



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie

Département Des Sciences Biologiques



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie appliquée

Présenté par :

M<sup>elles</sup> KAFI MERIEM et TAIEB NOUSSAIBA

### Thème

**Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles de *Ferula vesceritensis* récoltée dans la région de Biskra (Sahara septentrional Algérien)**

Soutenu publiquement

**Le 25/06/2018**

Devant le jury :

Président	BOUAL Zakaria	MCA	U.K.M Ouargla
Examinatrice	ANNOU Ghania	MCB	U.K.M Ouargla
Encadreur	OULD EL HADJ Mohammed Didi	Professeur	U.K.M Ouargla
Co-encadreur	YOUMBAI Asma	Magister	U.K.M Ouargla

**Année universitaire : 2017/2018**





## *Remerciements*



*Avant tout, nous remercions Dieu Tout Puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

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

*Nous tenons à remercier profondément Mme **YOUMBAI Asma**, Maître assistante à l'Université Kasdi-Merbah-Ouargla, pour vos efforts, votre guide, votre disponibilité au cours de ce travail et pour ses conseils et ses remarques.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury :*

*Au président du jury monsieur **BOUAL Zakaria**, maître de conférences A au département des sciences biologiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Kasdi-Merbah Ouargla, vous qui nous faites l'honneur de présider ce jury. Mais aussi pour vos efforts, votre guide, votre disponibilité et votre patience au cours de ce travail.*

*Nous présentons nos remerciements à Mme **ANNOU Ghania**, Maître de conférences B au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi-Merbah Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous voudrions remercier l'ensemble des personnes, qui nous 'ont aidé, de près ou de loin, à réaliser ce travail.*

*Enfin, tout ceci n'aurait pas été possible sans le soutien de nos parents, tous les membres de nos familles ainsi que les amis et à tous ceux nous ont apporté leur aide pour l'élaboration de ce travail.*

**MERCI**



*Dédicaces*

*A mes chers parents*

*A ma grande famille*

*A tous mes amis*

*A mes enseignants*

*A tous ceux que j'aurais*

*oublié de citer mais qui*

*existent au fond de mon*

*Cœur et de ma pensée*

*Noussaïba*



*Dédicaces*

*A mes chers parents*

*A ma grande famille*

*A tous mes amis*

*A mes enseignants*

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

*Cœur et de ma pensée*

*Meriem*

---

## Liste des abréviations

---

<b>Ac</b>	Acétyl
<b>AG</b>	Arabinogalactanes
<b>AG-I</b>	Arabinogalactanes de type I
<b>AG-II</b>	Arabinogalactanes de type II
<b>AGPs</b>	Arabinogalactanes associés à des protéines
<b>AL</b>	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. Dur
<b>Ara</b>	L-arabinose
<b>BSA</b>	Sérum albumine bovine
<b>CCM</b>	Chromatographie sur couche mince
<b>DPPH</b>	2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle
<b>g/mol</b>	Gramme par mole
<b>Gal</b>	D-galactose
<b>Gal.A</b>	Acide D-galacturonique
<b>GC</b>	Chromatographie en phase gazeuse
<b>GG</b>	Gomme de guar
<b>Glc</b>	D-glucose
<b>GM</b>	Glucomannanes
<b>HGs</b>	Homogalacturonanes
<b>HPAEC- PAD</b>	Chromatographie échangeuse d'anions, de haute performance à détecteur ampérométrique pulsé
<b>HPLC</b>	Chromatographie en phase liquide à haute performance
<b>IC<sub>50</sub></b>	Concentrations inhibitrices de 50%
<b>IFV</b>	Inflorescences de <i>F. Vesceritensis</i>

---

<b>Kg·mol-1</b>	Kilogrammes par mole
<b>Km</b>	Kilometer
<b>Man</b>	D-mannose
<b>mg/ml</b>	Milligram par milliliter
<b>M-HDP</b>	Méta-hydroxydiphényle
<b>PGA</b>	Polygalacturoniques
<b>P-NP</b>	<i>P</i> -Nitrophénol
<b>P-NPG</b>	<i>P</i> - nitrophényl- $\alpha$ -D-glucopyranoside
<b>R<sub>f</sub></b>	Rapport frontal
<b>RGs-I</b>	Rhamnogalactoronanes type I
<b>RGs-II</b>	Rhamnogalactoronanes type II
<b>Rha</b>	L-rhamnose
<b>RMN</b>	Résonance magnétique nucléaire
<b>ROS</b>	Espèces réactives de l'oxygène
<b>Rpm</b>	Rotation par minute
<b>TFA</b>	Acide trifluoroacétique
<b>U</b>	Glucuronosyl
<b>UMe</b>	4-O-methylglucuronosyl
<b>X</b>	Xylosyl
<b>Xyl</b>	D-xylose
<b>µg / ml</b>	Microgramme par millilitre
<b>µl</b>	Microlitres

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Le rendement d'extraction et la teneur en cendre, en oses totaux, neutres, acides et réducteurs dans l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles.	29
02	Rapports frontaux ( $R_f$ ) des oses étalons et d'Hydrolysate polysaccharidique dans les trois systèmes de CCM.	32
03	Caractéristiques physicochimiques et l'origine des produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation.	58
04	Origine et type des appareils utilisés au cours de l'expérimentation.	60
05	Méthodes des préparations des différentes solutions mères.	61
06	Méthodes des préparations Les différentes solutions utilisées, les concentrations, et la méthode de préparation de chacune.	62
07	Gamme étalon du glucose 0.001% à 0.01% (oses totaux).	64
08	Gamme étalon du glucose 0.001% à 0.01% (oses neutres).	64
09	Gamme étalon d'acide galacturonique 0,001% à 0,01% (oses acides).	64
10	Gamme étalon de sérum albumine bovine (BSA) 0.001% à 0.01%.	65
11	Gamme étalon de l'acide gallique 0.01% à 0.035%.	65
12	Gamme étalon du glucose 0.002% à 0.02% (oses réducteurs).	65
13	Gamme étalon de l'acide ascorbique 0.001% à 0.01%.	65
14	Dilutions de la solution mère de l'extrait polysaccharidique.	68



## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Schéma général de différentes étapes de l'extraction des polysaccharides hydrosolubles.	18
02	Chromatogramme d'hydrolysats d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de <i>F. vesceritensis</i> . [Système A: acétate d'éthyle, pyridine, eau, n-butanol, acide acétique:5-4-4-10-2(v/v)].	33
03	Chromatogramme d'hydrolysats d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de <i>F. vesceritensis</i> . [Système B : chloroforme, n-butanol, méthanol, acide acétique, eau:4,5-12,5-5-1,5-1,5 (v/v)].	34
04	Chromatogramme d'hydrolysats d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de <i>F. vesceritensis</i> . [Système C : acétonitrile, acétate d'éthyle, propanol, eau: 8,5-2-2-1,5 (v/v)].	35
05	Pourcentages d'inhibition (%) de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose ou de l'extrait polysaccharidique (IFV).	38
06	Courbe d'étalonnage pour les oses totaux (DUBOIS, 1956).	66
07	Courbe d'étalonnage pour les oses neutres (MONSIGNY <i>et al.</i> , 1988).	66
08	Courbe d'étalonnage pour les oses acides (BLUMENKRANTZ et ASBOEHANSEN, 1973).	66
09	Courbe d'étalonnage pour les polyphénols (SINGLETON <i>et al.</i> , 1999)	66
10	Courbe d'étalonnage pour les oses réducteurs (WAFFENSCHMITZ et JAENICKE, 1987).	67
11	Courbe d'étalonnage de radical DPPH avec l'acide ascorbique.	67

## Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Inflorescences de <i>Ferula vesceritensis</i> Coss. & Dur.	15
02	Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de <i>F. vesceritensis</i> après lavage.	28

## Listes des annexes

N°	Titre	Page
01	Les différents produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation, leurs caractéristiques physicochimiques et leurs origines.	58
02	Origine et type des appareils utilisés au cours de l'expérimentation.	60
03	Les différentes solutions mères des dosages colorimétriques et la méthode de préparation de chacune et la préparation des différents réactifs.	61
04	Préparation des différentes gammes d'étalonnage utilisées au cours de l'expérimentation.	64
05	Les différentes courbes d'étalonnage utilisées au cours de l'expérimentation.	66
06	Préparation des dilutions de la solution mère de l'extrait polysaccharidique pour l'activité antidiabétique.	68

# Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Listes des annexes	
Introduction.....	02
<b>Chapitre I.- Partie bibliographique</b>	
I.-Aperçu général sur les plantes médicinales et les polysaccharides.....	05
I.1.-Plantes médicinales.....	05
I.1.1.-Biodiversité végétale du Sahara.....	05
I.1.2.-Action des plantes médicinales.....	05
I.1.3.-Caractéristiques des plantes médicinales.....	06
I.2.-Généralités sur les polysaccharides d'origines végétales.....	06
I.2.1.-Polysaccharides de paroi végétale.....	07
I.2.1.1.-Paroi primaire .....	07
I.2.1.1.1.-Cellulose.....	07
I.2.1.1.2.-Xylogucanes.....	07
I.2.1.1.3.-Mannanes.....	08
I.2.1.2.-Lamelle moyenne .....	08
I.2.1.2.1.-Pectines.....	08
I.2.1.2.1.1.-Homogalacturonanes.....	08
I.2.1.2.1.2.-Ramnogalacturonanes type I.....	09
I.2.1.2.1.3.-Ramnogalacturonanes type II.....	09
I.2.1.2.2.-Arabinogalactanes.....	09
I.2.1.2.2.1.-Arabinogalactanes type I.....	09
I.2.1.2.2.2.-Arabinogalactanes type II.....	10
I.2.1.2.3.-Gommes.....	10
I.2.1.2.3.1.-Gommes de caroube.....	10
I.2.1.2.3.2.-Gommes de guar.....	10
I.2.1.2.4.-Mucilages.....	11
I.2.1.2.4.1.-Mucilage des graines de lin.....	11
I.2.1.3.-Paroi secondaire.....	12
I.2.1.3.1.-Xylanes.....	12

I.2.1.3.2.-Glucmannanes.....	12
I.3.-Activités biologiques des polysaccharides.....	12
I.3.1.-Activité antioxydante.....	12
I.3.2.-Activité antidiabétique.....	13

## **Chapitre II.- Matériels et méthodes**

II.1.-Principe adopté.....	15
II.2.-Matériel d'étude.....	15
II.2.1.-Matériel biologique.....	15
II.2.1.1.-Choix de plante.....	16
II.2.1.2.-Position botanique.....	16
II.2.1.3.-Description botanique de <i>Ferula vesceritensis</i> .....	16
II.2.1.4.-Répartition géographique.....	16
II.2.1.5.-Récolte et parties étudiées .....	16
II.2.1.6.-Utilisations traditionnelles de <i>Ferula vesceritensis</i> .....	16
II.3.-Etude des polysaccharides.....	17
II.3.1.-Extraction des polysaccharides hydrosolubles.....	17
II.3.2.-Composition de l'extrait polysaccharidique.....	18
II.3.2.1.-Dosage des cendres.....	19
II.3.2.2.-Dosages des polyphénols.....	19
II.3.2.3.-Dosage des protéines.....	20
II.3.2.4.-Dosage des oses totaux.....	20
II.3.2.5.-Dosage des oses neutres.....	21
II.3.2.6.-Dosage des oses acides.....	21
II.3.2.7.-Dosage des sucres réducteurs par l'acide bicinchoninique.....	22
II.3.3.-Caractérisation des résidus glycosidiques.....	22
II.3.3.1.-Hydrolyse des liaisons glycosidiques.....	22
II.3.3.2.-Chromatographie sur couche mince (CCM).....	23
II.4.-Activités biologiques des polysaccharides.....	25
II.4.1.-Activité antioxydante.....	25
II.4.1.1.-Activité de piégeage des radicaux libres DPPH.....	25
II.4.2.-Activité antidiabétique.....	26

## **Chapitre III.- Résultats et discussion**

III.1.-Etude des polysaccharides.....	28
---------------------------------------	----

III.1.1.-Rendement polysaccharidique.....	28
III.1.2.-Composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble.....	29
III.1.3.-Caractérisation qualitative de l'extrait polysaccharidique.....	30
III.2.-Activité biologique de l'extrait brut polysaccharidique.....	36
III.2.1.-Activité antioxydante.....	36
III.2.2.-Activité antidiabétique.....	37
Conclusion et perspectives.....	40
Références bibliographiques.....	43
Résumés	

# *Introduction*

Depuis des siècles, les hommes ont utilisé leur environnement et en particulier les plantes, qui forment des sources riches en produits naturels utilisés pour soigner diverses maladies pour lesquelles la majeure partie des thérapies implique l'exploitation des principes actifs de ces dernières. C'est parce qu'elles produisent une large gamme de composés phytochimiques qui sont utilisés par la plante comme un produit chimique de défense contre les prédateurs (LAOUINI, 2014).

Les plantes médicinales ont été l'unique médicament oral pour soigner les pathologies, en même temps que restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme source des éléments actifs essentiels pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (OULD EL HADJ *et al.*, 2003 ; KEMASSI *et al.*, 2014). Car plusieurs médicaments utiles sont issus de produits végétaux (RICARDO *et al.*, 2018). Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples pour cela les plantes médicinales et aromatiques ont attiré l'attention des chercheurs dans le monde entier comme une source majeure de matières premières utilisées dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques, de saveur et de parfumerie (SAYED-AHMAD *et al.*, 2017). Ils sont riches en substances bioactives (LUO *et al.*, 2018).

Les composés bioactifs des plantes sont les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes, les composés phénoliques et les polysaccharides (EDEOGA *et al.*, 2005 ; BENJAMIN, 2016). De même, ces composés possèdent une activité biologique (AĆIMOVIĆ, 2017).

La biomasse végétale est la source renouvelable la plus abondante de polysaccharides produit sur le Terre. Les cellules végétales sont composées d'une paroi primaire et secondaire comprenant des hydrates de carbone (principalement de la cellulose et de l'hémicellulose), protéines structurales et composés phénoliques, conférer une résistance mécanique et chimique contre les agents pathogènes et la détérioration (DAMASIO *et al.*, 2016).

Considérant que les métabolites primaires des plantes sont essentiels pour la survie de toutes les plantes, étant directement impliqué dans la croissance, le développement et la reproduction (MATSUURA *et al.*, 2018), parmi lesquels les polysaccharides qui sont une classe primaire et essentielle des bio-macromolécules. Ils sont largement utilisés dans différents domaines tels que l'alimentation humaine, la médecine et la pharmacie, ainsi que dans la fabrication du papier. Il a été rapporté que les polysaccharides sont étroitement liés aux processus physiologiques significatifs et aux phénomènes vitaux tels que la communication cellule-cellule, l'adhésion cellulaire et la reconnaissance moléculaire, le soutien structurel, le

transfert d'information et la défense immunitaire, parmi lesquels les effets modulateurs des polysaccharides (LUO *et al.*, 2018).

De nombreuses espèces des *Apiaceae* ont été la cible de plusieurs enquêtes pour leurs bienfaits sur la santé comme un antioxydant, antimicrobien, digestif, antispasmodique, expectorant, galactogogue, œstrogène, diurétique, anti-inflammatoire, hypoglycémiques et hypolipidémiques (SHAWKY et M.ABOU EL KHEIR, 2017).

En outre, plusieurs espèces de genre *Ferula* sont bien connues en raison de leurs applications dans le traitement de diverses maladies. Par exemple, l'extrait de racine de *F. persica* possède des propriétés antispasmodiques, carminatives, laxatives et expectorantes et a été utilisé pour le traitement du diabète et de l'hypertension artérielle (RAZAVI et JANANI, 2015). *F. assa-foetida* présente des propriétés anti-cancérigènes et exerce une activité protectrice contre les maladies à médiation par les radicaux libres (IRANSHAHI *et al.*, 2018).

ANGONE *et al.* (2010) ont montré que l'identification, la caractérisation et l'évaluation des nouveaux polysaccharides des plantes médicinales africaines seraient intéressants. Face à ce constat, le présent travail s'oriente sur l'étude des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *F. vesceritensis* qui est une plante spontanée à caractère médicinal récoltée dans la région de Biskra (Sahara septentrional Algérien).

Le but de cette étude est la caractérisation des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *F. vesceritensis*, et d'évaluer les activités antioxydants et antidiabétiques de ces polysaccharides.

Le présent travail est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre, qui concerne la partie bibliographique, aborde toutes les notions théoriques, en relation avec le thème et le travail réalisé. Ainsi, après avoir parlé des plantes et de leurs caractères médicinaux, il est noté leurs éléments actifs, de même les polysaccharides des parois végétales et leurs activités biologiques. Dans le deuxième chapitre, les matériaux utilisés sont exposés, le protocole expérimental suivi ainsi que les techniques d'analyse utilisés. Le troisième chapitre est consacré à l'illustration de tous les résultats obtenus suivis par une discussion appropriée. Enfin une conclusion générale où seront résumés tous les enseignements tirés de ce travail avec les perspectives en vue, terminent le présent travail.



# *Chapitre I.- Partie bibliographique*

Ce chapitre traite des généralités sur les plantes médicinales et les polysaccharides portant sur des définitions et des descriptions de quelques types de polysaccharides et leurs activités biologiques.

## **I.- Aperçue général sur les plantes médicinales et les polysaccharides**

### **I.1.-Plantes médicinales**

Il est appelé une plante médicinale toute plante ayant des propriétés thérapeutiques (HAMEDI *et al.*, 2013). Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité et plus particulièrement pour la majorité des communautés démunies des pays en voie de développement qui en dépendent, pour assurer leurs soins de santé primaires et leur subsistance. Ces communautés utilisent la plupart des espèces végétales, tant ligneuses qu'herbacées, comme médicaments. Les plantes médicinales demeurent toujours une source de soins médicaux dans les pays en voie de développement en l'absence d'un système médical moderne (BOUZID *et al.*, 2016).

#### **I.1.1.-Biodiversité végétale du Sahara**

L'étude de la médecine traditionnelle et du traitement par les plantes est particulièrement intéressante en Algérie (REBBAS *et al.*, 2012). La biodiversité végétale du Sahara est caractérisée par la présence des plantes médicinales ayant un grand pouvoir thérapeutique contre plusieurs maladies (GHOURRI *et al.*, 2013), dont la plupart existent à l'état spontané (QUEZEL et SANTA, 1963). Dans la nouvelle flore de l'Algérie et de régions désertiques méridionales, 289 espèces sont assez rares, 647 sont rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques (BLAMA et MAMINE, 2013). La flore du Sahara septentrional, est relativement homogène, l'influence des conditions climatiques font d'elle l'une des régions les plus riches du Sahara (QUEZEL, 1978).

#### **I.1.2.-Actions des plantes médicinales**

Les plantes ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pendant plusieurs Millénaires (MPONDO *et al.*, 2017). La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde, entier possèdent des vertus thérapeutiques. L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme (ISERIN *et al.*, 2001). Ces éléments actifs sont variés dont lesquelles : les phénols, les flavonoïdes, les tanins, les huiles essentielles, les anthocyanes, les alcaloïdes, les coumarines, les substances amères, les vitamines, les minéraux, les polysaccharides : les glucosinolates (présents uniquement dans les espèces de la famille des moutardes et des choux provoquent un

effet irritant sur la peau, causant des inflammations), les glucosides cardiaques (présents dans de nombreuses plantes médicinales, ont une action directe et puissante sur le cœur ils l'aident à maintenir le rythme cardiaque), les glucosides cyanogéniques (bien que ces substances à base de cyanure elles ont à petites doses, un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscle) (ISERIN *et al.*, 2001).

### **I.1.3.-Caractéristiques des plantes médicinales**

Une plante médicinale est une plante dont les organes (les feuilles, l'écorce ou les fruits) possèdent des vertus curatives et parfois toxiques selon son dosage (MESSOUDI, 2008). La toxicité des diverses plantes sahariennes a été démontrée par des nombreuses observations et par quelques expériences. Le cas de Seneçois est plus connu au Sahara Algérienne à une odeur forte et pas probablement consommée spontanément par les bêtes au même temps que le reste du fourrage (OZENDA, 1977). *Senecio cannabifolius* Less utilisé pour traiter les maladies respiratoires (CHEN *et al.*, 2015). *Senecio candicans* DC est utilisé comme remède contre l'ulcère gastrique et la douleur gastrique (LAKSHMANAN *et al.*, 2016). Cela signifie qu'au moins une de ses parties peut être employée dans le but de se soigner (TARDIVON et CHADOULI, 2012).

### **I.2.- Généralités sur les polysaccharides d'origines végétales**

La famille des *Apiaceae* est l'une des familles les plus importantes des plantes à fleurs qui a été montré des propriétés médicinales et utilisés en médecine traditionnelle depuis l'antiquité. Elle se compose de 3780 espèces dans 434 genres. C'est distribué dans le monde entier. Les principales caractéristiques communes des espèces des *Apiaceae* sont : la nature herbacée aromatique, les feuilles alternes avec bases de gainage, les tiges creuses, les petites fleurs, les inflorescences déterminées en ombelle simple ou composée et fruits indéhiscents ou graines à l'huile conduits (SAYED-AHMAD *et al.*, 2017).

Le genre *Ferula* comprend des plantes à fleurs vivaces appartenant à la famille des *Apiaceae*. Ce genre est une source riche de composés phytochimiques biologiquement actifs tels que les dérivés soufrés, les coumarines, les sesquiterpènes, les lactones sesquiterpéniques, les coumarines sesquiterpéniques, l'acide glucuronique, le galactose, l'arabinose, le rhamnose et les esters de daucane (IRANSHAHI *et al.*, 2018).

### **I.2.1.-Polysaccharides de paroi végétale**

Les polysaccharides sont l'une des familles de biomolécules les plus diversifiées en termes de structure. Cette grande variabilité structurale provient du nombre important de motifs monosaccharidiques disponibles (principalement des hexoses et des pentoses) et de la possibilité de réaliser des liaisons glycosidiques entre le groupement hydroxyle anomérique d'un ose et n'importe lequel des groupements hydroxyles d'un autre monosaccharide (BENJAMIN, 2016).

La paroi cellulaire végétale est une structure complexe, principalement composée de 90% des polysaccharides. Selon les espèces végétales, l'âge et les tissus, l'organisation de la paroi végétale variée. Il existe deux types des parois chez les plantes, les parois primaires, les parois secondaires et la lamelle moyenne. Toutes sont composées de polysaccharides variés. Dans laquelle la cellulose et réseau d'hémicellulose est intégré dans une matrice de pectines (HOCQ *et al.*, 2017).

#### **I.2.1.1.-Paroi primaire**

##### **I.2.1.1.1.-Cellulose**

La cellulose est une substance de soutien des parois des cellules végétales ; polymère non ramifié constitué de résidus de D-glucose liée exclusivement par des liaisons  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) (BEN SALAH, 2007 ; CLAISSE, 2012). La cellulose est la molécule organique la plus abondante synthétisé sur la planète hors de la photosynthèse elle joue un rôle essentiel dans les structures des plantes et c'est la constituant majeur des fibres végétales (MAROUF et GERARD, 2009 ; CLAISSE, 2012).

La cellulose possède une structure dense et très organisée donc cristalline, pérennisée par sa structure chimique comportant des groupements hydroxyles, ils favorisent l'établissement de liaisons hydrogènes fortes inter et intra-caténares de type force de Van der Walls. Ces liaisons confèrent ainsi au polysaccharide une grande densité, stabilité et rigidité (CLAISSE, 2012).

##### **I.2.1.1.2.-Xylogucanes (hémicelluloses)**

Le xyloglucane est l'hémicellulose le plus abondante dans les parois primaires, qui s'associe aux microfibrilles de cellulose par l'intermédiaire des liaisons d'hydrogène, formant un stable réseau de cellulose tridimensionnelle-xyloglucane. La structure du xyloglucane montre une chaîne principale composée de glucanes  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) régulièrement ramifiés par des résidus des xylosyles liés en  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6). Des chaînes latérales contenant des résidus galactosyle, fucosyle et arabinosyle sont également trouvées (DAMASIO *et al.*, 2016 ; VILLARES *et al.*, 2017).

### **I.2.1.1.3.-Mannanes (hémicelluloses)**

Le mannane est un composé bioactif se trouve dans les parois cellulaires des plantes et certains champignons (UTHAMAN *et al.*, 2017). Il est la principale composante de l'hémicellulose. Est un polysaccharide linéaire ou ramifié qui peut composer de D-mannose, D-glucose et du D-galactose (SONG *et al.*, 2018). Ils peuvent avoir un rôle structurel dans la réticulation des fibrilles de cellulose (HANDFORD *et al.*, 2003).

### **I.2.1.2.-Lamelle moyenne**

#### **I.2.1.2.1.-Pectines**

Les substances pectiques sont présentes dans tous les végétaux, localisées dans la lamelle moyenne des cellules où elles sont associées à d'autres composants chimiques membranaires tels que la cellulose et les hémicelluloses. La pectine commerciale est extraite de citrus, de pomme, ou d'autres plantes supérieures. Elle est utilisée en tant que stabilisant, épaississant, agent gélifiant, émulsifiant et comme véhicule de médicaments dans les industries alimentaires et pharmaceutiques. Les structures des pectines varient grandement en raison de ses diverses sources et méthodes d'extraction (ZHANG *et al.*, 2015).

Les principales sous-catégories pectiques connues en fonction de caractéristiques communes sont décrites dans les paragraphes suivants :

#### **I.2.1.2.1.1.-Homogalacturonanes (HG)**

Ce sont des chaînes linéaires polygalacturoniques (PGA), ils ont joués un rôle central dans la régulation de la viscosité de la matrice de la paroi cellulaire, contrôlant ainsi les interactions polysaccharidiques. Les HGs, qui peuvent représenter jusqu'à 65% de la pectine dans les parois primaires, composées de 100 à 200 résidus d'acide galacturonique (Gal-A) liées en  $\alpha$ -(1→4) qui peuvent être méthylestérifié et / ou acétyl estérifié en C<sub>6</sub> ou en C<sub>2</sub> / C<sub>3</sub> de Gal-A respectivement (HOCQ *et al.*, 2017). Ou d'autres monosaccharides tels que le xylose ou l'apiose peut être ajouté (SALA *et al.*, 2017) ; (l'apiose est un pentose à chaîne ramifiée unique trouvé principalement dans les plantes. C'est un composant clé des polysaccharides de paroi cellulaire structurellement complexes, en plus d'être présent dans un grand nombre de métabolites secondaires naturels. Du point de vue étymologique, le nom "apiose" est dérivé du glycoside flavonoïde, qui est lié à un genre de plante appelé "Apium" (PICMANOVA et MØLLER, 2016)).

### **I.2.1.2.1.2.-Rhamnogalacturonanes type I (RGs-I)**

Les RGs-I sont également nommés zone hérissée, ils sont composés d'un squelette d'une dizaine de répétition d'une unité disaccharidique mettant en jeu l'unité rhamnose ( $\alpha$ -D-Rha) et l'unité acide galacturonique ( $\alpha$ -D-GalA) dans des liaisons de types [ $-\alpha$ -D-GalpA-(1 $\rightarrow$ 4) - $\alpha$ -L-Rhap-(1 $\rightarrow$ 2)] (AVCI *et al.*, 2017).

### **I.2.1.2.1.3.-Rhamnogalacturonanes type II (RGs-II)**

Les RGs-II sont des macromolécules très complexe avec une chaîne principale composée d'au moins sept unités D-Galp-A liées en  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4), qui est ramifié avec quatre chaînes latérales structurellement conservées, composées d'au moins 12 différents monosaccharides, dont six sucres spécifiques (YAPO, 2009 ; ROUND *et al.*, 2010). Ces RGs-II auraient comme rôle biologique principal d'apporter une certaine flexibilité à la paroi végétale permettant ainsi des liaisons intermoléculaires avec la cellulose (BENJAMIN, 2016).

### **I.2.1.2.2.-Arabinogalactanes (AG)**

Comme leur nom l'indique, les arabinogalactanes (AG) sont des polymères composés des résidus arabinoses et galactoses. On les sépare en 3 classes : AG de type I, AG de type II et les arabinogalactanes associés à des protéines (AGPs) (BENJAMIN, 2016). Les AGPs sont une classe des protéoglycane des plantes contenant 90 à 99 % des polysaccharides et de 1 à 10 % des protéines (LING *et al.*, 2012).

D'une manière générale, les AGs possèdent de nombreux effets bénéfiques dans les domaines alimentaire et pharmacologique. En effet, les AGs sont présentés comme des agents anti-inflammatoires, anti-complémentaires, gastro-protecteurs, immuno-modulateurs, ou encore comme des agents de support de médicament (BOVO *et al.*, 2016 ; CHEN *et al.*, 2012).

#### **I.2.1.2.2.1.-Arabinogalactanes de type I**

Les AG de type I sont le plus souvent associés aux pectines. La structure de base est constituée de chaînes linéaires d'unités D-galactopyranoses liées en  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4), sur lesquelles peuvent être substituées en position O-3 des unités D-galactopyranoses et/ou des unités L-arabinofuranoses (BENJAMIN, 2016).

### **I.2.1.2.2.-Arabinogalactanes de type II**

Les arabinogalactanes de type II sont les plus répandus dans la nature (LIANG *et al.*, 2014). Ils sont constitués d'une chaîne principale des résidus galactopyranoses liés en  $\beta$ -(1→3) et/ou  $\beta$ -(1→6) sur laquelle peuvent se greffer des chaînes latérales riches en groupements arabinofuranoses, arabinopyranoses et galactopyranoses (QU *et al.*, 2018).

### **I.2.1.2.3.-Gommes**

Il s'agit de polysaccharides qui au contact de l'eau forment des gels ou des solutions colloïdales et il est nommé aussi les hydrocolloïdes. Les gomme sont insolubles dans les solvants organiques ce qui les différencie des résines. Elles sont fréquemment formées chez les rosales et les légumineuses (MERGHAME, 2009 ; HASSAN *et al.*, 2015).

#### **I.2.1.2.3.1.-Gomme de caroube**

La gomme de caroube est obtenue à partir de l'endosperme de graines de caroubier (*Ceratonia siliqua*), où elle joue le rôle de réserve (MAHLOW *et al.*, 2016). Elles sont principalement constituées d'un galactomannane neutre de haut poids moléculaire (environ 3 000-50 000 Da), constitué d'une chaîne linéaire de motifs  $\beta$ -D-mannopyranosyle (1→4) et liés par des liaisons  $\alpha$ -(1→6) les résidus de D-galactopyranosyle en tant que chaînes latérales (BRAZA *et al.*, 2018).

#### **I.2.1.2.3.2.-Gomme de guar**

La gomme de guar (GG) est un galactomannane soluble dans l'eau de la portion de l'endosperme de la graine de guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). La molécule de gomme de guar a un squelette composé d'une chaîne linéaire d'unité de D-mannopyranosyllié en  $\beta$ -(1→4) avec des unités attachées au hasard de D-galactopyranosylen  $\alpha$ -(1→6) comme une chaîne latérale. Il peut être utilisé comme stabilisant et épaississant à former des solutions dans un large éventail de concentrations dans plusieurs industries telles que l'alimentation, l'agriculture, cosmétique, textile...etc. Il a été largement utilisé dans une gamme d'applications en raison de sa capacité unique à produire des solutions visqueuses dont les propriétés mécaniques accordables (SZOPINSKI et LUINSTRA, 2016 ; CUADRI *et al.*, 2017).

La masse moléculaire de la gomme de guar est élevée (1000-2000 kg·mol<sup>-1</sup>), dans ses dérivés combinaison avec la formation des super structures/agrégats en solution aqueuse conduit aux excellentes propriétés de l'eau-épaississement et le rend utile dans l'alimentation, l'agriculture et des textiles applications (SZOPINSKI et LUINSTRA, 2016).

#### I.2.1.2.4.-Mucilages

Les mucilages sont considérés comme une fibre naturelle soluble qui contient des polysaccharides différents tels que la cellulose (18.3 %) (GOLKAR *et al.*, 2018).

Le mucilage est un constituant commun des plantes, qui peuvent être extraites des graines ou des tiges douces, par ex. le gombo (de *Hibiscus esculentus*), le psyllium (des espèces *Plantago*), le moutarde jaune (de *Sinapis alba*) et les graines de lin (de *Linum usitatissimum*) (KAEWMANEE *et al.*, 2014). La composition et les propriétés des mucilages varient selon leur solubilité et le traitement de l'extraction (RAY *et al.*, 2013).

Les mucilages d'origine végétale sont en forte demande de nos jours et il est importante pharmaceutiquement pour traiter des différentes maladies telles que les problèmes de vessie, pression artérielle et les hémorroïdes. Il a également quelques propriétés industrielles telles que de servir comme un liant, épaississant, gélifiant, suspension, ou agent émulsifiant (GOLKAR *et al.*, 2018). Ils sont les plus utilisés comme additif alimentaire ou comme un adjuvant dans les préparations pharmaceutiques, en montrant des activités biologiques importantes tel que l'antibactériennes, l'antioxydantes, l'anti-inflammatoires et le promoteur de croissance de cellule (URENA-SABORIO *et al.*, 2018).

##### I.2.1.2.4.1.-Mucilage des graines de lin

Le mucilage des graines de lin (*Linum usitatissimum* L, la famille de *Linaceae*) contient entre 50-80 % de glucides et 4 – 20 % de protéines et de cendres. Il se compose de deux constituants polysaccharidiques, neutres et acides. La fraction neutre contient le L-arabinose, le D-xylose et le D-galactose dans un rapport molaire de 3.5: 6.2: 1 et la fraction acide contient le L-rhamnose, le L-fucose, le L-galactose et l'acide D-galacturonique dans un rapport molaire de 2.6: 1: 1.4: 1.7 (KAEWMANEE *et al.*, 2014).

La structure du mucilage extrait des graines de lin se composent principalement de deux fragments, Rhamnogalacturonan-I (RG-I) et un Arabinoxylan. Le D-galactosyluronic  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  2)-L-rhamnose aldobiouronique est de l'unité de base du squelette RG-I avec un seul résidu L-Gal et L-Fuc sont attachés. D'un autre côté, le D-xylan  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) du squelette d'Arabinoxylan est substitué par des résidus terminaux de L-Araf, généralement doublement ramifiés sur les O-2 et O-3 d'un résidu de xylose. Des résidus de Glc.A et D-Gal ont été trouvés également attaché à la chaîne de xylan (RAY *et al.*, 2013).



### **I.2.1.3.-Paroi secondaire**

#### **I.2.1.3.1.-Xylanes**

Le xylane est l'hémicellulose principal pour la résistance dans nombreuses parois cellulaire secondaire des plantes, est un polymère linéaire des résidus de D-xylosyl (X) lié en  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4). Il est le polysaccharide abondant chez les plantes vasculaires, mais les types de substitution varient. Les plus communes sont glucuronosyl (U) ou 4-O-methylglucuronosyl (UMe), un arabinosyle et l'acétyl-(Ac) groupes. En solution, la molécule est souple et forme une vis hélicoïdale triple (GRANTHAM *et al.*, 2017 ; NGUYEN *et al.*, 2018).

#### **I.2.1.3.2.-Glucomannanes (GM)**

Le glucomannane c'est un polysaccharide neutre soluble dans l'eau. Il est principalement composé de résidus D-glucose et D-mannose qui sont liés par une liaison  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) dans un rapport approximatif de 1 : 1.6. La chaîne principale de GM lié par des unités  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) mannosyle ou des groupes acétyle en position C<sub>6</sub>. Le degré de solubilité dans l'eau est influencé par la présence des unités acétyle (WANG *et al.*, 2017 ; NI *et al.*, 2018). Le glucomannane a des excellentes propriétés filmogènes et il est très prometteur pour les films biodégradables et comestibles (NI *et al.*, 2018).

### **I.3.-Activités biologiques des polysaccharides**

Les polysaccharides végétaux ont été largement étudiés pour leurs propriétés chimiques et leurs activités biologiques dans l'industrie alimentaire et médicale. Les activités biologiques d'un polysaccharide dépendent de sa structure moléculaire, y compris l'unité de sucre, la liaison glycosidique de la chaîne principale, le degré de polymérisation de la branche et la configuration de la chaîne (LI *et al.*, 2018).

#### **I.3.1.-Activité antioxydante**

L'oxydation est un processus métabolique indispensable dans de nombreux organismes vivants pour la production d'énergie nécessaire pendant les processus biologiques. Malheureusement, la production excessive de radicaux libres dérivés de l'oxygène, en particulier les espèces réactives de l'oxygène (ROS), y compris le peroxyde d'hydrogène, superoxyde et radical hydroxyle, a été rapporté à de nombreuses maladies, comme la polyarthrite rhumatoïde, le diabète sucré, la maladie d'Alzheimer, la néphrite, le cancer, l'artériosclérose et de nombreux autres troubles de la santé associés au vieillissement (CHEN et KAN, 2018).

Les antioxydants peuvent aider à protéger le corps humain contre les dommages oxydatifs et retarder dans une certaine mesure la progression de ces maladies en inhibant la production de ROS et/ou de ROS piégeurs (CHEN et KAN, 2018).

*Angelica sinensis* Diels, une plante médicinale chinoise de la famille des *Umbellifères*, Les polysaccharides issus dans cette espèce ont montré une forte activité antioxydante. En effet, la capacité de piégeage des radicaux DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle), l'activité piégeant des radicaux anions superoxydes, des radicaux hydroxyles, montrent que ces polysaccharides sont des antioxydants efficaces *in vitro* (TIAN *et al.*, 2016).

CHEN et KAN. (2018) ont révélé que les *Rosa roxburghii* Tratt (RRTP) présentaient un potentiel antioxydant important sur les radicaux hydroxyles, superoxyde et DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle).

### **I.3.2.-Activité antidiabétique**

Le diabète est une maladie métabolique chronique endocrinien le plus répandu, caractérisée par une augmentation du taux de glucose (sucre) dans le sang (hyperglycémie) liée à une déficience, soit de la sécrétion, soit de l'action de l'insuline, ou bien les deux (CHEN *et al.*, 2016; FEDAIL *et al.*, 2016 ; GBKLEY *et al.*, 2017).

Les polysaccharides issus d'*Acacia tortilis*, ont montré un effet hypoglycémiant en inhibant l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase *in vitro* ainsi que chez des modèles *in vivo* (BISHT *et al.*, 2013). JIA *et al.* (2017) ont indiqué la capacité possible des polysaccharides issus dans les racines d'*Rhynchosia minima*, plante médicinale chinoise traditionnelle de la famille des *Fabaceae*, a démontré une forte activité inhibitrice de l'  $\alpha$ -D-glucosidase.

Deux fractions de polysaccharides hydrosolubles issus de *Psidium guajava* Linn de la famille des Myrtacées est une plante tropicale originaire du Mexique et s'étend à travers l'Amérique du Sud, l'Asie, l'Europe et l'Afrique. GP90 et P90 ont montré une activité antidiabétique par l'inhibition de l'activité de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase. Les concentrations inhibitrices de 50% (IC<sub>50</sub>) de l'effet d' $\alpha$ -glucosidase de GP90 et P90 sont 2,27  $\mu$ g / ml et de 0,18 mg / ml, respectivement (ZHANG *et al.*, 2016).

## *Chapitre II.- Matériels et méthodes*

La méthodologie du travail porte sur le principe adopté, le matériel d'étude et l'étude des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *Ferula vesceritensis*.

## II.1.-Principe adoptée

Le présent travail s'oriente sur l'étude des polysaccharides hydrosolubles des plantes spontanées à caractère médicinal du Sahara septentrional Algérien (YOUMBAI, 2015). Il a porté sur le fractionnement des polysaccharides hydrosolubles à partir des inflorescences de *Ferula vesceritensis*. Il se fait par extraction hydrosoluble. L'analyse de la composition est effectuée par une série de dosages colorimétriques suivie par une chromatographie sur couche mince pour la caractérisation partielle de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles obtenus. Les activités biologiques dont l'activité antioxydante et l'activité antidiabétique, sont testées.



**Photo 01 :** Inflorescences de *Ferula vesceritensis* Coss. & Dur.

## II.2.-Matériel d'étude

Le matériel d'étude comporte les appareillages de laboratoire, les composants chimiques en plus du matériel biologique (**Annexe 01 et 02**).

### II.2.1.-Matériel biologique

Il se constitue d'une espèce des plantes spontanées.

#### II.2.1.1.-Choix de plante

La plante de notre étude qu'il s'agit de *F.vesceritensis* est choisi à la base d'une recherche bibliographique méticuleuse qui a montré que cette espèce végétale n'est pas étudiée tant qu'une source des polysaccharides mais comme source des huiles essentielles.

**II.2.1.2.-Position botanique** (QUEZEL et SANTA, 1963 ; DUPONT et GUIGNARD, 2007)

Embranchement	Spermatophytes
Classe	Eudicots
Ordre	Apiales
Famille	<i>Apiaceae</i>
Genre	<i>Ferula</i>
Espèce	<i>Ferula vesceritensis</i> Coss. & Dur.
Noms vernaculaires	Kalkha (QUEZEL et SANTA, 1963).

**II.2.1.3.- Description botanique de *Ferula vesceritensis***

Elle a une taille supérieure à 1 mètre. En été, elle n'est représentée que par une rigide tige creuse. Feuilles à divisions allongées, droites. Fleurs vertes, à pétales larges portants des poils sur leurs nervures dorsales. Fruits ovales, à sommets pointus et portés par des pédoncules plus courts qu'eux (OZENDA, 1991 ; QUEZEL et SANTA, 1963).

**II.2.1.4.-Répartition géographique**

Cette espèce se retrouve dans la partie orientale de l'atlas saharien, et du Sahara septentrional. C'est une plante saharienne endémique (QUEZEL et SANTA, 1963).

**II.2.1.5.-Récolte et parties étudiées**

Les échantillons frais de *Ferula vesceritensis* sont récoltés au printemps en 2017, à El-Kantara, une commune de la wilaya de Biskra (Sahara septentrional Algérien). C'est une oasis située dans le sud-ouest des Aurès, à 52 km au nord de Biskra et à 62 km au sud-ouest de Batna. L'identification est faite par Mr Ammar EDDOUD, maître assistant au département des sciences agronomiques de l'université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie). Les échantillons récoltés sont séchés et conservés à une température ambiante.

Dans le présent travail, la partie utilisée pour l'extraction et l'étude des polysaccharides hydrosolubles, est les inflorescences de *F. vesceritensis* (**photo 01**).

**II.2.1.6.-Utilisations traditionnelles de *Ferula vesceritensis***

Les fruits de *F. vesceritensis* (Kalkha / Habetlehaoua) sont utilisés en médecine traditionnelle comme infusion pour traiter les maux de tête (la migraine), la fièvre, les infections

de la gorge, les angines, le cancer et les maladies inflammatoires (OUGHLISSI-DEHAK *et al.*, 2008 ; AMIRA *et al.*, 2010 ; ZELLAGUI *et al.*, 2012).

Selon certaines personnes âgées interrogées sur l'utilisation en médecine traditionnelle de cette plante, elle est surtout utilisée pour prévenir la chute de cheveux.

### **II.3.-Etude des polysaccharides**

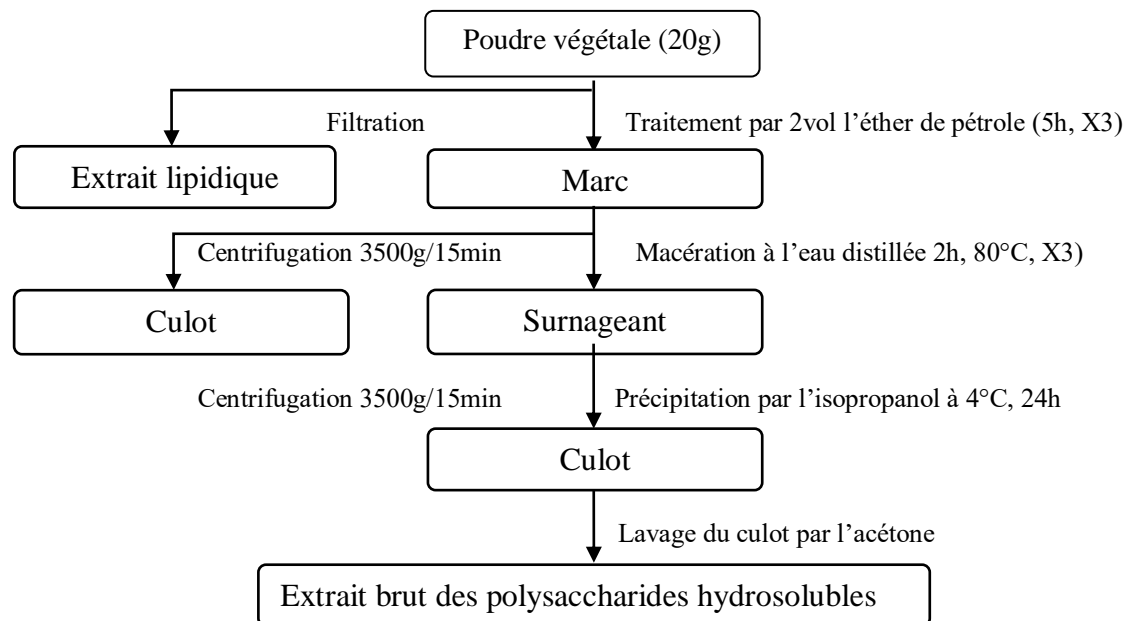
#### **II.3.1.-Extraction des polysaccharides hydrosolubles**

Afin de dégraisser et d'éliminer les pigments (NIE *et al.*, 2017) et les petites molécules d'impuretés (CHEN et KAN, 2018), vingt grammes de la poudre végétale (TANG *et al.*, 2017) a été prétraités trois fois (NIE *et al.*, 2017) avec l'éther de pétrole (CHEN et KAN, 2018) pendant 5 heures à la température ambiante et sous agitation douce (BOUAL *et al.*, 2015), après le marc est séché (CHEN *et al.*, 2016; NIE *et al.*, 2017). Puis il est macéré par l'eau distillée pendant 2h à 80°C (WANG *et al.*, 2018) la macération répétée 3 fois (TANG *et al.*, 2017) après extraction, l'extrait est centrifugé à 3500g pendant 15 min (BEN MANSOUR *et al.*, 2017) pour recueillir le surnageant. La précipitation est faite avec trois volumes d'isopropanol absolu pendant une nuit à 4°C (YOUMBAI, 2015), après une centrifugation à 3500 tr/15min (CHEN et KAN, 2018), le culot est récupéré puis lavé 5 fois avec l'acétone (JING *et al.*, 2017). A la fin, il est obtenu l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles (WANG *et al.*, 2017 ; WANG *et al.*, 2018 ; CHEN et KAN, 2018 ; NIE *et al.*, 2017 ; AKRAM *et al.*, 2017 ; LI *et al.*, 2018).

#### **Calcul du rendement**

Le rendement en polysaccharide a été calculé comme suit (JING *et al.*, 2017) :

$$R (\%) = \frac{\text{Poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles (g)}}{\text{Poids de la poudre sec de la plante (g)}} \times 100$$



**Figure 01.**-Schéma général des différentes étapes de l'extraction des polysaccharides hydrosolubles (BOUAL *et al.*, 2015 ; YOUMBAI, 2015; NIE *et al.*, 2017; TANG *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2017 ; JING *et al.*, 2017 ; LI *et al.*, 2018).

### II.3.2.-Composition de l'extrait brut des polysaccharides

Les analyses de la composition de l'extrait des polysaccharides hydrosolubles portent sur des réactions colorimétriques, la détermination de la teneur en oses totaux, oses neutres, oses acides, oses réducteurs des polyphénols et les protéines.

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode au bleu brillant de Coomassie utilisant de l'albumine de sérum bovin (BSA) comme référence. La teneur en oses totaux des polysaccharides bruts était déterminée sur la base de la méthode au phénol et à l'acide sulfurique. La teneur en oses neutres a été déterminée sur la base de la méthode d'acide sulfurique avec le résorcinol, utilisant le glucose comme élément référence. La teneur en oses acides a été déterminée sur la base de la méthode de tétraborate de sodium avec le méta-hydroxydiphényle et à l'aide d'acide galacturonique comme référence (LUI *et al.*, 2012 ; NAKAMURA *et al.*, 2017). La teneur des polyphénols totaux a été réalisé suivant la méthode de SINGLETON *et al.* (1999) en utilisant le réactif de Folin- Ciocalteu et l'acide gallique comme élément référence.

### II.3.2.1.-Dosage des cendres

#### II.3.2.1.1.-Principe

Les cendres sont déterminées par incinération des extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles dans un four à moufle (type Heraeus 6072) à une température de  $525^{\circ}\text{C}\pm 25^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche ou grise. Le pourcentage en cendres est exprimé selon la formule (AUDIGIE, 1984) :

$$\text{Cendres (\%)} = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times 100$$

M<sub>0</sub>: Poids de creuset vide (g)

M<sub>1</sub>: Poids (creuset+échantillon) avant incinération (g)

M<sub>2</sub>: Poids (creuset+cendres) après incinération (g)

#### II.3.2.1.2.-Mode opératoire

188 mg de poudre de l'extrait brut de *Ferula vesceritensis* a été pesée dans des capsules en porcelaine. Puis ils sont placés dans un four à moufle réglé à  $525^{\circ}\text{C}\pm 25^{\circ}\text{C}$  pendant 5 h, jusqu'à l'obtention d'une couleur gris clair ou blanchâtre. Après les capsules sont retirés du four et sont refroidis dans le dessiccateur, et son pesés.

### II.3.2.2.- Dosage des polyphénols

#### II.3.2.2.1.- Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé suivant la méthode de SINGLETON *et al.* (1999) en utilisant le réactif de Folin- Ciocalteu. Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum est 760 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux.

#### II.3.2.2.2.- Mode opératoire

Mettre 100 µl de l'extrait brut polysaccaridiques (0.01%) dans un tube à essais, puis il est additionné de 500 µl du réactif de Folin-Ciocalteu dilués dix fois dans de l'eau distillée. Après une incubation 2 min à température ambiante, 2 ml de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 20 % sont ajoutés. Les tubes sont ensuite agités et placés à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. Il est effectué la même opération pour l'acide gallique à différentes concentrations en introduisant 100 µl de ce dernière dans une série de tubes puis l'ajout des autres réactifs (**Annexe 04**) (KHOUSHLAA *et al.*, 2018; AMOR, 2018).



### II.3.2.3.- Dosage des protéines

#### II.3.2.3.1.-Principe

Le dosage de protéines par la méthode de BRADFORD (1976) utilise le réactif éponyme, dont le constituant principal est le bleu de Coomassie. Cette méthode est de détection de l'ordre 0.2 µg à 20 µg (LE ROUX, 2012 ; WARRAND, 2004). Lorsqu'il est mis le réactif en contact avec une solution protéique à doser. Il se lie aux protéines présentes : les chaînes latérales des acides aminés basiques et aux groupements aromatiques ce qui a pour effet de déplacer sa principale raie d'absorption de 465 nm à 595 nm qui permet de doser indirectement la teneur en protéine de la solution à l'aide d'une courbe d'étalonnage en sérum albumine bovine (BSA) (LE ROUX, 2012).

#### II.3.2.3.2.-Mode opératoire

200µl de l'échantillon ou de l'étalon, sont introduits dans un tube à essai en verre puis 2ml de bleu de Coomassie est ajouté. Après agitation, les tubes sont incubés au bain Marie à 37°C pendant 30 mn avant d'être refroidis à température ambiante pendant 20mn. La densité optique est mesurée à 595nm par un spectrophotomètre UV-Visible. La concentration en protéines est obtenue par référence avec une gamme étalon de sérum albumine bovine de concentration de 0.001% à 0.01% (BOUAL *et al.*, 2013) (**Annexe 04**).

### II.3.2.4.- Dosage des oses totaux

#### II.3.2.4.1.- Principe

La teneur en oses totaux dans l'extrait brut polysaccharidique de *Ferula vesceritensis* est déterminée selon la méthode de DUBOIS *et al.* (1956). En présence de l'acide sulfurique concentré. Les oses sont déshydratés en composés de la famille de dérivés furfuraliques. Ces produits se condensent avec le phénol pour donner des complexes jaune-orangé. La teneur en oses totaux est déterminée par spectrométrie à une longueur d'onde de 490 nm par référence à une gamme étalon de glucose (**Annexe 04**) (BOUAL *et al.*, 2013; DU *et al.*, 2016 ; AKRAM *et al.*, 2017).

#### II.3.2.4.2.-Mode opératoire

200 µl de la solution mère polysaccharidiques (0,01%) placé dans un tube à essai, avec 200 µl de phénol 5%, après que 1 ml d'acide sulfurique concentré à été ajouté rapidement. Les tubes ont été immédiatement agités et placés dans un bain d'eau à 95°C durant 5 min. les tubes

sont refroidis dans un bain de glace pendant 30 min. L'analyse colorimétrique de toutes les solutions a été réalisée en utilisant un spectrophotomètre UV-Vis. L'absorbance de la couleur orange jaune caractéristique a été mesurée à 490 nm (NAZEAM *et al.*, 2017).

### **II.3.2.5.-Dosage des oses neutres**

#### **II.3.2.5.1.-Principe**

Les oses neutres sont dosés par la méthode de MONSIGNY *et al.* (1988). Il repose sur la réaction des dérivés furfuraliques obtenus par action à chaud d'un acide concentré comme l'acide sulfurique (DUBOIS *et al.*, 1956). En présence d'un composé aromatique tel que le résorcinol (1,3-dihydroxybenzène). Ces dérivés furfuraliques se condensent et donnent des composés de couleur orangée. L'absorbance est mesurée à 480nm et les quantités des oses en solution peuvent être établies en comparaison avec une gamme étalon du glucose de concentration 0,001% à 0,01% (MONSIGNY *et al.*, 1988) (**Annexe 04**).

#### **II.3.2.5.2.-Mode opératoire**

Dans des tubes à essai en verre 200 µl de la solution polysaccharidique ou de l'étalon est ajoutés à 200 µl de la solution du résorcinol à 0,6%. Après une agitation de mélange, il est ajouté rapidement 1ml d'acide sulfurique puis il est chauffé le mélange au bain marie à 90 °C pendant 30 min, ensuite placés dans un bain d'eau froide pendant 30 min à l'obscurité. La densité optique est mesurée à 480 nm contre le blanc par un spectrophotomètre UV-Visible.

### **II.3.2.6.-Dosage des oses acides**

#### **II.3.2.6.1.-Principe**

Cette méthode est décrite par BLUMENKRANTZ et ASBOE-HANSEN. (1973). Il repose sur la condensation, par estérification des dérivés furfuraliques obtenus par action à chaud, d'un acide concentré comme l'acide sulfurique avec le méta-hydroxydiphényle. Les complexes formés de couleurs rose-rouge absorbent à 520 nm. La concentration en oses acides est obtenue par référence à une gamme étalon d'acide galacturonique (MONSIGNY *et al.*, 1988 ; BRUDIEUX, 2007) (**Annexe 04**).

#### **II.3.2.6.2.-Mode opératoire**

Il est ajouté 1,2 ml d'une solution de tétraborate de sodium à 0,125M dans l'acide sulfurique concentré à 200 µl de solution polysaccharidique à doses. Après une agitation, les tubes a été incubée dans un bain de glace pendant 5 min avant d'être placés dans un bain marie à

100°C pendant 5min, puis 20 µl d'm-HDP (méta-hydroxydiphényle) est ajouté. Après agitation, une coloration rose se développe pendant 5 min ; la lecture des densités optiques à 520 nm. Les concentrations en oses acides en peuvent être établies en comparaison avec une gamme d'étalonnage d'acide galacturonique (BRIAN-JAISSON, 2014) de concentration de 0.001% à 0.01%.

### **II.3.2.7.-Dosage des sucres réducteurs par l'acide bicinchoninique**

#### **II.3.2.7.1.-Principe**

Cette technique est basée sur la réduction du cuivre. Le couple L-sérine/Cu<sup>2+</sup> en présence d'une extrémité réductrice est réduit en L-sérine/Cu<sup>+</sup>. La détection des ions Cu<sup>+</sup> est réalisée à l'aide de l'acide bicinchoninique (4,4'-dicarboxy-2,2'-biquinoline) qui forme un complexe coloré avec le couple en L-sérine/Cu<sup>+</sup> (WAFFENSCHMITD et JAENICKE, 1987).

#### **II.3.2.7.2.-Mode opératoire**

Une quantité de 200µl de l'échantillon ou de l'étalon à été placée dans un tube à essai avec 800 µl d'eau distillée. Après 500 µl de réactif A+ B (v/v) sont ajoutées. Ensuite, il est incubé le mélange réactionnel à 100°C pendant 15min. puis le mélange réactionnel est refroidie dans un bain d'eau à température ambiante pendant 10 min. En fine l'absorbance est mesurer à 540 nm sur un spectrophotomètre UV-visible et une courbe d'étalonnage est réalisée avec des solutions du glucose de concentrations compris entre 0,002 et 0,02% (**Annexe 04**) (NADOUR, 2015).

### **II.3.3.-Caractérisation des résidus glycosidiques**

La composition de monosaccharide était analysée après l'hydrolyse acide de toutes les liaisons glycosidiques de l'extrait brut (GAO *et al.*, 2017).

#### **II.3.3.1.-Hydrolyse des liaisons glycosidiques**

##### **II.3.3.1.1.- Principe**

Il est effectué par l'acide trifluoroacétique (TFA) à des températures élevées. Il est à noter que les hydrolyses acides sont difficilement contrôlables car la rupture des liaisons osidiques est aléatoire et mène dans la majorité des cas à la production importante de monosaccharides. De ce fait, les voies de dégradation acide sont largement exploitées en vue de déterminer la structure et la composition des oses constitutifs des polysaccharides après dépolymérisation totale (DELATTRE, 2005; CHEN et KAN, 2018).

### **II.3.3.1.2.-Mode opératoire**

1 ml d'acide trifluoroacétique (TFA) de 2M est ajouté à 25 mg de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles. Le tube est laissé dans l'étuve à 100°C pendant 4 h. Ensuite, le tube est refroidi au bain de glace et le surnageant est récupéré sur un verre de montre après une centrifugation à 4000 rpm pendant 15min. Après l'ajout de quelques gouttes de méthanol, le verre de montre est déposé dans un dessiccateur sous hotte pendant 24h. 1ml de l'eau distillée est additionnée pour solubiliser les oses, puis récupérer dans un tube eppendorf est additionné après le séchage (YU *et al.*, 2017).

### **II.3.3.2.-Chromatographie sur couche mince (CCM)**

Les résidus monosaccharidiques obtenus après l'hydrolyse sont identifiés par chromatographie sur couche mince (CCM).

#### **II.3.3.2.1.-Principe**

La chromatographie sur couche mince (CCM), est une technique d'analyse qui permet de séparer des constituants d'un mélange complexe analysé (DELATTRE, 2005 ; KHELFALLAH, 2013). Elle se basant sur les phénomènes d'adsorption et de partage par entraînement à l'aide d'une phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants le long d'une phase stationnaire (gel de polyamide, gel de silice, alumine) maintenue sur une plaque en verre ou en plastique rigide ou d'aluminium (KHELFALLAH, 2013).

#### **II.3.3.2.2.-Mode opératoire**

Le choix des phases mobiles pour des plaques en gel de silice est en fonction de la nature des oses à séparer et les rapports frontaux obtenus (HOTON-DORGE, 1976). Le réactif de Nigrum est utilisé comme révélateur des spots (BOUAL *et al.*, 2013).

##### **II.3.3.2.2.1.-Préparation des phases mobiles**

Trois systèmes différents (trois phases mobiles), le premier système est constitué d'acétate d'éthyle, pyridine, eau, n-butanol, acide acétique avec les proportions (5, 4, 4, 10, 2) (HOTON-DORGE, 1976). Le deuxième système est formé de chloroforme, n-butanol, méthanol, acide acétique, eau (4.5, 12.5, 5, 1.5, 1.5) (CHENG *et al.*, 2010). Le troisième système est constitué d'acétonitrile, acétate d'éthyle, propanol, eau dans les proportions de (8.5, 2, 2, 1.5) (HAN et ROBYT, 1998).

### II.3.3.2.2.2.-Préparation des plaques chromatographiques

Les plaques chromatographiques utilisées sont des plaques en gel de silice type Silica gel 60 F 254 de 0.25 mm d'épaisseur, sur feuille d'aluminium. Les plaques sont préparées par le traçage d'une ligne fine de dépôt à 1cm 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, en utilisant une micropipette de 10 µl (AUDIGIE *et al.*, 1995 ; YANG *et al.*, 2010 ; BOUAL *et al.*, 2013).

### II.3.3.2.2.3.-Préparation des cuves chromatographiques

Les cuves sont préparées selon la technique d'AUDIGIE *et al.* (1995). La saturation des cuves se fait par l'ajout de la phase mobile, la cuve est laissée fermée hermétiquement pendant 24 heures.

### II.3.3.2.2.4.-Dépôt des hydrolysats et des étalons

Ajouté 1 ml d'eau distillée à chaque 10 mg d'ose étalon acide D-galacturonique, L-arabinose, D-galactose, D-glucose, D-mannose, L-rhamnose, D-xylose) (BOUAL *et al.*, 2013).

### II.3.3.2.2.5.-Développement des plaques

On place la plaque dans la cuve de sorte que la ligne de dépôt soit au-dessus de la phase mobile. La cuve est ensuite fermée pour laisser les plaques se développer avec le temps.

Les plaques sont séchées à l'étuve à 100°C pendant 10 à 15 mn. Après migration, les spots sont révélés par une réaction colorée le Nigrum, basée sur les réactions furfuraliques des sucres (PAULSEN *et al.*, 2002 ; BOUAL *et al.*, 2011).

### II.3.3.2.2.6.-Calcul du rapport frontal des spots

Le rapport frontal ( $R_f$ ) est calculé pour chaque spot constituant des hydrolysats et des étalons, pour comparer les  $R_f$ , et permet la détermination de la composition monosaccharidique des extraits (DAVID et HAZEL, 1998 ; AUDIGIE *et al.*, 1995).

$$R_f = \frac{\text{Distance parcourue par l'échantillon ou le témoin}}{\text{Distance parcourue par le solvant (phase mobile)}} \times 100$$

## II.4.-Activités biologiques des polysaccharides

### II.4.1.-Activité antioxydant

L'activité antioxydant totale de l'échantillon a été déterminée en utilisant un test DPPH par la méthode rapportée de YANG *et al.* (2013).

#### II.4.1.1.-Activité de piégeage des radicaux libres DPPH

Le piégeage des radicaux libres DPPH était l'un des moyens efficaces de déterminer l'activité antioxydante de divers composés naturels (LI *et al.*, 2018).

##### II.4.1.1.1.-Principe

Les antioxydants réduisent le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (forme radicalaire DPPH<sup>•</sup>) est un radical stable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette foncé qui va disparaître après la réduction par un antioxydant donneur des protons (Hydrogène), plus la perte de couleur est rapide plus le donneur d'hydrogène considéré comme un antioxydant fort, diphényl-picrylhydrazine (forme réduite DPPH-H), dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu réactionnel (LEMAOUI, 2011 ; YOUMBAI, 2015).

##### II.4.1.1.2.-Mode opératoire

1 ml de la solution d'échantillon a été mélangée avec 1 ml de solution de DPPH (0,1 mM) a été préparée (FIMBRES-OLIVARRIA *et al.*, 2018). Après incubation pendant 30 minutes en l'absence de lumière, l'absorbance du mélange a été mesurée à 517 nm. Vitamine C (acide ascorbique) a été utilisée comme témoin positif (LI *et al.*, 2018). L'activité de piégeage des radicaux DPPH par les polysaccharides a été calculée selon l'équation suivante (LIU *et al.*, 2017; NIE *et al.*, 2017; CHEN et KAN, 2018; FIMBRES-OLIVARRIA *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2017) :

$$\text{Le pourcentage d'inhibition des radicaux DPPH (\%)} = \frac{A_0 - (A_1 - A_2)}{A_0} \times 100$$

A<sub>0</sub>: valeur d'absorbance de la solution DPPH-éthanol plus d'éthanol

A<sub>1</sub> : valeur d'absorbance de la solution DPPH-éthanol plus des échantillons à différentes concentrations

A<sub>2</sub> : valeur d'absorption de l'éthanol plus des échantillons à différentes concentrations.

## II.4.2.-Activité antidiabétique

### II.4.2.1.-Principe

La détermination de l'activité antidiabétique des polysaccharides est se manifeste principalement dans l'inhibition de l'enzyme  $\alpha$ -glucosidase (EC 3.2.1.20), également connu sous le nom de  $\alpha$ -D-glucoside hydrolase, sont les hydrolases du maltose, du saccharose et d'autres oligosaccharides dans l'intestin. L'activité inhibitrice de l' $\alpha$ -glucosidase peut ralentir la génération et l'absorption de glucose, abaisser les niveaux de sucre dans le sang (ZHU *et al.*, 2014). Le test d'inhibition de l'activité de l' $\alpha$ -glucosidase a été réalisé en mesurant par spectrophotométrie à 405 nm la formation du produit p-nitrophénol (PNP) de couleur jaune à partir du substrat synthétique : le p-nitrophényl  $\alpha$ -D-glucopyranoside (PNPG), l'acarbose, un inhibiteur synthétique commercial a été utilisé comme contrôle positif (CHOUANA, 2017).

### II.4.2.2.-Mode opératoire

500  $\mu$ L d' $\alpha$ -glucosidase est ajouté à 10 $\mu$ l de l'acarbose pour le contrôle positif, de l'extrait polysaccharidique pour le test, ou de l'eau distillée pour le contrôle négative dans des tubes secs. Le mélange est incubé à 37°C pendant 15min sous agitation. Après, 125 $\mu$ l de la solution du substrat (p -NPG) préalablement incubé à 37° C est additionné et agité pendant 2 min (CHEN *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2018)

À la fin de l'incubation, l'absorbance a été mesurée à 405 nm. La cinétique enzymatique de l' $\alpha$ -D-glucosidase suivie en mesurant l'absorbance chaque 12 sec pendant 3 min de réaction par un spectrophotomètre UV- Visible. La concentration d'inhibiteurs requis pour inhiber 50% de l'activité de l' $\alpha$ -glucosidase dans les conditions du test était défini comme la valeur IC<sub>50</sub> (KUMKARI *et al.*, 2015).

Le taux d'inhibition de l' $\alpha$ -glucosidase était calculé en utilisant l'équation suivante (ZHU *et al.*, 2014; ZANG et LI, 2015) :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = \frac{\Delta A_{\text{Contrôle négatif}} - \Delta A_{\text{échantillon}}}{\Delta A_{\text{Contrôle négative}}} \times 100$$

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

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

***Chapitre III.-  
Résultats et discussion***



Au vu des résultats obtenus, une seule fraction polysaccharidique est isolée après une extraction hydrosoluble des polysaccharides des inflorescences de *F. vesceritensis*. L'étude biochimique de la fraction retenue est réalisée par des dosages colorimétriques et une chromatographie sur couche mince (CCM). Puis la mesure des activités biologiques.

### III.1.-Etude des polysaccharides

#### III.1.1.- Rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles

Les résultats relatifs portent sur l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles sont obtenues par macération à chaud dans l'eau distillé et précipitées par l'isopropanol absolu (photo 02).



**Photo 02.-**Extrait brut des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *F. vesceritensis* après lavage.

Le rendement relatif est calculé par rapport au poids de matière sèche ayant servi à l'extraction (JING *et al.*, 2017). L'extrait polysaccharidique des inflorescences de *F. vesceritensis* à une couleur brune.

Le rendement massique de l'extrait des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *F. vesceritensis* (IFV) obtenue par rapport à la matière sèche est de 4,15%. Ce rendement est très proche au rendement massique obtenu à partir des inflorescences d'*Ammodaucus leucotrichus* soit 4,051% (YOUMBAI, 2015). Il est proche des rendements de polysaccharides hydrosolubles extraits à partir des graines de quelques espèces de la famille des *Apiaceae* étudiée par ZHAUYNBAEVA *et al.* (2010) rapportent un rendement pour *Daucus carota* L. de 4,45%, pour *Anethum graveolens* L. de 4,4%, pour *Ferula tschimganica* (Korov). De 4,5%, et 4,39% pour *Sphaenolobium tianschanicum* Pimenov (Korov). Toutefois ce rendement est inférieur à celui de *Foeniculum vulgare* Mill. (5,6%) et de *Mediasia macrophylla* Rgl. (Pimenov) (5,96%).

La teneur en cendre dans l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles issus des inflorescences de *F. vesceritensis* est de 28,72 % supérieur à celui qui signalé par AYENI *et al.* (2018) soit 12,99 % pour la fraction des parties aériennes de *Daucus carota*.

Le rendement massique d'extraction affecté par le pH et la température des milieux d'extraction (EBRINGEROVA *et al.*, 2003), pour MILANI *et al.* (2007), les variations de pH (4, 7, 10) et de température (50, 70, 90°C) ont un effet sur le rendement d'extraction. Il a été constaté que le rendement massique d'extraction à pH acide (4) et une température ascendante (90°C) est le plus élevé. Il est légèrement supérieur à 5,05%. Par contre à pH alcaline (10) et à la température (50°C), le rendement massique est le plus bas, il est de 4,95%.

Le rendement des polysaccharides extraits des inflorescences peut varier en fonction de l'état physiologique des plantes (sa source, l'âge des arbres à partir de laquelle il a été obtenu, les conditions climatiques et l'environnement du sol), de même, le type de polysaccharide et la procédure d'extraction comme la macération, le type et la quantité de solvant, les températures et les concentrations utilisées, agissent aussi sur le rendement massique de polysaccharides (EBRINGEROVA *et al.*, 2003; MOURADI *et al.*, 2006).

### III.1.2.- Composition de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles

**Tableau 01.-** Le rendement d'extraction et la teneur en cendre, en oses totaux, neutres, acides et réducteurs dans l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles.

Totaux	Teneur en oses (%)			Cendre (%)	Rendement (%)
	Acides	Neutres	Réducteurs		
38,30	16,80	17,81	22,63	28,72	4,15

Le tableau 01 donne la composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble des inflorescences de *F. vesceritensis*.

Comme indiqué dans le tableau 01 l'analyse biochimique des polysaccharides hydrosolubles extraits des inflorescences de *F. vesceritensis* a montré que les teneurs en sucres : oses totaux, neutres, acides et réducteurs sont de 38.30 %, 17.81 %, 16.8 % et 22,63 % respectivement.

AYENI *et al.* (2018) rapportent une teneur de 51,81% en oses totaux pour les parties aériennes de *Daucus carota*. Ainsi DI *et al.* (2013) notent une teneur de 97,56% pour *Bupleurum chinense*. Cette teneur est supérieure à celle obtenue par YOUMBAI. (2015) pour les inflorescences d'*A.leucotrichus* soit 48.31%. La fraction étudiée contient 38.30% en oses totaux qui est inférieure de ceux obtenu dans les trois fractions précédant. Aussi la teneur en oses neutres obtenu à partir des inflorescences d'*A.leucotrichus* est de 31.74 % (YOUMBAI, 2015). Elle est supérieure de celle obtenue à partir des inflorescences de *F.vesceritensis* (17.81%) par contre la teneur en oses acides soit de 16.8 % est supérieure à celle signalée par YOUMBAI. (2015) soit 8.31% pour la fraction d'*A.leucotrichus* et proche de celle obtenue par DI *et al.*(2013) pour *Bupleurum chinense* contenant 18,47% d'acide uronique.

Les oses réducteurs dans l'extrait brut polysaccharidiques des inflorescences de *F.vesceritensis* selon la méthode de WAFFENSCHMITD et JAENICKE. (1987), a une teneur de 22.63%.

La teneur en polyphénols dans l'extrait brut polysaccharidique des inflorescences de *F.vesceritensis* selon la méthode SINGLETON *et al.* (1999) est de 1.67 %.

Comme largement décrit dans la littérature la composition chimique des polysaccharides hydrosolubles varient suivant diverses conditions telles que l'environnement climatique la localisation, l'origine géographique et la période de récolte (BENJAMIN, 2016), mais aussi des solvants utilisés et la pureté de l'extrait brut polysaccharidique.

### III.1.3.-Caractérisation qualitative de l'extrait polysaccharidique

Après l'hydrolyse acide de l'extrait polysaccharidique par l'acide trifluoroacétique (TFA), l'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince est réalisée afin de caractériser l'hydrolysate des polysaccharides bruts isolés des inflorescences de *F.vesceritensis*. Trois systèmes différents sont utilisés (phase mobile). Ce type d'hydrolyse permet d'observer des taches ayant des différentes  $R_f$ .

Le système A montre l'apparition de 4 spots d'ose de  $R_f$  de 0.11, 0.28, 0.34 et 0.43. Les taches semblent correspondre à l'acide galacturonique (0.11), au galactose (0.26), au glucose (0.33) et au mannose (0.43). Tandis que la lecture de chromatogramme de système B révèle un spot d'ose de  $R_f$  0.57. Il est remarqué l'existence d'une tache de coloration bleu clair et moyennement large de mannose (0.56). Le système C donne trois spots d'ose de  $R_f$  de 0.32, 0.38 et 0.50. Les  $R_f$  des taches des étalons homologues à l'arabinose (0.50), au galactose (0.32) et au glucose (0.38).

MA et MU. (2016) ont montré que les oses neutres sont : le rhamnose, l'arabinose, le galactose, le glucose et le xylose et les acides uroniques sont : l'acides galacturoniques et glucuronique, et la teneur en oses neutres et en oses acides dans l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles issus des inflorescences de *F. vesceritensis* est de 17.81 %, 16.8 % respectivement. Face à ce constat, les résultats des taches apparaissant dans l'extrait polysaccharidique avec ceux des étalons, l'extrait brut des polysaccharides des inflorescences de *F. vesceritensis* renferment un hétéro-polysaccharide ; un mélange des oses neutres et acides, pentoses et hexoses qui sont constitués principalement de l'acide galacturonique, l'arabinose, le galactose, le glucose et le mannose.

Ces résultats semblent proches à ceux de YOUMBAI. (2015) pour la fraction d'*A. leucotrichus* montrent l'existence d'arabinose, de galactose, de glucose, et de xylose. Les résultats obtenus par DI *et al.* (2013) suggèrent que la fractions *Bupleurum chinense* est constituée de galactose, de glucose, d'arabinose et de mannose avec un rapport molaire de 1.6 : 1.8 : 1.7 : 1.0, avec trace de rhamnose, de fucose et de xylose après une analyse par chromatographie en phase gazeuse (GC).

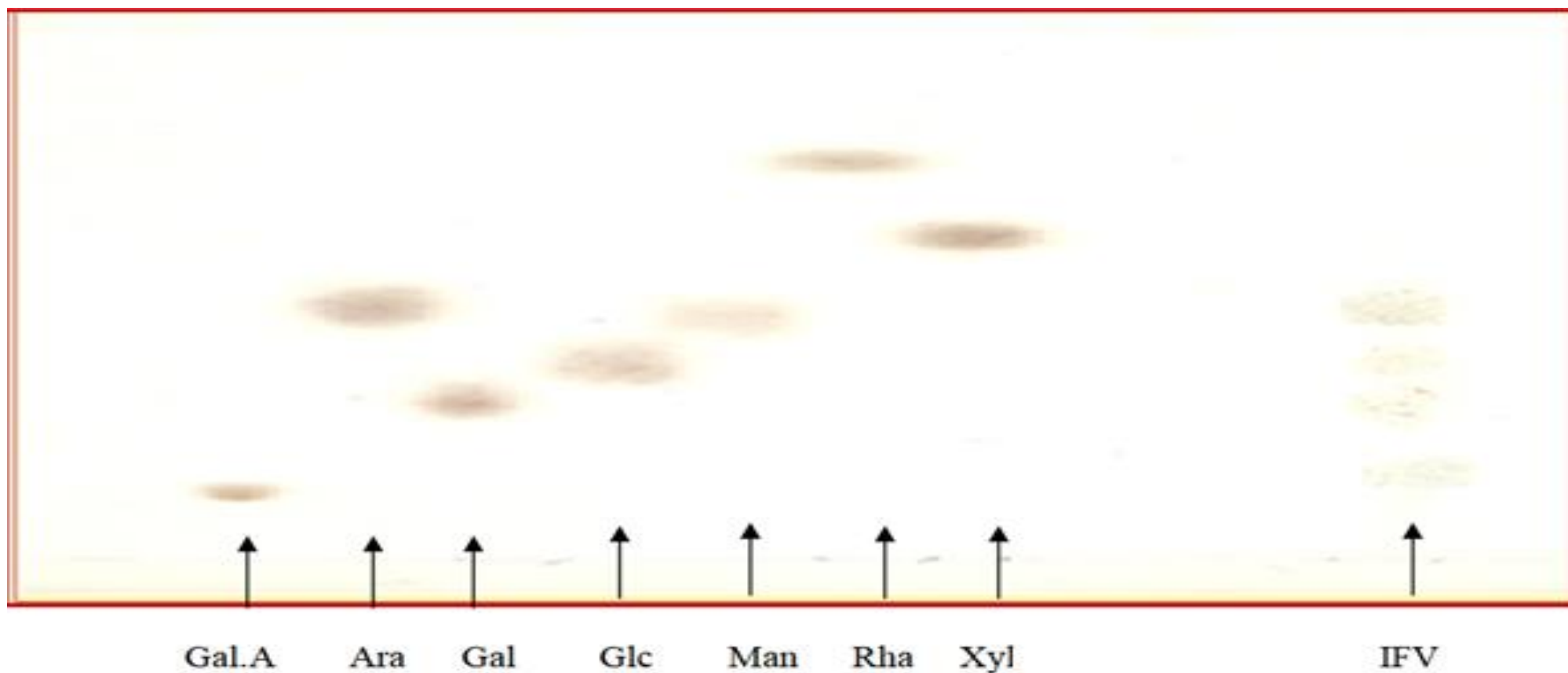
SHAKHMATOV *et al.* (2014) rapportent que l'extrait polysaccharidique des tiges de *H. moel-lendorffii* contenait principalement du glucose (45%) et du mannose (35%). Aussi les résultats de l'analyse spectroscopique par RMN de la fraction *H. sosnowskyi* ont révélé la présence de plusieurs classes de polysaccharides. Selon les données obtenues dont du mannose (16,8%), du glucose (19,7%), de l'acide glucuronique (8,5%), de l'arabinose (5,2%) et du galactose (0,7%). Elle contenait également de petites quantités de rhamnose et de xylose.

La proportion des monosaccharides constitutifs de l'extrait polysaccharidique est fortement influencée non seulement par les procédés d'extraction et de purification, mais aussi par les zones géographiques de récolte, l'irrigation, la pluie, la température, la nature du sol et le taux d'humidité (SÁENZ *et al.*, 2004).

**Tableau 02.-**Rapports frontaux ( $R_f$ ) des oses étalons et d'hydrolysats polysaccharidiques dans les trois systèmes de CCM.

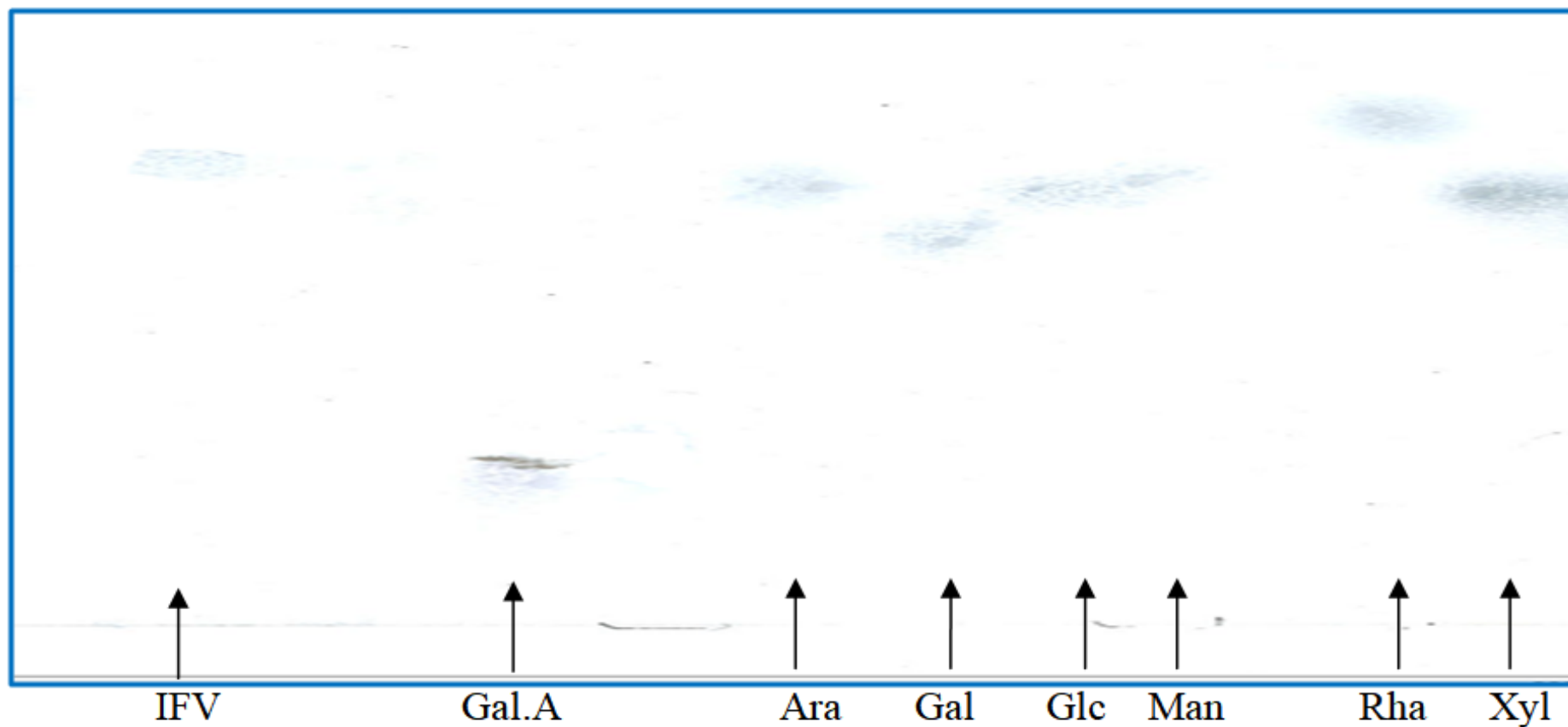
Type D'ose	Système A	Système B	Système C
<b>Acide D- Galacturonique.</b>	0.11	0.18	0.033
<b>L-Arabinose.</b>	0.42	0.56	0.50
<b>D-Galactose.</b>	0.26	0.49	0.32
<b>D-Glucose.</b>	0.33	0.54	0.38
<b>D-Mannose.</b>	0.43	0.56	0.41
<b>L-Rhamnose.</b>	0.66	0.70	0.68
<b>D-Xylose.</b>	0.54	0.63	0.57
<b>Hydrolysats Polysaccharidiques</b>	0.11	0.57	0.32
	0.28	-	0.38
	0.34	-	0.50
	0.43	-	-

(-) Pas de migration.



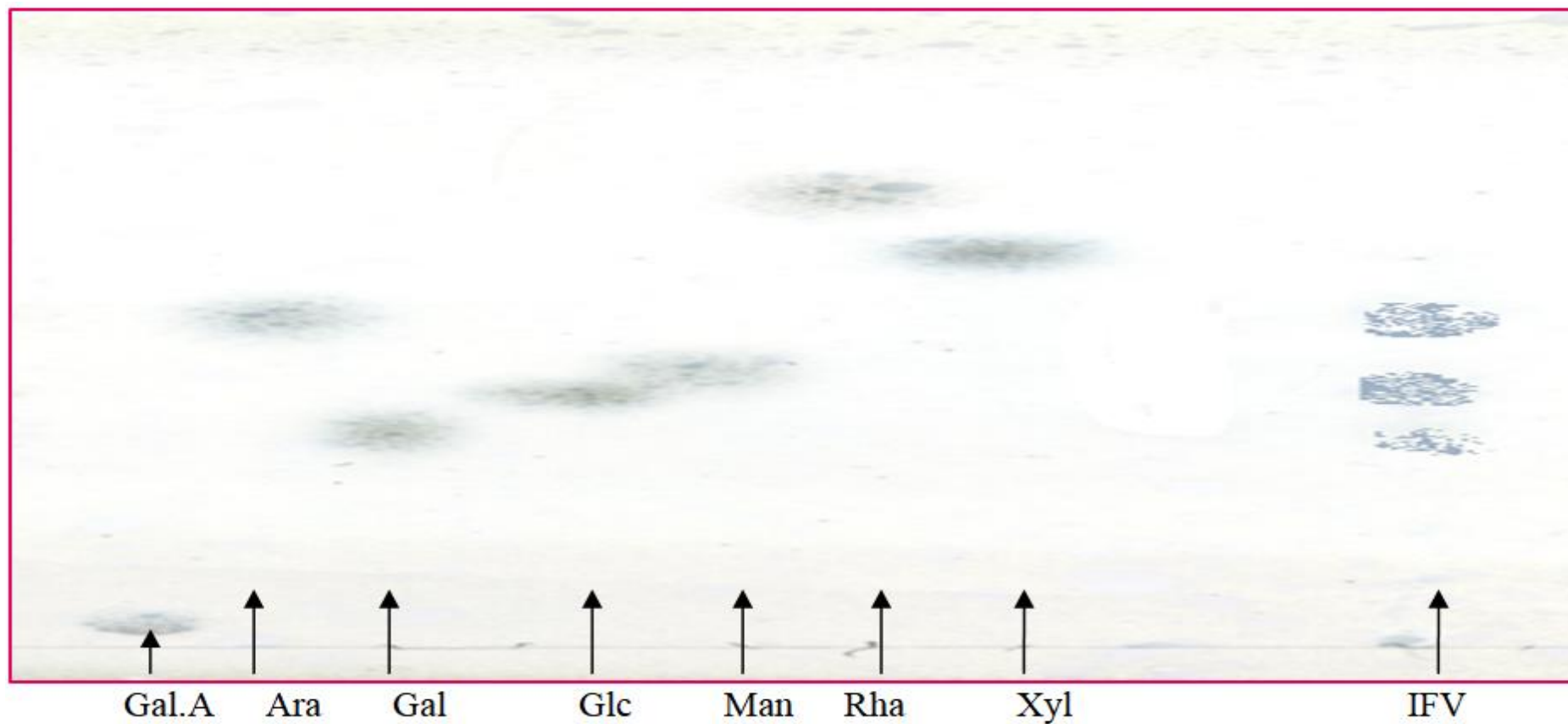
**Figure 02.-**Chromatogramme d'hydrolysat d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de *F. vesceritensis*. [Système A: acétate d'éthyle, pyridine, eau, n-butanol, acide acétique:5-4-4-10-2(v/v)].

IFV :fraction polysaccharidique. Gal.A: acide D-galacturonique. .Ara: L-arabinose. Gal: D-galactose. Glc: D-glucose. Man: D-mannose. Rha: L-rhamnose. Xyl: D-xylose.



**Figure 03.**-Chromatogramme d'hydrolysat d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de *F.vesceritensis* [Système B : chloroforme, n-butanol, méthanol, acide acétique, eau:4,5-12,5-5-1,5-1,5 (v/v)].

IFV : fraction polysaccharidique. Gal.A: acide D-galacturonique. Ara: L-arabinose. Gal: D-galactose. Glc: D-glucose. Man: D-mannose. Rha: L-rhamnose. Xyl: D-xylose.



**Figure 04.**-Chromatogramme d'hydrolysats d'échantillon des polysaccharides des inflorescences de *F.vesceritensis*. [Système C : acétonitrile, acétate d'éthyle, propanol, eau: 8,5-2-2-1,5 (v/v)].

IFV : fraction polysaccharidique. Gal.A: acide D-galacturonique. .Ara: L-arabinose. Gal: D-galactose. Glc: D-glucose. Man: D-mannose. Rha: L-rhamnose. Xyl: D-xylose.



## III.2.- Activités biologiques de l'extrait brut polysaccharidique

### III.2.1.-Activité antioxydante

Une seule méthode est utilisée pour étudier l'activité antioxydante (**Annexe 05**). Les valeurs de l'activité antioxydante sont exprimées en (%) qui indique le pourcentage d'inhibition de radical libre DPPH<sup>•</sup> par les polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *Ferula vesceritensis*.

Le pourcentage d'inhibition (%) de DPPH<sup>•</sup> est 64,85 % et exercés par l'extrait brut de fraction polysaccharidique (IFV) à une concentration maximale de 50mg/10ml (0.5%).

Le radical DPPH est un radical libre stable et a une couleur pourpre dans une solution d'éthanol. Une fois qu'un antioxydant a été ajouté à ce système, le radical DPPH pourrait facilement accepter que l'hydrogène donné par un antioxydant devienne une molécule stable qui entraîne une érosion de couleur pourpre. Ainsi, des changements de couleur caractérisés par des changements d'absorption à 517 nm pourraient être utilisés pour déterminer l'activité antioxydante. Une absorption inférieure indique une activité de piégeage des radicaux DPPH plus élevée (WANG *et al.*, 2017), ce qui est noté pour les inflorescences de *Ferula vesceritensis* une érosion de couleur pourpre.

YOUMBAI. (2015) a montré que la fraction polysaccharidique (AL) extrait des inflorescences d'*Ammodaucus leucotrichus* Coss. Dur à un effet de piégeage de radical DPPH<sup>•</sup> est de 13,69 % pour une concentration de 100 µg/ml.

L'activité de piégeage des radicaux DPPH<sup>•</sup> par la fraction polysaccharidique (ASP) extrait d'*Angelica sinensis* (*Umbellifères*) *in vitro* est passée de 4,40 à 19,26 % lorsque la concentration en polysaccharides a augmenté de 25 à 800 mg / ml (TIAN *et al.*, 2016).

Les polysaccharides de *Rosa roxburghii* tratt (RRTP) constituée de rhamnose, d'arabinose, de xylose, de mannose, de galactose, de glucose, d'acide glucuronique et d'acide galacturonique, a montré une activité de piégeage des radicaux DPPH<sup>•</sup> et de l'acide ascorbique étaient de 83,46 et 94,68 %, respectivement, à la concentration de 0,4 mg / ml (CHEN et KAN, 2018). En outre, *Zizania latifolia* constituée de Man, GalA, Glc, Gal, Ara a une compositions proche de IFV a montré une activité de piégeage relativement forte à une concentration de 4mg/ml, soit de 78,12% (WANG *et al.*, 2017).

Les résultats montrent que les polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *Ferula vesceritensis* ont un pouvoir inhibiteur important de radical libre DPPH<sup>•</sup> dans la concentration testée.

Il a été considéré que l'activité antioxydante des polysaccharides peut être liée à des caractères physico-chimiques, y compris la composition en monosaccharides, la taille moléculaire, la structure, la conformation (WANG *et al.*, 2017), et la méthode de leur extraction (WANG *et al.*, 2014 ; LIU *et al.*, 2015 ; JIA *et al.*, 2017).

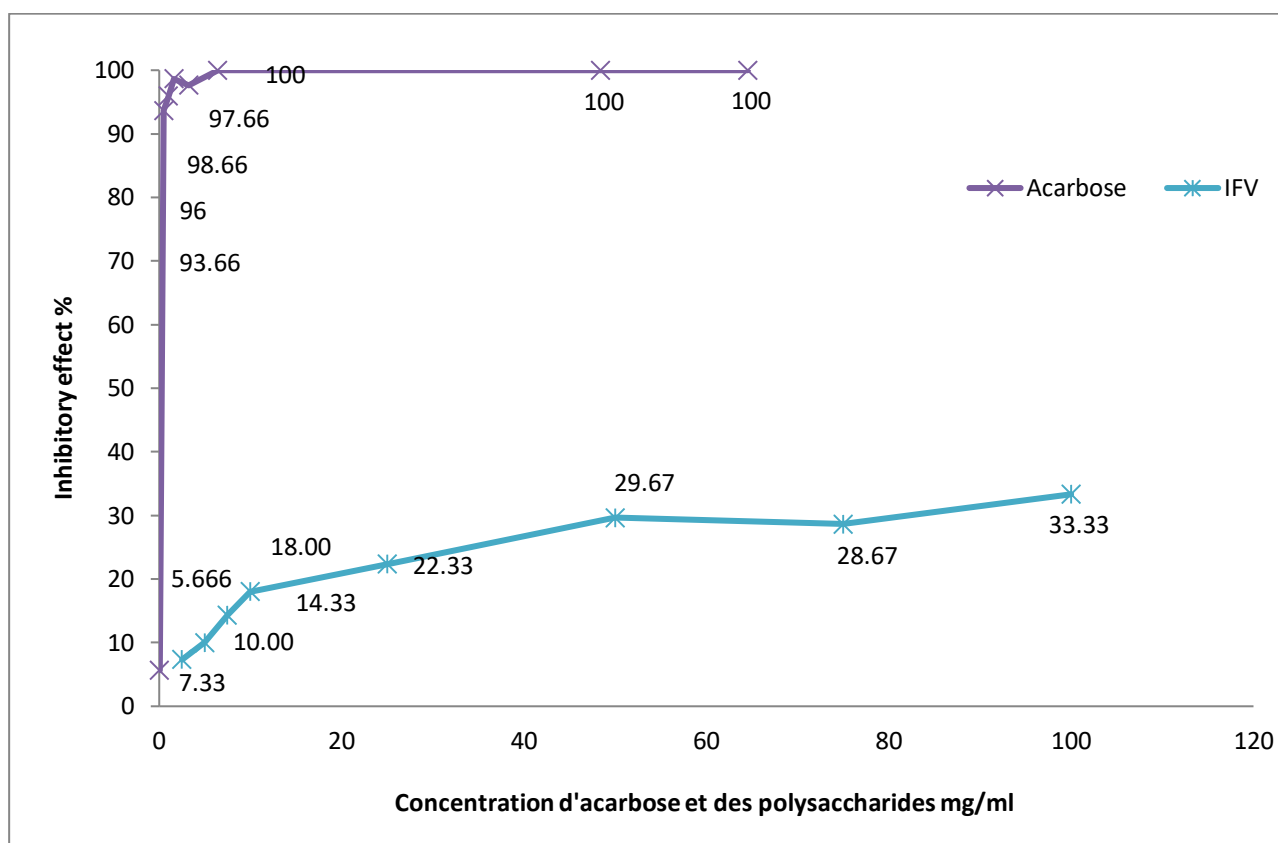
La teneur élevée en Ara, Gal et acide uronique a été rapportée comme étant bénéfique pour l'activité antioxydante du polysaccharide (WANG *et al.*, 2017). Aussi la présence de mannose a eu une influence positive sur l'activité antioxydante (ZHANG, 2015). De même, la concentration testée elle est élevée 50mg/10ml (0,5%), peut être expliquée le pourcentage trouvé.

Fait intéressant, dans la présente étude, nous avons constaté que les inflorescences de *Ferula vesceritensis* avait une teneur élevée en Gal et Ara par rapport la teneur en Gal.A. Elle est contenue aussi des quantités de polyphénols, les fonctions antioxydantes de polyphénols peuvent être attribuées, qui sont capables de donner des protons aux radicaux libres déficients en électrons. Ces résultats suggèrent que l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles des inflorescences de *Ferula vesceritensis* est des effets de la combinaison de plusieurs facteurs mais pas d'un seul facteur.

### III.2.2.-Activité antidiabétique

Dans le tube digestif, les enzymes  $\alpha$ -D-glucosidases sont responsables de l'hydrolyse des glucides en glucose dans la bordure en brosse de l'intestin grêle, qui peuvent être absorbés par l'intestin. Les inhibiteurs de l' $\alpha$ -glucosidase, tels que l'acarbose et le voglibose, pourrait empêcher la digestion des hydrates de carbone en raison de l'inhibition compétitive des enzymes (ZHANG, 2016 ; JIA *et al.*, 2017).

La figure 05 présente les pourcentages d'inhibition (%) de l'activité enzymatique de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose (contrôle positif) ou de l'extrait polysaccharidique des inflorescences de *Ferula vesceritensis*.



**Figure 05.-**Pourcentages d'inhibition (%) de l' $\alpha$ -D-glucosidase en présence de l'acarbose ou de l'extrait polysaccharidique (IFV).

Le pourcentage d'inhibition de l'extrait polysaccharidique des inflorescences de *F. vesceritensis* est de 33,33 % pour une concentration maximale de 100 mg/ml et de 7,33 % pour une concentration minimale de 2,5 mg/ml. Tandis que l'acarbose à un fort pouvoir inhibiteur. Cette inhibition est de 100 % à partir de la concentration 64,56 mg/ml, tandis qu'il semble que cette inhibition est de 5,66 % à la concentration de 0,0645 mg/ml. Il est remarqué que pour l'acarbose et l'extrait des polysaccharides les pourcentages d'inhibitions augmentent proportionnellement avec l'augmentation des concentrations.

Le taux d'inhibition de l' $\alpha$ -glucosidase des trois fractions polysaccharidique PRM1, PRM3, PRM5 issus dans les racines d'*Rhynchosia minima* (composée de rhamnose, d'arabinose, de mannose, de galactose et d'acide galacturonique) et de l'acarbose était de 19,22, 64,33, 57,35 et 66,42% respectivement à une concentration de 16 mg / ml (JIA *et al.*, 2017).

Après les résultats obtenus, nous avons constaté que les polysaccharides des inflorescences de *Ferula vesceritensis* ont un effet inhibiteur faible sur l'activité enzymatique de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase.

## *Conclusion et perspectives*

## Conclusion

La présente étude recherche à caractériser les polysaccharides hydrosolubles de *Ferula vesceritensis* récolté dans la région de Biskra (Sahara septentrional Algérien), et d'évaluer *in vitro* l'activité antioxydante et l'activité antidiabétique.

Après une extraction aqueuse à chaud la fraction extraite (IFV) a été précipité par l'isopropanol et finalement laver par l'acétone. Il est enregistré un rendement remarquable de 4.15 % des polysaccharides hydrosolubles obtenu à partir du poids sec des inflorescences de *F. vesceritensis* et un teneur en cendre de 28,72 %.

L'analyse de la composition en oses constitutifs de l'extrait isolé donne des valeurs moyennes allant de 38.30 % pour les oses totaux ,17.81 % pour les oses neutres, 16.8 % pour les oses acides et 22,63 % pour les oses réducteurs, de même une quantité de polyphénols de 1.67 %, a été détecté.

L'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince (CCM) est réalisée avec 3 systèmes (phases mobiles) différents de séparation afin de caractériser l'hydrolysate de polysaccharides bruts isolés des inflorescences de *F. vesceritensis* à renferme un hétéro-polysaccharide qui est constitué principalement d'acide galacturonique, d'arabinose, de galactose, de glucose et de mannose.

Les polysaccharides des inflorescences de *F. vesceritensis* montrent un pouvoir important de piégeage de radical DPPH avec un pourcentage d'inhibition de 64.85 % à une concentration de 50mg/10ml (0,5%) et les résultats obtenus sur le pouvoir d'inhibition de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase indiquent que l'extrait des polysaccharides présente un faible pouvoir inhibiteur de cet enzyme, soit de 33,33 % pour une concentration maximale de 100 mg/ml.

## **Perspectives**

Afin d'améliorer le rendement de l'extraction des polysaccharides de la plante, il est nécessaire d'optimiser les conditions d'extraction (température, temps d'extraction, concentration de la solution alcaline, type et pourcentage d'alcool-eau).

Pour confirmer les résultats obtenus par CCM, il est suggéré de faire appel à des techniques plus avancées comme CG/MS et la HPAEC-PAD pour caractériser précisément les résidus glycosidiques constituant les polysaccharides.

Pour une meilleure évaluation de l'activité antioxydante des polysaccharides, il est souhaitable de purifier les polysaccharides et étudier le pouvoir d'inhibition, ou de stimulation de polysaccharides afin de préciser les parties ayant une capacité d'inhibition des radicaux libres appréciables, mais aussi de refaire les tests avec des dilutions à fin d'identifier la cinétique et/ou la dose optimale pour un effet biologique précis. Pour connaître la relation structure fonction, l'analyse par spectrophotométrie de masse, et par la résonance magnétique reste à suivre.

## *Références bibliographiques*

- 1) AĆIMOVIĆ. M-G, 2017. Nutraceutical Potential of *Apiaceae*. *Bioactive Molecules in Food*, Reference Series in *Phytochemistry*, pp 1-31.
- 2) AKRAM. K, SHAHBAZ. H-M, KIM. G-R, FAROOQ. U et KWON. J-H, 2017. Improved Extraction and Quality Characterization of Water-Soluble Polysaccharide from Gamma-Irradiated *Lentinus edodes*. *Journal of Food Science*; Vol. 82, Nr. 2.
- 3) AMOR. L, 2018. Composition chimique et activités biologiques des extraits de *Crataegus oxyacantha L. (Rosaceae)*. Thèse Doctorat de l'Université Ferhat Abbas Sétif 1. Pp 160.
- 4) ANGONE. S-A., NGUEMA –ONA. E et DRIOUICH. A, 2010. La thérapie par les plantes en Afrique : activités immunostimulantes des polysaccharides de la paroi végétale. *Phytothérapie* ; vol. 8 :223–30.
- 5) AUDIGIE C. L., DUPONT G., TONSZAIN F. 1995.- Chromatographie principes des méthodes d'analyses biochimiques. Tome 2, 3<sup>ème</sup> Edition. 207p.
- 6) AUDIGIE. C, FIGARELLA. J, ZONSZAIN. F, 1984. Manipulations d'analyse biochimique. 3<sup>ème</sup> Edition, Paris: 3-4.
- 7) AVCI. U, J. PEÑA. M et A. O'NEILL. M, 2017. Changes in the abundance of cell wall apiogalacturonan and xylogalacturonan and conservation of rhamnogalacturonan II structure during the diversification of the *Lemnoideae*. *Planta*; vol. 247, Issue 4: 953–971.
- 8) AYENI. E-A, ABUBAKAR. A, IBRAHIM. G, ATINGA. V et MUHAMMAD. Z, 2018. Phytochemical, nutraceutical and antioxidant studies of the aerial parts of *Daucus carota L. (Apiaceae)*. *J Herb med Pharmacol*; vol. 7(2): 68-73.
- 9) BEN MANSOUR. M, BALTI.R, OLLIVIER. V, BEN JANNET. H, CHAUBET. F et MAAROUFI. R-M, 2017. Characterization and anticoagulant activity of a fucosylated chondroitin sulfate with unusually procoagulant effect from *Sea cucumber*. *Carbohydrate Polymers*; vol. 174: 760-771.
- 10) BEN SALAH. A. R. (2007). Chapitre 2: Les glucides. Biochimie Cours et exercices. Cours de publication universitaires. Ed, Centre de publication universitaire. Tunisie. P 39-52.
- 11) BENJAMIN. P, 2016. Extraction et caractérisations (structurale et physico-chimique) de polysaccharides hydrosolubles issus de cladoces de *Cereus triangularis*. Thèse doctorat de l'Université d'Antsirananana, France, 237p.



- 12) BISHT. S, KANT. R, KUMAR. S, 2013.  $\alpha$ -D-Glucosidase inhibitory activity of polysaccharide isolated from *Acacia tortilis* gum exudates. *Internat J Biol Macromol*; Vol. 59: 214-20.
- 13) BLAMA. A et MAMINE. F, 2013. Etude ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques dans le sud algérien, le Touat et le Tidikelt. Le 5ème Symposium International des Plantes Aromatiques et Médicinales (S.I.P.A.M). Marrakech. Maroc.19p.
- 14) BLUMENKRANTZ. N et ASBOE-HANSEN. G, 1973. New Method for Quantitative Determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*; Vol. 54: 484-489.
- 15) BOUAL. Z, CHOUANA. T, KEMASSI. A, HAMID OUDJANA. A, DADDI BOUHOUN. M, MICHAUD. P et OULD EL HADJ. M-D, 2015. Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Plantago notata* Lagasca (*Plantaginaceae*). *Phytothérapie* ; vol. 13 :396-402.
- 16) BOUAL. Z, KEMASSI. A, HAMID OUDJANA. A, MICHAUD. P et OULD EL HADJ. M-D, 2013. Caractérisation physico-chimique et biochimique des bulbes d'*Urginea noctiflora* (*Liliaceae*) récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est Algérie): Activités antioxydantes et antimicrobiennes. *PhytoChem & Bio Sub Journal*; Vol.7(2):1-13.
- 17) BOUAL. Z, KEMASSI. A, MICHAUD. P, OULD EL HADJ. M-D, 2011. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*asphodelus tenuifolius cavan* (*liliaceae*): effet prébiotique des oligosaccharides issus de l'hydrolyse des polysaccharides. *Algerian journal of arid environment* ; vol. 1: 52-60.
- 18) BOUAL. Z, PIERRE. G, DELATTRE. C, BENAOUN. F, PETIT. E, GARDARIN. C, MICHAUD. P, OULD 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.
- 19) BOUZID. A, CHADLI. R et BOUZID. K, 2016. Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale, *Lavoisier SAS* ; vol. 15, Issue 6, pp 373–378.
- 20) BOVO. B, NADAI. C, VENDRAMINI. C, JUNIOR. W-J-F-L, CARLOT. M, SKELIN. A, GIACOMINI. A et CORICH. V, 2016. Aptitude of *Saccharomyces* yeasts to ferment unripe grapes harvested during cluster thinning for reducing alcohol content of wine. *International Journal of Food Microbiology*; vol. 236: 56-64.

- 21) BRADFORD. M-M, 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*; vol. 72: 248-254.
- 22) BRAZ. L, GRENHA. A, CORVO. M-C, LOURENÇO. J-P, FERREIRA. D, SARMENTO. B et ROSA COSTA. A-M, 2018. Synthesis and characterization of *Locust Bean* Gum derivatives and their application in the production of nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*; Vol. 181: 974-985.
- 23) BRIAN-JAISSON. F, 2014. Identification et caractérisation des exo-polymères de biofilms de bactéries marines. Thème doctorat. Université de Toulon. 257p.
- 24) BRUDIEUX. V, 2007. Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. Application de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thème doctorat de l'Université de Limoges. P 193.
- 25) CHEN. C, YOU. L-J, ABBASI. A-M, FU. X, LIU. R-H et LI. C, 2016. Characterization of polysaccharide fractions in mulberry fruit and assessment of their antioxidant and hypoglycemic activities in vitro. *Food & Function*; vol. 7(1): 530-539.
- 26) CHEN. G et KAN. J, 2018. Characterization of a novel polysaccharide isolated from *Rosa roxburghii* Tratt fruit and assessment of its antioxidant *in vitro* and *in vivo*, *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 107: 166-174.
- 27) CHEN. P, WANG. Y, CHEN. L, JIANG. W, NIU. Y, SHAO. Q, GAO. L, ZHAO. Q, YAN. L et WANG. S, 2018. Comparison of the anti-inflammatory active constituents and hepatotoxic pyrrolizidine alkaloids in two *Senecio* plants and their preparations by LC-UV and LC-MS, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*; vol. 115: 1-43.
- 28) CHEN. W, WANG. W, ZHANG. H et HUANG. Q, 2012. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of water-soluble polysaccharides from *Boletus edulis mycelia* using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers*; vol. 87: 614-619.
- 29) CHENG. Y, JIA. G, JIANG-SHENG. Z, SHAO-PING. L, 2010. Use of HPTLC to Differentiate Among the Crude Polysaccharides in Six Traditional Chinese Medicines. *Journal of Planar Chromatography* ; vol. 23: 46-49.
- 30) CHOUANA. T, 2017. Caractérisation structurale et activités biologiques des Polysaccharides d'*Astragalus gombo bunge*. Thèse doctorat de l'Université Kasdi-Merbah Ouargla, 203p.

- 31) CLAISSE. N, 2012. Préparation et modification d'oligosaccharides de cellulose par chimie douce bio-inspirée. Thème doctorat. Université de GRENOBLE. 285p.
- 32) CUADRI. J-E, MARTAIN. A, BERTA. M et STADING. M, 2017. Relation between concentration and shear-extensional rheology properties of xanthan and guar gum solutions. *Carbohydrate Polymers*; vol. 181: 63-70.
- 33) DAMASIO. A-R, VENTURA RUBIO. M, GONÇALVES. T-A, FELIX PERSINOTI. G, SEGATO. F, ALEXANDER PRADE. R, JARES CONTESINI. F, PEREIRA DE SOUZA. A, SILVEIRA BUCKERIDGE. M et MARCIO SQUINA. F, 2016. Xyloglucan breakdown by endo-xyloglucanase family 74 from *Aspergillus fumigatus*. *Appl Microbiol Biotechnol*; vol. 101 : 1-11.
- 34) DAVID. J-H, HAZEL. P, 1998. Analytical biochemistry, 3ème Edition. Ed. Prentice Hall, Angleterre: 336p.
- 35) DELATTRE. C, 2005. Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de glucuronanes, Thèse de Doctorat, l'Université de Picardie Jules Verne, Amiens: 52-83p.
- 36) DI. H, ZHANG. Y et CHEN. D, 2013. An anti-complementary polysaccharide from the roots of *Bupleurum chinense*. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 58: 179– 185.
- 37) DU. N, TIAN. W, ZHENG. D, ZHANG. X et QIN. P, 2016. Extraction, purification and elicitor activities of polysaccharides from *Chrysanthemum indicum*. *International Journal of Biological Macromolecules*; 82: 347–354.
- 38) DUBOIS. M, GILLES. K-A, HAMILTON. J-K, PEBERS. P-A et SMITH. F, 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*; Vol. 28: 350-356.
- 39) DUPONT. F et GUIGNARD. J-L, 2007. Botanique systématique moléculaire. 14ème édition, *Elsevier Masson*. 285p.
- 40) 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.
- 41) EDEOGA. H-O, OKWU. D-E et MBAEBIE. B-O, 2005. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology* ; Vol. 4 (7): 685-688.
- 42) FIMBRES-OLIVARRIA. D, CARVAJAL-MILLAN. E, LOPEZ-ELIAS. J-A, MARTINEZ-ROBINSON. K-G, MIRANDA-BAEZA. A, MARTINEZ-CORDOVA. L-

- R, ENRIQUEZ-OCA~NA. F, VALDEZ-HOLGUIN. J-E, 2017. Chemical characterization and antioxidant activity of sulfated polysaccharides from *Navicula sp.* *Food Hydrocolloids* ; Vol. 75: 229-236.
- 43) GAO. J, LIN. L, SUN. B et ZHAO. M, 2017. Comparison Study on Polysaccharide Fractions from *Laminaria japonica*: Structural Characterization and Bile Acid Binding Capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 65: 9790–9798.
- 44) GBKLEY E. H, AGBODEKA. K, KAROU S. D, ANANI. K, ADJRAH. Y, TOUDJI. G, AMEYAPOH. B, SIMPORE. J et GBEASSOR. M, 2017. Composés bioactifs isolés des plantes à propriété anti-diabétique: Revue de littérature /Isolated bioactive plant compounds with anti-diabeticproperty. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ; vol. 19: 839-849.
- 45) GHOURRI. M, ZIDANE. L et DOUIRA. A, 2013. Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). *Journal of Animal & Plant Sciences*; Vol.17, Issue 1: 2388-2411.
- 46) GOLKAR. P, HADIAN. F et DEHKORDI. M-K, 2018. Production of a new mucilage compound in *Lepidium sativum callus* by optimizing in vitro growth conditions. *Natural Product Research* ; vol. 15: 1-6.
- 47) GRANTHAM. N-J, WURMAN-RODRICH. J, TERRETT. O-M, LYCZAKOWSKI. J-J, STOTT. K, IUGA. D, SIMMONS. T-J, DURAND-TARDIF. M, BROWN. S-P, DUPREE. R, BUSSE-WICHER. M et DUPREE. P, 2017. An even pattern of xylan substitution is critical for interaction with cellulose in plant cell walls. *Nature Plants* ; vol. 3 : 859–865.
- 48) HAMED. A, M. ZARSHENAS. M, SOHRABPOUR. M et ZARGARAN. A, 2013. Herbal medicinal oils in traditional Persian medicine. *Pharm Biol*; vol. 51(9): 1208–1218.
- 49) HAN. N-S et ROBYT. J-F, 1998. Separation and detection of sugars and alditols on thin layer chromatograms. *Carbohydrate Research* ; Vol. 313: 135-137.
- 50) HANDFORD. M-G, BALDWIN. T-C, GOUBET. F, PRIME. T-A, MILES. J, YU. X and DUPREE. P, 2003. Localisation and characterisation of cell wall mannan polysaccharides in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*; vol. 218: 27–36.
- 51) HANS. W-K, 2007. 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition. p6-7.
- 52) HASSAN. L-K, HAGGAG. H-F, ELKALYOUBI. M-H, ABD EL-AZIZ. M, EL-SAYED. M-M et SAYED. A-F, 2015. Physico-chemical properties of yoghurt

- containing cress seed mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Sciences* ; vol. 60 : 21-28.
- 53) HOCQ. L, PELLOUX. J et LEFEBVRE. V, 2017. Connecting Homogalacturonan-Type Pectin Remodeling to Acid Growth. *Trends in Plant Science*; vol. 22, Issue 1, p20–29.
- 54) HOTON-DORGE. M, 1976. Séparation des aldoses et des polysaccharides par chromatographie sur couche mince de cellulose et nouveau réactif de pulvérisation permettant leur révélation sensible. *Chromatography*, vol. 116: 417-423.
- 55) IRANSHAHI. M, REZAAE. R, NAJAFI. M-N, HAGHBIN. A et KASAIAN. J, 2018. Cytotoxic activity of the genus *Ferula* (*Apiaceae*) and its bioactive constituents. *Avicenna J Phytomed*; vol. 3: 1-17.
- 56) ISERIN. P, MASSON .M, RESTELLINI. J- P, YBERT. E, DE LAAGE DE MEUX. A, MOULARD. F,ZHA. E, DE LA ROQUE. R, DE LA ROQUE. O, VICAN. P, DEELESALLE –FEAT. T, BIAUJEAUD. M, RINGUET. J, BLOTH. J et BOTREL. A, 2001. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. P 10-14.
- 57) JIA. X, HU. J, HE. M, ZHANG. Q, LI. P, WAN. J, HE. C, 2017.  $\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity and structural characterization of polysaccharide fraction from *Rhynchosia minima* root, *Journal of functional foods*, Vol. 28: 76-82.
- 58) JING. C, YUAN. Y, TANG. Q, ZOU. P, LI. Y et ZHANG. C, 2017. Extraction optimization, preliminary characterization and antioxidant activities of polysaccharides from *Glycine soja*. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 103 :1207–1216.
- 59) KAEWMANEE. T, BAGNASCO. L, BENJAKUL. S, LANTERI. S, MORELLI. C-F, SPERANZA. G et COSULICH. M-E, 2014.Characterisation of mucilages extracted from seven Italian cultivars of flax. *Food Chem* ; vol. 148:60-9.
- 60) KEMASSI. A, DAREM. S, CHERIF. R, BOUAL. Z, SADINE. S-E, AGGOUNE. M-S, OULD EL HADJ-KHELIL. A et OULD ELHADJ. M-D, 2014. Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M’Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of Advanced Research in Science and Technology*; vol. 1: 1-5.

- 61) KHELFAH. A, 2013. Etude comparative du contenu phénolique et du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales et des céréales alimentaires. Thème magister. Université Constantine 1. 179p.
- 62) KHOUCHELA. A, TALBAOUI. A, EL YAHYAOUI EL IDRISSE. A, BOUYAHYA. A, AIT LAHSEN. S, KAHOUADJI. A et TIJANE. M, 2018. Détermination des composés phénoliques et évaluation de l'activité litholytique *in vitro* sur la lithiase urinaire d'extrait de *Zizyphus lotus L.* d'origine marocaine. *Phytothérapie* ; vol. 161 : 1-6.
- 63) KUMKRAI. P, WEERANANTANAPAN. O and CHUDAPONGSE. N, 2015. Antioxydant,  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity and sub-chronic toxicity of *Derris reticulata* extract: its antidiabetic potential. *BMC Complementary and Alternative Medicine*; vol. 15(35): 1-10.
- 64) LAKSHMANAN. H, RAMAN. J, PANDIAN. A, KUPPAMUTHU. K, NANJIAN. R, SABARATAM. V et NAIDU. M, 2016. Aqueous extract of *Senecio candicans DC* induce liver and kidney damage in a sub-chronic oral toxicity study in Wistar rats, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*; vol. 79 : 1-31.
- 65) LAOUINI. S-E, 2014. Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera L* dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf). Thèse doctorat de l'Université Mohamed Khider Biskra, 161p.
- 66) LE ROUX. K, 2012. Purification de la chitine par hydrolyse enzymatique à partir de coproduits de crevette *Penaeus vannamei*. Caractérisations des produits et optimisation du procédé. Thèse de Doctorat de l'université de Nantes en Biochimie et biotechnologie des produits marins. Nantes, France: p60.
- 67) LEMAOUI. A, 2011. Activités antioxydante et anticoagulante des huiles essentielles des graines de *Nigella sativa.L* Algérienne. Thème magister. Université Ferhat Abbas - Setif. 100p.
- 68) LI. J, LI. S, YAN. L, DING. T, LINHARDT. R-J, YU. Y, LIU. X, LIU. D, YE. X et CHEN. S, 2017. Fucosylated chondroitin sulfate oligosaccharides exert anticoagulant activity by targeting at intrinsic tenase complex with low FXII activation: Importance of sulfation pattern and molecular size. *European Journal of Medicinal Chemistry*; vol. 139:191-200.
- 69) LI. L, LE. A, TAO. M, YUANYING. N, XIAOJUN. L, XIAOSONG. H et YI. S, 2018. Sulfated modification and anticoagulant activity of *pumpkin* (*Cucurbita pepo*,

- Lady Godiva) polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 106: 447–455.
- 70) LI. X, XIONG. F, LIU. Y, LIU. F, HAO. Z, CHEN. H, 2018. Total fractionation and characterization of the water-soluble polysaccharides isolated from *Enteromorpha intestinalis*. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 111: 319-325.
- 71) LIANG. F, HU. C, HE. Z et PAN. Z, 2014. An arabinogalactan from flowers of *Chrysanthemum morifolium*: Structural and bioactivity studies. *Carbohydrate Research* ; vol. 387 : 37-41.
- 72) LING. N-X-Y, LEE. J, ELLIS. M, LIAO. M-L, MAU. S-L, GUEST. D, JANSSEN. P-H, KOVAC. P, BACIC. A and PETTOLINO. F-A, 2012. An exo- $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3)-D-galactanase from *Streptomyces sp.* Provides insights into type II arabinogalactan structure. *Carbohydrate Research*; vol. 352: 70–81.
- 73) LIU. H, FAN. H, WANG. W, LIU. N, ZHANG. H, ZHU. Z et LIU. A, 2012. Polysaccharides from *Lycium barbarum* leaves: Isolation, characterization and splenocyte proliferation activity. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 51:417– 422.
- 74) LIU. Q, GE. X, CHEN. L, CHENG. D, YUN. Z, XU. W et SHAO. R, 2017. Purification and analysis of the composition and antioxidant activity of polysaccharides from *Helicteres angustifolia L.* *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 107: 2262-2268.
- 75) LUO. B, DONG. L-M, XU. Q-L, ZHANG. Q, LIU. W-B, WEI. X-Y, ZHANG. X et TAN. J-W, 2018. Characterization and immunological activity of polysaccharides from *Ixeris polycephala*. The address for the corresponding author was captured as affiliation for all authors. *Biomac*; vol.113: 804-812.
- 76) MA. M et MU. T, 2016. Modification of *deoiled cumindietary* fiber with laccase and cellulase under high hydrostatic pressure. *Carbohydrate Polymers*; vol. 136: 87–94.
- 77) MAHLOW. S, ORZECZOWSKI. S, FETTKE. J, 2016. Starch phosphorylation: insights and perspectives. *Cellular and Molecular Life Sciences* ; Vol. 73: 2753-2764.
- 78) MARGHAM. R, 2009. Chapitre 1 : Les glucides des végétaux. *Éléments de la biochimie végétale*. Ed, Baha eddine. Constantine. P 13-40.
- 79) MAROUF. A et GERARD. T-R, 2009. *Abrégé de biochimie Appliqué* .Edition EDP science : 2021.
- 80) MATSUURA. H-N, MALIK. S, DE COSTA. F, YOUSEFZADI. M, MIRJALILI. M-H, ARROO. R, BHAMBRA. A-S, STRNAD. M, BONFILL. M et FETT-NETO. A-

- G, 2018. Specialized Plant Metabolism Characteristics and Impact on Target Molecule Biotechnological Production. *Molecular Biotechnology*; vol. 60: 1-15.
- 81) MILANI J-M, EMAM-DJOMEH. Z, REZAAE. K, SAFARI. M, GANBARZADEH. B, et GUNASEKARAN. S, 2007.Extraction and Physicochemical Properties of Barijeh (*Ferula galbaniflua*) Gum. *International Journal of Agriculture and Biology*: 80–83.
- 82) MONSIGNY. M, CLAIRE. P et ROCHE. A, 1988. Calorimetric Determination of Neutral Sugars by a Resorcinol Sulfuric Acid Micromethod. *Analytical Biochemistry* ; Vol. 175 : 525-530.
- 83) MOURADI. A, CHIKHAOUI-KHAY. M, AITAKKI. S, AKALLAL. R, HRRIMLE. I et GIVERNAUD. T, 2006. Analyse structurale des fractions polysaccharidiques extraites de la paroi cellulaire d’Hypneamusiformis (*Rhodophyceae, Gigartinales*). *Afrique SCIENCE* ; Vol. 02: 226-244.
- 84) MPONDO. E, NGENE. J-P, MPOUNZE SOM. L, LOE. G-E, NGO BOUMSONG. P-C, YINYANG. J et DIBONG. S-D, 2017.Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du département du haut Nyong. *Journal of Applied Biosciences* ; vol. 113 : 11229-11245.
- 85) NADOUR. M, 2015. Extraction, caractérisation, des polysaccharides et des polyphénols issus des sous- produits oléicoles. Valorisation des polysaccharides à visée alimentaire, Thèse Doctorat, université de Mouloud Mammeri Tizi- Ouzou.
- 86) NAKAMURA. M, MIURA. S, TAKAGAKI. A et NANJO. F, 2017. Hypolipidemic effects of crude green tea polysaccharide on rats, and structural features of tea polysaccharides isolated from the crude polysaccharide. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*; vol. 68: 321-330.
- 87) NAZEAM. J-A, GAD. H-A, ESMAT. A, EL-HEFNAWY. H-M et SINGAB. A-N-B, 2017. *Aloe arborescens* Polysaccharides: In Vitro Immunomodulation and Potential Cytotoxic Activity. *Journal of medicinal food (J Med Food)*; vol. 20 (5), 1–11.
- 88) NGUYEN. S-T-C, FREUND. H-L, KASANJIAN. J et BERLEMONT. R, 2018. Function, distribution, and annotation of characterized cellulases, xylanases, and chitinases from CAZy. *Applied Microbiology and Biotechnology* ; vol. 102: 1629-1637.
- 89) NI. X, WANG. K, WU. K, CORKE. H, NISHINARI. K et JIANG. F, 2018. Stability, microstructure and rheological behavior of konjac glucomannan-zein mixed systems. *Carbohydrate Polymers*; vol. 188: 260-267.
- 90) NIE. C, ZHU. P, WANG. M, MA. S et WEID. Z, 2017. Optimization of water-soluble polysaccharides from stem lettuce by response surface methodology and study



- on its characterization and bioactivities. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 105, Part 1: 912-923.
- 91) OUGHLISSI-DEHAK. K, LAWTON. P, MICHALET. S, BAYET. C, DARBOUR. N, HADJ MOHAMMED. M, BADJAH-HADJ-AHMED. Y, DIJOUX-FRANCA. M-G et GUILLET. D, 2008. Sesquiterpenes from aerial parts of *Ferula vesceritensis*. *Phytochemistry*; vol. 69: 1933-1938.
- 92) OULD EL HADJ. M-D, HADJ-MOHAMMED. M et ZABEIROU. H, 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrionale est). *Courrier du Savoir* ; vol.03 : 47-51.
- 93) OZENDA. P, 1958. La flore de Sahara septentrional et central. Ed. C.N.R.S. Paris. P 486.
- 94) PAULSEN B. S, OLAFSDOTTIR. E-S et INGOLFSDDOTTIR. K, 2002. Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens. *Journal of chromatography* ; vol. 967: 163-171.
- 95) PICMANOVA. M et MØLLER. B-L, 2016. Apiose: One of Nature's witty games. *Glycobiology*; vol. 26(5): 1-41.
- 96) QU. H, YANG. W et LI. J, 2018. Structural characterization of a polysaccharide from the flower buds of *Tussila gofarfara*, and its effect on proliferation and apoptosis of A549 human non-small lung cancer cell line. *Biomac*; vol. 113:849-858.
- 97) QUEZEL. P et SANTA. S, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, CNRS Paris.
- 98) QUEZEL. P, 1978. Analyse of the flora mediterranean and Sahara Africa.
- 99) RAY. S, PAYNEL. F, MORVAN. C, LEROUGE. P, DRIOUICH. A et RAY. B, 2013. Characterization of mucilage polysaccharides, arabinogalactan proteins and cell-wall hemicellulosic polysaccharides isolated from flax seed meal: A wealth of structural moieties. *Carbohydr Polym* ; vol. 93(2):651-60.
- 100) RAZAVI. S-M et JANANI. M, 2015. A new ester coumarin from *Ferula Persica* wild. Indigenous to Iran. *Nat Prod Res*; vol. 29:717-721.
- 101) REBBAS. K, BOUNAR. R, GHARZOULI. R, RAMDANI. M, DJELLOULI. Y et ALATOU. D, 2012. Plantes d'intérêt médicinal et écologique dans la région d'Ouanougha (M'Sila, Algérie). *Phytothérapie* ,10 :131-142.
- 102) RICARDO. L-M, DIAS. B-M, MÜGGE. F- L-B, LEITE. V-V et BRANDÃO. M-G-L, 2018. Evidence of traditionality of Brazilian medicinal plants: the case studies of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão) barks and *Copaifera spp.*

- (copaíba) oleoresin in wound healing. *Journal of Ethnopharmacology*; vol. 219: 319-336.
- 103) ROUND. A- N, RIGBY. N-M, MACDOUGALL. A-J et MORRIS. V-J, 2010. A new view of pectin structure revealed by acid hydrolysis and atomic force microscopy. *Carbohydrate Research*; vol. 345: 487–497.
- 104) SÁENZ. C, SEPÚLVEDA. E et MATSUHIRO. E, 2004. Opuntia spp. Mucilages : A functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environment*; vol. 57: 275-290.
- 105) SALA. K, MALARZ. K, W. BARLOW. P and U. KURCZYŃSKA. E, 2017. Distribution of some pectic and arabinogalactan protein epitopes during *Solanum lycopersicum* (L.) adventitious root development. *BMC Plant Biology*; vol. 17(25): 1-16.
- 106) SAYED-AHMAD. B, TALOU. T, SAAD. Z, HIJAZI. A et MERAH. O, 2017. The *Apiaceae*: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial Crops & Products*; vol. 109: 661–671.
- 107) SHAKHMATOV. E-G, TOUKACH. P-V, KUZNETSOV. S-P et MAKAROVA. E-N, 2014. Structural characteristics of water-soluble polysaccharides from *Heracleum sosnowskyi* Manden. *Carbohydrate Polymers*; vol. 102:521– 528.
- 108) SHAWKY. E et M-ABOU EL KHEIR. R, 2017. Rapid discrimination of different *Apiaceae* species based on HPTLC fingerprints and targeted flavonoids determination using multivariate image analysis. *Phytochemical Analysis*; 1-11.
- 109) SINGLETON. V-L, ORTHOFER. R et LAMUELA-RAVENTOS. R-M, 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*; vol. 299:152-178.
- 110) SONG. Y, LIU. D, LIU. M, YANG. H, FAN. Y, SUN. W, XUE. Y, ZHANG. T et MA. Y, 2018. Transcriptional regulation of the mannan utilization genes in the alkaliphilic *Bacillus* sp. N16-5. *FEMS Microbiol Lett*; vol. 365(4) : 1-13.
- 111) SZOPINSKI. D et GERRIT. A-L, 2016. Viscoelastic properties of aqueous guar gum derivative solutions under large amplitude oscillatory shear (LAOS). *Carbohydrate Polymers*; vol. 153: 312-319.
- 112) TANG. L, CHEN. Y, JIANG. Z, ZHONG. S, CHEN. W, ZHENG. F et SHI. G, 2017. Purification, partial characterization and bioactivity of sulfated polysaccharides from *Grateloupia livida*. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 94: 642-652.

- 113) TELLI. A, 2009. Extraction, identification et activités biologiques des polyphénols des dattes au cours des différents stades phénologiques (variété Ghars). Thème magister. Université Kasdi-Merbah Ouargla. 77p.
- 114) TIAN. S, HAO. C, XU. G, YANG. J et SUN. R, 2016. Optimization conditions for extracting polysaccharide from *Angelica sinensis* and its antioxidant activities. *Science Direct* ; vol 25: 766-775.
- 115) URENA-SABORIO. H, ALFARO-VIQUEZ. E, ESQUIVEL-ALVARADO. D, MADRIGAL-CARBALLO. S et GUNASEKARAN .S, 2018. Electrospun plant mucilage nanofibers as biocompatible scaffolds for cell proliferation. *Int J Biol Macromol* ; vol. 115:1218-1224.
- 116) UTHAMAN. S, KIM. H-S, REVURI. V, MIN. J-J, LEE. Y-K, HUH. K-M et PARK. I-K, 2017. Green synthesis of bioactive polysaccharide-capped gold nanoparticles for lymph node CT imaging. *Carbohydrate Polymers*;vol. 181:27-33.
- 117) VILLARES. A, BIZOT. H, MOREAU. C, ROLLAND-SABATE. A et CATHALA. B, 2017. Effect of xyloglucan molar mass on its assembly onto the cellulose surface and its enzymatic susceptibility. *Carbohydrate Polymers*; vol. 157 1105–1112.
- 118) WAFFENSCHMIDT. S et JAENICKE. L, 1987. Assay of reducing sugars in the nanomole range with 2,2'-bicinchoninate. *Anal. Biochem. Analytical Biochemistry* ; Vol. 165:337-340.
- 119) WANG. L, ZHANG. B, XIAO. J, HUANG. Q, LI. C et FUA. X, 2018. Physicochemical, functional, and biological properties of water-soluble polysaccharides from *Rosa roxburghii* Tratt fruit. *Food Chemistry*; vol. 249: 127–135.
- 120) WANG. M, ZHAO. S, ZHU. P, NIE. C, MA. S, WANG. N, DU. X et ZHOU. Y, 2017. Purification, characterization and immunomodulatory activity of water extractable polysaccharides from the swollen culms of *Zizania latifolia*. *International Journal of Biological Macromolecules*; vol. 107: 882-890.
- 121) WANG. Y, CHEN. Y, ZHOU. Y, NIRASAWA. S, TATSUMI. E, LI. X et CHENG. Y, 2017. Effects of konjac glucomannan on heat-induced changes of wheat gluten structure. *Food Chemistry*; vol. 229:409-416.
- 122) WARRAND. J, 2004. Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs du mucilage de lin (*Linum usitatissimum*). Thème doctorat de l'Université de Picardie Jules Verne, Amien cedex. 79-80p.

- 123) YANG. S, LAND. M-L, KLINGEMAN. D-M, PELLETIER. D-A, LU. T-Y-S, MARTIN. S-L, GUO. H-B, SMITH. J-C et BROWN. S-D, 2010. Paradigm for industrial strain improvement identifies sodium acetate tolerance loci in *Zymomonas mobilis* and *Saccharomyces cerevisiae*. *National Academy of Sciences*; vol. 107(23): 10395-10400.
- 124) YAPO. B-M, 2009. Pineapple and Banana Pectins Comprise Fewer Homogalacturonan Building Blocks with a Smaller Degree of Polymerization as Compared with Yellow Passion Fruit and Lemon Pectins: Implication for Gelling Properties. *Biomacromolecules*; vol. 10: 717–721.
- 125) YOUMBAL. A, 2015. Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des *Apiaceae* récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien). Mémoire magister de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla.
- 126) YU. X-H, LIU. Y, WU. X-L, LIU. L-Z, FU. W et SONG. D-D, 2017. Isolation, purification, characterization and immunostimulatory activity of polysaccharides derived from American ginseng. *Carbohydrate Polymers*; vol. 156: 9–18.
- 127) ZELLAGUI. A, GHERRAF. N, RHOUATI. S, 2012. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Ferula vesceritensis* Coss et Dur. Leaves, endemic in Algeria. *Organic and Medicinal Chemistry Letters* ; vol. 2: 31.
- 128) ZHANG. A-Q, ZHANG. Y, YANG. J, JIANG. J, HUANG. F-F, SUN. P-L, 2013. Structural elucidation of a novel water-soluble fructan isolated from *Wedelia prostrate*. *Carbohydrate Research* ; vol. 376: 24-28.
- 129) ZHANG. S et LI. X-Z, 2015. Inhibition of  $\alpha$ -D-glucosidase by polysaccharides from the fruit hull of *Camellia oleifera* Abel. *Carbohydrate Polymers*; Vol. 115: 38-43.
- 130) ZHANG. W, XU. Pet ZHANG. H, 2015. Pectin in cancer therapy: A review. *Trends in Food Science & Technology* ; vol. 44: 258-271.
- 131) ZHANG. Z, KONG. F, NI. H, WAN. J-B, HUA. D et YAN. C, 2016. Structural characterization,  $\alpha$ -glucosidase inhibitory and DPPH $\cdot$  scavenging activities of polysaccharides from guava. *Carbohydrate Polymers* ; Vol. 144: 106-114.
- 132) ZHAUYNBAEVA. K-S, RAKHIMOV. D-A, NIGMATULLAEV. A-A, 2010. Polysaccharides from seeds of higher plants. Water soluble polysaccharides from plant seeds of family *Apiaceae*. *Chemistry of Natural Compounds*; vol. 46 (5): 783-784.
- 133) ZHU. Z-Y, ZHANG. J-Y, CHEN. L-J, LIU Xiao-Cui 1, LIU. Y, WANG. W-X et 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* ; vol. 12(4) : 0290–0293.

# *Annexes*

## Annexe 01

Le tableau 03 montre les différents produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation, leurs caractéristiques physicochimiques et leurs origines.

**Tableau 03.-** Caractéristiques physicochimiques et l'origine des produits chimiques utilisés au cours de l'expérimentation :

PRODUIT	FOURNISSEUR	FORME	FORMULE CHIMIQUE	MASSE	DENSITE G/CM <sup>3</sup>	PURETE%
				MOLAIRE G/MOL		
Acétate D'éthyle	BIOCHEM	Liquide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88,11	/	/
Acétone	GPR RECTAPUR	Liquide	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,08	0,792	100
Acétonitrile	SCHARLAU	Liquide	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	41,05	99,9	99
Acide Acétique	EDEN-LABO	Liquide	CH <sub>3</sub> COOH	60,05	1,048-1.051	99,5
Acide Ortho-Phosphorique	SIGMA-ALDRICH	Liquide	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	1,69	85-88
Acide Trifluoroacétique	SIGMA-ALDRICH	Liquide	CF <sub>3</sub> COOH	114,02	1,49	99,8
Acide Sulfurique	BIOCHEM CHEMOPHARMA	Liquide	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,07	/	98
Aniline	RECTAPUR	Liquide	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93,13	1,02-1.03	98,5
Bleue De Coomassie	BIOCHEM CHEMOPHARMA	Poudre	C <sub>45</sub> H <sub>44</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>7</sub> S <sub>2</sub>	/	/	/
Butanol	SIGMA ALDRICH	Liquide	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74,12	81	99,9

<b>Chloroforme</b>	SCHARLAU	Liquide	CHCl <sub>3</sub>	119,38	1,47	99-99,6
<b>DPPH</b>	/	Poudre	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	/	/	/
<b>Ethanol</b>	SIGMA-ALDRICH	Liquide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46,07	0,803-0,805	99,5
<b>Hydroxyde De Sodium</b>	EDEN LABO	Poudre	NaOH	39.997	2.13	99
<b>Isopropanol</b>	BIOCHEM CHEMOPHARMA	Liquide	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	60,10	0,803 -0,805	99,5
<b>Méthanol</b>	BIOCHEM CHEMOPHARMA	Liquide	CH <sub>4</sub> O	32.04	/	99
<b>Phénol</b>	FLUKA CHEMIK	Poudre	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	94,11	/	90,0
<b>Pyridine</b>	BIOCHEM CHEMOPHARMA	Liquide	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	79.10	/	99.5
<b>Résorcinol</b>	BIOCHEM CHEMOPHARMA	POUDRE	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	110,11	/	99,5



## Annexe 02

Le tableau 04 décrit l'origine et type des appareils utilisées au cours de l'expérimentation.

**Tableau 04.-** Origine et type des appareils utilisées au cours de l'expérimentation :

<b>APPAREIL</b>	<b>LIEU DE FABRICATION</b>	<b>TYPE</b>	<b>FOURNISSEUR</b>
<b>Agitateur Magnétique</b>	EUROPE	F20520162	VELP CSIENTIFICA
<b>Bain Marie</b>	GERMANY	MEMMERTGMBH. WB 7. NENNTEMP ; 100°C	MEMMERT
<b>Balance</b>	USA	DISCOVERY DV 215CD OHAUS.	OHAUS
<b>Centrifugeuse</b>	GERMANY	SIGMA. 15PK, 14000 RPM.	SIGMA
<b>Distillateur</b>	GERMANY	D30-BURGWEDL, 2108	LABORTECHNIC
<b>Etuve</b>	GERMANY	MELAG815.220V, 50HZ, 12.3A, 2700w.	MELAG
<b>Hotte</b>	SPAIN	TELSTAR AV-100. MODELE50/60 HZ, 0.6KW.	TEL STAR
<b>Micropipette</b>	SWIS	ACURA 821. 200-1000ML	SOCOREX
<b>Spectrophotomètre</b>	CHINA	UV-MINI-1240.UV-VIS SPECTROPHOTOMETRE	SHIMADZU

## Annexe 03

Le tableau 05 présente les différentes solutions mères des dosages colorimétriques et la méthode de préparation de chacune. Tandis que la préparation des différents réactifs est illustrée dans le tableau 06.

**Tableau05.-** Méthodes des préparations des différentes solutions mères

<b>Manipulation</b>	<b>Solution mère</b>	<b>Méthode de préparation</b>
	Extrait polysaccharidique (APS)	Dissoudre 10mg de l'extrait polysaccharidique dans 100ml d'eau distillée.
<b>Dosage des oses totaux (DEBOIS <i>et al.</i>, 1956) et neutres (MONSIGNY <i>et al.</i>, 1988).</b>	Glucose	Dissoudre 10mg du glucose dans 100ml d'eau distillée.
<b>Dosage des oses acides (BLUMENKRANTZ et ASBOEHANSEN, 1973).</b>	Acide galacturonique	Dissoudre 10mg de l'acide galacturonique dans 100ml d'eau distillée.
<b>Dosage des protéines (BRADFORD, 1976).</b>	Sérum albumine bovine (BSA)	Dissoudre 10mg de BSA dans 100ml d'eau distillée.
<b>Dosages des polyphénols (SINGLETON <i>et al.</i> 1999)</b>	Acide gallique	Dissoudre 10mg d'Acide gallique dans 100 ml d'eau distillée.
<b>Activité antioxydante</b>	Acide ascorbique	Dissoudre 50mg d'Acide ascorbique dans 10 ml d'eau distillée.

<b>Activité antidiabétique</b>	Acarbose	50 mg de l'acarbose est dissout dans 774 µl d'eau distillée.
--------------------------------	----------	--

**Tableau 06.-Méthodes des préparations** Les différentes solutions utilisées, les concentrations, et la méthode de préparation de chacune.

<b>Manipulation</b>	<b>Solution</b>	<b>Concentration</b>	<b>Méthode de préparation</b>
<b>Dosages des oses totaux</b>	Phénol	5%	Dissoudre 0.5g de phénol dans 10ml d'eau distillée
<b>Dosages des oses neutres</b>	Résorcinol	0.6%	Dissoudre 0.6g de résorcinol dans 100 ml d'eau distillée.
<b>Dosages des oses acides</b>	Borax	0.0125M	Dissoudre 11,44 g de tétraborate de sodium dans 250 ml d'H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 96%.
	Métha-hydroxydiphényl	0,15%	Dissoudre 150 g de MHDP dans 100 ml de NaOH 0,5%.
<b>Dosages des oses réducteurs</b>	Acidebichoninique	/	Solution A : 0,605 g de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 1,58 g de NaHCO <sub>3</sub> et 48,55 mg de 4,4'-dicarboxy-2,2'-biquinoline sont dissous dans 25 ml d'eau distillée.
			Solution B : 31,55 mg de L-sérine et 31,2 mg de CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O sont dissous dans 25 ml d'eau distillée.
<b>Dosages des protéines</b>	Bleu de Coomassie	/	Mettre 25 ml d'éthanol 95% avec 50 mg du bleu de Coomassie. Agiter pendant 2h. Mélanger avec 50 ml d'acide phosphorique de 85%. Diluer avec l'eau distillée jusqu'à 500 ml
<b>Dosages des polyphénols</b>	Folin-Ciocalteu		La solution pure de Folin-Ciocalteu diluée 1/10 avec l'eau

		/	distillée.
	Carbonates de sodium	20%	12 g de carbonates de sodium est dissout dans 60 ml de l'eau distillée.
<b>Hydrolyse</b>	TFA	2M	7.51 ml de TFA 99% est Complété jusqu'à 50 ml avec l'eau distillée.
<b>Chromatographie sur couche mince (CCM)</b>	Système A (HOTON-DORGE, 1976)	/	Mélanger l'acétate d'éthyle, la pyridine, l'eau, le n-butanol et l'acide acétique dans les proportions 5-4-4-10-2 (v/v) respectivement, jusqu'à l'homogénéisation complète.
	Système B (CHENG <i>et al.</i> , 2010)	/	Mélanger le chloroforme, le n-butanol, le méthanol, l'acide acétique et l'eau dans les proportions 4,5-12,5-5-1,5-1,5 (v/v) respectivement, jusqu'à l'homogénéisation complète.
	Système C (HAN et ROBYT, 1998)	/	Mélanger l'acétonitrile, l'acétate d'éthyle, le propanol et l'eau avec les proportions 8,5-2-2-1,5(v/v) respectivement
	Nigrum (GHEBREGZABEIER <i>et al.</i> , 1975)	/	Solution A, dissoudre 2 g de diphénylamine dans 50 ml d'acétone. Solution B, 48 ml d'acétone sont complétés jusqu'à 50 ml par l'aniline. Mélanger les deux solutions A et B, et ajouter 10 ml d'acide orthophosphorique.
<b>Activité antioxydante</b>	DPPH	0.1mM	3.9 mg de DPPH est dissout dans 100 ml de l'éthanol.

## Annexe 04

Préparation des différentes gammes d'étalonnage utilisées au cours de l'expérimentation sont illustrées dans les tableaux 07, 08, 09, 10, 11,12 et13.

**Tableau 07:** Gamme étalon du glucose 0.001% à 0.01% (oses totaux).

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
<b>glucose (0,01%) (ml)</b>	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
<b>phénol (5%) (ml)</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>A. sulfurique (ml)</b>	1	1	1	1	1	1
<b>concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

**Tableau 08.-** Gamme étalon du glucose 0.001% à 0.01% (oses neutres).

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
<b>glucose (0,01%) (ml)</b>	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
<b>résorcinol (ml)</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>A. sulfurique (ml)</b>	1	1	1	1	1	1
<b>concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

**Tableau 09.-** Gamme étalon d'acide galacturonique 0,001% à 0,01% (oses acides).

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
<b>Gal.A (0,01%) (ml)</b>	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
<b>borax (ml)</b>	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>m-HDP (ml)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

**Tableau 10.-**Gamme étalon de sérum albumine bovine (BSA) 0.001% à 0.01%.

	Blanc	0,001%	0,002%	0,005%	0,008%	0,01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0,9	0,8	0,5	0,2	0
<b>BSA 0,01% (ml)</b>	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1
<b>bleu de coomassie (ml)</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>concentration (mg/l)</b>	0	10	20	50	80	100

**Tableau 11.-**Gamme étalon de l'acide gallique 0.01% à 0.035%.

	Blanc	0,01%	0,02%	0,025%	0,030%	0,035%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0.95	0.8	0.75	0.70	0.65
<b>acide gallique 0,01% (ml)</b>	0	0.05	0.2	0.25	0.30	0.35
<b>folin-ciocalteu (ml)</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>carbonates de sodium 20% (ml)</b>	2	2	2	2	2	2
<b>concentration (mg/l)</b>	0	100	200	250	300	350

**Tableau 12.-**Gamme étalon du glucose 0.002% à 0.02% (oses réducteurs).

	Blanc	0,002%	0,005%	0,01%	0,015%	0,02%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0.9	0.75	0.5	0.25	00
<b>Glucose 0,02% (ml)</b>	0	0.1	0.25	0.5	0.75	1
<b>réactif A+ B (ml)</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>eau distillée (ml)</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>concentration (mg/l)</b>	0	20	50	100	150	200

**Tableau 13.-**Gamme étalon De l'acide ascorbique 0.001% à 0.01%.

	Blanc	0,001%	0,002%	0,004%	0,006%	0,008%	0,01%
<b>Eau distillée (ml)</b>	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2	1
<b>acide ascorbique 0.5% (ml)</b>	0	0.1	0.2	0.4	0.2	0.8	0
<b>DPPH (ml)</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>concentration (mg/l)</b>	0	10	20	40	60	80	100

## Annexe 05

Les différentes courbes d'étalonnage utilisées au cours de l'expérimentation sont illustrées dans les figures 06, 07, 08, 09,10 et 11.

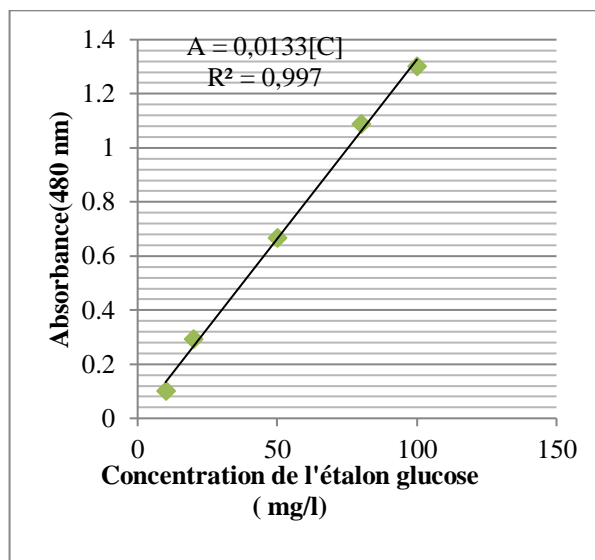
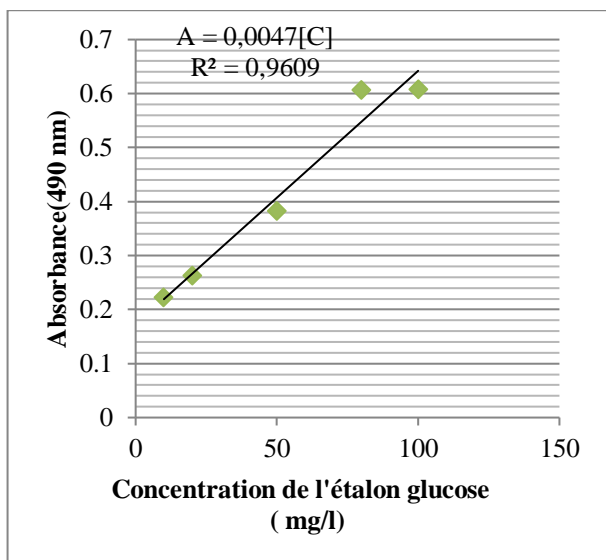


Figure 06.-Courbe d'étalonnage pour les oses totaux.

Figure 07.-Courbe d'étalonnage pour les oses neutres.

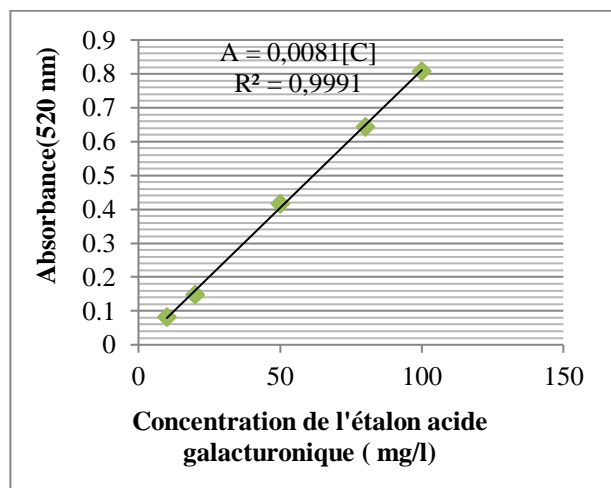


Figure 08.-Courbe d'étalonnage pour les oses acides.

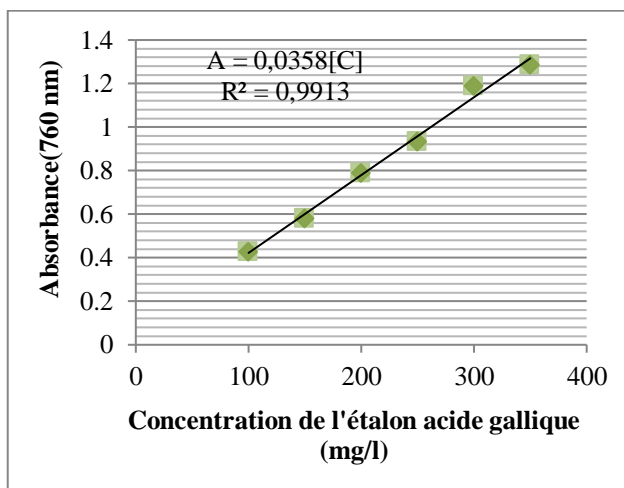


Figure 09.-Courbe d'étalonnage pour les polyphénols.

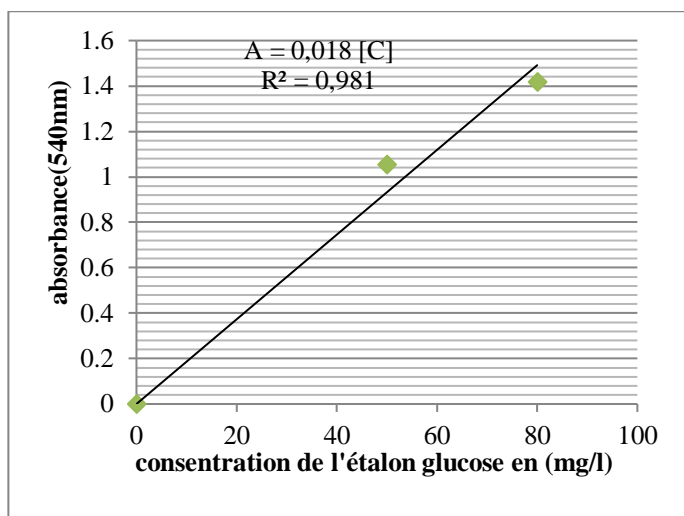


Figure 10.-Courbe d'étalonnage pour les oses réducteurs.

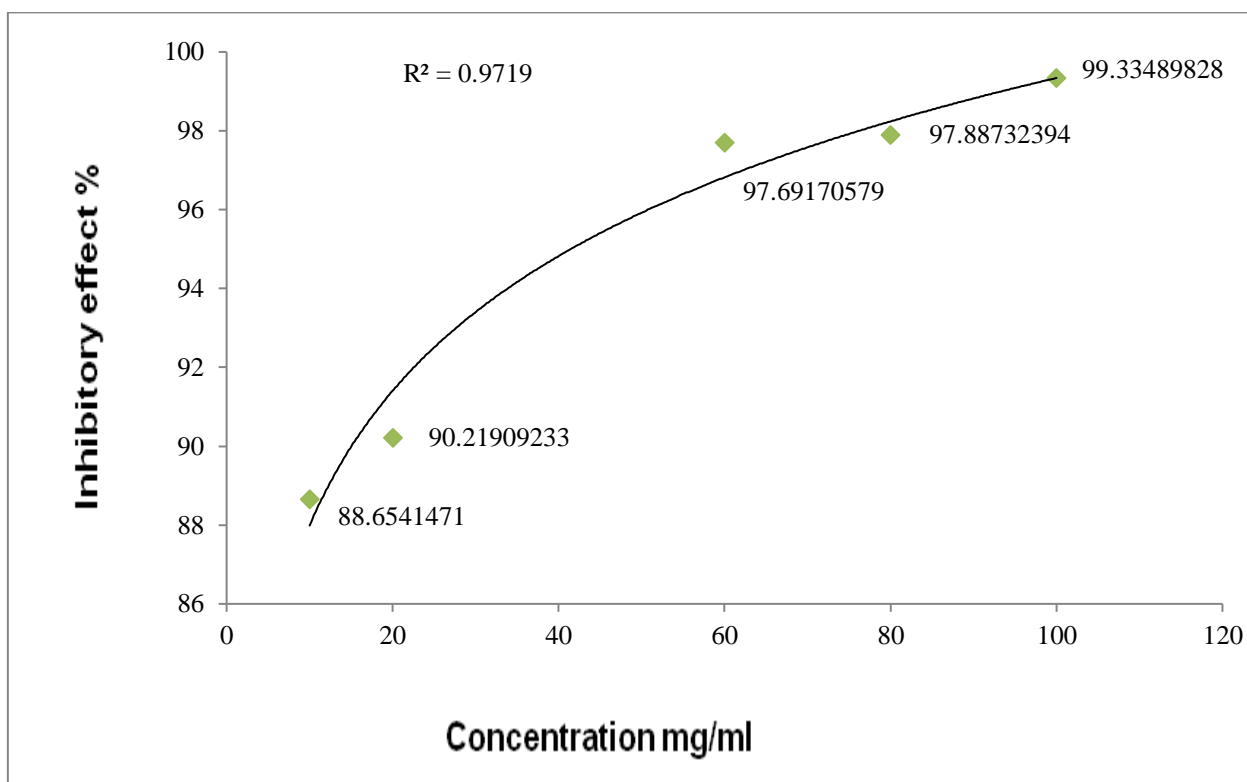


Figure 11.-Courbe d'étalonnage de radical DPPH avec l'acide ascorbique.



## Annexe 6

Pour l'activité antidiabétique, la solution mère est préparée avec 10 mg de l'extrait brut polysaccharidique dans 100 $\mu$ l d'eau distillée. Les dilutions sont présentées dans le tableau 14.

**Tableau14.-** Dilutions de la solution mère de l'extrait polysaccharidique

	<b>Blanc</b>	<b>2.5%</b>	<b>5%</b>	<b>7.5%</b>	<b>10%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
<b>Eau distillée (<math>\mu</math>l)</b>	20	19.75	19.5	19.25	19	15	10	05	0
<b>Solution mère (<math>\mu</math>l)</b>	0	0.25	0.5	0.75	01	05	10	15	20
<b>Concentration (mg.ml<sup>-1</sup>)</b>	0	2.5	5	7.5	10	25	50	75	100

## *Résumés*

Résumé

Le présent travail porte sur la détermination de la composition chimique et la caractérisation des polysaccharides hydrosolubles issus des inflorescences de *Ferula vesceritensis*, une plante spontanée de la famille des *Apiaceae* à caractère médicinal récoltée dans la région de Biskra, située au Sahara septentrional Algérien. L'étude consiste à l'extraction des constituants polysaccharidiques hydrosolubles. Les inflorescences étudiées sont prétraitées par l'éther de pétrole puis macérées dans l'eau distillée. Les polysaccharides sont précipités par l'isopropanol. Le rendement massique d'extraction des polysaccharides hydrosolubles est de 4,15 % et la teneur en cendres est de 28,72 %. La détermination de la composition globale de l'extrait polysaccharidique obtenu, par des dosages colorimétriques, montre des taux de 38,30 % en oses totaux, 17,81% en oses neutres, 16,8 % en oses acides, 22,63 % en oses réducteurs et 1,67 % en polyphénols. L'analyse de la composition en monosaccharides par chromatographie sur couche mince à l'aide de trois systèmes après une hydrolyse par TFA à 2 M durant 4 heures à 100°C révèle que l'extrait brut des polysaccharides des inflorescences de *Ferula vesceritensis*, renferme un hétéro-polysaccharide constitué principalement d'arabinose, de glucose, de galactose, de mannose et d'acide galacturonique. La composition structurale des polysaccharides des inflorescences, permet d'espérer un large spectre des propriétés biologiques. L'activité anti oxydante est évaluée par un seul test DPPH dont un pouvoir inhibiteur des radicaux libres important est de 64,85 % pour une concentration maximale de 50mg/10ml. L'étude de l'activité antidiabétique montre que l'extrait des polysaccharides hydrosolubles à un faible pouvoir inhibiteur de l'enzyme  $\alpha$ -D-glucosidase de 33,33 % pour une concentration maximale de 100 mg/ml, en comparaison à l'acarbose comme contrôle positif qui à un fort pouvoir inhibiteur de 100 % à partir de la concentration 64.56 mg/ml.

**Mots clés:** Plante médicinale, *Ferula vesceritensis*, *Apiaceae*, polysaccharides, activités biologiques.

Partial characterization of water soluble polysaccharides of *Ferula vesceritensis* Collected from the region of Biskra (Northern Algerian Sahara)

Abstract

The present work deals with the determination of the chemical composition and the characterization of water-soluble polysaccharides from inflorescences of *Ferula vesceritensis*, it is a spontaneous plant of the *Apiaceae* family used in traditional medicine. It was collected from the region of Biskra, located in the northern Algerian Sahara. The study involves the extraction of water-soluble polysaccharide constituents. The inflorescences studied are pretreated with petroleum ether and then macerated in distilled water. The polysaccharides are precipitated with isopropanol. The mass yield of extraction of the water-soluble polysaccharides is 4.15% and the ash content is 28.72%. The determination of the overall composition of the polysaccharide extract obtained, by colorimetric assays, shows levels of 38.30% of total oses, 17.81% of neutral oses, 16.8% of acidic oses, 22.63% of reducing oses and 1.67% of polyphenols. The analysis of the monosaccharide composition by thin layer chromatography using three systems after hydrolysis with TFA 2 M for 4 hours at 100 ° C reveals that the crude extract of the polysaccharides of the inflorescences of *Ferula vesceritensis*, contains a hetero-polysaccharide consisting mainly of arabinose, glucose, galactose, mannose and galacturonic acid. The structural composition of the polysaccharides of the inflorescences allows hoping a broad spectrum of biological properties. The antioxidant activity is evaluated by a single test DPPH whose inhibitory power of free radical is important to 64.85% for a maximum concentration of 50 mg / 10 ml. The study of the antidiabetic activity shows that the extract of the water-soluble polysaccharides with a low inhibitory power of the  $\alpha$ -D-glucosidase enzyme of 33.33% for a maximum concentration of 100 mg / ml, in comparison with the acarbose as a positive control which at a strong inhibitory power of 100% from the concentration 64.56 mg / ml.

**Key words:** Medicinal plant, *Ferula vesceritensis*, *Apiaceae*, polysaccharides, biological activities.

توصيف جزئي للسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء لنباتة الكلخة (*Ferula vesceritensis*) المحصودة من منطقة بسكرة (شمال صحراء الجزائر)

المخلص

يركز هذا العمل على تحديد التركيب الكيميائي و التوصيف الجزئي للسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء لأزهار نبتة (الكلخة) *Ferula vesceritensis*, و التي هي نبتة تلقائية تنتمي إلى عائلة (الخيمية) *Apiaceae*, ذات طابع طبي حيث تم حصدها من منطقة بسكرة (شمال صحراء الجزائر). تشمل الدراسة إستخلاص سكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء. حيث تمت معالجة الأزهار بواسطة أثير البترول (ether de pétrole) و نقعها في الماء المقطر. ثم ترسيب السكريات المتعددة بواسطة الأيزوبروبانول (Isopropanol). المرذود الكلي للسكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء المستخلصة قدر بنسبة 4,15 % و محتوى الرماد قدر 28,72 %. بينت دراسة التركيبية الإجمالية للسكريات المتعددة المستخلصة أن السكريات الكلية تمثل نسبة 38,30%, بينما تمثل المعدلة نسبة 17,81%, و الحمضية فتمثل نسبة 16,8 %, أما السكريات المرجعة فتمثل نسبة 22,63% كذا نسبة البوليفينول تقدر ب 1,67 %. أظهر التحليل الكيميائي للسكريات البسيطة باستعمال الكروماتوغرافي بعد تحللها بحمض TFA تركيزه 2M لمدة 4 ساعات تحت درجة 100 مئوية حيث تبين أن مستخلص متعدد السكريات لأزهار نبتة الكلخة عبارة عن متعدد سكريات غير متجانسة يحتوي على الأرابينوز, الرامنوز, الغلاكتوز, الغلوكوز و حمض الغلاكتورونيك. هذا التنوع الملاحظ في تركيبية السكريات المتعددة يعطي احتمال وجود خصائص بيولوجية لها. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة من خلال اختبار واحد DPPH حيث اظهر أن له قدرة مهمة لتنشيط الجذور الحرة قدرت بنسبة 64,85 % بتركيز 50ملغ/10مل. أظهرت دراسة خاصة مضاد للسكري والتي تعتمد على دراسة قدرة السكريات المتعددة المستخلصة على إيقاف نشاط أنزيم  $\alpha$ -D-glucosidase, أن مستخلص السكريات له قدرة منخفضة على إيقاف نشاط الأنزيم حيث يلاحظ قدرة قصوى بنسبة 33,33% في التركيز 100مغ / مل مقارنة مع الأكاربوز الذي لديه قدرة إيقاف 100% لتركيز 64.56مغ/مل.