

**Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des sciences biologiques**



**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de**  
**MASTER ACADEMIQUE**  
Spécialité : Biochimie appliquée

Présenté par : **BEN YOUNES Mebarka** et **TELLI Nour el houda**  
**Thème**

**Caractérisation partielle et activités biologiques de l'extrait de  
polysaccharides issus des feuilles d'*Astragalus armatus***

Soutenu publiquement le:  
Devant le jury:

M. OULD EL HADJ M.	Professeur	Président	Univ.Ouargla
M. CHOUANA T.	(MCB)	Examineur	Univ.Ouargla
M. BOUAL Z.	Professeur	Encadreur	Univ.Ouargla
Melle Bouziane G.	Doctorant	Co-encadreur	Univ.Ouargla

**Année universitaire : 2019/2020**

## *Remerciements*

Avant tout, nous remercions **DIEU** le tout-puissant de nous avoir donné la force et le courage afin que nous puissions accomplir ce modeste travail

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre encadreur Mr. Boual Zakaria. Professeur au Département de Sciences Biologiques à la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, pour ses conseils et ses précieuses orientations qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail

C'est avec grande plaisir, nous adressons nos remerciements à Mr OULD EL HADJ Mohammed Didi Professeur au Département de Sciences Biologiques à la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury.

Nous remercions également Mr. CHOUANA Toufik. Maitre de conférences B au Département de Sciences Biologiques à la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, de fait l'honneur d'accepter d'examiner notre mémoire.

Un remerciement particulier va au Co-encadreur Melle Bouziane G. doctorante au Département de Sciences Biologiques à la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI MERBAH-Ouargla, pour leur précieuse aide et encouragement. Enfin nous tenons à exprimer nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*Avant toute chose, je tiens à remercier Dieu le plus puissant pour m'avoir donné la force et la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie particulièrement à:*

*Mes chers parents ;*

*Mes chers frères et sœurs ;*

*Mes chers amis et collègues ;*

*Et toute ma grande famille ;*

*A tous ceux qui m'aiment ;*

*A tous ceux que j'aime ;*

*Mebarka*

## *Dédicace*

*À ceux qui ont toujours cru en moi, même dans les  
moments de faiblesse et de manque de confiance en moi ;  
À ceux qui ont toujours voulu que je choisisse et fasse ce que  
j'aime « Mes chers parents » témoignent de leur amour et  
de leur soutien;*

*À ceux qui partagèrent avec moi les plus beaux jours;  
À ceux qui ont été mes modèles dans cette domaine, "mes frères  
et sœurs";*

*À ma compagne, qui n'a jamais quitté ma main " Dina " ;*

*À toute ma famille et mes amis;*

*À tous ceux dont ce cœur se sourient;*

*Hour el houda*

## Liste des tableaux

Structures et activités biologiques des polysaccharides de genre Astragalus.....	35
Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses totaux 0,001% à 0,01%.....	58
Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses neutres 0,001% à 0,01%.....	59
Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses acides 0,001% à 0,01%.....	61
Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses réducteurs 0,001% à 0,01%.....	62
Préparation de la courbe d'étalonnage des poly phénols 0,001% à 0,01%.....	64
Préparation de la courbe d'étalonnage des protéines 0,001% à 0,01%.....	65

## Liste des figures

Différentes étapes de l'extraction des polysaccharides hydrosolubles .....	56
Pourcentages d'inhibition (%) de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose et de l'extrait polysaccharidique .....	74

## Liste des photos

Astragalus membranaceus .....	20
Astragalus Radix .....	23
Astragalus mongholicus .....	28
Astragalus gombo Bunge .....	29
Astragalus armatus .....	48
Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles Astragalus armatus .....	72

## Table de matière

Remerciements.....	
Dédicace.....	
TABLE DE MATIERE.....	
LISTE DES TABLEAUX.....	
LISTE DES PHOTOS.....	
LISTE DES FIGUERE.....	
LISTE DES ABREVIATIONS.....	
Introduction.....	
I. Synthèse bibliographique.....	16
I.-Aperçu bibliographique sur le genre Astragalus et activités biologiques.....	17
I.1.- Fabaceae.....	18
I.2.- Genre Astragalus.....	19
I.3.- Utilisation de genre Astragalus en médecine traditionnelle.....	19
I.4.- Activités biologiques des polysaccharides de genre Astragalus.....	38
I.5.-Astragalus armatus (Lam).....	41
II. Matériels et Méthodes.....	41
II.1.-Principe adopté.....	41
II.2.- Matériel d'étude.....	42
II.2.1.- Matériel biologique.....	42
II.2.2.- Préparation du matériel végétal.....	43
II.3.- Extraction des polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles Astragalus armatus.....	43
II.4.- Calcule du rendement des polysaccharides (extraits bruts).....	45
II.5.- Dosage.....	45
II.5.1.-Dosage des oses totaux.....	45
II.5.2.-Dosages des oses neutres (ON) et des acides uroniques (AU).....	46
II.5.3.-Dosage des sucres réducteurs par l'acide bichinchoninique.....	49
II.5.4.-Dosage des polyphenols.....	51
II.5.5.-Dosage des protéines.....	52
II.6.- Caractérisation des polysaccharides.....	54
II.6.1.- Hydrolyse acide des liaisons glycosidiques.....	54
II.6.2.- Chromatographie sur couche mince.....	55
II.7.- Activités biologiques.....	56

II.7.1.- Activité Anti-diabétiques.....	57
III. Résultats et discussion.....	59
III.1. - Rendement d'extraction des polysaccharides.....	60
III.2. - Activité hyperglycémiante.....	62
Conclusion.....	63
Références bibliographiques.....	65
Résumés.....	

## Liste des abréviations

**APS:** Polysaccharides d'Astragales

**AR:** Astragali Radix

**AGCC:** Acide gras à chaîne courte

**AU:** Acide uronique

**Ara:** Arabinose

**AKt1:** protéine kinase B

**CaMKII:** Calcium/calmodulin dependent protein kinase II

**CD:** Cluster de Différenciation

**CCM:** chromatographie sur couche mince

**CG/MS:** Chromatographie phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

**DCs:** Dendritic cells

**dL :** décilitres

**DPPH:** 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate

**FT-IR :** spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

**Gal:** galactose

**GM:** galactomannane

**GalA:** acide galacturonique

**Glc:** glucose

**Gal:** galactose

**HPLC-SEC-RID:** Chromatographie en phase liquide à haute performance  
d'exclusion stérique couplé à la-Réfractométrie

**HPGPC:** Chromatographie par perméation de gel haute performance

**IC :** Chromatographie ionique



**IL:**Interleukine

**IC50:**Concentration Inhibitrice de 50 %

**LDL:**lipoprotéines de basse densité

**Man:** mannose

**mol:**Mole

**mL:**millilitre

***m*-HDP :**méta-hydroxybiphényle

**mM :** Millimolaire

**M:** Molaire

**NF- $\kappa$ B:** nuclear factor-kappa B

**NFATc3:** Facteur nucléaire des cellules T activées 3

**Rha:** rhamnose

**RMN:**Résonance Magnétique Nucléaire

**ROS-P-38:** espèces réactives de l'oxygène

**TLR:** Toll like receptor

**Th:**Cellules T auxiliaires

**Xyl:** Xylose

# *Introduction*

---

### **Introduction**

Les plantes ont constitué la base de systèmes de médecine traditionnelle sophistiqués qui existent depuis des millénaires. Les produits médicinaux à base de plantes font partie de systèmes de connaissances et de pratiques qui se sont transmis au fil des siècles et qui évoluent rapidement. Il ne fait aucun doute également que les êtres humains en dépendent directement ou indirectement, soit comme alternatives aux médicaments traditionnels, soit comme molécules isolées dérivées de plantes médicinales (Gurib-fakim et Mahomoodally, 2006).

Les systèmes de médecine à base de plantes continuent de jouer un rôle essentiel dans les soins de santé. L'organisation mondiale de la santé a estimé qu'environ 80% des habitants du monde dépendent principalement des médicaments traditionnels pour leurs soins de santé primaires (Anon, 2008). Les produits végétaux jouent également un rôle important dans les systèmes de soins de santé pour les 20% restants de la population. Sur les 119 composés chimiques purs extraits de plantes supérieures utilisées en médecine à travers le monde, 74% de ces composés ont la même utilisation que les plantes à partir desquelles sont dérivés (Cragg et Newman, 2007).

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, il existe la famille des Fabaceae par environ 360 espèces et sous espèces dans la flore algérienne (Quézel et Santa, 1962). De nombreuses espèces de cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques.

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

Les polysaccharides représentent une classe très intéressante de produits bioactifs chez les champignons, les algues, et les plantes. Ils montrent aussi des véritables auxiliaires indispensables au bon fonctionnement de la vie quotidienne. Ils sont identifiés comme composés multifonctionnels, avec plusieurs activités pharmacologiques (Deters *et al.*, 2005; Boual *et al.*, 2013; Yu *et al.*, 2017). Ces biomolécules ont attiré une grande attention

pendant les dernières années grâce à leurs large spectre d'activités pharmacologiques divers tel que les propriétés antitumorales, immunomodulatrice et antioxydants (Boual *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2016).

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

Face à ce constat la présente étude est orientée vers la recherche des effets biologiques de polysaccharides hydrosolubles issus de plantes spontanées à caractère médicinal connue dans le Sahara Algérien pour leurs effets officinaux. Il s'agit d'*Astragalus armatus* (Lam.). L'étude porte sur l'activité antidiabétique.

Le manuscrit s'organise autour de trois chapitres:

Le premier chapitre porte sur la synthèse bibliographique, rappelant des généralités sur les polysaccharides de genre *Astragalus* et leurs activités biologiques, et décrit le choix et la description botanique d'espèce végétale à étudier.

Le deuxième chapitre, aborde ensuite la partie expérimentale, en décrivant l'extraction de polysaccharides hydrosolubles à partir de feuilles de la plante en question; en déterminant leur composition globale et en caractérisant les résidus glycosidiques par CCM. Une étude biologique de l'extrait polysaccharidique concernant l'activitéantidiabétique.

Le troisième chapitre porte les différents résultats obtenus et la discussion. Une conclusion et perspectives achèvent ce travail.

# ***I. Synthèse bibliographique***

---

Ce chapitre traite les caractéristiques botaniques des plantes appartenant au genre *Astragalus*. Il détaillera également les propriétés thérapeutiques de ces plantes et plus particulièrement celles des extraits polysaccharidiques et leurs activités biologiques.

### **I.-Aperçu bibliographique sur le genre *Astragalus* et activités biologiques**

Les plantes sont toujours une source inépuisable de nouvelles substances à potentialité thérapeutique d'où l'utilisation de leurs extraits comme une pratique courante en médecine traditionnelle (Boubekeur, 2019). Il y a environ 500 000 plantes sur terre ; 10 000 d'entre elles, environ, possède des propriétés médicinales (Andrew, 2001). A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des Hommes (Iserin, 2001). Il est rapporté qu'au minimum 119 composés dérivés de 90 espèces de plantes peuvent être considérés comme des médicaments importants (Benayad, 2013).

Certaines spontanées ou cultivées les Fabaceae, au point de vue de leurs propriétés, ont un haut intérêt économique et médical. Elles fournissent de nombreuses substances alimentaires, des substances médicales, des bois magnifiques pour la construction, des substances tinctoriales, des gommages et des résines, etc.

#### **I.1.- Fabaceae**

Les Fabaceae composent une des plus vastes familles des plantes à fleurs (Wojciechowski *et al.*, 2004), elles portaient le nom Papilionaceae à cause de la forme spéciale des fleurs (Graham *et al.*, 2003), avec plus de 730 genres et 19 400 espèces (Wojciechowski *et al.*, 2004), cette famille comprend les plantes herbacées, les arbres et les arbustes (Polunin *et al.*, 1967).

Les Fabaceae est la famille des plantes Dicotylédones (Graham *et al.*, 2003), les feuilles sont simples ou composées, fréquemment trifoliolées, ordinairement avec des stipules. Les fleurs sont du type 5 avec 2 verticilles d'étamines ou parfois rassemblent souvent à des papillons mais un seul carpelle donne une gousse bivalve et contenant de nombreuses graines (Polunin *et al.*, 1967).

Les Fabaceae se distribuent dans le monde entier et se trouvent dans les zones tropicales, subtropicales ou modérées (Heywood *et al.*, 1996). Dans la flore algérienne, elles sont représentées par environ 360 espèces et sous espèces, dont 41% rares à très rares 13% endémiques au sens larges (Quézel et Santa, 1962).

La classification phylogénétique APG III (2009) divise ce groupe en 3 sous familles Papilionoideae, Caesalpinioideae et Mimosoideae

La sous famille des Papilionoideae, est monophylétique, cosmopolite et compte près de 11300 espèces réparties en 440 genres (Labat, 1996). À laquelle appartient le genre *Astragalus*.

## **I.2.- Genre *Astragalus***

Selon la flore de Quézel et Santa (1962), les astragales sont des plantes herbacées annuelles ou vivaces à feuilles composées imparipennées généralement stipulées à plus de 3 folioles. Les fleurs sont hermaphrodites à périanthe double. Le fruit est une gousse de forme variée, le plus souvent sec (Quézel et Santa, 1962).

Le genre *Astragalus* L. est le plus abondant de la famille des Fabaceae avec environ 2500 espèces et avec plus de 250 sections taxonomiques dans le monde (Maassoumi, 1998 ; Wojciechowski *et al.*, 2004), ce genre est largement distribué partout dans les régions tempérées et arides du monde (Podlech, 2008). Avec une prédominance dans la région de l'Asie du sud (1500 espèces), en Europe (500 espèces), en Amérique du Nord (500 espèces) et en Amérique latine (Zarre et Azani, 2013). Les espèces *d'Astragalus* grandissant en Afrique du Nord sont des plantes sahariennes méditerranéennes ou arabes. Ils sont représentés par plus de 50 espèces délimitée dans plusieurs sections et dont 15 sont trouvées au Sahara d'Algérie (Quézel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991).

En Algérie le genre *Astragalus* est distribué dans la zone pré-saharienne et associée à la désertification dans les zones arides en raison du surpâturage (Hirche, 2010).

### **I.3.-Utilisation de genre *Astragalus* en médecine traditionnelle**

Les espèces du genre *Astragalus* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier comme des herbes médicinales contre l'ulcère de l'estomac, la toux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, le diabète et les piqûres venimeuses de scorpion (Walter, 1991).

Les espèces du genre *Astragalus* sont des herbes douces avec son effet particulier sur le poumon, la rate et le cœur. Ils sont essentiellement utilisés dans le traitement de la fatigue, la perte d'appétit, les infections virales, la fièvre, etc. Mais ils ont été largement utilisés comme des immunomodulateurs pour lutter contre les maladies virales ; Le VIH et les maladies atopiques. *L'Astragalus* est également connu comme un « adaptogène ; une augmentation générale de la capacité de résistance et d'adaptation de l'organisme face aux différents stress » car il aide à protéger le corps contre divers stress, y compris le stress physique, mental ou émotionnel (Foster *et al.*, 1998) utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde (Avunduk *et al.*, 2008 ; Choudhary *et al.*, 2008 ) car a des nombreux effets sur la santé humaine tels qu'agir comme anti-inflammatoire, stimuler le système immunitaire, effet anti-vieillesse, protège le système cardiovasculaire (Huang *et al.*, 2012 ; Piao *et al.*, 2014). Et comme anti tumorales (Liu *et al.*, 2001), anti oxydantes (Zhang *et al.*, 2013), anticoagulantes (Athukorala *et al.*, 2006), anti compléments (Xu *et al.*, 2007), antiulcéreuses (Xu *et al.*, 2007), et hypoglycémiantes (TonghLianget *al.*, 2008).

### **I.4.-Activités biologiques des polysaccharides de genre *Astragalus***

Les polysaccharides sont des polymères biologiques. Ils sont constitués de chaînes de monosaccharides avec une diversité structurale énorme, concerne l'isomérisation, l'ordre et le nombre de monosaccharides reliés dans la macromolécule et le type de monosaccharides (glucose, fructose, galactose, mannose, l'arabinose, xylose et rhamnose ), l'anomérisation en carbone 1 ( $\alpha$  ou  $\beta$ ) de chaque monosaccharide, la configuration absolue des monosaccharides (D ou L), le type de liaisons glycosidiques à des chaînes ramifiées ou non ramifiées, ainsi les groupes fonctionnels adaptés aux différents rôles biologiques (Courtois, 2009).

Les polysaccharides ont été identifiés comme l'un des principaux constituants responsables de nouvelles bioactivités potentielles. Compte tenu de la grande



hétérogénéité structurelle des polysaccharides, de nombreuses activités biologiques ont été mises en évidence, telles que les antioxydants (Delattre *et al.*, 2015 ; Niu *et al.*, 2011), antiviraux (Jiang, Wu, Gao, Song, & Li, 2010), antimicrobiens (Pierre *et al.*, 2011), anti-parasite (Pierre *et al.*, 2013) ou anti-inflammatoire (Jiang *et al.*, 2010).

Les polysaccharides d'Astragales (APS) ont été utilisées pour améliorer le système immunitaire dans une thérapie clinique antioxydante, antivirale et anti-inflammatoire (Abdelaziz *et al.*, 2014 ; Ruizhan *et al.*, 2015). Il a été démontré que TLR4(Tolllikereceptor) est un récepteur de l'APS et médiait son activité immunomodulatrice via la voie NF- $\kappa$ B (nuclear factor-kappa B) liée à TLR4 dans les cellules RAW264.7 (Wei *et al.*, 2016). Il a également été utilisé pour améliorer la fonction cardiaque chez le rat modèle avec arthrite en augmentant la capacité antioxydante du myocarde et en inhibant l'inflammation (Yue *et al.*, 2016).

Xiaoying (2019) montre que les nanoparticules APS-CS / TPP pourraient efficacement protéger les dommages du myocarde contre la septicémie et réduire la sécrétion de cytokine pro inflammatoire par la suppression de la voie TLR4 / NF- $\kappa$ B. L'interruption de la voie TLR4 / NF- $\kappa$ B peut être une nouvelle voie pour traiter la dysfonction cardiaque pendant la septicémie (Xiaoying *et al.*, 2019).

#### **I.4.1.-*Astragalus membranaceus***



**Photo 01.- *Astragalus membranaceus***  
<http://www.herbgarden.co.za/mountainherb/herbinfo.php?id=399>

La valeur thérapeutique des polysaccharides peut être expliquée du point de vue de disponibilité intestinale (Chen *et al.*, 2016), y compris la régulation des probiotiques *in vivo* (Chang *et al.*, 2015; Zhu *et al.*, 2016) et la modification des métabolites intestinaux, tels que les acides gras à chaîne courte (AGCC) (Hu, Nie, Min et Xie, 2012; Liu, Fan,

Wang, Yang, Liu, 2017) et les acides biliaires (Wang *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2018). Les polysaccharides d'*Astragalus membranaceus* avec diverses structures ont été mentionnés pour avoir une variété de fonctions liées à l'hypoglycémie, telles que l'abaissement de la glycémie (Wu *et al.*, 2005), l'amélioration de la fonction rénale (Zhang, Wu et Cheng, 2007) et la prévention de la peroxydation lipidique (Li *et al.*, 2012).

Un nouveau polysaccharide AERP, extraits d'*Astragalus membranaceus* est composé d'AERP1 et d'AERP2 dans un rapport de 1,00: 1,22. La teneur en glucides neutres de l'AERP est de  $63,49 \pm 0,61\%$ , la teneur en glucides acides de l'AERP est de  $28,23 \pm 1,09\%$  et la teneur en protéines de l'AERP est de  $5,23 \pm 0,25\%$  (Yameng *et al.*, 2018).

Les résultats de la chromatographie en phase liquide à haute performance d'exclusion stérique couplée au Réfractomètre (HPLC-SEC-RID) ont montré que AERP1 et AERP2 ont des pics symétriques avec un indice de polydispersité ( $M_w / M_n$ ) de 1,02 et 1,92, respectivement. Le poids moléculaire moyen en nombre d'AERP1 et AERP2 a été calculé comme étant respectivement de  $2,01 \times 10^6$ Da et de  $2,11 \times 10^3$ Da (Yameng *et al.*, 2018).

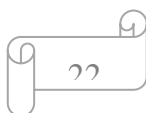
La composition de monosaccharides d'AERP, AERP1 et AERP2 a été déterminée par HPLC-SEC-RID. Les résultats ont montré que l'AERP est composé de mannose (Man), de rhamnose (Rha), d'acide galacturonique (GalA), de glucose (Glc), de galactose (Gal) et d'arabinose (Ara) dans le rapport molaire de 1,00 : 1,53 : 2,00 : 12,35 : 2,71 : 7,68. AERP1 est composé de Man, Rha, GalA, Glc, Gal et Ara dans le rapport molaire de 1,00 : 2,59 : 12,15 : 2,60 : 3,07 : 4,54, et AERP2 est un glucane. L'analyse de l'AERP par chromatographie par perméation de gel haute performance (HPSEC) montre que AERP1 est un composant acide et AERP2 est un composant neutre (Yameng *et al.*, 2018).

La structure d'AERP1 et AERP2 a été déterminée par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et résonance magnétique nucléaire (FT-IR et RMN). Les signaux de protons et de carbone anomères indiquent que AERP1 est un hétéropolysaccharide homogène avec diverses liaisons glycosidiques. Le rapport des 12 résidus, de  $\rightarrow 5\text{-}\alpha\text{-araf-(1}\rightarrow, \rightarrow 3\text{-}\alpha\text{-araf-(1}\rightarrow, \text{T-}\alpha\text{-araf, } \rightarrow 4,6\text{-}\beta\text{-manp-(1}\rightarrow, \rightarrow 3,6\text{-}\beta\text{-galp-(1}\rightarrow, \rightarrow 3\text{-}\beta\text{-galp-(1}\rightarrow, \rightarrow 2\text{-}\alpha\text{-rha-(1}\rightarrow, \rightarrow 2,4\text{-}\alpha\text{-rha-(1}\rightarrow, \text{méthyle estérifié } \rightarrow 4\text{-}\alpha\text{-galpA-(1}\rightarrow, \rightarrow 4\text{-}\alpha\text{-glcp-(1}\rightarrow, \rightarrow 4,6\text{-}\alpha\text{-glcp-(1}\rightarrow$  et  $\rightarrow 4\text{-}\alpha\text{-galpA-(1}\rightarrow$ , pourrait être préliminaire) calculé à 6,21 : 8,12 : 2,22 : 2,29 : 5,58 : 4,46 : 1,78 : 1,94 : 4,32 : 4,45 : 1,00 : 25,09 par intégration

des signaux anomérique. AERP2 a été identifié par deux protons anomères à  $\delta$  5,42 et 5,25 ppm, qui ont été attribués à  $\rightarrow 4\text{-}\alpha\text{-glcp-(1}\rightarrow\text{et}\rightarrow 4,6\text{-}\alpha\text{-glcp-(1}\rightarrow$ , respectivement (Li et Zhang, 2009).

Certaines études ont rapporté que les polysaccharides pouvaient se lier et absorber le glucose, maintenant ainsi la concentration de glucose à un faible niveau dans l'intestin grêle (Liu, Kerr, Kong, Dee et Lin, 2018). Selon les données pour évaluer la capacité de retarder la diffusion du glucose et d'adsorber le glucose, Yameng en 2018 constate que AERP présente une capacité de retarder la diffusion du glucose élevée que celle d'AERP1 et AERP2 dans l'expérience de diffusion du glucose et par conséquent l'AERP a ensuite été appliqué *in vivo*, ce qui a montré un effet hypoglycémique sur les souris diabétiques db / db (souris obèse, mutante pour le gène codant pour la leptine, avec dysfonctionnement des cellules  $\beta$ -pancréatiques) en atténuant l'hyperglycémie, la déficience tissulaire et l'inhibition de la déficience cognitive. L'AERP peut entraîner des altérations spécifiques de la structure du microbiote intestinal et de moduler la composition des métabolites comme les AGCC (Yameng *et al.*, 2018). Ces résultats offrent une nouvelle idée que la modulation de l'environnement intestinal par l'AERP pourrait être le mécanisme potentiel pour le traitement des troubles cognitifs liés aux perturbations métaboliques (Yameng *et al.*, 2018).

L'extrait actif d'*Astragalus membranaceus* largement utilisé dans le traitement des maladies cardiovasculaires (Lai *et al.*, 2017). L'ASP a un large éventail d'effets pharmacologiques dans maladie cardiovasculaire. Dans la cardiomyopathie et la cardiotoxicité induites par la doxorubicine, l'ASP protège le cœur endommagé en agissant principalement sur les espèces réactives de l'oxygène (ROS-p-38) et les voies de signalisation phosphatidylinositol-3-Kinase/protéine kinase B (PI3K / AKt) pour améliorer la fonction cardiaque et pour les cardiomyocytes l'ASP peut soulager l'augmentation du volume cellulaire dans le myocarde causé par ischémie myocardique et lésion de reperfusion (MVRI). Dans le myocarde hypertrophique induit par l'isoprotérénol, l'ASP supprime l'hypertrophie cardiaque en inhibant la signalisation calcine urine / NFATc3 (Nuclear Factor of Activated T Cells 3) et CaMKII (Calcium/calmodulindependentprotein kinase II) médiée par le calcium (Chen *et al.*, 2007). Au niveau cellulaire, l'ASP peut inverser la diminution de l'activité cellulaire induite par l'isoprénaline (ISO), réduire l'apoptose des cellules dans le tissu myocardique induite par MVRI, diminuer les niveaux d'espèces réactives intracellulaires en oxygène (Debin *et al.*, 2017).



#### I.4.2.-Astragali Radix



**Photo 02.-Astragalus Radix**

<https://www.healthline.com/nutrition/astragalus?fbclid=IwAR3on9O0aKCjvvn-r1gYvv1LADCVAbNAGVIjcYJpWtPraDQo4KEXTB2HDaw#dosage>

Astragali Radix, connue sous le nom de Huangqi en Chine, est l'un des médicaments à base de plantes les plus populaires dans le monde. Les polysaccharides d'Astragali Radix jouent un rôle important par ces effets pharmacologiques.

Astragali Radix (AR) est la racine séchée d'*Astragalus membranaceus* (Fisch.) ou *A. membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao (Chinese Pharmacopoeia Commission.). Cette plante possède des effets toniques, hépatoprotecteurs, diurétiques et expectorants et a également montré une immunomodulation, activités anti-hyperglycémiantes, anti-inflammatoires, anti-oxydantes et antivirales (Bedir *et al.*, 2000; Zhu *et al.*, 2009), anti-transpirant, myogéniques et anti-âge (Qi *et al.*, 2006; Wang, Shan, Wang et Hu, 2006). Au cours de ces années, de nombreuses recherches ont porté sur les polysaccharides dans l'AR.

L'analyse de Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) indique que l'APS extraits des racines d'*Astragalus membranaceus* est un polysaccharide homogène. Il est composé de glucose comme un seul monosaccharide avec poids moléculaire équivalent de dextrane estimé à  $2,07 \cdot 10^4$  Da (Yuge *et al.*, 2011).

Les résultats de la spectroscopie RMN ont montré que l'APS compose des résidus  $\alpha$ -D-Glc à un squelette lié en répétition (1→4) avec une branche liée (1→6) tous les 10 résidus (Yuge *et al.*, 2011).

Le polysaccharide extrait des racines *d'Astragalus membranaceus* possède des activités antioxydants, notamment une activité de piégeage des radicaux hydroxyles dans les systèmes biologiques ou alimentaires, une activité de piégeage du peroxyde d'hydrogène. L'APS a la capacité de se lier aux acides biliaires (acide cholique et chénodésoxycholique) *in vitro* et améliorer l'élimination de ces acides, ce qui peut favoriser la conversion du cholestérol en acides biliaires et réduire le taux total de cholestérol plasmatique et lipoprotéines de basse densité (LDL), et par conséquent réduire le risque des maladies cardiovasculaires (Cheng *et al.*, 2009 ; Zhou, Xia, Zhang et Yu, 2006).

Les résultats de la chromatographie en phase gazeuse (GC) ont indiqué que l'APS se composait de L- rhamnose (L-Rha), D-xylose (D-Xyl), D-glucose (D-Glc) et D-galactose (D-Gal) dans le rapport molaire de 1: 4: 5: 1,5. Son poids moléculaire a été déterminé à  $3,01 \times 10^5$  Da par chromatographie de filtration sur gel à haute performance (Juan *et al.*, 2013).

Les résultats de l'analyse spectrale RMN  $^1\text{H}$  et RMN  $^{13}\text{C}$  ont indiqué que l'APS possédait  $\beta$ -(1  $\rightarrow$ )-Glc,  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  6)-Gal,  $\beta$ -(1  $\rightarrow$  5)-Xyl,  $\beta$ -(1  $\rightarrow$ 4)-Gal,  $\beta$ -D-Gal,  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  2)-Rha,  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  2,4)-Rha (Li *et al.*, 2009; Zheng *et al.*, 2006). Ces résultats ont révélé que l'APS a un squelette linéaire qui se compose principalement de résidus  $\beta$  D-Gal liés à 1,3 avec insertion de  $\beta$  -Glc,  $\alpha$  -Gal lié à 1,6,  $\beta$  -Xyl lié à 1,5, 1,4 résidus  $\beta$  -Gal,  $\beta$  D-Gal,  $\alpha$  -Rha liés 1,2 et  $\alpha$  -Rha liés 1, 2,4 liés (Juan *et al.*, 2013).

Quatre polysaccharides d'Astragale (APS1-APS4) ont été isolés de l'extrait aqueux de Radix Astragali et purifié par précipitation à l'éthanol à 20%, 40%, 60% et 80% d'éthanol, respectivement. Le poids moléculaire de quatre APS est 257,7 kDa, 40,1 kDa, 15,3 kDa et 3,2 kDa respectivement (Yiping *et al.*, 2016).

L'analyse de la composition des monosaccharides par HPLC en phase inverse a démontré que l'APS1 est uniquement composé de glucose et que l'APS2 est composé d'arabinose. L'APS3 est composé de rhamnose, de glucose, de galactose et d'arabinose dans un rapport molaire de 1 : 10,76 : 6,55 : 12 et l'APS4 est composé de galactose et d'arabinose, dans un rapport molaire de 3,02 : 1 (Yiping *et al.*, 2016).

Le résultat du test d'activité immunobiologique a montré que l'APS2 et l'APS3 peuvent stimuler efficacement la prolifération normale des lymphocytes de la rate *in vitro*.

APS1 et APS4 ne peuvent pas stimuler la prolifération des lymphocytes de la rate (Yiping *et al.*, 2016).

Un nouveau polysaccharide soluble dans l'eau froide (cAMPs-1A) des racines d'*A. Membranaceus* obtenu par extraction à l'eau froide (4°C), précipitation à 80% d'alcool, les résultats d'analyse chimique, chromatographie par perméation de gel haute performance (HPGPC), spectroscopie infrarouge (IR) et chromatographie ionique (IC) ont montré que l'AMPc-1A est un polysaccharide neutre et détection de peu d'acide uronique (0,24%) et protéines (0,11%) avec un poids moléculaire de  $1,23 \times 10^4$  Da, qui est un pyranose avec des liaisons glycosidiques de type  $\alpha$ , et est principalement composé de glucose (75,19%) et de petites quantités de fucose, arabinose, galactose et xylose (An-jun *et al.*, 2017).

Les activités anti tumorales et immunorégulatrices des polysaccharides issus des racines d'*A. Membranaceus* sont liées à leur structure, leur composition en monosaccharides, leur poids moléculaire et leur teneur en acide uronique, etc. En général, les polysaccharides à cycle pyranoïde et à bonne solubilité possèdent un meilleur effet d'immunorégulation *in vivo* (Sun *et al.*, 2015 ; Ding *et al.*, 2012). De plus, il a été signalé que la configuration  $\alpha$  de liaison glycosidique dans les polysaccharides contribue également aux activités antitumorales (Wu *et al.*, 2015). Les AMPc-1A présentent des liaisons glycosidiques de type  $\alpha$  et une forme pyranose avec une bonne solubilité, et a également montré des bonnes activités antitumorales et immunorégulatrices.

Le traitement aux AMPc-1A pourrait également protéger efficacement le système immunitaire, favorisent la destruction des macrophages par la pinocytose et les cellules NK (Natural Killer), en particulier dans le groupe à forte dose, conduisant à l'amélioration de l'immunité anti tumorale. Et améliorent les pourcentages de sous-ensembles de lymphocytes dans le sang périphérique des souris porteuses de tumeurs (An-jun *et al.*, 2017).

Deux glucanes AG-1, AG-2 et deux hétéropolysaccharide AH-1, AH-2 ont été isolés et purifiés à partir d'extrait aqueux d'AR (Huang *et al.*, 1982). AG-1 est identifié comme  $\alpha$ - (1,4) et  $\alpha$ - (1,6) glucane (5 : 2). AG-2 est élucidé sous forme de  $\alpha$ - (1,4) glucane. AH-1 est un polysaccharide acide et composé d'acide hexouronique, de glucose, de rhamnose

et d'arabinose dans un rapport de 1 : 0,04 : 0,02 : 0,01. AH-2 est composé de glucose et d'arabinose dans un rapport de 1 : 0,15.

Trois polysaccharides, appelés Astragalan I, II et III, ont été isolés par extraction à l'eau de la AR (Fang *et al.*, 1982). L'astragalan I est un hétéropolysaccharide composé de D-glucose, D-galactose et L-arabinose dans le rapport molaire de 1,75: 1,63: 1. Son poids moléculaire moyenne est de 36 300. Les astragalanes I et II ont été élucidés sous forme de  $\alpha$ - (1,4) glucanes.

APS I et APS II ont été obtenus à partir d'AR en utilisant une extraction à l'eau et une précipitation à l'alcool (Zou, Gu et Chen, 1987). Le rapport de l'APS I et de l'APS II est de 0,31: 0,69. La teneur en glucose de l'APS I est inférieure à celle de l'APS II. L'APS I a une teneur élevée en xylose alors que le galactose et l'arabinose ne sont pas détectés dans l'APS I.

Deux polysaccharides, ASP-I et ASP-II ont été obtenus d'AR et analysés par HPLC-RID. Le résultat a montré que l'ASP-I est composé d'arabinose et de glucose et ASP-II est composé de rhamnose arabinose et glucose. Leurs ratios sont 1: 3,45 et 1: 6,25: 17,86, respectivement (Xu *et al.*, 2008a).

Un glucane soluble dans l'eau a été isolé de l'extrait aqueux alcalin d'AR (Fang et Wagner, 1988). Son poids moléculaire est estimé à 50 000 Da. La structure de ce glucane est un  $\alpha$ -D glucane lié à  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4) avec des chaînes latérales glucosyl attachées à 6-O des résidus glucosyl de la chaîne principale.

Un polysaccharide acide, appelé AMon-S, a été isolé de la RA (Radix Astragali) (Shimizu *et al.*, 1991). Son poids moléculaire est estimé à 76 000 Da, AMon-S est composé de L- arabinose, D-galactose, D –galacturonic acide et acide D-glucuronique dans le rapport molaire de 18: 18: 1: 1, en plus de petites quantités du groupes d'Oacetyl et fraction peptidique. Une partie des résidus d'acide hexuronic existait sous forme d'esters méthyliques.

Un glycanes, appelé AMem-P, a été isolé de l'extrait à l'eau chaude des racines d'*A. Membranaceus* par traitement au bromure de cetyltriméthylammonium suivi d'une chromatographie sur colonne sur les colonnes Toyopearl HW60F et Con A-Sepharose (Tomoda *et al.*, 1992). Sa structure de galacturonane lié à 1,2-rhamno- $\alpha$ -1,4-lié.

Arabinofuranose terminal et lié en  $\alpha$ -1,5, terminal. Les résidus de D-galactose lié au  $\beta$ -1,3-,  $\beta$ -1,4- et lié au  $\beta$ -1,6 et au 3,6-ramifié et au L-rhamnose 2,4-ramifié.

Un hétéropolysaccharide a été extrait de l'AR et identifié avec un poids moléculaire de 11000 Da (Li *et al.*, 2009). Ce hétéropolysaccharide est constitué de Rha, Glc, Gal et Ara avec le rapport moléculaire de 1,19: 72,01: 5,85: 20,95. La configuration principale est un cycle  $\alpha$ -pyrane avec la chaîne principale liée par une liaison glucosidique Glc 1  $\rightarrow$  6.

Un polysaccharide homogène A2Nb a été obtenu de la RA et ont montré la capacité de promouvoir la prolifération des splénocytes de souris (Wang *et al.*, 2001b). Son poids moléculaire est estimé à 36 000 Da et est composé de D-glucose avec une forme de liaison majeure  $\alpha$ -D-(1  $\rightarrow$  4) -glucose. Des chaînes latérales ont été trouvées à 6-O positions une fois sur 25 résidus de glucose.

#### **I.4.3.-*Astragalus mongholicus***



**Photo 03.- *Astragalus mongholicus***

<https://www.herb-pharm.com/ingredients/astragalus>

[mongholicus/?fbclid=IwAR0ZSi2nEoDoWMosnL606Zao2amd0Jq4mOrmEVTnd0hY-s35edWFmeeuvXQ](https://www.herb-pharm.com/ingredients/astragalus-mongholicus/?fbclid=IwAR0ZSi2nEoDoWMosnL606Zao2amd0Jq4mOrmEVTnd0hY-s35edWFmeeuvXQ)

Les polysaccharides d'Astragale (APS) ont été les plus largement étudiés, principalement sur leurs propriétés immunopotential comme la stimulation de la prolifération des cellules murines et la production de cytokines (Shao *et al.*, 2004). Des expériences en culture de cellules humaines ont démontré que l'APS est également active sur les lymphocytes humains. Il a été signalé que l'APS est mitogène pour la population



appauvrie en lymphocytes T mais pratiquement inactive sur la population appauvrie en lymphocytes B (Cho et Leung, 2007).

Les polysaccharides hydrosolubles sont composés de (1,4), (1,6) glucane, arabinose– galactose polysaccharides, rhamnose – acide galacturonique polysaccharides et polysaccharide de protéine arabinose – galactose avec des poids moléculaires de 20 000 à 60 000 DA et une teneur en endotoxines inférieure à 0,1 UE / mg (Shao *et al.*, 2006).

Qing-yang (2011) montre que le polysaccharide d'*Astragalus mongholicus* induit la différenciation des clusters de différenciation (CD) spléniques en CD11 produisant d'interleukine (IL-12) et induire une activation supplémentaire de la fonction immunitaire des lymphocytes T avec déplacement des cellules T auxiliaires 2 (Th2) vers Th1 *in vitro*. De plus, l'effet de l'APS sur la différenciation des cellules T Th1 n'est pas associé à l'inhibition de la production d'IL-10 chez CD11<sup>low</sup>CD45RB<sup>high</sup> DCs (Qing-yang *et al.*, 2011).

#### **I.4.4.-*Astragalus gombo Bunge***



**Photo 04.-** *Astragalus gombo Bunge* (sols sableux région de Ouargla-Tougourt:Janvier 2002) (Chehma, 2006)

*Astragalus gombo Bunge* (Fabaceae Leguminosae), est une plante vivace endémique commune fréquemment utilisée comme fourrage pour les animaux (MedjekalBousseboua, 2016;Medjekal *et al.*, 2016).Un polysaccharide soluble dans l'eau extrait à partir des graines d'*Astragalus gombo* récoltées au Sahara algérien. Les résultats ont montré que ce polysaccharide hydrosoluble extrait est identifié comme un

galactomannane (rapport *Manp* / *Galp* de 1:7) avec un poids moléculaire moyen de  $1,1 \times 10^6$  g / mol et une viscosité intrinsèque estimée à 8,60 dL / g. L'enquête rhéologique a montré que ce galactomannane de haut poids moléculaire issu des graines d'*Astragalus gombo* présente un comportement pseudoplastique (Chouana *et al.*, 2017).

L'activité antioxydante du **GM** (galactomannane) d'*A. gombo* exprimée concentration Inhibitrice de 50 % (IC50) est définie comme étant la concentration de l'antioxydant nécessaire pour réduire ou inhiber 50 % du DPPH en solution; IC50 de **GM** des graines d'*A. gombo* égale 50µg/mL (Chouana, 2017).

Trois fractions polysaccharidiques **PS1**, **PS2** et **PS3** extraits à partir des tiges d'*Astragalus gombo bunge* récoltées au Sahara algérien. Une première fraction issue d'une extraction à l'eau chaude ; une deuxième fraction issue d'une extraction aqueuse dans l'hydroxyde de sodium (NaOH) dilué; une troisième fraction issue d'une extraction aqueuse dans l'acide chlorhydrique (HCl) dilué (Chouana, 2017).

L'analyse chromatographique (CG-MS) indique que l'extrait **PS1** est constitué essentiellement d'acide galacturonique (32,7 %), de galactose (14,7 %), d'arabinose (13,8 %), d'acide glucuronique (14,9 %), de rhamnose (10,7 %), de xylose (7,3 %) et de glucose (6,8 %). La fraction **PS3** est très riche en acide galacturonique (52,11%), en galactose (16,88 %), en rhamnose (11,94 %) et en arabinose (8,91 %)(Chouana, 2017).

L'analyse de la composition en monosaccharides de la fraction **PS2**, a montré une composition différente comparée à celles de **PS1** et **PS3**. Notons la richesse en xylose (31,8 %), en arabinose (21,6 %) et en galactose (16,9 %) (Chouana, 2017).

Les fractions **PS1**, **PS2** et **PS3** ont exercé un effet inhibiteur évident sur l' $\alpha$ -glucosidase, avec une valeur IC50 de 42 mg/mL, 56 mg/mL, 86 mg/mL (Chouana, 2017). La phagocytose joue un rôle remarquable dans la défense des humains et des animaux contre de nombreux facteurs infectieux et non infectieux. Les polysaccharides végétaux sont bien connus pour posséder une activité immunomodulatrice qui implique principalement la stimulation de l'activité phagocytaire des granulocytes et des macrophages. Les trois polysaccharides **PS1**, **PS2** et **PS3** ont amélioré cette activité phagocytaire avec des capacités phagocytaires (CP %) évaluées à  $35,33 \pm 1,15$  % pour **PS1** ;  $38,67 \pm 1,15$  % pour **PS2** et  $36 \pm 0$  % pour **PS3** respectivement et des activités

phagocytaires (PA%) de 6,00 % pour **PS1** ; 9,33% pour **PS2** et 6,67 % pour **PS3** respectivement (Chouana, 2017).

**Tableau 01.- Structures et activités biologiques des polysaccharides de genre *Astragalus***

Nom Espèce	Masse moléculaire Da/moyenne	Composition en monosaccharide	Rapport molaire	Les structures	Propriétés pharmacologique	Références
APS-CS / TPP Genre <i>Astragalus</i>					Antioxydante et Anti Inflammatoire	Xiaoying <i>et al.</i> , 2019
AERP (AERP1 /AERP2) AERP1 AERP2 A. <i>Membranaceus</i>	2,01×10 <sup>6</sup> Da 2,11×10 <sup>3</sup> Da	Man,Rha,GalGlc, Gal et Ara Man, Rha,GalA, Glc, Gal et Ara glucane	1,00: 1,53: 2,00: 12,35. : 2,71: 7,68. 1,00: 2,59: 12,15: 2,60: 3,07: 4,54	12 résidus, de→5-α-araf-(1→, →3-α-araf-(1 4-α-glcp-(1→et→4,6-α-glcp-(1→, respectivement	Anti-diabétiques  Anti-diabétiques  Anti-diabétiques	Yameng <i>et al.</i> , 2018
ASP A. <i>Membranaceus</i>					inhiber l'apoptose des cardiomyocytes	Debin <i>et al.</i> , 2017
APS  Astragali Radix	2,07 10 <sup>4</sup> Da	Glc		α-D-Glc un squelette lié en répétition (1→4) avec une branche liée (1→6) tous les 10 résidus	Anti-oxydants Inhiber les maladies cardiovasculaires	Yuge <i>et al.</i> , 2011
APS  Astragali Radix	3,01×10 <sup>5</sup> Da	L-Rha, D-Xyl, D-Glc et D-Gal	1: 4: 5: 1,5	β -(1 →)- Glc, α -(1 → 6)-Gal, β -(1 → 5)-Xyl, β -(1 →4)-Gal, β -D-Gal, α -(1 → 2)-Rha, α -(1 → 2,4)-Rha		Juan <i>et al.</i> , 2013
APS1 Astragali Radix	257,7×10 <sup>3</sup> Da	glucose				Yiping <i>et al.</i> , 2016
APS2 Astragali Radix	40,1×10 <sup>3</sup> Da	Arabinose			immunobiologique	Yiping <i>et al.</i> , 2016

APS3 Astragali Radix	15,3 × 10 <sup>3</sup> Da	Rha, Glc, Gal, Ara	1: 10,76: 6,55: 12		immunobiologique	Yiping <i>et al.</i> , 2016
APS4 Astragali Radix	3,2 × 10 <sup>3</sup> Da	Gal, Ara	3,02: 1			Yiping <i>et al.</i> , 2016
cAMPs-1A Astragali Radix	1,23 × 10 <sup>4</sup> Da	Glucose, fucose, arabinose, galactose et xylose	Glc 75,19%	pyranose avec des liaisons glyco- sidiques de type α	antitumorales et immunorégulatrices	An-jun <i>et al.</i> , 2017
AG-1 Astragali Radix		glucane		α- (1,4) et α-(1,6) glucane (5: 2)		Huang <i>et al.</i> , 1982
AG-2 Astragali Radix		glucane		α- (1,4) glucane		Huang <i>et al.</i> , 1982
AH-1 Astragali Radix		Acide hexouronique, Glc, Rha, Ara.	1: 0,04: 0,02: 0,01			Huang <i>et al.</i> , 1982
AH-2 Astragali Radix		Glc, Ara.	1: 0,15			Huang <i>et al.</i> , 1982
Astragalan I Astragali Radix	36 300	D - Glc, D- Gal et L- Ara.	1,75: 1,63: 1.	α- (1,4) glucane		Fang <i>et al.</i> , 1982
Astragalan II Astragali Radix						Fang <i>et al.</i> , 1982
Astragalan III Astragali Radix						Fang <i>et al.</i> , 1982
ASP-I Astragali Radix		Ara, Glc	1: 3,45			Zou, Gu et Chen, 1987
ASP-II Astragali Radix		Rha, Ara et Glc	1: 6,25: 17,86			Zou, Gu et Chen, 1987
ASP Astragali Radix	50 000 Da	Glucane		α-D glucane lié à α (1 → 4)		Fang et Wagner, 1988
AMon-S Astragali Radix	76 000 Da	D- Gal, D galacturonic acide et acide D- glucuronique	18: 18: 1: 1			Shimizu <i>et al.</i> , 1991

AMem-P Astragali Radix						Tomoda <i>et al.</i> , 1992
ASP Astragali Radix	11 000 Da	Rha, Glc, Gal et Ara	1,19:72 ,01:5,8 5: 20,95	α-pyran chaîne principale Glc 1 → 6		Li <i>et al.</i> , 2009
A2Nb Astragali Radix	36 000 Da	D-glucose		α-D-(1 → 4) - glucose		Wang <i>et al.</i> , 2001b
APS <i>A. mongholicus</i>		glucane, Ara – Galpolysaccharides, Rha – acide galacturonique polysaccharides			immunitaire	Qing-yang <i>et al.</i> , 2011
GM <i>A. gombo</i> <i>Bunge</i>	1,1 × 10 <sup>6</sup> g / mol	Man, Gal	1,7		Antioxydante	Chouana <i>et al.</i> , 2017
PS1 <i>A. gombo</i> <i>Bunge</i>		acide galacturonique, Gal, Ara, acide glucuronique, Rha, Xyl, Glc	%,14,7 %,13,8 % 14,9 %10,7 %, 7,3 %6,8 %		Phagocytaire Anti-diabétiques	Chouana. 2017
PS2 <i>A. gombo</i> <i>Bunge</i>		Xyl, Ara, Gal.	31,8 %, 21,6 %, 16,9 %		Phagocytaire Anti-diabétiques	Chouana 2017
PS3 <i>A. gombo</i> <i>Bunge</i>		acide galacturonique, Gal, Rha, Ara.	52,11%16,88 %,11,94 %, 8,91 %		Phagocytaire Anti-diabétiques	Chouana 2017
WSPF <i>A. armatus</i>	1,59 10 <sup>6</sup> Da	Man, Gal	1,13	squelette β- (1,4) -D- manp Branches α- (1,6) -D-galp	Antioxydant anti- complémentaire	Bouala <i>et al.</i> , 2014

### **I.5.-*Astragalus armatus* (Lam.)**

*L'Astragalus armatus* est une plante spontanée connue en Algérie sous le nom «El guendoul» (Trabut, 1935). Il s'agit d'une plante à fleurs arides et semi-arides qui constitue un élément important de la végétation nord-africaine (Labeled et al., 2016). Cet arbuste est une espèce endémique d'Algérie et se trouve principalement au Sahara Nord (Ozenda, 1991), et est adapté aux conditions climatiques sévères de pauvreté édaphique (Rodelas et González-López, 2013).

#### **I.5.1.-Description botanique**

*Astragalus armatus* est un arbuste épineux de 20-50 cm à tiges plus ou moins diffuses à rachis de feuilles s'indurant et se transformant en épines. Les pétioles sont durs et aigus (Ozenda, 2004). Les feuilles forment d'abord un bouquet serré puis elles s'éloignent de la tige, en séchant les folioles tombent. Il ne reste plus qu'une longue épine. Les fleurs sont blanches et nombreuses tout autour de la tige. Le calice est poilu et renflé. Il contient le fruit. Les gousses sont uniloculaires, demeurent enfermées dans le calice fortement accrescent, à parois parchemines, glabres réticulées (Quezel et Santa, 1962).



**Photo 05.-** *Astragalus armatus* (Lam.) (Fabaceae) (Oued laadria, région de Ghardaïa, sahara septentrional Est algérien) (Boual, 2014)

### **I.5.2.-Place dans la systématique espèce : *Astragalus armatus***

**Embranchement :** Spermaphyte

**Sous embranchement :** Angiosperme

**Classe :** Dicotylédones

**Ordre :** Rosales

**Famille :** Fabaceae

**Genre :** *Astragalus*

**Espèce :** *Astragalus armatus* (Lam.)(Ozenda, 2004)

### **I.5.3.-Utilisation d'*Astragalus armatus* en médecine traditionnelle**

*Astragalus armatus* Lam. Est utilisé comme médecine traditionnelle, appelée «Guendoul», pour le traitement des diverses maladies (Trabut, 1935). À Ghardaïa, par exemple, l'écorce et les graines sont fréquemment utilisées pour le traitement des différents types des plaies et des problèmes d'estomac, des douleurs, de fièvre et de constipation (Voisin, 1987).

Les parties aériennes fraîches broyées d'*Astragalus armatus* sont utilisées pour traiter les morsures de serpents et de scorpions dans le sud du Maroc (application locale) (El rhaffari, 2002).

### **I.5.4.-Activités biologiques de polysaccharide d'*Astragalus armatus* Lam.**

Dans l'étude de Zakaria Boual *et al* (2014), il ya une fraction de polysaccharide soluble dans l'eau (WSPF), a aussi été isolé a partire de graine d'*Astragalus armatus* Lam. Le WSPF est une fraction riche en galactomannane, avec un squelette  $\beta$ - (1,4) -D-manp Branches  $\alpha$ - (1,6) -D-galp, et un rapport Man: Gal de 1:13. D'autre part, l'activité anti-complément et le potentiel antioxydant (DPPH et radicaux hydroxyles) du WSPF ont été évalués. Les résultats ont montré une activité anti-complémentaire, avec une valeur IC50 de 0,39 mg / mL de la fraction et une activité antioxydante notable sur le radical 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl-hydrate (DPPH) avec une IC50 de 330 mg / mL.



## ***II. Matériel et méthodes***

---

## **II.- Matériel et méthodes**

Dans le présent chapitre, il est traité le principe adopté, matériel d'étude, extraction des polysaccharides et leurs activités biologiques.

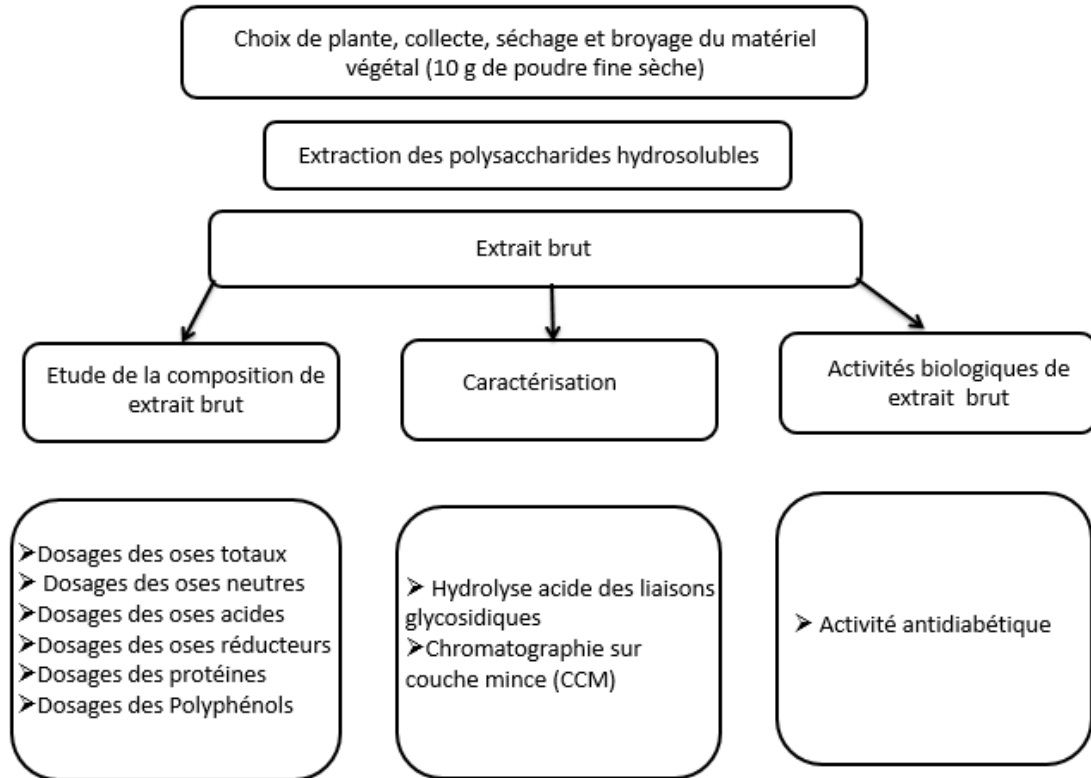
### **II.1.-Principe adopté**

L'intérêt des chercheurs pour les plantes médicinales en tant que sources naturelles de nombreux composants actifs a considérablement augmenté au cours des 20 dernières années (Srivastava *et al.*, 1989; Zhang *et al.*,1997). Ils ont été utilisés depuis l'antiquité comme des agents thérapeutiques pour la gestion de la santé et le traitement des maladies (Hongxia et Zheng, 2018).

Les polysaccharides végétaux ont des activités biologiques diverses, à savoir des activités antitumorales (Liu *et al.*, 2001), antioxydantes (Zhang *et al.*, 2013), antivirales (Talarico *et al.*, 2005), anticoagulantes (Athukorala *et al.*, 2006), anti-compléments (Xu *et al.*,2007), anti-inflammatoires (Wu *et al.*, 2007), antiulcéreuses (Xu *et al.*,2007), et hypoglycémiantes (Tongh, Liang, Wang ,2008).

La présente étude cherche les polysaccharides hydrosolubles d'une plante spontanée du Sahara Algérien du genre *Astragalus*. Il s'agit d'*Astragalus armatus Lam.*

L'étude porte sur l'extraction des polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles d'*Astragalus armatus*, une plante médicinale spontanée du Sahara Algérien. Une série des dosages colorimétriques sur l'extrait polysaccharidique est aussi effectuée pour déterminer la concentration en oses totaux, neutres, acides, oses réducteurs, protéines et en polyphénols. De même des analyses qualitatives des hydrolysats des résidus glycosidiques ont réalisés par chromatographie sur couche mince (CCM) pour la caractérisation des oses constitutifs. L'activité antidiabétique est testée *in vitro* (test d'inhibition de l'enzyme  $\alpha$ -glucosidase).



## II.2.- Matériel d'étude

Le matériel d'étude est constitué de matériel biologique, des produits chimiques et d'appareillages utilisés au cours de l'expérimentation.

### II.2.1.- Matériel biologique

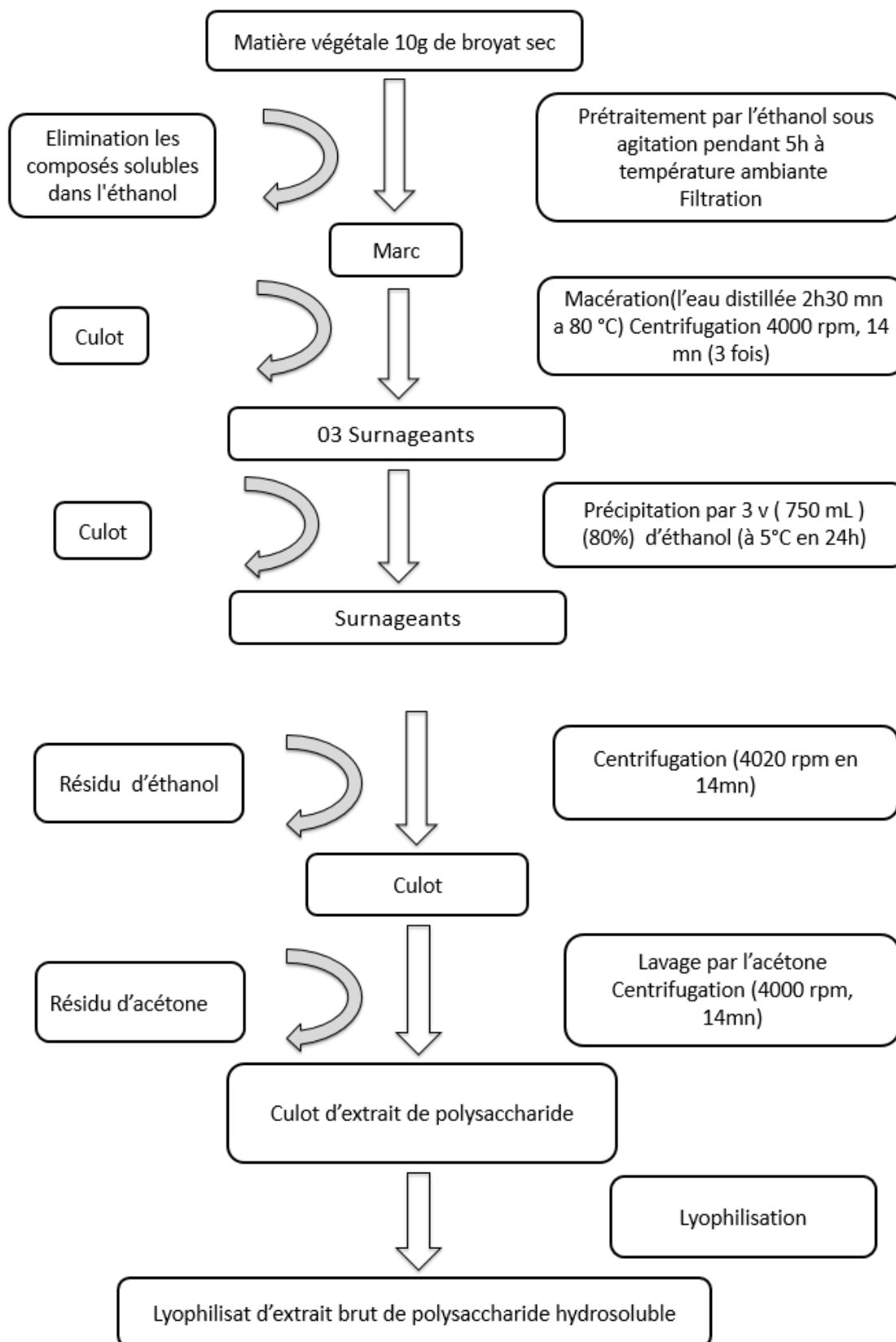
Le matériel biologique est représenté par la plante *Astragalus armatus*.

### **II.2.2.-Préparation du matériel végétal**

Les feuilles d'*Astragalus armatus* saines et mûres, sont récoltées en Mai 2018. Les feuilles sont conservées dans des sachets en papier dans un endroit frais et sec à l'abri de la lumière, à la température ambiante.

### **II.3.- Extraction des polysaccharides hydrosolubles issus des feuilles *Astragalus armatus***

Une quantité de 10g de feuilles d'*Astragalus armatus* séchée et écrasée, est prétraitée par de l'éthanol 75% pendant 5 heures (Diallo *et al.*, 2003), à la température ambiante et sous agitation douce ; puis filtrée au travers un tamis de porosité 100 µm, pour éliminer les composés solubles dans l'éthanol, tels que les polyphénols, les oligosaccharides, les oses simples et les acides aminés (Wu *et al.*, 2007). Le marc des feuilles ainsi séché, est macéré dans 200 mL d'eau distillée (Liu *et al.*, 2011) au bain Marie à 80 °C et agité pendant 2h30 mn (Chidouh *et al.*, 2014) ; la macération est répétée trois fois (Hu *et al.*, 2013). Après centrifugation à 4000 rpm pendant 14 mn (Chen *et al.*, 2010b), les 3 surnageants sont récupérés puis précipités à l'aide de 3 volumes d'éthanol 750 mL (80%) pendant une nuit (Holderness *et al.*, 2011), à 5 °C. Après centrifugation à 4000 rpm pendant 14 mn (Zhu *et al.*, 2014), le culot est récupéré puis lavé à plusieurs reprises par acétone (Yang *et al.*, 2008). A la fin, le culot est récupéré puis lyophilisé (Yan *et al.*, 2008). Le lyophilisat obtenu représente l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles (He *et al.*, 2013) (Fig 01).



**Figure 01.-** Différentes étapes de l'extraction des polysaccharides hydrosolubles (Liu *et al.*, 2011; Chidouh *et al.*, 2014; Hu *et al.*, 2013; Chen *et al.*, 2010b; Yang *et al.*, 2008; Holderness *et al.*, 2011; Zhu *et al.*, 2014; Luo, 2014; Yan *et al.*, 2008; He *et al.*, 2013)

#### **II.4.- Calcule du rendement des polysaccharides (extraits bruts)**

Le rendement massique, est un rapport entre la masse de l'extrait brut obtenu et la masse de la matière de départ. Il se calcule comme suit (Diallo *et al.*, 2004):

$R (\%) = (\text{poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles} / \text{poids de la matière végétal sec}) \times 100$

#### **II.5.- Dosage**

##### **II.5.1.-Dosage des oses totaux**

La quantité d'oses totaux constitutifs des polysaccharides est déterminée par la méthode de dosage colorimétrique de Dubois *et al.* (1956).

##### **II.5.1.1.-Principe**

En milieu acide concentré. Les liaisons glycosidiques des glucides sont hydrolysées, à chaud, en présence d'acide sulfurique concentré et la déshydratation des unités osidiques conduit à la formation de composés furfuriques. Ces derniers interagissent avec les composés phénoliques (phénol) par condensations pour former des composés de coloration orange-jaune absorbant à 492 nm.

##### **II.5.1.2.-Matériels et réactifs**

Solution aqueuse de phénol à 5%, acide sulfurique concentré, glucose, eau bi distillée, échantillon à analyser, bain Marie, bain de glace, vortex, Spectrophotomètre UV-visible.

##### **II.5.1.3.-Préparation des solutions**

- La solution d'extrait polysaccharidique *d'Astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.
- La solution aqueuse de phénol à 5%, est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 5g de phénol.
- La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01g de glucose.

**Tableau 02.-** Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses totaux 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
Glc (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

#### **II.5.1.4.-Mode opératoire**

On dépose dans les tubes de dosage en verre 200µL d'échantillon, 1mL de phénol. Après l'homogénéisation de mélange au vortex. On ajoute ensuite 1 mL d'acide sulfurique concentré et homogénéiser le mélange au vortex et placer les tubes dans un bain Marie à 100 °C durant 5 mn. Refroidir les tubes dans un bain de glace. Les tubes sont ensuite incubés à l'obscurité pendant 30 mn. L'absorbance est mesurée à  $\lambda=490$  nm.

#### **II.5.2.-Dosages des oses neutres (ON) et des acides uroniques (AU)**

Les concentrations des oses neutres et des oses acides ont été déterminées respectivement par la méthode de Monsigny *et al.* (1988) et par la méthode de Blumenkrantz et Asboe-Hansen (1973). En présence d'acide sulfurique, concentré et à chaud, les liaisons glycosidiques des glucides subissent une hydrolyse quantitative. La déshydratation des unités osidiques libérées conduit à la formation des dérivés furfuriques. Les dérivés furfuriques, se condensent avec les composés phénoliques tels que le résorcinol pour le dosage des ON et le méta-hydroxybiphényle (*m*-HDP) pour le dosage des AU interviennent lors du dosage.

##### **II.5.2.1.-Dosage des ON par le résorcinol**

###### **II.5.2.1.1.-Principe**

Les dérivés de furfural se condensent avec le résorcinol en milieu acide pour donner un complexe brun-orange dont l'absorbance est mesurée à 450 nm.

### II.5.2.1.2.-Matériels et réactifs

Solution de résorcinol, acide sulfurique à 80%, glucose, eau bi distillée, échantillon analyser, bain Marie, Spectrophotomètre UV-visible.

### II.5.2.1.3.-Préparation des solutions

- La solution d'extrait polysaccharidique *d'Astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.
- La solution de résorcinol, est préparée à une concentration de 0,6g/mL d'eau bi-distillée. Ajouter 100mL d'eau bi distillée à 0,6g de résorcinol, conservé à 4°C à l'obscurité (Warrand, 2004) pour un délai d'utilisation maximum d'un mois.
- La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01g de glucose.

**Tableau 03.-** Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses neutres 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
Glc (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

### II.5.2.1.4.-Mode opératoire

On dépose dans les tubes de dosage 200 µL d'échantillon, 200 µL de la solution de résorcinol et 1 mL d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 80 %. Les tubes sont agités puis maintenus dans un bain Marie à 90 °C pendant 30 mn. Après retour à température ambiante à l'obscurité pendant 30 mn, l'absorbance est mesurée à 480 nm.



### **II.5.2.2.-Dosage des AU par le méta-hydroxybiphényle (m-HDP)**

#### **II.5.2.2.1.-Principe**

Sous l'action d'acides minéraux concentrés à chaud, les acides uroniques du milieu subissent également une déshydratation interne poussée suivie d'une cyclisation aboutissant à la formation de dérivés d'acide 5-formylfuroïque. Les acides uroniques réagissent alors avec le *mé*ta-hydroxydiphényl (*m*-HDP) pour former un chromophore de couleur rose absorbant à  $\lambda=525$  nm.

#### **II.5.2.2.2.-Matériels et réactifs**

Tétra borate de sodium, l'acide sulfurique concentré, *mé*ta-hydroxydiphényl (*m*-HDP), acide glucuronique, eau bi distillée, échantillon à analyser, bain Marie, Spectrophotomètre UV-visible.

#### **II.5.2.2.3.-Préparation des solutions**

- La solution d'extrait polysaccharidique d'*Astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.
- La solution de tétraborate de sodium ( $\text{NaH}_3\text{BO}_4$ ) à 120 mM dans l'acide sulfurique concentré, est préparée en ajoutant doucement sous agitation magnétique, 0,12M de Borax (tétraborate de Sodium) dans une solution d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  96% refroidie entre 0 et 4°C dans un bain glacé. Elle est maintenue à 4°C à l'abri de la lumière (Warrand, 2004).
- La solution de méta-hydroxydiphényl (*m*-HDP) à 0,15% est préparée par l'ajout de 0,075 g métahydroxydiphénylamine (*m*-HDP) dans 50mL NaOH à 0,5%, puis conservé à 4°C.
- La solution mère des étalons, est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01g de l'acide glucuronique.

**Tableau 04.-** Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses acides 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
Glc (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

#### II.5.2.2.4.-Mode opératoire

Dans des tubes en verre, mélanger 200  $\mu$ L de solution à doser à 1,2mL de solution sulfurique de tétraborate de sodium. Homogénéiser le mélange au vortex .Les tubes sont incubés à 80 °C pendant 60 mn puis refroidis 15 mn. Agiter les tubes puis les maintenir 15 mn dans un bain-Marie à 100°C; Après refroidissement dans un bain de glace, ajouter 20  $\mu$ L de la solution de *m*-HDP et agitation, on laisse la coloration se développer pendant 15 mn à l'obscurité (température ambiante). L'absorbance est mesurée à 520 nm.

#### II.5.3.-Dosage des sucres réducteurs par l'acide bichinchoninique

La concentration en sucres réducteurs a été déterminée par la méthode de Waffenschmidt et Jaenicke (1987).

##### II.5.3.1.-Principe

Ce test colorimétrique est basé sur la réduction du cuivre. Le couple L-sérine/ $\text{Cu}^{2+}$  en présence d'une extrémité réductrice est réduit en L-sérine/ $\text{Cu}^+$  (Nadour, 2015). La détection des ions  $\text{Cu}^+$  est réalisée à l'aide de l'acide bichinchoninique (4, 4'-dicarboxy-2,2'-biquinoline) (Nadour, 2015). Et ses dérivés forment en condition alcaline un complexe bleu avec les ions  $\text{Cu}^+$  formés lors de l'oxydation des aldoses en acides aldoniques. Le complexe est absorbé à 540 nm. L'absorbance à cette longueur d'onde est

proportionnelle au taux de sucres réducteurs dans la solution (Waffenschmidt et Jaenicke, 1987).

### II.5.3.2.-Matériels et réactifs

Bicarbonate de sodium, carbonate de sodium, 4,4' dicarboxybiquinoline, sulfate de cuivre pentahydraté L-sérine, galactose, eau bi distillée, échantillon à analyser, bain Marie, Spectrophotomètre UV-visible.

### II.5.3.3.-Préparation des solutions

- **Solution A:** 2,42 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 6,35 g de  $\text{NaHCO}_3$  dans 100 mL d'eau bi distillée la solution est utilisée pour dissoudre 0,971 g de 4,4'-dicarboxybiquinoline et le volume est ajusté à 150 mL avec de l'eau bi distillée).
- **Solution B:** 124,8 mg de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dans 100 mL d'eau bi distillée puis ajouté 126,2 mg de L-sérine est ajusté à 150 mL avec de l'eau bi distillée. Les solutions A et B sont conservées à 4 °C à l'abri de la lumière.
- **Solution C:** en mélange 100  $\mu\text{L}$  de la solution B avec 4,9 mL d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 80 %. Cette solution C est maintenue à 4 °C à l'abri de la lumière.
- La solution d'extrait polysaccharidique d'*Astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.
- La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01g de Galactose.

**Tableau 05.-** Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses réducteurs 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
Galactose (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

#### **II.5.3.4.-Mode opératoire**

Dans des tubes à essai en verre, introduire 200 µL de l'échantillon à analyser avec 1 mL de la solution A. Incuber les tubes pendant 60 minutes dans un bain Marie sec à 80 °C puis laisser les tubes à température ambiante et à l'obscurité pendant 15 minutes. Ajouter 20 µL de solution C et vortexer 5 secondes puis laisser les tubes à température ambiante et à l'obscurité pendant 15 minutes. Mesurer l'absorbance à  $\lambda = 490$  nm. La concentration en sucres réducteurs est obtenue par référence à une gamme étalon de galactose réalisée entre 10 et 100 mg/L.

#### **II.5.4.-Dosage des polyphénols**

La teneur en phénols totaux de l'extrait est déterminée au moyen du réactif de Folin Ciocalteu selon la méthode adoptée de Singleton et Ross (1965).

##### **II.5.4.1.-Principe**

En milieu basique, le réactif de Folin-Ciocalteu qui est formé d'acide phosphotungstique  $H_3PW_{12}O_{40}$  et d'acide phosphomolybdique  $H_3PMo_{12}O_{40}$ , oxyde les polyphénols et se réduit en oxydes de tungstène et de molybdène (bleu) présents dans l'échantillon. Les produits de réduction de couleur bleue représentent un maximum d'absorption dont l'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés. La mesure de l'absorbance est effectuée à 750 nm par un spectrophotomètre et une courbe d'étalonnage est effectuée en prenant l'acide gallique comme référence (Boizot et Charpentier, 2006).

##### **II.5.4.2.-Matériels et réactifs**

Réactif de Folin-Ciocalteu, carbonate de sodium, acide gallique, eau bi distillée, échantillon à analyser, Spectrophotomètre UV-visible.

##### **II.5.4.3.-Préparation des solutions**

- La solution d'extrait polysaccharidique d'*Astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.

- Solution aqueuse de carbonate de sodium à 10% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 10g de carbonate de sodium.
- La solution mère des étalons, est préparée par l'ajout de 100 mL d'eau bi distillée à 0,01g de l'acide gallique.

**Tableau 06.-** Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphenols 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
Acide gallique (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

#### **II.5.4.4.-Mode opératoire**

Introduit 100µL d'échantillon dans un tube à essai en verre puis 500µL du réactif de Folin-Ciocalteu qui est dilué dix fois, et laisser reposer 3 mn. Rajouter 2mL d'une solution saturée de carbonates de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à 20% puis mélanger pendant 10 secondes. Après avoir mélangé, ces tubes sont maintenus à l'obscurité pendant 30 mn à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 750 nm par un spectrophotomètre. Une gamme des standards de 0,001% à 0,01% est préparée en diluant une solution mère de l'acide gallique de 0,1%.

#### **II.5.5.-Dosage des protéines**

##### **II.5.5.1.-Dosage des protéines par la méthode de BRADFORD (Micro-assay)**

###### **II.5.5.1.1.-Principe**

La méthode de Bradford est basée sur le changement de couleur du bleu de Coomassie de coloration marron à la coloration bleue lorsqu'il se complexe avec les acides aminés basiques, (arginine, histidine, lysine) et les acides aminés hydrophobes présents dans les protéines. L'absorbance de ce complexe est mesurée à 595 nm. L'absorbance est proportionnelle à la quantité de protéines dans l'échantillon. La concentration en protéines

est obtenue par référence avec une gamme étalon de sérum albumine bovine (Warrand, 2004).

#### **II.5.5.1.2.-Matériels et réactifs:**

Bleu de Coomassie, éthanol, acide phosphorique, eau bi distillée, échantillon à analyser, sérum albumine bovine (SAB), Spectrophotomètre UV-visible.

#### **II.5.5.1.3.-Préparation des solutions**

- La solution d'extrait polysaccharidique *d'astragalus armatus* à 0,01% est préparée par l'ajout de 100mL d'eau bi distillée à 0,01 g de l'extrait polysaccharidique séché.
- **Réactif de Bleu de Coomassie :** À 50mg de Bleu de Coomassie sont ajoutés 25mL d'éthanol (95%), puis agités pendant 2h, après filtration sur papier Whatman N°1, 50ml d'acide phosphorique 85% sont ajoutés. Le réactif est dilué jusqu'à 500mL par l'eau distillé. Le réactif est stocké à l'obscurité et à la température ambiante.
- La solution mère des étalons, est préparée par l'ajout de 100 mL d'eau bi distillée à 0,01g de sérum albumine bovine (SAB).

**Tableau 07.-** Préparation de la courbe d'étalonnage des protéines 0,001% à 0,01%.

Réactifs	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
Eau bi distillée (mL)	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
BSA (mL)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
Concentration (g/L)	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1

#### **II.5.5.1.4.-Mode opératoire**

Dans des tubes en verre, il est additionné un volume 200uL de solution à doser, puis 2mL de réactif de Coomassie. Le mélange est incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 mn. L'absorbance est mesurée à 595 nm après 2mn. La coloration est stable pendant une heure (Bradford, 1976).

## **II.6.- Caractérisation des polysaccharides**

L'identification des monosaccharides constitutifs des polysaccharides nécessitent la rupture de toutes les liaisons glycosidiques (Ruiz, 2005) se fait par une hydrolyse acide suivie par chromatographie sur couche mince (Delattre, 2005).

### **II.6.1.-Hydrolyse acide des liaisons glycosidiques**

#### **II.6.1.1.- Principe**

Le principe consiste à hydrolyser l'échantillon à analyser par un acide. La dépolymérisation peut être conduite avec des acides de forces et de concentrations variables sous diverses conditions opératoires (température, temps de réaction) selon la nature et la structure du polysaccharide (Ruiz, 2005). Le clivage des liaisons glycosidiques est réalisé à haute température (de 50 à 100 °C) dans des acides forts dilués (hydrolyse ménagée) ou concentrés (2 M) tels que l'acide Chlorhydrique (HCl), l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), l'acide trifluoroacétique (TFA), l'acide formique ou encore, l'acide nitrique (Delattre, 2005). L'acide trifluoroacétique est préféré à l'acide sulfurique car il présente de plus l'avantage d'être éliminé par une simple coévaporation avec du méthanol (Ruiz, 2005).

#### **II.6.1.2.- Matériels et réactifs**

L'acide trifluoroacétique, méthanol (99,7%), eau bi distillée, lyophilisat de polysaccharides, tube eppendorf, bain de glace, hotte, centrifugeuse.

#### **II.6.1.3.- Préparation des solutions**

L'acide trifluoroacétique (TFA) à 2M est préparé à partir de l'acide trifluoroacétique pure. Compléter 7,51 mL de TFA 99% aux 50 mL avec l'eau distillée.

#### **II.6.1.4.- Mode opératoire**

Vingt cinq milligrammes (25 mg) de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles lyophilisés des feuilles d'*Astragalus armatus* est hydrolysé par 2 mL d'acide trifluoroacétique 4 M, à 80°C pendant 5 heures, dans des tubes fermés (Ruiz, 2005). Après refroidissement au bain de glace, l'hydrolysate est centrifugé à 2000 g pendant 5mn. Le surnageant est récupéré. L'acide est coévaporé par l'ajout de quelques gouttes de

méthanol. Les hydrolysats sont déposés dans un dessiccateur sous hotte pendant 24 heures jusqu'à évaporation complète (Athukorala *et al.*, 2006). Les monosaccharides libérés, sont analysés par chromatographie sur couche mince (CCM).

## **II.6.2.-Chromatographie sur couche mince**

### **II.6.2.1.-Principe**

C'est une méthode d'analyse couramment utilisée pour l'identification de composés organiques, repose principalement sur des phénomènes d'adsorption: la phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse au long d'une phase stationnaire (gel de silice, polyamide, cellulose...) (Delattre, 2005), fixée sur une plaque de verre ou sur feuille semi-rigide de matière plastique ou d'aluminium. Chacun des solutés est soumis à une force de rétention par adsorption et une force d'entraînement par la phase mobile (Hainque *et al.*, 2008). Les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant. Si un constituant est plus entraîné par l'éluant, il est moins adsorbé sur la phase stationnaire (Delattre, 2005). Après migration, les spots sont révélés par une réaction colorée le Nigrum, basée sur les réactions furfuraliques des sucres. Après chauffage à l'étuve à 105°C pendant 10 à 15mn les aldohexoses donnent une coloration bleuâtre, les aldopentoses donnent une coloration verdâtre, les cétooses donnent une coloration rougeâtre (Paulsen *et al.*, 2002).

### **II.6.2.2.- Révélateur**

Le révélateur utilisé est le Nigrum. Ce dernier se compose de deux solutions A et B selon Paulsen *et al.*, (2002) :

**Solution A:** 2g de diphénylamine dans 50 mL d'acétone,

**Solution B:** 48ml d'acétone complété jusqu'à 50 mL par l'aniline. Après mélangé les deux solutions A et B, 10 mL d'acide ortho-phosphorique (85%), sont ajoutés.



### **II.6.2.3.- Mode opératoire**

Les plaques sont préparées par le traçage d'une ligne fine de dépôt à 1,5cm du bord inférieur, puis activée dans l'étuve à 100°C pendant 10 mn. Après activation, les plaques sont prêtes au dépôt des échantillons à l'aide d'un applicateur.

Les cuves sont préparées selon la technique inspirée de AUDIGIE *et al.*, (1995). La saturation des cuves se fait par l'ajout de la phase mobile et de la fermeture pendant 24 heures. Deux systèmes de séparation 1 et 2 sont utilisés.

Le premier système : est constitué d'acétate d'éthyle, de pyridine, d'eau, de n-butanol et d'acide acétique dans un ratio de 5.4.4.10.2.

Le deuxième système : est constitué de chloroforme, de n-butanol, de méthanol, d'acide acétique et d'eau dans un ratio de 4,5.12, 5.5.1, 5.1, 5.

### **II.6.2.4.- Calcul du rapport frontal des spots**

Le rapport frontal est calculé pour chaque spot obtenu des hydrolysats et des étalons, pour but de comparer les Rf, et déterminer les différents types d'oses constitutifs des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles obtenus.

$R_f = \text{distance parcourue par l'échantillon ou le témoin} / \text{distance parcourue par le solvant (phase mobile)}$  (Audigie *et al.*, 1984)

### **II.7.- Activités biologiques**

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

### **II.7.1.-Activité Anti-diabétiques**

Le diabète sucré est un trouble métabolique progressive et complexe qui se caractérise principalement par le taux de glucose dans le sang anormalement élevé. L'  $\alpha$ -glucosidase (EC 3.2.1.20) est une enzyme sécrétée dans l'épithélium de l'intestin grêle. Elle catalyse le clivage de certains oligosaccharides et disaccharides en monosaccharides lors de l'étape finale de la digestion des glucides. L'activité inhibitrice d' $\alpha$ -D-glucosidase peut ralentir la production et l'absorption de glucose. Des études rapportent que les inhibiteurs de l' $\alpha$ -D-glucosidase peuvent prévenir le diabète et l'obésité (Zhu *et al.*, 2014). Depuis longtemps, il y a une série d'agents thérapeutiques pour la guérison du diabète. Cependant, les effets indésirables existent dans ces médicaments. Par exemple, l'acarbose qui un inhibiteur de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase, présent les effets secondaires de la flatulence, de la diarrhée et des maux d'estomac. La phytothérapie a joué un rôle important dans le traitement du diabète pendant des siècles, et constitue donc une source riche de découverte de médicaments du diabète (Wang *et al.*, 2016).

L'activité antidiabétique des polysaccharides *d'astragalus armatus* est déterminée en utilisant une méthode de l'inhibition de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase tel qu'est décrit par Oki *et al.* (1999), Bisht *et al.* (2013) et Qian *et al.* (2015) avec une légère modification.

#### **II.7.1.1.- Principe**

La détermination d'inhibition de l'activité de l' $\alpha$ -glucosidase (EC 3.2.1.20) est effectuée en utilisant le *p*- nitrophényl- $\alpha$ -D-glucopyranoside (*p*-NPG) comme substrat, dont l'enzyme  $\alpha$ -glucosidase catalyse sa dégradation en  $\alpha$ -D-glucopyranoside et *p*-Nitrophénol (*p*- NP). Le test est basé sur la mesure de la libération de *p*-Nitrophénol (*p*- NP) de couleur jaune par spectrophotométrie à 405nm, qui permet d'évaluer l'activité enzymatique de l' $\alpha$ -Dglucosidase (Benhenda, 2014 ; Kim *et al.*, 2014 ; Cui *et al.*, 2015 et Ha *et al.*, 2016). En présence d'inhibiteur, l'activité enzymatique de l' $\alpha$ -D-glucosidase diminue ou inhibé. Cela est exprimé par diminution de la dégradation de substrat *p*-NPGP (Mosihuzzman *et al.*,2013). Dans ce test, l'acarbose est utilisé comme control positif. Le

contrôle négatif représente le milieu réactionnel de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase sans aucun aditif.

### II.7.1.2.- Mode opératoire

Dans un tube sec, un volume de 500 $\mu$ L de solution de  $\alpha$ -D-glucosidase (0.2U/mL) est ajouté à 100 $\mu$ L de différentes concentrations de polysaccharides (1.25mg/mL à 10mg/mL) ou d'acarbose (0.001M à 0.1M). Le mélange résultant est incubé à 37°C pendant 15min sous agitation, puis un volume de 125 $\mu$ L de *p*-nitrophényl- $\alpha$ -D-glucopyranoside (*p*-NPG) est additionné. Les tubes sont agités et incubés à 37°C durant 20mn. Une solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (1mL, 0,2mol/L) est ajoutée afin d'arrêter la réaction, et les absorbances sont mesurées à  $\lambda=405$ nm par un spectrophotomètre UV-visible (Cui *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2017).

L'activité inhibitrice de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase est calculée selon la formule suivante (Cui *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2017):

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

Où:

-  $\Delta A$  contrôle (-) :  $A_{\text{contrôle (-)}} - A_{0 \text{ contrôle (-)}}$

-  $\Delta A$  échantillon :  $A_{\text{échantillon}} - A_{0 \text{ échantillon}}$

### *III. Résultats et discussion*

---

Le présent chapitre porte sur le rendement d'extraction et l'activité anti hyperglycémiant de l'extrait de polysaccharides hydrosoluble des feuilles *d'Astragalus armatus*.

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

Le rendement relatif est calculé par rapport au poids de la matière sèche ayant servi à l'extraction (Mouradi *et al.*, 2006). A partir de 10 g de la matière sèche des feuilles *d'Astragalus armatus* on a obtenu un rendement massique de 4,85%. Ce rendement est plus proche que celui décrit par Boual (2014), qui trouve le rendement d'extraction de polysaccharide hydrosoluble des graines *d'Astragalus armatus* est 4,21%. Il est faible à celui trouvé par phyllis *et al.* (2020), soit de 36,29% d'un extrait polysaccharides à partir des feuilles de *Moringa oleifera*.

$$R (\%) = \frac{\text{poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles}}{\text{poids de la matière végétal sec}} \times 100$$

$$R (\%) = \frac{0,485\text{g}}{10\text{g}} \times 100 = 4,85 \%$$



**Photo 06.-** Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des feuilles *Astragalus armatus*

Les différences des rendements peuvent être aussi expliquées par l'état physiologique des plantes sachant que les polysaccharides sont des métabolites primaires donc ils sont utilisés comme des précurseurs d'autres métabolites secondaires, comme source d'énergie, la saison et la période de la récolte, ou par les différences des conditions expérimentales au laboratoire, type d'extraction (décoction, infusion ou par macération,...), et le degré de pureté d'alcool utilisé dans la précipitation et le volume utilisé (Ebringerova *et al.*, 2003). Ainsi, le pH et la température des milieux d'extraction influent sur le rendement massique d'extraction (Ebringerova *et al.*, 2003). Le temps représente l'un des facteurs affectant le rendement massique de l'extraction (Miao, 2011).

De plus, les interactions entre ces paramètres ont également influencé le rendement d'extraction (Brebion, 2013).

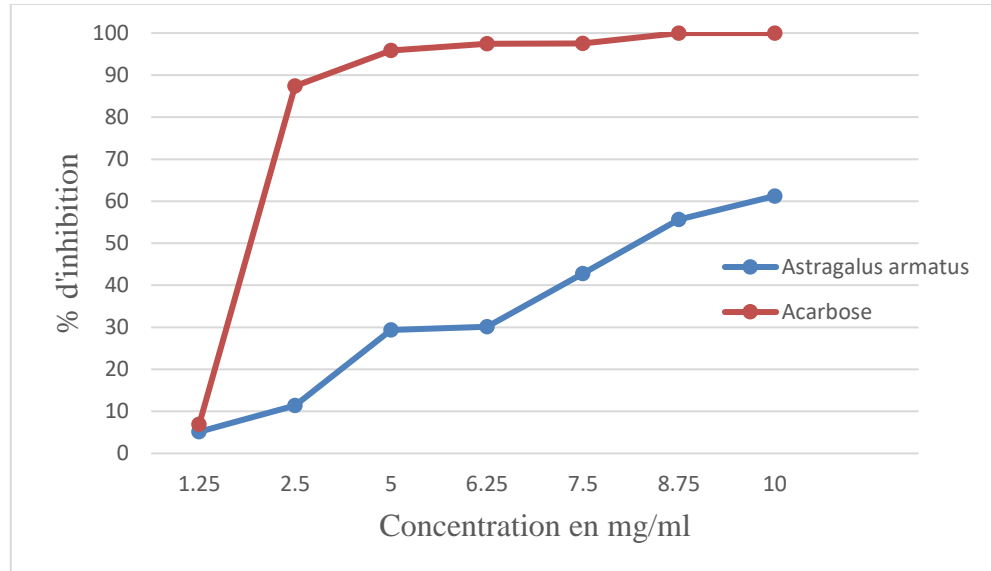
### **III.2. - Activité anti hyperglycémiant**

Dans ce travail, nous avons étudié l'activité inhibitrice de l'enzyme  $\alpha$ -glucosidase par les polysaccharides de feuilles d'*Astragalus armatus*, en considérant l'acarbose comme un contrôle positif.

Les résultats obtenus sont exprimées en pourcentages de l'inhibition de  $\alpha$ -glucosidase. Différentes concentrations d'acarbose et de l'extrait polysaccharidique d'*Astragalus armatus* ont été testées. Les résultats sont consignés dans la figure 2.

Il apparait que l'extrait polysaccharidique a un pouvoir inhibiteur modéré de l' $\alpha$ -D-glucosidase. Le pourcentage d'inhibition des polysaccharides est de 60,34% pour une concentration maximale de 10 mg/ml et de 4,64% pour une concentration minimale de 1,25 mg/mL. Tandis que, l'acarbose a un fort pouvoir inhibiteur. Cette inhibition est de 100% à partir de la concentration 6,456mg/mL, alors qu'il semble que cette inhibition est négligeable à la concentration de 0,064 mg/mL. BISHT *et al.* (2013) annoncent un pourcentage d'inhibition maximal inférieur, soit 74,88% à 5,16mg, par rapport à cette étude. Cependant, WANG *et al.* (2010) rapportent une activité maximale (100%) à une concentration de 5mg/mL.

BISHT *et al.* (2013) ont signalé que les polysaccharides issus de la gomme d'*Acacia tortilis* ont des pourcentages d'inhibition dose dépendante de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase, don un pourcentage d'inhibition maximale de 76,77% à une concentration de 5 mg/ml.



**Figure 02.-**Pourcentages d'inhibition (%) de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose et de l'extrait polysaccharidique

## **Conclusion**

Ce travail est une contribution à l'étude de profil chimique et de potentiel biologique d'*Astragalus armatus* Lam., plante spontanée du désert de l'Algérie. Elle peut être considérée comme une bonne source de polysaccharides avec de nombreux avantages potentiels pour la santé. *Astragalus armatus* contient également dans les feuilles des polysaccharides, qui possèdent des propriétés anti hyperglycémiantes, le plaçant comme alternative potentielle aux médicaments synthétiques.

## **Perspectives**

- Pour une meilleure étude des polysaccharides d'*Astragalus armatus* Lam. Il est proposé d'optimiser les conditions d'extraction, à savoir la température, le temps d'extraction, le type et le pourcentage d'alcool-eau utilisé.
- Tester d'autres méthodes d'extraction pour un extrait très pur et leur influence sur la composition chimique et leur capacité biologique.
- Etudes la composition chimique, l'identification structurale de cette polysaccharides.
- Compléter cette étude par d'autres tests afin d'envisager d'autres activités biologiques.
- Etudes de la pharmacocinétique des principes actifs pour la détermination des doses préventives et thérapeutiques.



## *Références bibliographiques*

---

Audigie, C. L., Figarella, J., Zonszain, F., (1984). Manipulation d'analyse biochimique. Ed Doin, Paris, 84p.

Audigie, C. L., Dupont, G., Tonzain, F., (1995). Chromatographie principes des méthodes d'analyses biochimiques. Tome 1, édition Doin. 207p.

Andrew, Chevallier. (2001). Larousse des plantes médicinales.

Athukorala, Y., Jung, W.K., Vasanthan T, et al (2006). An anticoagulative polysaccharide from an enzymatic hydrolysate of *Ecklonia cava*. Carbohydrate Polymers 66 :184–91.

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

Anon. (2008). World Health Organisation.  
[www.who.int/mediacentre/factsheet/fs134/en](http://www.who.int/mediacentre/factsheet/fs134/en)

AmeenahGurib-Fakimand Mohamad F. Mahomoodally, (2013). African Flora as Potential Sources of Medicinal Plants: Towards the Chemotherapy of Major Parasitic and Other Infectious Diseases- A Review. Jordan Journal of Biological Sciences.

Abdelaziz, S., Supplementation with *Astragalus* polysaccharides alters eromonas-induced tissue-specific cellular immune response, Microbial Pathogenesis 66(2014)48-56.

An-jun Liu, Juan Yu, Hai-yu Ji, Hong-cui Zhang, Yan Zhang and Hui-ping Liu (2016). Extraction of a Novel Cold-Water-Soluble Polysaccharide from *Astragalusmembranaceus* and Its Antitumor and Immunological Activities.

Blumenkrantz, N., & Asboe-Hansen, G. (1973). New method for quantitative determination of uronic acids. *AnalyticalBiochemistry*, 54, 484-489.

Boizot, N., et Charpentier J.P., (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le cahier des techniques de l'Inra : 79-82 p.

Brudieux, V., (2007). Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. A l'occasion de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat. Université de Limoges. 220p.

Boudjouref, M., (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisiacampestris L.*, mémoire de magister, Université Ferhat Abbas Sétif.

Benayad, N., (2013). Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse de doctorat. Faculté des sciences, Université Mohammed V. AGDAL. Rabat Maroc.

Bisht, S., Kant, R., Kumar, V., (2013).  $\alpha$ -D-Glucosidase inhibitory activity of polysaccharide isolated from *Acacia tortilis* gum exudate. International Journal of Biological Macromolecules, 59: 214-220.

Boual, Z., Kemassi, A., Hamid oudjana, A., Michaud, P., and Ould el hadj M. D., (2013). Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malvaparviflora l.* (malvaceae) : activité prébiotique. Lebanese Science Journal, vol.14: 41-51

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

Ben henda, Y., (2014). Bioactivités de cryptides marins : Quels potentiels pour la santé humaine. Thème doctorat. Université de la Rochelle. France, 186p.



Boual, Z., Pierre, G., Delattre C., Benaoun F., Petit E., Gardarin C., Michaud P. et el hadj M. D., 2015. Mediterranean semi-arid plant *Astragalus armatus* as a source of bioactive galactomannan. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, vol. 5: 10–18.

BoubekeurHafsa, (2018). *Activités biologiques d'Helichrysum stoechas*.

Chen W, Li YM, Yu, M. H. Effects of *Astragalus* polysaccharides on chymase, angiotensin-converting enzyme and angiotensin II in diabetic cardiomyopathy in hamsters. *Journal of International Medical Research*. (2007); 35:873.

Cho, W.C., Leung, K.N., (2007). In vitro and in vivo immunomodulating and immunorestorative effects of *Astragalus membranaceus*. *Journal of Ethno pharmacology* 113, 132–141.

Cragg, G and Newmann, GM. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *J. Nat. Prod.*, 70: 461-477.

Choudhary, M.I., Jan, S., Abbaskhan A., *et al.* Cycloartane triterpenoids from *Astragalus bicuspis*[J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(9): 1557-1560.

Cheng, Z., H., Blackford, J., Wang, Q., & Yu, L. L. (2009). Acid treatment to improve psyllium functionality. *Journal of Functional Foods*, 1, 44–49.

COURTOIS J., (2009). Oligosaccharides from land plants and algae: production and applications in therapeutics and biotechnology. *Current Opinion in Microbiology*, vol.12: 261–273.

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

Chen, R., Meng, F., Liu Z., Chen, R., et Zhang, M., (2010). Antitumor activities of different fractions of polysaccharide purified from *Ornithogalumcaudatum*Ait. *Carbohydrate Polymers*, vol.80 : 845–851.

Chidouh, A., Aouadi, S., et Heyraud, A., (2014). Extraction, fractionation and characterization of water-soluble polysaccharide fractions from myrtle (*Myrtuscommunis*L) fruit. *Food Hydrocolloids*, vol.35: 733-739.

CUI, J., GU, X., WANG F., OUYANG, J., et WANG, J., (2015). Purification and structural characterization of an  $\alpha$ -glucosidase inhibitory polysaccharide from apricot (*Armenia casibirica* L. Lam.) pulp. *Carbohydrate Polymers*, vol. 121 :309–314.

Chouana Toufik (2017).Caractérisation structurale et activités biologiques des polysaccharides d'*Astragalus gombo* bunge.

Chouana, T., Pierre, G., Vial, C., Gardarin, C., Wadouachi, A., Cailleu, D., Le Cerf, D., Boual, Z., Ould El Hadj, MD., Michaud, P., &Delattre, C., Structural characterization and rheological properties of a galactomannan from *Astragalusgombo* Bunge seeds harvested in Algerian Sahara. *Carbohydrate Polymers*  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.08.003>

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F., (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Analytical Chemistry* 28: 350-356.

Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traore, A., Coulibaly, K. et MAIGA, A., (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphusmauritiana*Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Chimie*, vol. 7: 1073–1080.

Deters, A. M., Lengsfeld, C., and Hensel, A. (2005). Oligo- and polysaccharides exhibit a structure-dependent bioactivity on human keratinocytes in vitro. *Journal of Ethno pharmacology*, vol. 102 :391–399.

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.

Ding, X., Hou, Y., Hou, W. Structure feature and antitumor activity of a novel polysaccharide isolated from *Lactariusdeliciosus* Gray. *Carbohydr. Polym.* (2012), 89, 397–402. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Delattre, C., Pierre, G., Gardarin, C., Traikia, M., Elboutachfai, R., Isogai, A., & Michaud, P. (2015). Antioxidant activity of a polyglucuronicacidsodiumsaltobtained from TEMPO- mediated oxidation of xanthan. *Carbohydrate Polymers*, 116, 34–41

Debin Liu, Lei Chen, Jianye Zhao, Kang Cui, Cardio protection activity and mechanism of *Astragalus* polysaccharide in vivo and in vitro. The address for the corresponding author was captured as affiliation for all authors. Please check if appropriate. *Biomac* (2017).

E. Bedir, N., Pugh, I., Calis, D., S. Pasco, and I.A. Khan, *Biol. Pharm. Bull.* 23, 834 (2000).

El Rhaffari, L., and Zaid, A. (2002). Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet) : Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. Des sources de savoir aux médicaments du futur, in : 4ème Colloque Européen.

Ebringerova, A., Kardosova A., Hromadkova, Z., et Hribalova, V., (2003). Mitogenic and comitogenic activities of polysaccharides from some European Herbaceous plants. *Fitoterapia*, vol. 74 : 52- 61.

Ethnopharmacologie, Paris, IRD Editions, institut de Recherche pour le Développement, Société française d'ethnopharmacologie, 1, 293-318.

Fang, S. D., Chen, Y. Ye, C. Q., Zhai, S.K., Shen ML, (1982). Studies of the active.

Fang, J.N., Wagner, H., (1988). Chemical structure of a glucan from *Astragalusmongholicus*. *ActaChim Sin* 46(11): 1101-1104.

Foster, S., *Astragalus: A superior herb*. *Herbs for Health* (1998); Sept/Oct:40.

Graham, P., and Vance, C. (2003). Legumes: importance and constraints to greater use *Plant Physiol*, 131, p872-877.

Huang, Q.S., Lv, G.B., Li, Y.C., Guo, J.H., Wang, R.X., (1982). Studies on the polysaccharides of "Huangqi" (*AstragalusMongholicus*Bunge. *Acta Pharma Sin* 17(3): 200-206.

Heywood, V. H., (1996). *Flowering plants of the world* 3th edition, Oxford University Press, Oxford, pp. 141-145, 149-152.

HAINQUE, B., BAUDIN, B., et LEFEBVRE P., (2008). *Appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire*. Médecine-Science Flammarion, Paris : 122-221p.

H.Y., Zhu, Y.Y., Zhang, G. Ye., Z.X., Li, P. Zhou., and C.G. Huang, *Biol., Pharm. Bull.* 32, 68 (2009).

Hirche, A., Salamani, M., Abdellaoui, A., Benhouhou, S. and Martínez, Valderrama, J. (2010). Landscape changes of desertification in arid areas: the case of south-west Algeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 10, 1744.

Huang, L.F., Yao, Y.M., Li, J.F., Zhang S.W., Li W.X., Dong, N., Yu, Y., Sheng, Z.Y. The effect of Astragaloside IV on immune function of regulatory T cell mediated by high mobility group box 1 protein in vitro. *Fitoterapia*. (2012); 83(8):1514-22.

Ha, K.S., Jo, S.H., Mannam, V., Kwon, Y.I., et Apostolidis, E., (2016). Stimulation of Phenolics, Antioxidant and  $\alpha$ -Glucosidase Inhibitory Activities During Barle (*Hordeumvulgare*L.) Seed Germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, vol.71: 211-217.

Hongxia, Z., et Zheng, F.M., (2018). Phytochemical and Pharmacological Properties of Capparis spinosa as a Medicinal Plant Nutrients, vol. 116:01-14.

Iserin, P. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2<sup>ème</sup> édition, DorlingKindersley Limited, Londres.

Jiang, J.B., Qiu, J.D., Yang, L.H., He, J.P., Smith, G.W., & Li, H.Q. (2010). The therapeutic effects of Astragalus polysaccharides on inflammation and synovial apoptosis in rats with adjuvant-induced arthritis. International Journal of Rheumatic Diseases, 13, 396–405

Jiang, J., Wu, C., Gao, H., Song, J., & Li, H. (2010). Effects of Astragalus polysaccharides on immunologic function of erythrocyte in chickens infected with infectious bursa disease virus. Vaccine, 28, 5614–5616.

KIM, K.T., RIOUX, L.E and TURGEON S.L., (2014). Alpha-amylase and alpha glucosidase inhibition is differentially modulated by fucoidan obtained from Fucus vesiculosus and Ascophyllum nodosum. Phytochemistry, vol. 98 : 27-33.

Labat J.N., (1996). Biogéographie, endémisme et origine des légumineuses papilionacées de Madagascar. Biogéographie de Madagascar : pp 95-108.

Li, H.Q., Zhao, W.G., Lv, X.H., Li, X.X., (2009). Physical and chemical analysis of a new hetero polysaccharide from *Radix Astragalus*. Chin Pharm J 44(9): 654-657.

Labad, A. *et al.* (2016). Compounds from the pods of *Astragalus armatus* with antioxidant, anticholinesterase, antibacterial and phagocytic activities. *Pharma.Biol.*, 54(12): 3026-3032, DOI: 10.1080/13880209.2016.1200632.

Li, C., Li, X., Yiu, L., Fu, X. and Liu, R. H., (2017). Fractionation, preliminary structural characterization and bioactivities of polysaccharides from *Sargassum*.



Monsigny, M., Petit, C., & Roche, A.C. (1988). Colorimetric determination of neutral sugars by a resorcinol sulfuric acid micromethod. *Analytical Biochemistry*, 175, 525-530.

Maassoumi, A., A. (1998). *Astragalus* in the old world. Research Institute of Forests and Rangelands, Teheran, Iran.

Moran, A. M., Delbecq, C. and Kelley, A. M. (2001). Solvent effects on ground and excited electronic state structures of the push-pull chromophore julolidinyl- -N, N'-diethylthiobarbituric acid. *The Journal of Physical Chemistry A*, 105, 10208-10219.

Mouradi, A., Chikhaoui-khay, M., Aitakki, S., Akallal, R., Hrrimle I., Givernaud T., (2006). Analyse structurale des fractions polysaccharidiques extraites de la paroi cellulaire d'*Hypneamusciiformis*(Rhodophyceae, Gigartinales). *Afrique SCIENCE*, vol. 2 (2): 226-244.

Miao, Y. Z., Lin, Q., Cao, Y., He, G. H., Qiao, D. R. and Cao, Y., (2011). Extraction of water-soluble polysaccharides (WSPS) from Chinese truffle and its application in frozen yogurt. *Carbohydrate polymers*, 86: 566-573.

Mosihuzzman, M., Naheed, S., Hareem, S., Talib, S., Shamsun, G. A., Khan, N., Choudhary, Y. 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.

Medjekal, S., & Bousseboua, H. (2016). Effects of season on potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Astragalus gombo*. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (12), 1.

Medjekal, S., Ghadbane, M., Bodas, R., Bousseboua, H., & López, S. (2016). Volatile fatty acids and methane production from browse species of Algerian arid and semi-arid areas. *Journal of Applied Animal Research*, 1-6.

Niu, Y., Wang, H., Xie, Z., Whent, M., Gao, X., Zhang, X., Zou, S., Yao, nW., & Yu, L. (2011). Structural analysis and bioactivity of a polysaccharide from the roots of

*Astragalus membranaceus* (Fisch) Bg. var. *mongolicus* (Bge.) Hsiao. Food Chemistry, 128, 620–626.

Oki, T., Matsui, T. and Osajima, Y. (1999). Inhibitory effect of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors varies according to its origin. Journal of agricultural and food chemistry, 47: 550-553.

Ozenda, P. (1991). Flore et végétation du Sahara, 3ème édition, Ed. CNRS, Paris, France.

Ozenda, P., (2004). Flore du Sahara. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 622 p.

Persin, *et al.*, (2011) in Abekhti Chaima BEN ahmed Romaissa, (2019). Activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles de deux plantes spontanées du Sahara algérien.

Paulsen, B.S., Olafsdottir, E.S. et Ingolfsdottir, K., (2002). Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens. Journal of chromatography, vol. 967: 163-171.

Podlech, D. (2008). The genus *Astragalus* L. (Fabaceae) in Europe with exclusion of the former Soviet Union. Feddes Repertorium, 119, 310-387.

Piao, Y. L., Liang, X. C. *Astragalus membranaceus* injection combined with conventional treatment for viral myocarditis: a systematic review of randomized controlled trials. Chin J Integr Med (2014) Oct. ; 20 (10) :787-791.

Quézel, P., Santa, S. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes 1 et 2. Paris : CNRS, (1962-1963).

QUEZEL, P. et SANTA, S. (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS Paris. Vol. 1 et 2, 1170 p.

Quezel, P. and Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Tome I, C.N.R.S. Paris.

Qi, L. W., Yu, Q. T., Li, P., Li, S. L., Wang, Y. X., Sheng, L. H., et al. (2006). Quality evaluation of Radix Astragali through a simultaneous determination of six major active isoflavonoids and four main saponins by high-performance liquid chromatography coupled with diode array and evaporative light.

Qing-yang Liua, Yong-ming Yao, Shu-wen Zhang, Zhi-yong Sheng (2010) Astragalus polysaccharides regulate T cell-mediated immunity via CD11chighCD45RBlow DCs in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*.

Qian, J. Y., Bai, Y.Y., Tang, J., Chen, W., (2015). Antioxidation and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities of barley polysaccharides modified with sulfation. *LWT- Food Science and Technology*, 64:104-111.

Rodelas, B. & González-López, J. (Eds.) (2013). Beneficial plant-microbial interactions: ecology and applications (1st Ed.), 215-235, DOI: 10.1201/b15251.

Ruizhan, C., Li, T., Chenguang, J., Juan, L., Li, T., Qingquan, C. et al, Extraction, isolation, characterization and antioxidant activity of polysaccharides from *Astragalus membranaceus*, *Industrial Crops and Products* 77(2015)434-443.

Ruiz, G., (2005). Extraction, Détermination Structurale et Valorisation Chimique de Phycocolloïdes d'Algues Rouges. Thème Doctorat. Université de Limoges : 38-189p.

Singleton, V.L. et Ross, J.A., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent, *Am. J. Enol. Vitic*, vol. 16 :144- 158.

Srivastava, R., Kulshreshtha, D.K. *Phytochemistry* (1989); 28:2877.

Shimizu, N., Tomoda, M., Kanari, M., Gonda, R. (1991). An acidic polysaccharide having activity on the reticuloendothelial system from the root of *Astragalus mongholicus*. *Chem Pharm Bull* 39(11): 2969-2972.

Sun, X., Zhao, C., Pan, W., Wang, J., Wang, W. Carboxylate groups play a major role in antitumor activity of Ganodermaapplanatum polysaccharide. Carbohydr. Polym. (2015), 123, 283–287. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

S. Collic-Jouault, P. Zanchetta, D., Helley, J., Ratiskol, C., Siquin, A. M., Fischer and J. Guezennec. (2004). Les polysaccharides microbiens d'origine marine et leur potentiel en thérapeutique humaine.

Shao, P., Zhao, L.H., Chen, Z., Pan, J.P., (2006). Regulation on maturation and function of dendritic cells by Astragalusmongholicus polysaccharides. International Immunopharmacology 6, 1161–1166.

Shao, B.M., Xu, W., Dai, H., Tu, P.F., Li, Z.J., Gao, X.M., (2004). A study on the immune receptors for polysaccharides from the roots of Astragalusmembranaceus, a Chinese medicinal herb. Biochemical and Biophysical Research Communications 320, 1103–1111.

Trabut, L., (1935). Flore du nord de l'Afrique (répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. La typolitho et Juiescarbonelreunies, Alger : 37- 271.

Tomoda, M., Shimizu, N., Ohara, N., Gonda, R., Ishii, S., Otsuki, H., (1992). A reticulo endothelial system-activating glycan from the roots of *Astragalusmembranaceus*. *Phytochemistry*31(1): 63-66.

Talarico LB, Pujol CA, Zibetti RGM, et al (2005). The antiviral activity of sulfated polysaccharides against dengue virus is dependent on virus serotype and host cell. Antivir Res 66:103–10.

Tongh, Liang Z, Wang, G., (2008). Structural characterization and hypoglycemic activity of a polysaccharide isolated from the fruit of *Physalisalkekengi* L. Carbohydrate Polymers 71: 316–23.

Tongh, Liang Z, Wang G (2008). Structural characterization and hypoglycemic activity of a polysaccharide isolated from the fruit of *Physalisalkekengi* L. *Carbohydrate Polymers* 71: 316–23.

Waffenschmidt, Set, Jaenicke, L., (1987). Assay of reducing sugars in the nanomole range with 2, 2'-bicinchninate. *Anal Biochem*, Vol. 165: 337–340.

Walter, H. (1991). Ger. Offen. DE 4,025,443, Chemical Abstracts (1991), 114, 247575r.

Wang, Y., Zhao, Y.M., Zhang, Q.F., Qiao, S.Y., Qi, C.H., Zhang, Y.X., (2001). Isolation and structure elucidation of novel glucan from *Astragalusmongholicus*. *Chin TraditHerbDrugs*32(11) : 962- 964.

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

Wojciechowski, M. F., Lavin, M. and Sanderson, M. J. (2004). A phylogeny of Legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid *MATK* gene resolves many well supported subclades within the family. *American Journal of Botany*, 11, 1846-2004.

Wang, S. C., Shan, J. J., Wang, Z. T., & Hu, Z. B. (2006). Isolation and structural analysis of an acidic polysaccharide from *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48, 1379–1384.

Wu, M., Zhang, F., Yu, Z., Lin, J., Yang, L. Chemical characterization and in vitro antitumor activity of a single-component polysaccharide from *Taxus chinensis* var. *mairei*. *Carbohydr. Polym.* (2015), 133, 294–301. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Wei, W., Haitao, X., Wanrong, B., Diklung, M., Chunghang, L., Xiaoqiang, H., et al, TLR-4 may mediate signaling pathways of *Astragalus* polysaccharide RAP induced cytokine expression of RAW 264.7 cells, *Journal of Ethnopharmacology* 179 (2016) 243-252.

Xu, H., Zhang, Y., Zhang, J., et al (2007). Isolation and characterization of an anti-complementary polysaccharide D3-S1 from the roots of *Bupleurumsmithii*. *Internat Immunopharmacol* 7 : 175–82.

Xu, DJ., Xia, Q., Wang, J.J., Wang, P.P., (2008). Molecular weight and monosaccharide composition of astragalus polysaccharides. *Molecules* 13(10): 2408-2415.

X. Xu, S. Rui, C. Chen, G. Zhang, Z. Li, J., Wang, Y., Luo, H., Zhu, X., Ma., Protective effects of astragalus polysaccharide nanoparticles on septic cardiac dysfunction through inhibition of TLR4/NF- $\kappa$ B signaling pathway, *International Journal of Biological Macromolecules* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.227>.

Xu, F., Liao, K., Wu, Y., Pan, Q., Wua, L., Jiao, H., Guo, D., Li, B. and Liu, B., (2016). Optimization, characterization, sulfation and antitumor activity of neutral polysaccharides from the fruit of *Borojoasorbilis cuter*. *Carbohydrate Polymers*, vol. 151 :364–372.

Xu, H., Zhang, Y., Zhang, J., et al (2007). Isolation and characterization of an anti-complementary polysaccharide D3-S1 from the roots of *Bupleurumsmithii*. *Internat Immunopharmacol* 7 : 175–82.

YANG, X., ZHAO, Y., et L.V., Y., (2008). In vivo macrophage activation and physicochemical property of the different polysaccharide fractions purified from *Angelica sinensis*. *Carbohydrate Polymers*, vol. 71 : 372-379.

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

Yuge, Niu., Hengyu, Wang., Zhuohong, Xie, Monica, Whent, Xiangdong, Gao, Xian, Zhang, Shan, Zou, Wenbing Yao, Liangli, Yu., (2011). Structural analysis and bioactivity

of a polysaccharide from the roots of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge. var. *mongolicus* (Bge.) Hsiao. Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem)

Yiping, Jiang, Xiaohui Qi, Kai Gao, Wenjun Liu, Na Li, Ningbo Cheng, Gang Ding, Wenzhe Huang, Zhenzhong, Wang, Wei Xiao (2016). Relationship between molecular weight, monosaccharide composition and immunobiologic activity of *Astragalus* polysaccharides. 10.1007/s10719-016-9669-z

Yue, S., Jian, L., Lei, W., Fang, W., Xiaojun, Z., Yajun, Q., Improving effects of *Astragalus* Polysaccharides on cardiac function via Keap1/Nrf2-ARE signal pathway in adjuvant arthritis rats, *Chinese Herbal Medicines* 8(2016)143-153.

YU, X. H., LIU, Y., W.U., X.L., LIU, L.Z., F.U., W., and SONG D.D., (2017). Isolation, purification, characterization and immunostimulatory activity of polysaccharides derived from American ginseng. *Carbohydrate Polymers*, vol. 156: 9–18.

Zou, Y.Y., Gu, X.Q., Chen, Q., (1987). Investigation of the polyphase liposomal bipolysaccharides-Part 1. Selection and analysis of the effective ingredients in the two polysaccharides. *J Shenyang Pharm Univ*4(3): 170-174.

Zhang, Y., Kiyohara, H., Matsumoto, T., Yamada, H., *Planta Med* (1997); 63:393.

Zhao, G. R., Xiang, Z. J., Ye, T. X., Yuan, Y. J., & Guo, Z. X. (2006). Antioxidant activities of *Salvia miltiorrhiza* and *Panax notoginseng*. *Food Chemistry*, 9, 767–774.

Zhou, K. Q., Xia, W. S., Zhang, C., & Yu, L. L. (2006). In vitro binding of bile acids and triglycerides by selected chitosan preparations and their physico-chemical properties. *LWT – Food Science and Technology*, 39, 087–1092.

Zhong, X. K., Jin, X., Lai, F. Y., Lin, Q. S., & Jiang, J. G. (2010). Chemical analysis and antioxidant activities in vitro of polysaccharide extracted from *Opuntia ficus indica* Mill cultivated in China. *Carbohydrate Polymers*, 82, 722–727.

Zhang, J., Tang, Q., Zhou, C., Jia, W., DaSilva, L., &Nguygen, L. D. (2010). GLIS, a bioactive proteoglycan fraction from *Ganoderma lucidum*, displays anti-tumour activity by increasing both humoral and cellular immune response. *Life Sciences*, 87, 628–637.

Zarre, M.S., Azani, N., (2013). Perspectives in taxonomy and phylogeny of the genus *Astragalus*(Fabaceae): a review. *P Bio Sci*, 3: 1-6.

Zhang, W., Wang, J., Jin, W., et al (2013). The antioxidant activities and neuroprotective effect of polysaccharides from the starfish *Asterias rollestoni*. *Carbohydrate Polymers* 95: 9–15

Zhu, Z. Y., Zhang, J. Y., Chen, L. J., Liu, X. C., Liu, Y., Wang, W. X. and Zhang, Y. M., (2014). Comparative evaluation of polysaccharides isolated from *Astragalus*, oyster mushroom, and yacon as inhibitors of  $\alpha$ -glucosidase. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12: 0290-0293.



# *Résumés*

---

## Résumé

Le présent travail est porté sur l'étude des polysaccharides issus des feuilles d'*Astragalus armatus* Lam., une plante spontanée à caractère médicinale très répandue au Sahara Algérien. L'étude consiste à l'extraction des constituants polysaccharidiques hydrosolubles à l'eau distillée, à la température ambiante pendant 24 heures, après élimination de l'extrait d'éthanol. Le rendement massique d'extraction des polysaccharides hydrosolubles est de 4,85%. Pour l'évaluation de l'activité anti hyperglycémiques de l'extrait, l'inhibition de l'enzyme digestive  $\alpha$ -glucosidase *in vitro* a été mesurée. Le PSPC inhibe efficacement l' $\alpha$ -glucosidase et montre une CI50 de 8 mg/ml en comparaison à l'acarbose comme contrôle positif qui a un fort pouvoir inhibiteur de 100% à partir de la concentration 1,6 mg/ml. A cet égard, cet extrait polysaccharidique détient un potentiel thérapeutique prometteur.

**Mots clés:** Polysaccharides, *Astragalus armatus* Lam., feuilles, Activité antidiabétique, Sahara Algérien

## Abstract

The present work is focused on the study of polysaccharides derived from the leaves of *Astragalus armatus* Lam., A spontaneous plant with a medicinal character widely used in the Algerian Sahara. The study consists of extracting the water-soluble polysaccharide constituents with distilled water at room temperature for 24 hours after removing the ethanol extract. The mass yield of extraction of the water-soluble polysaccharides is 4.85%. For the evaluation of the ant hyperglycemic activity of the extract, the inhibition of the digestive enzymes  $\alpha$ -glucosidase *in vitro* was measured. PSPC effectively inhibits  $\alpha$ -glucosidase and shows an IC50 of 8 mg / ml, compared to acarbose as a positive control which has a strong inhibitory power of 100% from the concentration of 1.6 mg / ml. In this regard, this polysaccharide extract holds promising therapeutic potential.

**Keywords:** Polysaccharides, *Astragalus armatus* Lam., Leaves, Antidiabetic activity, Algerian Sahara

## الملخص

يركز هذا العمل على دراسة متعدد السكريات المستخلص من أوراق نبات القندول (*Astragalus armatus* Lam) وهو نبات بري ذو خصائص طبية ومنتشر بكثرة في الصحراء الجزائرية. تتكون هذه الدراسة من استخلاص متعدد السكريات القابلة للذوبان في الماء، بإذابته في الماء المقطر و في درجة حرارة الغرفة خلال 24 ساعة، بعدها يتم إزالة مستخلص الأيثانول. المرودود الكتلي لمستخلص متعدد السكريات القابلة للذوبان في الماء هو 4,85%.

لتقييم النشاط المضاد للسكري للمستخلص، تم قياس تثبيط إنزيم الهضم  $\alpha$ -glucosidase في المختبر. نسبة تركيز متعدد السكريات PSPC مُثبِطة بشكل فعال لـ  $\alpha$ -glucosidase و يظهر 8 مغ / مل = IC50، مقارنة بالكربوز كعنصر تحكم ايجابي له قوة تثبيط قوية بنسبة 100% بتركيز 1.6 مغ / مل في هذا الصدد، فإن مستخلص متعدد السكريات هذا يحمل إمكانات علاجية واعدة.

الكلمات المفتاحية: متعدد السكريات، *Astragalus armatus* Lam، أوراق، النشاط المضاد للسكري، الصحراء الجزائرية