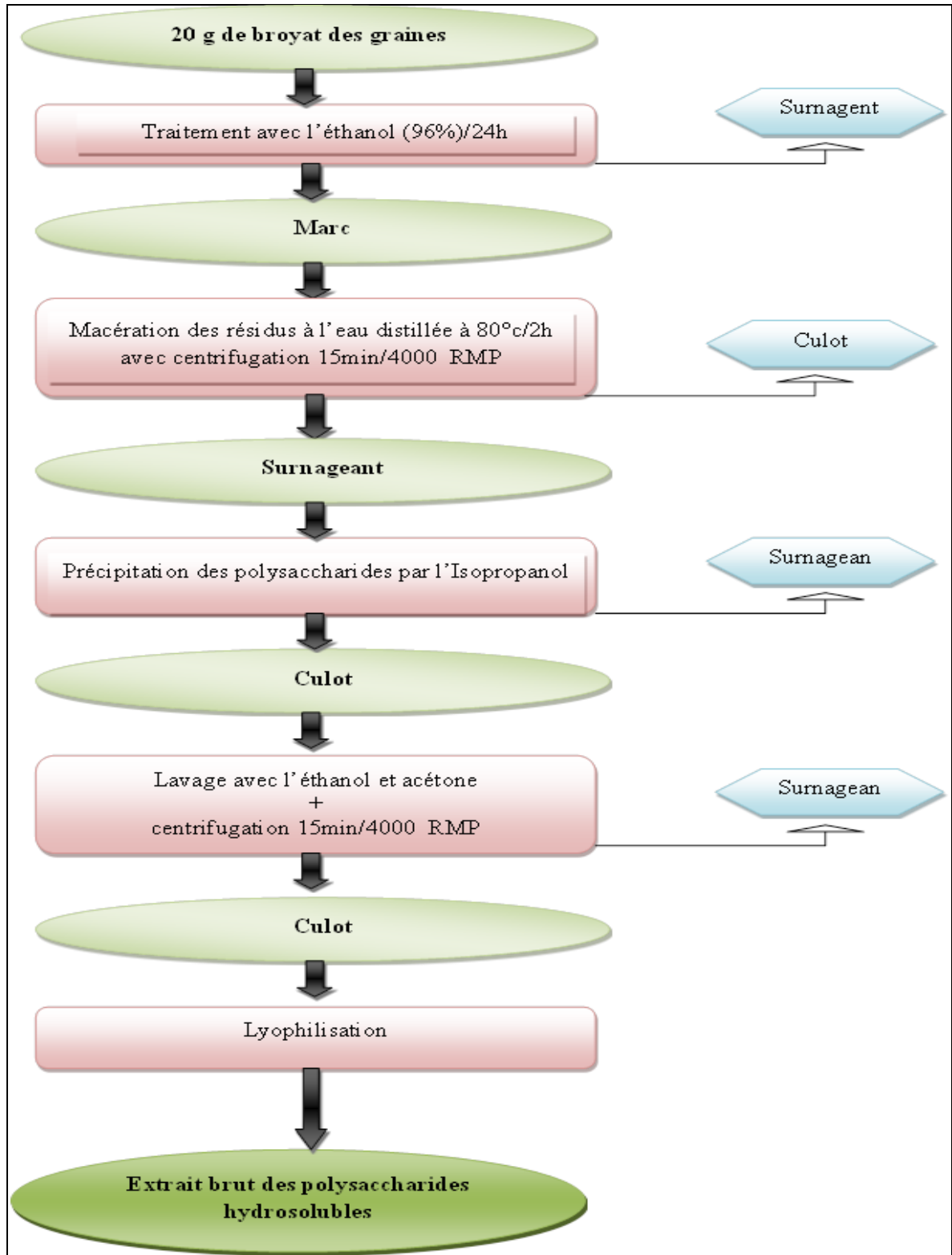


Figure 5 : Différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum* Boiss

### III.2.1. Rendement de l'extrait polysaccharidique

Le rendement des polysaccharides obtenu est calculé selon la formule suivante (Chouana, 2017):

$$\text{Rendement d'extraction \%} = \frac{\text{Masse de l'extrait des polysaccharides}}{\text{Masse de broyat des graines}} \times 100$$

### III.2.2. Analyse de la composition biochimique de l'extrait polysaccharidique

Une série d'analyses colorimétriques est effectuée sur l'extrait des polysaccharides obtenus des graines d'*Alhagi maurorum* Boiss.

#### III.2.2.1. Dosage des oses totaux

La teneur en oses totaux est déterminée selon la méthode de Dubois et *al.* (1956), la réaction des résidus glucidique avec l'acide sulfurique et le phénol donne des composés déshydratés de la famille de dérivés furfuriques suivie par une condensation, donne une couleur jaune orange, le maximum d'absorption se situe à 490 nm pour les hexoses et à 480 nm pour les pentoses.

La méthode de phénol-acide sulfurique est généralement utilisée grâce à sa sensibilité et sa simplicité (Lecheb, 2010)

➤ **Préparation de phénol 5 %**

Une quantité de 5g de phénol est dissoute dans 100 ml d'eau distillée.

➤ **Mode opératoire**

Préparation d'une gamme d'étalonnage à partir de glucose avec une concentration croissante de 0,001% à 0.01%. Parallèlement, une autre solution est préparée à partir de 200 µl d'échantillon de concentration 0.01%, 200 µl de phénol avec 1 ml d'acide sulfurique concentré, les tubes sont incubés dans un bain marie de 100 °c pendant 5 min suivie refroidissement au bain de glace pendant 30min. L'absorbance est mesurée à 490 nm.

Tableau II. Gamme étalon de glucose

	Blanc	0.001%	0.002%	0.005%	0.008%	0.01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0.9	0.8	0.5	0.2	0
<b>Glu 0.01%(ml)</b>	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

### III.2.2.2. Dosage des oses neutres

Le dosage des oses neutres est effectué suivant la méthode de Dubois *et al.* (1956), adaptée par Monsigny *et al.* (1988). Le principe est basé sur la transformation des glucides en milieu acide comme l'acide sulfurique et à chaud en dérivés furfuriques, en se complexant avec un composé aromatique comme le résorcinol (dihydroxybenzène), donnant des composés de couleur orangé. L'absorbance est mesurée à 480nm. Les oses sont quantifiés en comparaison avec une gamme étalon du glucose de concentration de 0,001% à 0.01%.

#### ➤ Préparation d'une gamme d'étalonnage

Préparation de solution de glucose de concentration croissante de 0.001 à 0.01%

#### ➤ Préparation de solution de résorcinol 0.6%

La solution est préparée par la dissolution de 0.6 g de résorcinol avec 100 ml d'eau distillée.

#### ➤ Mode opératoire

200ul de solution polysaccharidique (0.01%) est introduite dans un tube à essai avec 200ul de résorcinol (0.06%) et 1ml de l'acide sulfurique en agitant le mélange vigoureusement.

La même manipulation sera pour les étalons.

- Faire chauffer le mélange au bain Marie à 90°C pendant 30 min.
- Faire refroidir le mélange au bain de glaçons pendant 30 min.
- Puis lire l'absorbance à 480 nm

L'utilisation de gamme d'étalonnage de glucose (0.001 à 0.01%) comme référence donne la concentration des oses neutres.

Tableau III. Gamme étalon de glucose

	Blanc	0.001%	0.002%	0.005%	0.008%	0.01%
<b>Eau distillée(ml)</b>	1	0.9	0.8	0.5	0.2	0
<b>Glc 0.01%(ml)</b>	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

### III.2.2.3. Dosage des oses acides

La méthode de Blumenkrantz et Asboe-hansen (1973) permet la détection d'acides uroniques avec une faible interférence des hexoses. Il s'agit de tests très sensibles dans la mesure où ils permettent de détecter jusqu'à 1 µg de composé. C'est en présence d'acide sulfurique concentré et à chaud, les liaisons glycosidiques des poly- et oligosaccharides subissent une hydrolyse quantitative. La déshydratation des unités osidiques libérées conduit à la formation de dérivés furfuriques (acide 5-formylfuroïque).

Les chromophores ainsi formés absorbent proportionnellement dans le domaine visible. Avec la quantité du sucre présent. Le méta-hydroxydiphényle (m\_HDP) en présence de tetraborate de sodium joue comme un chromophore sélectif lors du dosage des acides uronique. Le mélange forme une couleur rose-orange et absorbe à 520nm, ce qui permet de déterminer les concentrations en oses acide par l'utilisation de la gamme d'étalonnage dont l'acide galacturonique est utilisé comme étalon (Delattre, 2005 ; Ruiz, 2005).

#### ➤ Préparation de solution d'acide galacturonique 0.01 %

Cette solution est préparée par la dissolution de 10 mg d'acide galacturonique dans 100 ml d'eau distillée. Une gamme de dilutions de 0.001% à 0.01%, est préparée à partir de la précédente solution.

#### ➤ Préparation des réactifs

##### ➤ Solution A

Dans une fiole à jaugée, dissoudre 0,95 g de Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) dans 2 ml d'  $\text{H}_2\text{O}$ , ensuite complété au trait de jauge avec l'acide sulfurique concentré, cette solution est conservé à 4 °C et à l'abri de la lumière.

➤ **Solution B**

Dans une fiole à jauge de 100 ml, mélanger 150 mg de méta-hydro xydiphenyl (m\_HDP) avec 500 mg d'hydroxyde de sodium (NaOH) et compléter le volume au trait de jauge avec l'eau distillé. Cette solution est conservée à 4 °c.

➤ **Mode opératoire**

- Placer dans un bain de glace des tubes à essai pendant 5 min, mettre 200 µl de polysaccharide, ajouter 1.2 ml de la solution A, suivit par une agitation.
- Placer les tubes pendant 5 min a une température 100°C.
- Refroidir les tubes dans un bain de glace pendant 10 min.
- Ajouter 20 µl de MHDP, suivie par une agitation.
- Laisser les tubes a une température ambiante pendant 5 min, après lire à 520 nm.

**Tableau IV.** Gamme étalon d'acide glucuronique

	Blanc	0.001%	0.002%	0.005%	0.008%	0.01%
<b>Eau distillée</b>	1	0.9	0.8	0.5	0.2	0
<b>Glu A 0.01%(ml)</b>	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

### III.2.2.4. Dosage des oses réducteurs

En présence d'une extrémité réductrice, Le couple L-sérine/Cu<sup>2+</sup>,est réduit en L-sérine/Cu<sup>+</sup>.Ce nouveau couple forme avec le 4,4'-dicarboxy-2,2'-biquinoline un complexe pourpre qui absorbe à 540 nm. L'absorbance à cette longueur d'onde est proportionnelle au taux de sucres réducteurs dans la solution (Waffenschmitd et Jaenicke, 1987 ; Chouana, 2017).

➤ **Solution A**

**Tableau V.**Composition de la solution A

<b>Soluté</b>	<b>Quantité</b>
L-sérine	31,55 mg
CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	31,2mg
eau distillé	25 mL



➤ **Solution B****Tableau VI.** Composition de la solution B

Soluté	Quantité
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,60 g
NaHCO <sub>3</sub>	1,58 g
4,4'-dicarboxy-2,2'-biquinoline	48,55 mg
Eau distillé	25 mL

Mode opératoire est le suivant

- Préparer 200 ul de la solution des polysaccharides
- Ajouter 800 ul de l'eau distillée
- Mettre 500 ul de réactif A et B
- Incubation pendant 15 minutes à 100°C
- Laisser le mélange refroidir pour 10 minutes à T ambiante°
- Lecture d'absorbance à 540 nm

**Tableau VII.** Gamme étalon de glucose

	Blanc	0.001%	0.002%	0.005%	0.008%	0.01%
Eau distillée	1	0.9	0.8	0.5	0.2	0
Glu A. 0.01% (ml)	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1
Concentration (mg/l)	0	10	20	50	80	100

**III.2.2.5. Dosages des polyphénols**

Les polyphénols ont été déterminés par la méthode de Singleton et Ross. (1965), avec le réactif de Folin Ciocalteu (Giner-chavez, 1996). Les groupements oxydables des composés polyphénoliques trouvés dans l'échantillon sont oxydés par le réactif de Folin Ciocalteu qui est formé d'acide phosphotungstique H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub> et d'acide phosphomolybdique H<sub>3</sub>PMO<sub>12</sub>O<sub>40</sub>, la couleur bleu des produits de réduction est proportionnel aux taux des composés phénoliques oxydés. Une gamme d'étalonnage est effectuée avec l'acide gallique comme référence et l'absorbance est mesurée avec un spectrophotomètre à 765nm.

➤ **Mode opératoire**

- 100ul de solution polysaccharidique.
- Ajouter 500ul de Folin Ciocalteu.
- Une incubation pendant 2minutes.
- Additionner 2ml de carbonate e sodium  $\text{Na}_2\text{Co}_3$  à 20%.
- Mettez le mélange pour l'incubation à l'obscurité pendant 30minutes à T° ambiante.

**Tableau VIII.** Gamme d'étalonnage avec l'acide gallique

%	<b>0.005</b>	<b>0.01</b>	<b>0.015</b>	<b>0.02</b>	<b>0.025</b>	<b>0.03</b>	<b>0.035</b>
<b>Eau distillée(ml)</b>	0.5	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65
<b>Solution de Gal</b>	0.5	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35
<b>A.0.1%</b>							
<b>Concentration (mg/l)</b>	5	10	15	20	25	30	35

### III.2.2.6. Dosage des protéines

La méthode de Bradford (1976) est largement utilisée pour détecter les petites quantités de protéines (jusqu'à 20ug/ml).

Cette technique utilise le réactif de bleu de Coomassie G250 qui a la propriété de s'adsorber sur les protéines par une interactions non covalentes avec les groupements  $\text{NH}_3^+$  des acides aminés basiques (arginine, histidine, tryptophane, phénylanine) trouvés au niveau des protéines (Chouana, 2017).

L'absorbance est lu à l'aide d'une spectrométrie UV-visible (595 nm). Une gamme étalon des Sérum Albumine Bovine (SAB) est utilisée pour déterminer la concentration protéique trouvée dans l'échantillon (Le roux, 2012).

➤ **Préparation des réactifs et des solutions**

➤ **Préparation de la solution mère de sérum albumine bovine (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 IX.** Gamme d'étalonnage de BSA

	<b>Blanc</b>	<b>0.001%</b>	<b>0.002%</b>	<b>0.005%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.01%</b>
<b>Eau distillée(ml)</b>	1	0.9	0.8	0.5	0.2	0
<b>BSA 0.01%(ml)</b>	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	100	200	500	800	1000

➤ **Préparation de la solution de bleu de Coomassie selon Bradford (1976)**

- Dissoudre 25mg du Bleu de Coomassie dans 12,5 ml d'éthanol (95%) ;
- Ajouter 25ml d'acide phosphorique (85%) ;
- Compléter avec l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un volume finale de 250ml.

➤ **Mode opératoire**

Selon la méthode de dosage de Bradford (Bradford, 1976).

- Introduire 200µl de l'échantillon ou de l'étalon dans un tube à essai puis 2ml de bleu de Coomassie sont ajoutés ;
- Après un mélange, incuber ces tubes au bain Marie à 37°C pendant 30min ;
- Laisser le mélange pour refroidir à température ambiante pendant 20min, la densité optique est lue à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible à 595nm.

### III.2.3. Identification des résidus glycosidiques

➤ **Principe**

L'identification des résidus glycosidiques d'un polysaccharide doit être commencée par la rupture de toutes les liaisons glycosidique, les monosaccharides libérés sont analysés par chromatographie sur couche mince. La rupture des liaisons glycosidiques nécessite une haute température (de 50 à 100°C) dans des acides forts dilués ou concentré(2M) tels que l'acide chlorydrique(HCL) et l'acide trifluoroacétique (TFA).(Ruiz,2005).

En effet, il est difficile de contrôler l'hydrolyse acide car la rupture des liaisons osidiques est aléatoire et mène à la production de monosaccharide. C'est pour cela les voies de dégradation acide sont utilisées afin de déterminer la structure et la composition des oses constitutifs des polysaccharides (Delattre, 2005).

➤ **Mode opératoire**

Selon Niu et *al.*(2011):

- Mélanger 25mg de lyophilisat de polysaccharides avec 1ml de TFA 2M
- Incuber les tubes dans l'étuve à 100°C pendant 4h
- Laisser les tubes refroidir et ajouter quelques gouttes de méthanol
- Déposer le mélange dans un dessiccateur sous hotte/24h
- Après séchage, ajouter 1ml d'eau distillée et récupérer tout dans des Eppendorfs

### III.2.3.1.Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince est une méthode d'analyse basée sur les phénomènes d'adsorption pour l'identification de composés organiques , constituée de deux phases , la phase mobile qui est un solvant ou un mélange de solvant progresse au long d'une phase stationnaire alors que la phase stationnaire est un gel de silice la migration des substances à une vitesse dépend de leur nature et celle du solvant , après migration les taches doivent être révélées(Delattre,2005).

➤ **Mode opératoire**

Trois systèmes sont utilisés pour des plaques en gel de silice, 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.

**Tableau X.** Composition des trois systèmes utilisés.

Système 1(V=ml)	Système 2(V=ml)	Système 3(V=ml)
Acétate d'éthyle : 10V	Chloroforme : 9V	Acétonitrile : 15,17V
Pyridine : 8V	n-butanol : 25V	Acétate d'éthyl : 7,14V
Eau : 8V	méthanol : 20V	Propanol : 3,57V
N-butanol : 20V	acide acétique : 3V	Eau : 2,67V
Acide acétique : 4V	eau : 3V	

Système 1 (Hoton-dorge,1976); Système 2(Cheng et *al.*,2010); Système 3 (Han et roby, 1998)

➤ **Phase stationnaire**

C'est une plaque de gel de silice.

➤ **Dépôt des étalons et des hydrolysats**

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

Une ligne de dépôt est tracée à 1cm du bord inférieur de la plaque, puis activée dans l'étuve à 100°C pendant 10 minutes. Une fois la plaque est activée, nous mettons les échantillons et les étalons sur la ligne de dépôt.

Les systèmes déjà préparés sont versés dans les cuves chromatographiques, les plaques sont placées dans les cuves de sorte que la ligne de dépôt soit au-dessus de la phase mobile, la cuve est fermée, quand le solvant arrivera à 1cm du bord supérieur, nous retirons les plaques et nous traçons une ligne au front du solvant (Delattre, 2005), une fois les plaques sèchent et révélées par le Nigrum et à la fin ils seront incubées à l'étuve jusqu'à l'apparition des taches colorés (Boual, 2011).

➤ **Calcul des rapports frontaux**

Pour la détermination de la composition des extraits en monosaccharides, le rapport frontal est calculé pour chaque spot obtenu (David et Hazel, 1998).

$$R_f = \frac{\text{La distance parcourue par la substance} \times 100}{\text{La distance parcourue par le solvant}}$$

### III.4. Étude de l'activité antidiabétique

Le diabète est une maladie endocrine qui touche 2% de la population mondial (Gbekle *et al.*, 2017 ; Barbosa *et al.*, 2008) et caractérisée par une augmentation anormale du taux de glucose dans le sang (hyperglycémie). Les traitements de cette maladie se subdivise en deux types, les quels: les médicaments hypoglycémiant (sulfonylurées et dérivés de l'acide benzoïque) et les agents anti-hyperglycémie (biguanides, les inhibiteurs de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase et thiazolidinediones) (Bisht *et al.*, 2013). Au cours de ces dernières années, les

scientifiques font des recherches afin d'améliorer de nouvelles molécules efficaces sans effets secondaires (Carillon, 2009).

Les molécules bioactives extraits des plantes sont illimitées, dont les études ethnopharmacologiques prouvent que 80% de la population spécifiquement des pays en développement utilisent la phytothérapie contre le diabète soit comme prévention ou bien comme traitement (Carillon, 2009 ; Mentreddy, 2007).

### ➤ Principe

L'étude de l'activité antidiabétique des polysaccharides issus des graines d'*A.moraurum* est basée sur leur capacité à inhiber l'activité enzymatique d'  $\alpha$ -D-glucosidase (E.C.3.2.1.20) (Mosihuzzman et al., 2013).

La détermination de ce pouvoir inhibiteur est basée sur la mesure du taux de la libération de p-Nitrophénol (p-NP) dont l'enzyme catalyse la dégradation de p-Nitrophényl- $\alpha$ -D-glucopyranoside (p-NPGP) en  $\alpha$ -D-glucopyranoside et p-Nitrophénol. Ce dernier, absorbe à longueur d'onde est égal à 405 nm, ce qui permet d'évaluer l'activité inhibitrice sur l'enzyme (Ha et al., 2012).

D'ailleurs, en présence d'inhibiteur, l'activité enzymatique de l' $\alpha$ -D-glucosidase soit diminuée ou inhibée. Cela est exprimé par diminution de la dégradation de substrat p-NPGP (Mosihuzzman et al., 2013).

Dans ce test l'acarbose est utilisé comme un contrôle positif, l'eau distillée est utilisée comme contrôle négatif(Zhang et LI, 2015). L'activité inhibitrice des polysaccharides sur l'enzyme d' $\alpha$ -glucosidase est calculée selon la formule suivante(Xu et al., 2014; Zang et LI, 2015).

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = \frac{\Delta A_{\text{contrôle négatif}} - \Delta A_{\text{échantillon}}}{\Delta A_{\text{contrôle négatif}}} \times 100$$

$\Delta A_{\text{Contrôle négatif}} = A_1_{\text{Contrôle négatif}} - A_0_{\text{Contrôle négatif}}$

$\Delta A_{\text{échantillon}} = A_1_{\text{Contrôle échantillon}} - A_0_{\text{Contrôle échantillon}}$

### ➤ Préparation des solutions et réactifs

La préparation se fait selon les méthodes de Bichtet al. (2013); Qianet al. (2015) modifiées.

➤ **Préparation de solution mère de polysaccharides (10 mg/100µl)**

La solution est préparée avec 10 mg de l'extrait brut polysaccharidique dans 100µl d'eau distillée.

➤ **Préparation des dilutions de la solution mère de l'extrait polysaccharidique**

**Tableau XI.** Dilutions de solution mère de l'extrait polysaccharidique

	Blanc	10%	25%	50%	75%	100%
<b>Eau distillée</b>	20	19	15	10	05	0
<b>Solution mère (µl)</b>	0	01	05	10	15	20
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	10	25	50	75	10

➤ **Préparation de solution d'acarbose**

Pour préparer une solution d'acarbose de 100mM, 50 mg d'acarbose est dissout dans 774 µl d'eau distillée.

➤ **Préparation des dilutions d'acarbose**

Préparation d'une gamme de dilution allant de 0,01 à 100 mM à partir de la solution mère d'acarbose 100mM.

➤ **Mode opératoire**

Dans un tube sec, mettre un volume de 500µl de la solution de l'α-D-glucosidase. Ajouter 10µl de l'acarbose pour le contrôle positif, de l'extrait polysaccharidique pour le test ou de l'eau distillée pour le contrôle négatif. Incuber le mélange pendant 15 min à 37° C. Ajouter un volume de 125µl de la solution du substrat (p-NPGP) préalablement incubé à 37° C. Agiter bien le tube pendant une minute. Après 2 min d'incubation, lire l'Absorbance à 405 nm et suivre la cinétique enzymatique de l'α-D-glucosidase en mesurant l'Absorbance chaque 12 sec pendant 3 min de réaction par un spectrophotomètre UV- Visible (Bicht et al., 2013; Qian et al., 2015 )

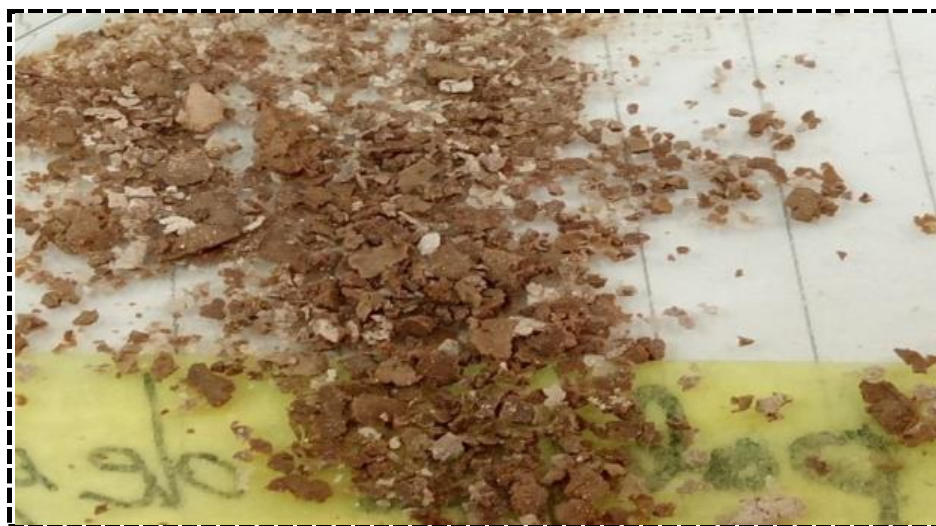
**Tableau XII.** Test de l'activité anti diabétique

		Volumes
<b>Contrôle positif</b>	<i>p</i> -NPGP (μl)	125
	α-D-glucosidase (μl)	500
	Acarbose(μl)	10
<b>Extrait polysaccharidique</b>	<i>p</i> -NPGP (μl)	125
	α-D-glucosidase (μl)	500
	polysaccharides	10
<b>Contrôle négatif</b>	<i>p</i> -NPGP (μl)	125
	α-D-glucosidase (μl)	500
	eau distillée	10



### IV.1. Rendement polysaccharidique

Le rendement d'extraction est de l'ordre de 2.93%. Cette valeur est très proche de celle rapporté par Norziah et *al.* (2015) chez *Trigonella foenum-graecum* (Fenugrec) soit  $2.4 \pm 0.7\%$  et inférieur à celle trouvée avec les graines d'*Alhagi persarum* Boiss soit 4% (Rakhimov et dzhumamuratova, 1993).



**Figure 6.** Aspect de lyophilisat des graines d'*Alhagi maurorum*

La variation des rendements d'extraction est liée à plusieurs facteurs parmi eux, les conditions climatiques et l'environnement du sol de l'espèce (Al-assaf et *al.*, 2005; Anderson et *al.*, 1968; Idris et *al.*, 1998; Islam et *al.*, 1997; Karamalla et *al.*, 1998; Verbeken et *al.*, 2003 ; Limam, 2016). Aussi, le type du solvant, de polysaccharide et la procédure d'extraction comme la décoction ou la macération (Ebringerova et *al.*, 2003; Mouradi et *al.*, 2006).

### IV.2. Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble

#### IV.2.1. Composition biochimique

Comme il est mentionné dans le tableau XIII, l'extrait des polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum* renferme de  $67.60 \pm 0.098\%$  d'oses totaux, et parmi les oses sont,  $57.46 \pm 0.042\%$  d'oses neutres et  $11.08 \pm 0.015\%$  oses acides. Ces valeurs sont semblent inférieurs de celles trouvés par Boual (2014) pour les graines d'*Astragalus armatus* sont,  $79.93 \pm 3.66\%$ ,  $61.35 \pm 2.13\%$  et  $20.87 \pm 1.26\%$  d'oses totaux, oses neutres et oses acides, respectivement et supérieurs de celles des graines d'*Astragalus gombo* soient 51.28%, 44.17% et 6.25%, pour le même ordre d'oses (Chouana, 2017).

Les polysaccharides isolés des graines d'*Astragalus armatus* renferme de  $6,54 \pm 0,07\%$  comme teneur en protéines (Boual, 2014), qui est inférieure à celle trouvée avec les graines d'*Alhagi maurorum* soit  $14,75 \pm 0,007\%$ .

Le dosage des polyphénols, a donné une valeur nulle qu'elle s'exprime par l'efficacité de prétraitement dans la dépigmentation. Contrairement aux graines d'*Astragalus gombo* qui leur teneur en polyphénols soit  $1,2 \pm 0,4$  (Chouana, 2017).

**Tableau XIII.** Composition globale d'extrait polysaccharidique hydrosoluble des graines d'*Alhagi maurorum*

Oses totaux %	Oses neutres %	Oses acides %	Oses réducteurs %	Polyphénols %	Protéines %
$67,60 \pm 0,098$	$57,46 \pm 0,042$	$11,08 \pm 0,015$	$27,88 \pm 0,101$	-	$14,75 \pm 0,007$

#### IV.2.2. Caractérisation des résidus glycosidiques de l'extrait polysaccharidique

La précision des rapports frontaux (Rf) des oses étalons permet d'identifier les oses constitutifs de l'extrait des polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum*. Ceci par comparaison des Rf des taches apparues avec ceux des étalons.

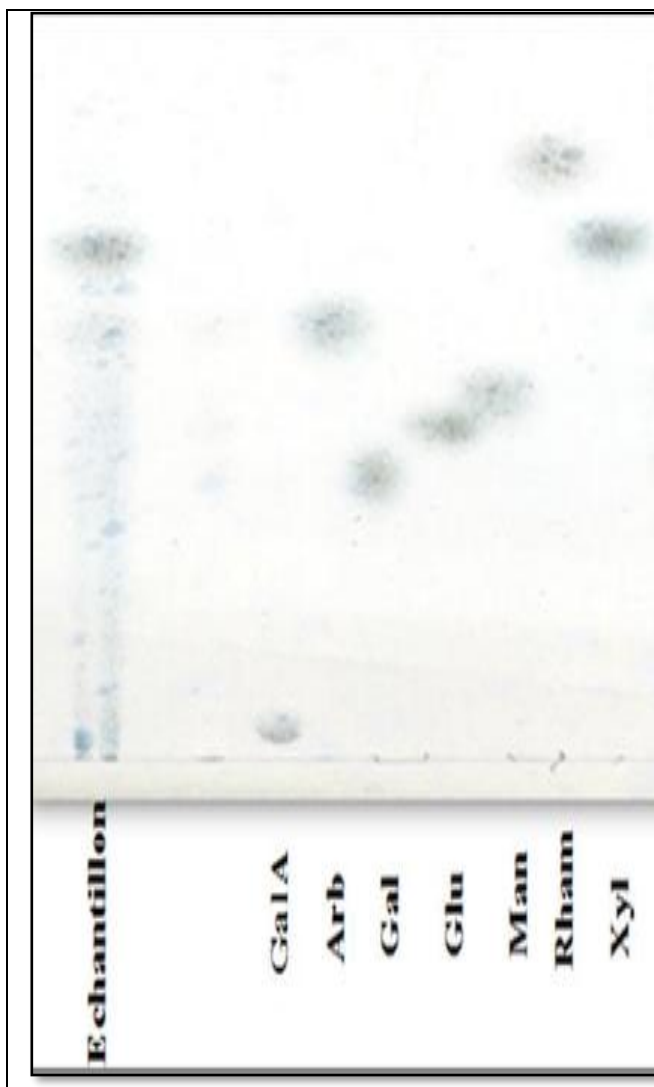
En lisant les trois chromatogrammes des systèmes utilisés, il apparaît avec le système 1 deux spots de Rf 0.42 et 0.55, qui peuvent être correspondre à l'arabinose (0.42) et de xylose (0.54). Les mêmes pentoses sont suggérés par le système 3 qui révèle deux taches de 0.49 et 0.58 semblent homologues à l'arabinose (0.50) et le xylose (0.57).

Cependant, le système 2 donne un seul spot (0.57) qui peut correspondre au mannose (0.57).

**Tableau XIV.** Rapports frontaux (Rf) des oses étalons et les hydrolysats pour les trois systèmes utilisés de CCM.

Etalon	Système 1	Echan.	Système 2	Echan.	Système 3	Echan.
Acide D-galacturonique	0.11		0.18		0.033	
L-arabinose	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	0.5		<b>0.50</b>	<b>0.49</b>
D-galactose	0.26		0.45		0.32	
D-glucose	0.33		0.54		0.38	
D-mannose	0.43		<b>0.56</b>	<b>0.57</b>	0.41	
L-rhamnose	0.66		0.70		0.68	
D-xylose	<b>0.54</b>	<b>0.55</b>	0.63		<b>0.57</b>	<b>0.58</b>

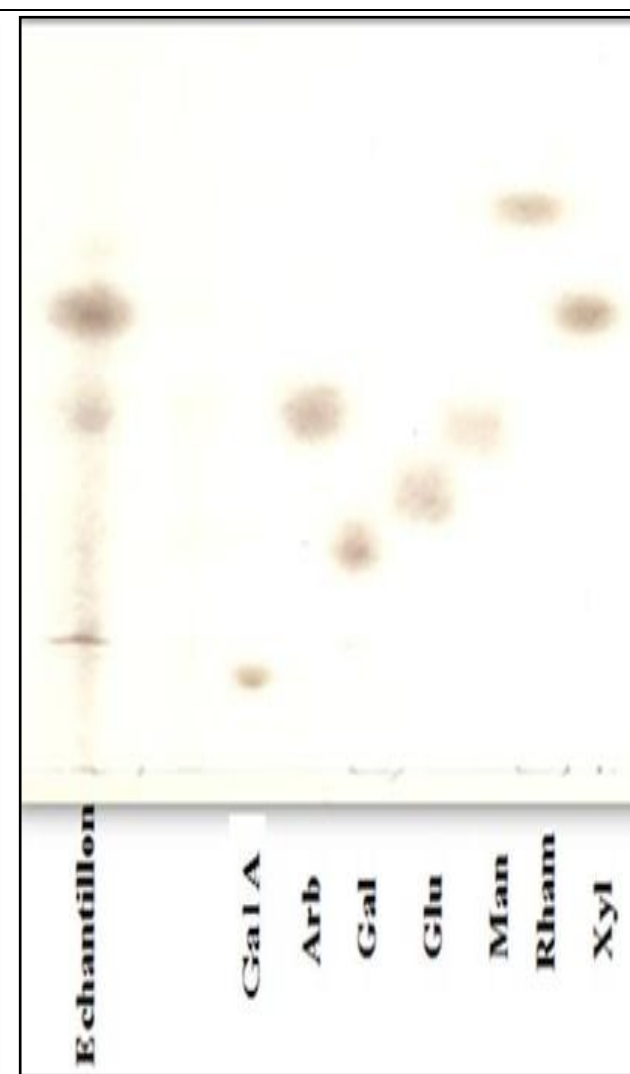
Les résultats de la CCM montrent des taches en communs. Destaches semblent correspondre à l'arabinose et xylose sont apparus dans chacun des systèmes 1 et 3 et disparaissent dans le système 2. Tandis que, les tâches qui peuvent être homologues au mannose disparaissent dans les systèmes 1 et 3 pour apparaître dans que le système 2. Ces résultats laissent suggérer que les polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum* renferme un hétéropolysaccharide de type arabinoxylane, constitué majoritairement d'arabinose et de xylose. Kodiralieva et Rakhmanberdyeva (2011), ont signalé pour les graines d'*Alhagi pseudalhagi* la présence de rhamnose, xylose, arabinose, mannose et de galactose.



**Figure 7.** Chromatogramme du système 1



**Figure 8.** Chromatogramme du système 2



**Figure 9.** Chromatogramme du système 3



Notre travail a été réalisé au sein de laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de à l'université de Kasdi Merbah-Ouargla, qui porte l'objectif de caractériser des polysaccharides hydrosolubles extraits des graines d'*Alhagi maurorum*.

La composition biochimique des polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum* Boiss, ont été déterminées par des méthodes colorimétriques, elle a mis en évidence trois groupes d'oses, oses acides, oses neutres, oses réducteurs et des protéines. Par conséquence, les oses neutres sont les composants majeurs de l'extrait soit de  $57.46 \pm 0.042\%$ .

Les systèmes utilisés de la chromatographie sur couche mince, ont montré la dominance de l'arabinose et de xylose. Ceci, suggère la présence d'un arabinoxylane.

Un fort pouvoir inhibiteur sur  $\alpha$ -D-glucosidase, a été obtenu avec l'extrait polysaccharidique des graines d'*Alhagi maurorum*, reste à définir la structure de ces polysaccharides bioactifs et leur mode d'action.

### ***Perspectives***

Pour confirmer les résultats obtenus par CCM, nous devons utilisés des techniques plus avancées telle quela HPAEC-PAD pour préciser les résidus glycosidiques constitutifs de ces polysaccharides extraits.

Aussi, pour mieux caractériser et établir la relation structure et fonction de l'activité antidiabétique signalée, il est souhaitable d'utiliser une technique celle de la spectrométrie de masse SM.

1. A. H. M. Mahbubur Rahman\*, M. Ismot Ara Parvin, (2014). «Study of Medicinal Uses on Fabaceae Family at Rajshahi, Bangladesh». Plant Taxonomy Laboratory, Department of Botany, University of Rajshahi, Rajshahi, Bangladesh.
2. Abi faraj,. (2005). « A Guide to Medicinal Plants in North Africa». *Alhagi graecorum* Boiss Cavan, 19 . IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga (Spain): 193
3. ABOUGHE ANGONE(2010) Extraction des polysaccharides hémicellulosique de la paroi des feuilles de *Laportea Aestuans* ( *Fleurya aestuans*) et activité immunostimulante , Institut de pharmacopée et médecine traditionnelle , anglais-France ,N 3 ,2p
4. Ahmad S, Riaz N, Saleem M, Jabbar A, Rehman N, Ashraf M., (2010). «Antioxidant flavonoids from *Alhagi maurorum*». J Asian Nat Prod Res 12(2): 138–143.
5. Al-Assaf S., Phillips G.O., Williams P.A., (2005).«Studies on acacia exudate gums. Part 1: the molecular weight of *Acacia senegal* gum exudates». Food Hydrocoll., Vol.19, 647-660.
6. Al-Douri NA, Al-Essa LY., (2010). «A survey of plants used in Iraqi traditional medicine». Jordan J Pharm Sci 3(2): 100–108.
7. Ali Esmail Al-Snafi, (2015) . « *Alhagi Maurorum* As A Potential Medicinal Herb»: An overview,Department of Pharmacology, College of Medicine, Thi qar University.
8. Ali SI., (1977). «Flora of West Pakistan». pp. 319–320.
9. Alistair M., Stephen, Glyn O., Phillips, Peter A. ,Williams (2006). « Food Polysaccharides and Their Applications»,2ed , Taylor & Francis Group, LLC London- New York, 5p.
10. Anderson D.M.W., Dea I.C.M., Karamalla K.A., Smith J.F., (1968).« Studies on uronic acid materials». Part XXIV. An analytical study of different forms of the gum fro *Acacia senegal* Willd, Carbohydr. Res. 6, 97–103.
11. Awaad Amani AS., Maitland DJ, Soliman GA.,(2006). «Antiulcerogenic activity of *Alhagi maurorum*». *Pharm Biol*; 44(4): 292-6.
12. Badshah L, Hussain F., (2011). «People preferences and use of local medicinal flora in district Tank», Pakistan.J Med Plants Res 5(1): 22–29.

13. Bisht S., Kant R., Et Kumar V., (2013). «  $\alpha$ -d-Glucosidase inhibitory activity of polysaccharide isolated from *Acacia tortili* sgumexudate», International Journal of Biological Macromolecules, Article original, vol. 59: 214– 220.
14. Blumenkrantz N. et Asboe-Hansen G., (1973).« New method for quantitative determination of uronic acids. Analytical biochemistry», 54: 484-489.
15. Boulos L., (1983). «Medicinal Plants of North Africa». Reference Publications Inc.: Cairo, Egypt; 368.
16. Balakshin M., Capanema, E., Gracz, H., Jameel, H. (2011). Quantification of lignin carbohydrate linkages with high-resolution NMR spectroscopy. *Planta* 233: 1097– 1110.
17. Bouzouita N. Khaldi A. Zgoulli S. Chebil L. Chekki R. Chaabouni M.M. Thonart P., (2007). «The analysis of crude and purified locust bean gum: a comparison of samples»
18. Boual Zakaria, Addella Kamassi ,Aicha Hamid Oudgana, Philippe Michaud et Ould el hadj mohammed Didi (2011) Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles des *Malva parviflora* L (*Malvacée*) :Activité prébiotique ,Le banese science Journal ,vol 14,No.2,2013
19. Boual Zakaria, 2014« Caractérisation physic-chimique des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal récoltées dans la région de Ghardaia (Sahara Septentrional Est algérien) : Activité biologique», Thèse de doctorat, l'Université Kasdi Merbah d'Ouargla.
20. Boutaghane Naima, (2013). « Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae) », Thèse de doctorat, Université de Constantine.
21. 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: 248-254.
22. Buckeridge MS, Dietrich SMC, de Lima DU., (2000b). «Galactomannans as the reservecarbohydrate in legume seeds. *Dev Crop Sci* 26:283–316.
23. BurashevaGS,Mukhamed'yarovaMM, Chumbalov TK., (1975). «Flavonoids of *Alhagi kirgisorum*». *Khim Prir Soedin* 2: 254–255.



24. Carillon A., (2009). « La place de la phytothérapie dans les systèmes de la santé à XXI<sup>e</sup>s ». Conférence SIPAM-Djerba, Mars 2009 : 1-7.
25. Chakou Fatma Zohra, 2017 «Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles issus des graines d'*Alhagi maurorum* Boiss», Séminaire international sur les polysaccharides.
26. Chouana Toufik, (2017). « Caractérisation structurale et activités biologiques des polysaccharides d'*Astragalus gombo bunge* », Thèse de doctorat, l'Université Kasdi Merbah d'Ouargla.
27. Dakia P.A., Blecker C., Robert C., Wathelet B., and Paquot M., (2008). «Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment». *Food Hydrocolloids*, 22 (5), 807-818.
28. Daniel J. Cosgrove 1997 Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants Department of Biology, 208 Mueller Laboratory, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802\$
29. Delattre C., (2005). « Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes». Thèse Doctorat de l'Université De Picardie Jules Verne, Amiens: 52-83p.
30. Delattre C., (2005). «Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes».Thèse Doctorat de l'Université De Picardie Jules Verne, Amiens: 52-83p.
31. Dhugga KS, Barreiro R, Whitten B, Stecca K, Hazebroek J, Randhawa GS, Dolan M, Kinney AJ, Tomes D, Nichols S, Anderson P., (2004). «Guar seed beta-mannan synthase is a member of the cellulose synthase super gene family». *Science* 303:363–366
32. Dhugga KS, Barreiro R, Whitten B, Stecca K, Hazebroek J, Randhawa GS, Dolan M, Kinney AJ, Tomes D, Nichols S, Anderson P (2004). «Guar seed beta-mannan synthase is a member of the cellulose synthase super gene family». *Science* 303:363–366
33. Di Donato, P., Poli A., Taurisano V., et Nicolaus B., (2015). «In Kishan Gopal Ramawat, K. G.and Mérillon, J-M. Polysaccharides Bioactivity and Biotechnology. 604-634.

34. Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traore A., Coulibaly K. et Maiga A., (2004). «Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali». *Chimie*, 7: 1073-1080.
35. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Pebers P.A. et Smith F.,(1956). «Colorimetric method for determination of sugar and related substances». *Analytical Chemistry*, 28:350-356.
36. Ebringerova A, Hromadkova Z, Heinze T (2005) Hemicellulose. *Adv Polym Sci* 186:1–67.
37. F. Bourgaud , A. Gravot, S. Milesi, E. Gontier 2001 Production of plant secondary metabolites: a historical perspective
38. Faik A., (2013). Chapter 1: «Plant cell wall structure-pretreatment” the critical relationship in biomass conversion to fermentable sugars. In: Green biomass pretreatment for biofuels production, SpringerBriefs in molecular science». Springer, Dordrecht, pp 1–30 from different carob tree populations in Tunisia. *Food Chem.*, 101, 1508- 1515.
39. Gbekley E. H., Agbodeka K ., Karou S. D., Anani K., Adjrah Y., Toudji G., Ameyapoh B., Simpore J., And Gbeassor M., (2017)., «Composés bioactifs isolés des plantes à propriété anti-diabétique: Revue de littérature /Isolated bioactive plant compounds with anti-diabeticproperty». *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 19:839-849.
40. Ghannadi A, Hajhashemi V, Jafarabadi H., (2005). «An investigation of the analgesic and anti-inflammatory effects of *Nigella sativa* seed polyphenols». *J Med Food* ; 8: 488-93.
41. Goncharov MY, Yakovlev GP and Vitovskaya GA.,(2001). «Composition of polysaccharides from above-ground part of *Alhagi maurorum* Medic». *Rastitel'nye Resursy*, 37, 60-63.
42. Guo M, Tan L, Nie X, Zhu X, Pan Y, Gao Z, (2016). «The Pmt2p-Mediated Protein O-Mannosylation Is Required for Morphogenesis, Adhesive Properties, Cell Wall Integrity and Full Virulence of *Magnaporthe oryzae*». *Journal Article, Front Microbiol* 7:630.
43. H. M. Mahbubur Rahman\*, M. Ismot Ara Parvin, (2014). «Study of Medicinal Uses on *Fabaceae* Family at Rajshahi, Bangladesh», Plant Taxonomy Laboratory, Department of Botany, University of Rajshahi, Rajshahi, Bangladesh,

44. Ha T.J., Lee J.H., Lee M-H., Lee B.W., Kwon H.S., Park C-H., Shim K-B., Kim H-T., Baek I-Y., Jang D.S., (2012). «Isolation and identification of phenolic compounds from the seeds of *Perillafrutescens* (L.) and their inhibitory activities against  $\alpha$ -D-glucosidase and aldose reductase». *Food Chemistry*, Vol.135:1397-1403.
45. Hamed A, Perronec A, Mahalela U, Oleszekb W, Stochmalb A and Piacentec S.Oleanane, (2012). « Glycosides from the roots of *Alhagi maurorum*». *Phytochemistry Letters*, 5(4), 782-787.
46. Harvey AL., (1999). «Medicines from nature: are natural products still relevant to drug discovery Trends Pharmacol» *Sci* 20: 196–198.
47. Hassanein AM, Mazen AMA., (2001). «Adventitious bud formation in *Alhagi graecorum*». *Plant Cell Tiss Org* 65: 31–35.
48. Imamura T, Watanabe T, Kuwahara M, Koshijima T.,(1994). «Ester linkages between lignin and glucuronic acid in lignin-carbohydrate complexes from *Fagus crenata*». *Phytochemistry* 37:1165–1173
49. Islam A.M., Phillips G.O., Slijvo M.J., Williams P.A., (1997). «A review of recent developments on the regulatory, structural and functional aspects of gum arabic». *Food Hydrocoll*, Vol. 11: 493-505.
50. Islambekov SY, Mirzakhidov KA, Karimdzhanov AK, Ishbaev AI., 1982. «Catechins and proanthocyanidins from *Alhagi pseudalhagi*». *Khimprir Soedin* 5: 653–654.
51. Jalil Ur Rehman<sup>1</sup>, Naveed Akhtar<sup>2</sup>, Muhammad Younus Khan<sup>2</sup>, Khalil Ahmad<sup>1</sup>, Mukhtiar Ahmad<sup>1</sup>, Sabira Sultana<sup>1</sup>, Hafiz Muhammad Asif<sup>2\*</sup>,(2014).«Phytochemical Screening and Hepatoprotective Effect of *Alhagi maurorum* Boiss (Leguminosae) Against Paracetamol-Induced Hepatotoxicity in Rabbits»,the University of Poonch, Rawalakot, AJ& K, Pakistan.
52. Johansson MH, Samuelson O (1977). Reducing end groups in birch xylan and their alkaline degradation. *Wood Sci Technol* 11:251–263
53. Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J., (2002). «Plant Systematics»: a phylogenetic approach, Sinauer Axxoc, 287-292, ISBN 0-87893-403-0.
54. Kar A. Pharmacognosy and pharma biotechnologie. 2nd Ed: new Age International Publisher. (2007); pp.1-30

55. K., (1999). «Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudalhagi*». *J Plant Nutr Soil Sci* 45 (4): 851–862.
56. Kamil M, Ahmad F, Jairaj AF, Gunasekar C, Thomas S, Chen K, Attas A.,(2001). «Pharmacognostic and phytochemical studies on aerial parts of *Alhagimaurorum* Medik». *Hamdard Med*; 3: 57-71.
57. Khan FM., (2009). «Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater Cholistan desert (Pakistan) ». *Pak Vet J*; 29: 75-80.
58. Kurban *et al.*, (1999); Kurban H, Saneoka H, Nehira K, Adilla R, Premachandra GS, Fujita
59. Laghari AH, Memon S, Nelofar A., (2010). «A new flavanone with urease inhibition activity from roots of manna plant (Camel thorn) ». *J Mol Struct* 965(1-3): 65–67.
60. Lagharia AH, Memona S, Nelofar A and Khanc KM., (2011). «*Alhagi maurorum*,: A convenient source of lupeol». *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1141-1145.
61. Laure Rinaldi (2013) Impact de l'ajout de polysaccharides dans des matrices laitières gélifiées acidées sur la digestion gastro- intestinale des protéines et des réponses métabolique associées, Thèse de doctorat en sciences et technologie des aliments , Université la val, pp2-4 .
62. Le Roux K., (2012). «Purification de la chitine par hydrolyse enzymatique à partir de coproduits de crevette *Penaeus vannamei*. Caractérisations des produits et optimisation du procédé». Thèse de Doctorat de l'université de Nantes en Biochimie et biotechnologie des produits marins. Nantes, France: p60.
63. Lecheb F., (2010). «Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes: Essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soins». Mémoire de magistère, université M'Hamed Bougara Boumerdes.
64. Li J. E., Nie S. P., Xie M. Y. And Li C., (2013). «Isolation and partial characterization of a neutral polysaccharide from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru and its antioxidant and immunomodulatory activities». *Journal of Functional Foods*. Article in press, 9p.
65. Liu Q ., Cai J., Mana J., Huang J., Weic W. And Wei C., (2015).«Relationship between structure and functional properties of normal rice starches with different amylose contents». *Carbohydrate Polymers*, vol. 125: 35-44.

66. Lü L, Liu SW, Jiang SB, Wu SG.,(2004). «Tannin inhibits HIV-1 entry by targeting gp41». *Acta Pharmacol Sin*; 25: 213-8.
67. M. Kh. Malikova, D. A. Rakhimov, et E. C Kondratenko, *khim. Prir Soedin.*, (1983). Polysaccharides of *Alhagi maurorum*».
68. Malik A, Kuliev ZA, Akhmedov UA, Vdovin AD, Abdullaev ND.1997. «Catechins and proanthocyanidins of *Alhagi sparsifolia*». *Chem Nat Compd* 33(2): 174–178.
69. Mallett B.V. McCleary and N.K. Matheson, *Phytochemistry*, 26 (1980).
70. Marashdah MS, Farraj AI., (2010). «Pharmacological activity of 2% aqueous acetic acid extract of *Alhagi maurorum* roots». *J Saudi Chem Soc*14: 247–250.
71. Marouf A., Gérard T.R., (2009). «Abrégé de biochimie Appliqué» .Edition EDP science : 20- 21.
72. Mathur N.K. (2011). *Industrial galactomannan polysaccharides*. CRC Press. 187 pages. Mao W.J., Fang F, Li HY, Qi XH, Sun HH, Chen Y, Guo SD., (2008). « Heparinoid-active two sulfated polysaccharides isolated from marine green algae *Monostroma nitidum*». *Carbohydrate Polymers*. 74:834–839
73. Mentreddy S.R, (2007). « Medicinal plant species with potential anti-dabetic properties ». *journal of Science of Food and Agriculture*. 87(5): 743-750.
74. Mentreddy S.R., (2007). «Medicinal plant species with potentiel anti-diabétique proprieties», *journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(5): 743-750.
75. Mikaili et al., (2012); Mikaili P, Shayegh J, Asghari MH., (2012). «Review on the indigenous use and ethnopharmacology of hot and cold natures of phytomedicines in the Iranian traditional medicine». *Asian Pac J Trop Biomed* 2: S1189–S1193.
76. Mkedder Ilham. (2012). «Modification et dégradation enzymatique de polysaccharides : investigation par imagerie et diffusion de rayonnement» , thèses de doctorat université de Grenoble, chimie des polymères, 21p
77. Monsigny M., Petit C. et Roche A.C., (1988).«Colorimetric determination of neutral sugars by a resorcinol sulfuric acids micromethod». *Analytical biochemistry*, 175: 525-530.
78. Moreira LR, Filho EX., (2008). «An overview of mannan structure and mannan-degrading enzyme systems». *Applied Microbiology Biotechnology*, 79:165–178.
79. Mosihuzzman M., Naheed S., Hareem S., Talib S., Shamsun G. A., Khan N., Choudhary M. I., Sener B., Tareen R. B., Israr M., (2013). « Studies on  $\alpha$ -glucosidase inhibition and anti-glycation potential of *Iris loczyi* and *Iris unguicularis*». *Life Sciences*, Vol.92 :187-192.

80. Mouradi A., Nicolas Bordenave, Chikhaoui-Khay M., Aitakki S., Akallal R., Hrrimle I., Givernaud T., (2009). «Analyse structurale des fractions polysaccharidiques extraites de la paroi cellulaire d'*Hypneamusciiformis* (Rhodophyceae, Gigartinales)». Afrique SCIENCE, Vol. 02 (2): 226-244
81. Ndayishimiye, J. Diversité, endémisme, géographie et conservation des *Fabaceae* de l'Afrique Centrale». Thèse de Docteur en Sciences: Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale. Bruxelles: Ecole Inter facultaire de Bio ingénieurs. 12 p. (2011)
82. Niu Y., Wang H., Xie Z., Whent M., Gao X., Zhang X., Zou Sh., Yao W., Yu L., (2011). « Structural analysis and bioactivity of a polysaccharide from the roots of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge. var. *mongolicus* (Bge.) Hsiao». Food Chemistry, vol.128: 620-626.
83. Norziah, M. H., Fezea, F. A., Bhat, R. and Ahmad, M., (2015). «Carbohydrate in legume seeds». Dev Crop Sci 26:283–316.
84. Pena MJ, Darvill AG, Eberhard S, York WS, O'Neill MA (2007) Moss and liverwort xyloglucans contain galacturonic acid and are structurally distinct from the xyloglucans synthesized by hornworts and vascular plants. Glycobiology 18:891–904
85. Polat E., Caliskan-Alankus O., Perrone A., Piacente S., Et Bedir E., (2009). «Cycloartane-type glycosides from *Astragalus amblelepis*». Phytochemistry, vol. 70 : 628–634.
86. Prajapati VD., Jani GK., Khanda SM., (2013). «Pullulan: an exopolysaccharide and its various applications». Carbohydrate Polymers. 95(1) :540–549.
87. Rahman SMA, Abd-Ellatif SA, Deraz SF, Khalil AA., (2011). «Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from Western Mediterranean coast, Egypt: natural alternatives for infectious disease treatment». Afr J Biotechnol; 10: 10733-43.
88. Rahmatullah M, Ferdousi D, Mollik MAH, Jahan R, Chowdhury MH, Haque WM., (2010a). «A survey of medicinal plants used by Kaverajes of Chalna area, Khulna District, Bangladesh». Afr J Tradit Complement Altern Med 7(2): 91–97.
89. Rahmatullah M, Khatun MA, Morshed N, et al., (2010b). «A randomized survey of medicinal plants used by folk medicinal healers of Sylhet Division, Bangladesh». Adv Nat Appl Sci 4(1): 52–62.
90. Raphail Badoud, Jurg Lolger,(2010). «Science et technologies des aliment principales de dinie des constituent et de technologie des procédés», Alain Etournand PPUR, Presses, ISBN 2880747546,9782880747541, pp 237-241.

91. Rudy Covis, (2011). «synthèse de polysaccharides amphides à partir de dextrane applique a la stabulation d'émulsion directes et invers» ,thèse doctorat Génie procédés et production p19 32.
92. Ruiz G., (2005). « Extraction, Détermination Structurale et Valorisation Chimique de Phycocolloïdes d'Algues Rouges». Thèse de Doctorat de l'Université De Limoges, France : 38-189p.
93. Ruiz G., (2005). «Extraction, Détermination Structurale et Valorisation Chimique de Phycocolloïdes d'Algues Rouges». Thèse de Doctorat de l'Université De Limoges, France: 38-189p.
94. Samejo MQ, Memon S and Khan KM., (2012). «Chemical composition of essential oils from *Alhagi maurorum*». *Chem Natural Comp*, 48(5), 898-900.
95. Shaker E, Mahmoud H, Mnaa S., (2010). «Anti-inflammatory and antiulcer activity of extract of *Alhagi maurorum* (Camel thorn) ». *Food Chem Toxicol* 48(10): 2785–2790.
96. Singh R.S., Mishra S., Kumar N., (2010). «Optimization of  $\alpha$ -amylase production on agriculturebyproduct by *Bacillus cereus* MTCC 1305 using solid-state fermentation». *Res J Pharm BiolChem Sci*. 1:867.
97. Singleton V. L., Ortofer R., Lamuela-Raventos R. M., (1999). «Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent». *Methods in Enzymology*. Orlando. Academic Press. 152-178.
98. Sprent, J.I. *Legume Nodulation*,. (2009). « A Global Perspective. Ames. Iowa: Wiley-Blackwell ».p. 12. ISBN 1-4051-8175-3..
99. Stephen, A.M., Churms, S.C., (1995). «Polysaccharides and Their Applications».Dekker, Inc. pp. 1-1 8.
100. Stevens, P.F. *Fabaceae*. « Angiosperm Phylogeny Website». Verson 7 May 2006. Retrived 28 April 2008.
101. Sy Y., Barbosa F-S., Wele A., Gueye P-M., Gueye Cd., Cisse3 A., Dieye Am., Bassene E., Faye B., (2008). «activite anti-hyperglycemiante de la fraction f2 de l'extrait total acetonique de feuilles de *vernonia colorata* (composeae) », Article original, *Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaines*, vol.15 : 6 – 10.
102. Théo Efstathiou, Christian Nio., (2008). «Article Analyse des polysaccharides» : 3326.
103. Towhidi A., (2007). « Nutritive value of some herbage for dromedary camel in Iran». *Pak J Biol Sci* 10(1): 167–170.

104. Waffenschmidt, S., & Jaenicke, L., (1987). «Assay of reducing sugars in the nanomole range with 2,2'-bicinchoninate». *Analytical Biochemistry*, 165(2), 337-340.
105. Warrand J., (2004).«Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs du mucilage de lin (*Linum usitatissimum*)». Thèse doctorat. Université de PICARDIE JULES VERNE. 238p.
106. Whisther R L., Chen C C., (1991).«Fibre science and technology», vol 11, pp 287-319
107. Wojciechowski, M.F., Lavin, M., Sanderson, M.J., (2004). « A phylogeny of legumes (*Leguminosae*) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported sub clades within the family». *Amer. J. Bot.* 91: 1846-1862.
108. Xue W, Li XY, Zhu JT, Lin LS., (2012). «Effect of temperature and irradiance on photosystem activity during *Alhagi sparsifolia* leaf senescence». *Biologia Plantarum* 65(4): 785–788.
109. Yang L, Zhang L.M., (2009). «Chemical structural and chain conformational characterization of some bioactive polysaccharides isolated from natural sources». *Carbohydrate Polymers*, vol.(76): 349–361.
110. Yu Kw. ,Kiyohra H. , Matsumoto T. ,Yarg H C. et Yanada H., (2001). «Structural caractérisation of intestinal immune system modulating new arabino-3,6-galactan from rhizomes of *Atractylodes lancea* D C» .*Carbohydrate polymers* ,pp147-156.
111. Yves R ; 2008. biopolymères dynamiques :oligo et polysaccharides thèse de doctort. Université louis pasteur de stars bourg.
112. Zain ME,AwaadAS,Al-OuthmanMR, El-Meligy RM., (2012). «Antimicrobial activities of Saudi Arabian desert plants». *Phytopharmacology* 2(1): 106–113.
113. Zhang D., Ong Y.L., Li Z., Wu J. Ch., 2013a.- Biological detoxification of furfural and 5-hydroxyl methyl furfural in hydrolysate of oil palm empty fruit bunch by *Enterobacter* sp. FDS8. *Biochemical Engineering Journal*, vol. 72 : 77–82.
114. ZHANG S., LI X-Z., (2015).«Inhibition of  $\alpha$ -D-glucosidase by polysaccharides from the fruit hull of *Camellia oleifera* Abel», *Carbohydrate Polymers*, Vol. 115: 38-43.
115. Zhu Y.Z., Luo Y., Dong G.L., Ren Y.Y., Chen L.J., Guo M.Z., Wang X.T., Yang X.Y. et Zhang Y., (2016). «Effects of the ultra-high pressure on structure and

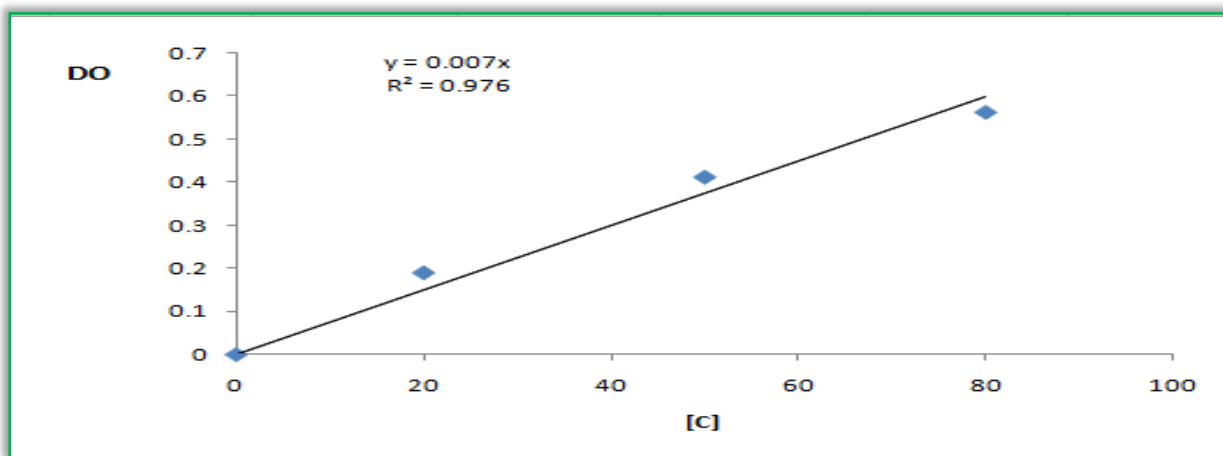


glucosidase inhibition of polysaccharide from *Astragalus*». International Journal of Biological Macromolecules, 87: 570 -576.

116. Zou GA, Mansur S, Hu SC, Aisa HA, Shakhidoyatov KM., (2012). «Pyrrole alkaloids from *Alhagi sparsifolia*». Chem Nat Prod 48(4): 635–637.

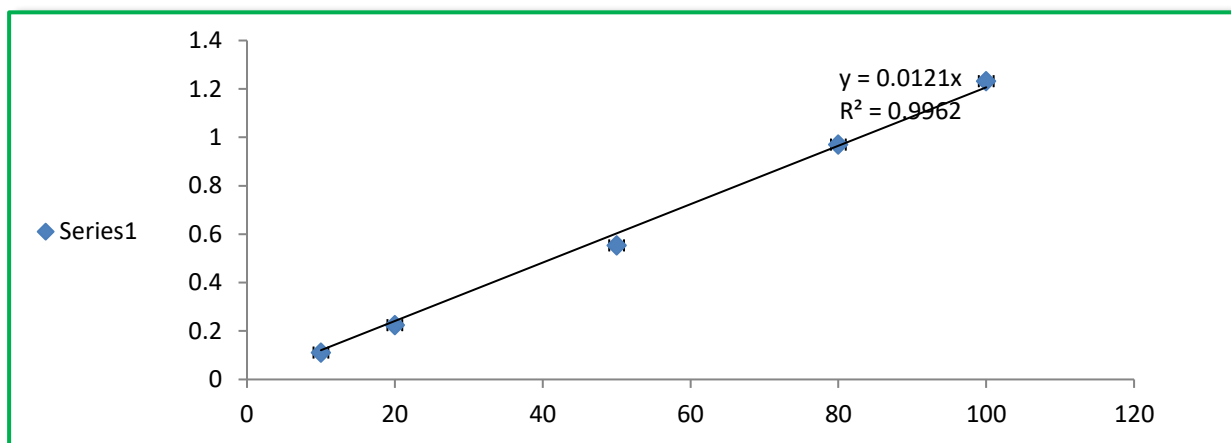
## Annexe 01

Courbe d'étalonnage des oses totaux



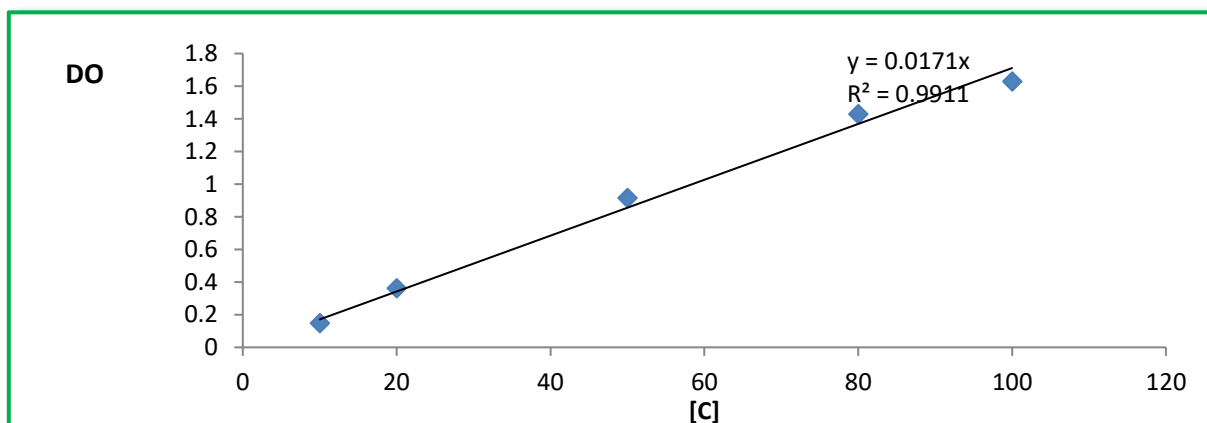
## Annexe 02

Courbe d'étalonnage des oses acides



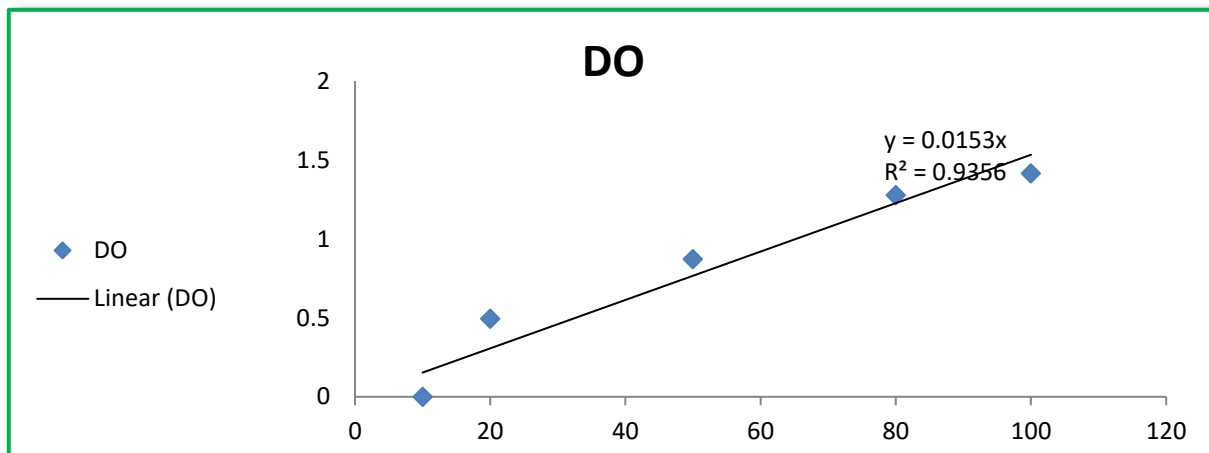
## Annexe 03

Courbe d'étalonnage des oses neutres



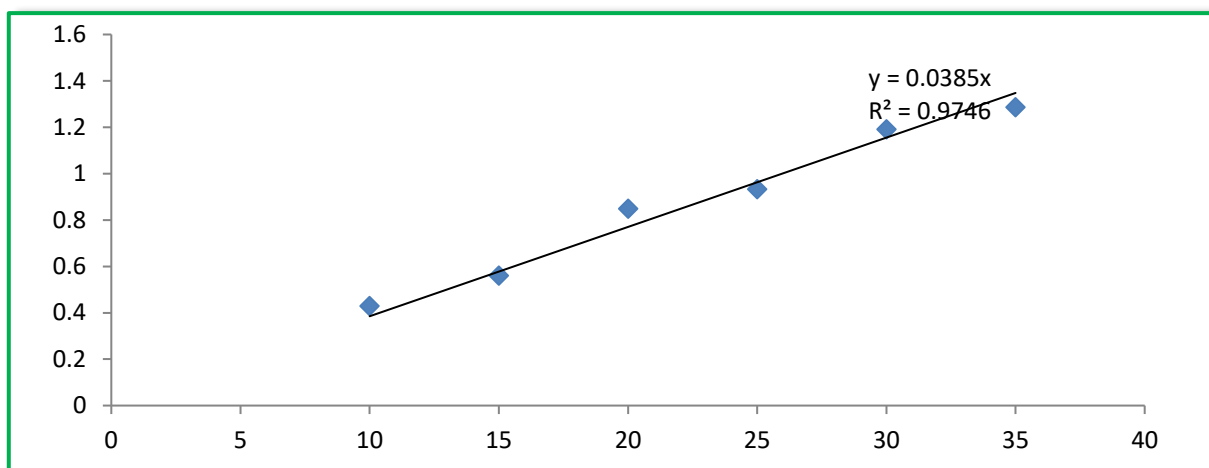
## Annexe 04

Courbe d'étalonnage des oses réducteurs



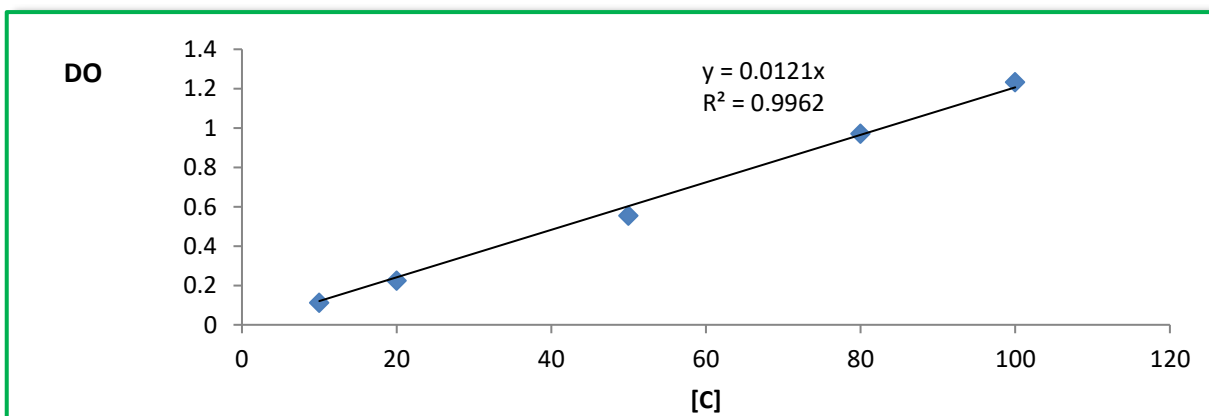
## Annexe 05

Courbe d'étalonnage des polyphénols



## Annexe 06

Courbe d'étalonnage des protéines



## Résumé :

L'objectif de notre travail est de caractériser des polysaccharides hydrosolubles extraits des graines de la plante spontanée *Alhagi maurorum* Boiss, à travers la mesure de quelques paramètres biochimiques et de tester leur activité antidiabétique basant sur l'inhibition de l'activité d'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase. Le broyat des graines est prétraité par l'éthanol (96%), puis macéré dans l'eau distillée chaude (80°C/2h). Les polysaccharides sont précipités par l'isopropanol (99.6%), le culot obtenu est lavé par l'acétone et lyophilisé. Le rendement massique de l'extrait de polysaccharides hydrosolubles des graines d'*Alhagi maurorum* est de 2.93%, qui renferme de 67.60±0.098% d'oses totaux, 57.46±0.042% d'oses neutres, 11.08±0.015% d'oses acides, 27.88±0.101 d'oses réducteurs, 0% de polyphénols et 14.75±0.007% de protéines. L'analyse de l'extrait par la chromatographie sur couche mince après l'hydrolyse acide par TFA 2M durant 4h suggère d'unarabinoxylane. L'étude de l'activité antidiabétique de l'extrait polysaccharidique a montré un fort pouvoir inhibiteur de l' $\alpha$ -D-glucosidase de 100 mg/ml en comparaison avec l'acarbose comme contrôle positif qui avait une inhibition maximale de 100% à partir de 6.456 de mg/ml. Ces résultats ajoutent à la plante un nouveau principe actif identifié représentant dans des polysaccharides à une activité antidiabétique potentielle.

**Mots clés :** *Alhagi maurorum*, polysaccharides, caractérisation, antidiabétique.

## Abstract:

This work is aimed to characterize the water-soluble polysaccharides used from the seeds of *Alhagi maurorum* Boiss, by the study of biochemical composition and to test their anti-diabetic activity, which is based on the inhibition of  $\alpha$ -D-glucosidase activity. The crushed seeds are pretreated with ethanol (96%), and followed by maceration in hot distilled water (80 ° C / 2h). The polysaccharides are precipitated with isopropanol (99.6%), the resulting pellet is washed with acetone and lyophilized. The mass yield of the water-soluble polysaccharide extract of *Alhagi maurorum* seeds is 2.93%, which contains 67.60 ± 0.098% total sugars, 57.46 ± 0.042% neutral monosaccharides, 11.08 ± 0.015% acid monosaccharides, 27.88±0.101 reducers monosaccharides, 0% polyphenols and 14.75 ± 0.007 of protein. Analysis of the extract by thin layer chromatography after acid hydrolysis by 2M TFA for 4h suggests a type of arabinoxylan polysaccharide. The study of the antidiabetic activity of the extract of the polysaccharide showed a strong inhibitory power of  $\alpha$ -D-glucosidase 100 mg / ml in comparison with the acarbose like positive control which had a maximum inhibition of 100% from 6.456 mg / ml. These results add to the plant a new active principle identified representing in polysaccharides to a potential antidiabetic activity.

**Keywords:** *Alhagi maurorum*, polysaccharides, characterization, antidiabetic.

## المخلص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة التركيب الكيميائي الحيوي للسكريات القابلة للذوبان في الماء والمستخرجة من بذور النبتة العاقل (*Alhagi maurorum*) Boiss واختبار نشاطهم ضد مرض السكري على أساس تثبيط أنزيم  $\alpha$ -D-glucosidase, تم معالجة مسحوق البذور مع الإيثانول (96%) يليها النقع في المياه المقطرة الساخنة (80 درجة مئوية / 2 ساعة) ومن ثم معالجتها باستعمال الأيزوبروبانول وفي الأخير غسلها بلاستون وتجفيفها. المرود الكلي للسكريات المتعددة المستخلصة من مسحوق بذور *Alhagi maurorum* تقدر بنسبة 2.93% والذوي يحتوي على نسبة 67.60±0.098% من السكريات الكلية، بينما تمثل المعتدلة نسبة 57.46±0.042% أما الحمضية فتمثل نسبة 11.08±0.015%, 27.88±0.101 من السكريات المرجعة 0% بوليفينول، كذلك نسبة البروتينات 14.75±0.007, كما أظهرت دراسة تركيبية السكريات المتعددة المستخلصة من حيث السكريات البسيطة باستعمال كروماتوغرافية على الصفائح الرقيقة احتواءها على L-arabinose و D-xylose ومنه فإن المستخلص يحتوي على سكريات مغايرة وهي arabinoxylane. زيادة عل ذلك فإن التنوع الملاحظ في تركيب السكريات المتعددة يبرجح تميزها بخصائص بيولوجية هامة. أظهرت دراسة خاصة مضاد للسكر والتي تعتمد على دراسة قدرة السكريات المتعددة المستخلصة على إيقاف نشاط أنزيم  $\alpha$ -D-glucosidase، أن هاته السكريات لها قدرة عالية على إيقاف نشاط أنزيم حيث يلاحظ قدرة قصوى ب في التركيز 100 مغ / مل. مقارنة مع Acarbose كعنصر تحكم الإيجابية التي كان تثبيط القصوى من 100 % من 6.456 ملغ / مل.

**الكلمات المفتاحية:** دراسة التركيب *Alhagi maurorum*, السكريات المتعددة, مضاد السكري.